

# MANDIOCA

## no Cerrado



Orientações Técnicas

2ª Edição revista e ampliada

*Josefino de Freitas Fialho*  
*Eduardo Alano Vieira*  
Editores Técnicos

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

# **MANDIOCA** no Cerrado

Orientações Técnicas

2ª edição revista e ampliada

*Josefino de Freitas Fialho  
Eduardo Alano Vieira*  
**Editores Técnicos**

**Embrapa**  
Brasília, DF  
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

### **Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza  
Caixa Postal 08223  
CEP 73310-970 – Planaltina, DF  
Fone (61) 3388-9898 – Fax (61) 3388-9879  
www.cpac.embrapa.br  
sac@cpac.embrapa.br

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição  
*Embrapa Cerrados*

#### Comitê de Publicações

Presidente: *Claudio Tako Karia*  
Secretária-executiva: *Marina de Fátima Vilela*  
Secretária: *Maria Edilva Nogueira*

Capa, projeto gráfico e diagramação  
*Chica Magalhães (1ª edição)*  
*Wellington Cavalcanti (2ª edição)*

Coordenação editorial  
*Rodrigo Farhat*

Ilustrações  
*Kleber Sales*

Revisão de texto  
*Clara Arreguy*

Personagens da mandioca  
*Wellington Cavalcanti*

Normalização bibliográfica  
*Paloma Guimarães Correa de Oliveira*

**1ª edição**  
1ª impressão (2011): 1.400 exemplares

Catologação na fonte  
*Shirley da Luz Soares Araújo*

**2ª edição**  
1ª impressão (2013): 800 exemplares

### **Todos os direitos reservados.**

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

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Cerrados

---

M272 Mandioca no Cerrado : orientações técnicas / editores técnicos Josefino de Freitas Fialho, Eduardo Alano Vieira. - 2. ed. rev. e ampl. - Brasília, DF : Embrapa, 2013.  
203 p. : il. color. 21 cm × 28 cm

ISBN: 978-85-7035-206-4

1. Mandioca. 2. Cerrado. I. Fialho, Josefino de Freitas. II. Vieira, Eduardo Alano. III. Embrapa Cerrados.

633.82 - CDD 21

---

© Embrapa 2013

## Autores

### Camilla Ferreira Lôbo

Bacharel em Administração,  
bolsista do CnPq na Embrapa Cerrados  
kmillalobo@gmail.com

### Charles Martins de Oliveira

Engenheiro-agrônomo,  
D.Sc. em Entomologia,  
pesquisador da Embrapa Cerrados  
charles.oliveira@embrapa.br

### Djalma Martinhão Gomes de Sousa

Químico,  
M.Sc. em Agronomia,  
pesquisador da Embrapa Cerrados  
djalma.sousa@embrapa.br

### Eduardo Alano Vieira

Engenheiro-agrônomo,  
D.Sc. em Fitomelhoramento,  
pesquisador da Embrapa Cerrados  
eduardo.alano@embrapa.br

### Francisco Duarte Fernandes

Engenheiro-agrônomo,  
M.Sc. em Zootecnia,  
pesquisador da Embrapa Cerrados  
francisco.fernandes@embrapa.br

### José de Ribamar Nazareno dos Anjos

Engenheiro-agrônomo,  
Ph.D. em Fitopatologia,  
pesquisador da Embrapa Cerrados  
jose.ribamar@embrapa.br

### Josefino de Freitas Fialho

Engenheiro-agrônomo,  
M.Sc. em Microbiologia Agrícola,  
pesquisador da Embrapa Cerrados  
josefino.fialho@embrapa.br

### Jozeneida Lúcia Pimenta de Aguiar

Economista,  
M.Sc. em Economia Rural,  
pesquisadora aposentada da Embrapa Cerrados  
jozeneida@gmail.com

### Maria Madalena Rinaldi

Engenheira-agrônoma,  
D.Sc. em Ciência e Tecnologia Pós-Colheita,  
pesquisadora da Embrapa Cerrados  
madalena.rinaldi@embrapa.br

### Marilia Santos Silva

Engenheira-agrônoma,  
Ph.D. em Biologia Molecular,  
pesquisadora da Embrapa Cerrados  
marilia.silva@embrapa.br

### Roberto Guimarães Júnior

Médico-veterinário,  
D.Sc. em Ciência Animal,  
pesquisador da Embrapa Cerrados  
roberto.guimaraes-junior@embrapa.br

### Silvana Vieira de Paula-Moraes

Engenheira-agrônoma,  
Ph.D. em Entomologia,  
pesquisadora da Embrapa Cerrados  
silvana.moraes@embrapa.br

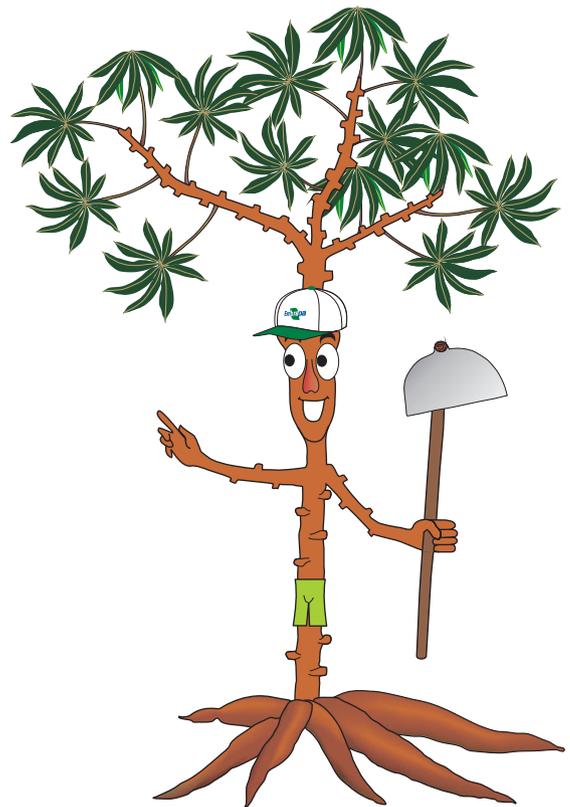
### Tito Carlos Rocha de Sousa

Economista,  
M.Sc. em Sociologia,  
analista da Embrapa Cerrados  
tito.sousa@embrapa.br



## Agradecimento à equipe de Assistentes da Embrapa Cerrados

Alberto Mateus Pires  
Fabio Honorato da Cunha  
Francisco Rocha Santiago  
João Gomes de Moura  
Jonilson Feitosa da Silva  
José Carlos Gonçalves dos Santos  
José dos Reis da Silva Pereira  
José Romilde Gomes de Souza  
Marcelo Gualberto Marques  
Mateus Rodrigues Neves  
Olávio de Oliveira Silva  
Sebastião Batista da Silva



# Apresentação

A mandioca é considerada a mais brasileira das culturas, por ser originária do Brasil e cultivada em todo o território nacional. Vem sendo explorada, basicamente, por pequenos produtores, em áreas marginais de agricultura, devido a sua rusticidade e à capacidade de produzir relativamente bem em condições em que outras espécies sequer sobreviveriam.

Tendo suas raízes usadas como alimento básico por largas faixas da população e consumidas como farinha, amido ou cozido (in natura), a mandioca apresenta elevada importância sociocultural para as populações que a cultivam. Contudo, por sua capacidade produtiva, pela qualidade do seu amido e da sua parte aérea, alcança novos mercados, tanto na indústria (alimentícia e química) quanto na alimentação animal (raízes e parte aérea).

Por sua adaptação às condições do Cerrado, baixo custo de exploração e elevado potencial produtivo, a mandioca se constitui em uma das mais promissoras culturas, na agricultura familiar, para a região. Apesar dessa elevada importância, no entanto, seu cultivo ainda é feito sem o uso de técnicas adequadas, apesar de algumas estarem disponíveis para os produtores.

Vários são os motivos dessa situação. Os principais são o cultivo de fundo de quintal e de subsistência, a ocupação de mão de obra pouco qualificada, a falta de organização dos produtores (associação ou cooperativas), a escassez de capital dos produtores, a instabilidade do mercado e o reduzido estímulo governamental.

O objetivo desta publicação é fornecer orientações técnicas gerais sobre a cultura da mandioca nas condições do Cerrado. Recomenda-se que os produtores procurem informações mais detalhadas com técnicos especializados, para solucionar os problemas das lavouras de forma simples, econômica e segura.

**José Roberto Rodrigues Peres**

*Chefe-Geral da Embrapa Cerrados*

# Sumário

## 1

<b>1. A importância da mandioca</b>	<b>13</b>
1.1. A importância da mandioca no mundo	14
1.2. A importância da mandioca no Brasil	18
1.3. Referências	25
1.4. Literatura recomendada	25

## 2

<b>2. Recursos genéticos e melhoramento da mandioca</b>	<b>27</b>
2.1. Classificação botânica e origem	28
2.2. Conservação do germoplasma de mandioca no Brasil	28
2.3. Classificação de acessos de mandioca quanto à toxicidade	30
2.4. Principais características que boas variedades de mandioca de mesa e de indústria devem apresentar	31
2.5. Melhoramento genético de mandioca na Embrapa Cerrados	32
2.6. Melhoramento participativo de mandioca	34
2.7. Literatura recomendada	36

## 3

<b>3. Manejo do solo no cultivo de mandioca</b>	<b>39</b>
3.1. Escolha da área	40
3.2. Preparo da área	41
3.3. Conservação do solo	42
3.4. Calagem e adubação do solo	48
3.5. Referência	58
3.6. Literatura recomendada	58

# 4

## 4. Manejo e tratos culturais da mandioca

61

4.1. Seleção e preparo do material de plantio

62

4.2. Sistemas de plantio

69

4.3. Época de plantio

71

4.4. Espaçamento e densidade de plantio

72

4.5. Consorciação de culturas

76

4.6. Rotação de culturas

78

4.7. Controle de plantas daninhas

79

4.8. Podas

82

4.9. Colheita

84

4.10. Literatura recomendada

86

## 5. Principais pragas da mandioca no Cerrado

89

5.1. Percevejo-de-renda – *Vatiga illudens* (Drake)  
(Hemiptera: Tingidae)

90

5.2. Mandarová – *Erinnys ello* L. (Lepidoptera: Sphingidae)

92

5.3. Ácaros – *Mononychellus tanajoa* (Bondar) e  
*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

95

5.4. Mosca-do-broto – *Neosilba* sp. (Diptera: Lonchaeidae)

97

5.5. Formigas cortadeiras – *Atta* sp. e *Acromirmex* sp.  
(Hymenoptera: Formicidae)

98

5.6. Cupins

99

# 5

# 5

- |   |     |
|---|-----|
| 5.7. Cochonilha-das-raízes – <i>Protortonia navesi</i> Fonseca<br>(Hemiptera: Monophlebidae)  | 100 |
| 5.8. Coró – <i>Phyllophaga capillata</i> (Blanchard)<br>(Coleoptera: Melolonthidae)   | 102 |
| 5.9. Mosca-branca – <i>Aleurothrixus aepim</i> (Goeldi),<br><i>Bemisia</i> spp. e <i>Trialeurodes</i> spp. (Hemiptera: Aleyrodidae) | 104 |
| 5.10. Broca-das-hastes – <i>Coelosternus</i> sp.<br>(Coleoptera: Curculionidae)   | 106 |
| 5.11. Literatura recomendada  | 107 |

# 6

- |   |            |
|---|------------|
| <b>6. Principais doenças da mandioca no Cerrado</b> | <b>109</b> |
| 6.1 Introdução                                      | 110        |
| 6.2 Murcha bacteriana                               | 110        |
| 6.3 Superbrotamento                                 | 113        |
| 6.4 Superalongamento                                | 117        |
| 6.5 Cercosporiose                                   | 119        |
| 6.6 Antracnose                                      | 120        |
| 6.7 Oídio   | 121        |
| 6.8 Podridão de raízes                              | 122        |
| 6.9 Viroses   | 122        |
| 6.10. Literatura recomendada                        | 125        |

# 7

## **7. Utilização de raízes e parte aérea de mandioca na alimentação animal**

**129**

7.1. Introdução

**130**

7.2. Potencial tóxico

**130**

7.3. Raízes

**131**

7.4. Parte aérea da mandioca

**133**

7.5. Literatura recomendada

**138**

# 8

## **8. Aspectos da industrialização e obtenção de produtos derivados de mandioca**

**139**

8.1. Produtos da industrialização

**140**

8.2. Agregando valor à mandioca de mesa

**145**

8.3. Cuidados recomendados para o manejo e garantia de qualidade do produto

**150**

8.4. Considerações finais

**156**

8.5. Literatura recomendada

**157**

# 9

## **9. Aspectos econômicos e de mercado do cultivo de mandioca**

**161**

9.1. Introdução

**162**

9.2. Agronegócio da mandioca

**162**

9.3. Custo de Produção

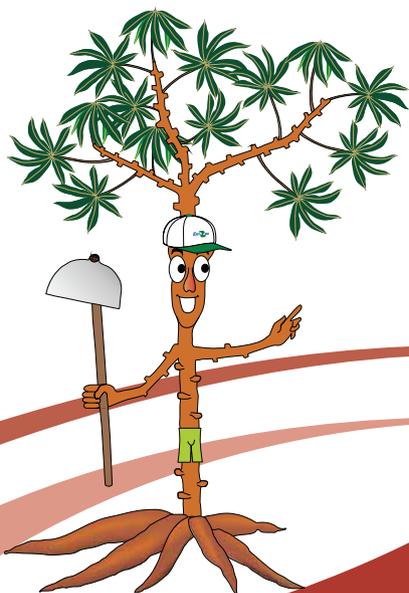
**164**

# 9

9.4. Canais de comercialização	<b>190</b>
9.5. Importância de agregar valor	<b>194</b>
9.6. Importância da organização dos produtores	<b>200</b>
9.7. Referências	<b>202</b>
9.8. Literatura recomendada	<b>202</b>

1

## A importância da mandioca



**Jozeneida Lúcia Pimenta de Aguiar  
Tito Carlos Rocha de Sousa  
Camilla Ferreira Lôbo**

## 1.1. A importância da mandioca no mundo

A cultura da mandioca está estabelecida, mundialmente, entre os paralelos 30° de latitude Norte e 30° de latitude Sul nas zonas tropicais das Américas, África e Ásia. A espécie é componente cotidiano da refeição de cerca de 1 bilhão de pessoas, constituindo-se num dos principais alimentos energéticos, sobretudo naqueles países em desenvolvimento. Considerada uma importante fonte de calorias, em 2010, o seu consumo per capita, no mundo, foi de 14,4 kg/ano (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produção, área colhida, produtividade, população, consumo per capita e taxa de crescimento médio anual, referente à safra de mandioca de 1961 e 2010, no Mundo.

Indicador	1961	2010	Taxa de crescimento médio anual no período (%)
Produção (t)	71.259.855	229.540.896	2,47
Área (ha)	9.623.855	18.457.612	1,37
Produtividade (t/ha)	7,4	12,4	1,09
População (1000 ha)	3.050.040	6.895.888	1,71
Consumo per capita (kg/hab./ano)	12,3	14,4	0,33

Fonte: (FAO, 2012).

Rica em carboidratos, a mandioca é usada tanto na alimentação humana quanto na dos animais. Sua principal parte é a raiz tuberosa, nela se concentra a maior quantidade de fécula. Por isso, serve como base para a alimentação humana (in natura e na fabricação de farinhas e polvilhos, entre outros). Para a alimentação animal, aproveitam-se tanto as raízes quanto a parte aérea.

Entre 1961 e 2010, a produção mundial de raízes de mandioca cresceu a uma taxa média anual de 2,47%, ou seja, saiu da casa dos 71.259.855 t para 229.540.896 t. Esse crescimento foi superior ao crescimento da população mundial (1,71% ao ano). O aumento da produção no período deveu-se a dois fatores: de um lado, acréscimos ocorridos na área cultivada, que contou com uma taxa média de crescimento anual de 1,37%; de outro, incrementos nos níveis de produtividade, passando de 7,4 t/ha em 1961, para 12,4 t/ha em 2010, o que significa dizer que houve um aumento na eficiência do fator terra utilizado na produção de raízes de mandioca correspondente a 1,09% ao ano. Nesse mesmo período, o consumo per capita que era da ordem de 12,3 kg/ano, em 1961, subiu para 14,4 kg/ano, em 2010, registrando um crescimento médio anual de apenas 0,33% (Tabela 1).

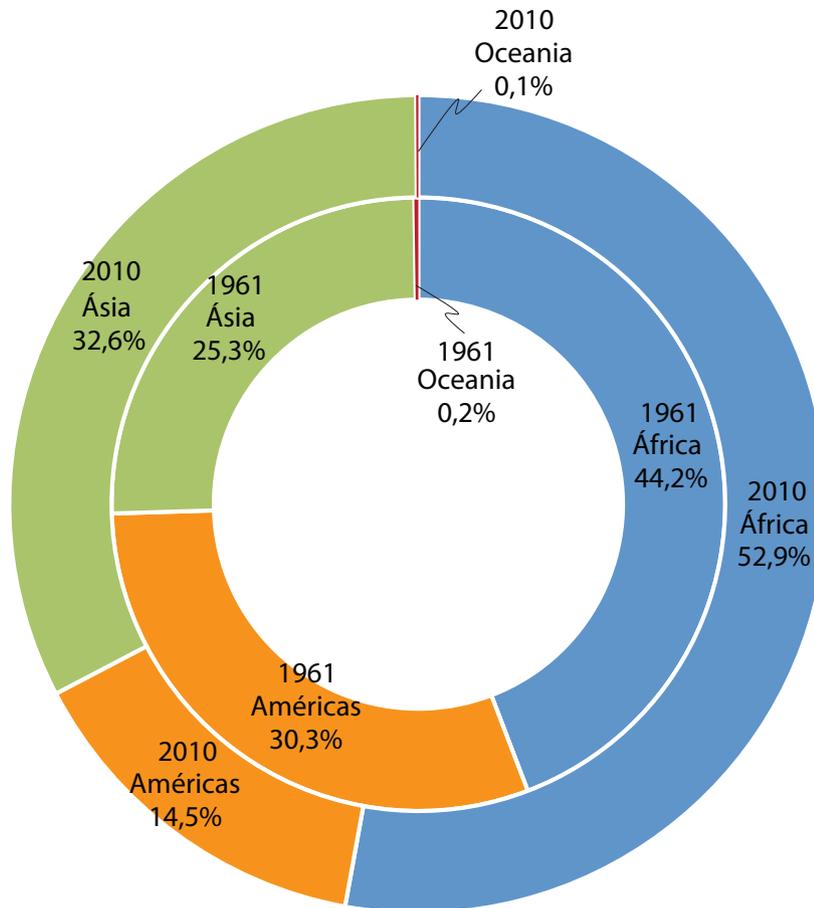
Ao se considerar o ranking das 20 maiores produções agrícolas no Mundo, safra 2010, a mandioca ocupa a nona posição em termos de quantidade produzida, com 229.540.896 t, mas, ao levar em conta o Valor Bruto da Produção (VBP), ela cai para a décima nona posição \$ 23.978.531 dólares (Tabela 2).

**Tabela 2.** Ranking das 20 principais lavouras mundial, safra 2010, por quantidade produzida e valor bruto da produção.

Ranking	Produto	Quantidade produzida (t)	Ranking	Produto	Valor Bruto da Produção (1.000 Int. \$)
1ª	Cana-de-açúcar	1.685.444.531	1ª	Arroz	187.263.864
2ª	Milho	844.405.181	2ª	O leite de vaca in natura	187.061.223
3ª	Arroz	672.015.587	3ª	Carne de vaca	167.889.596
4ª	Trigo	650.881.002	4ª	Carne suína	167.731.383
5ª	Leite de vaca in natura	599.438.003	5ª	Carne de frango	121.631.342
6ª	Batatas	324.181.889	6ª	Milho	119.622.660
7ª	Soja	261.578.498	7ª	Trigo	102.697.306
8ª	Legumes frescos	240.114.694	8ª	Soja	71.749.413
9ª	Mandioca	229.540.896	9ª	Cana-de-açúcar	55.344.942
10ª	Beterraba sacarina	228.452.073	10ª	Batata	54.715.743
11ª	Carne suína	218.327.265	11ª	Tomates	53.864.510
12ª	Óleo de palma frutas	210.917.078	12ª	Ovos de galinha	52.725.533
13ª	Carne de frango	170.781.724	13ª	Legumes frescos	45.247.453
14ª	Tomates	145.751.507	14ª	Uvas	39.047.995
15ª	Cevada	123.477.192	15ª	Leite de búfala in natura	36.902.435
16ª	Batata-doce	106.569.572	16ª	Algodão em pluma	33.569.019
17ª	Bananas	102.114.819	17ª	Maçãs	29.421.963
18ª	Leite de búfala in natura	92.517.217	18ª	Bananas	28.758.699
19ª	Melancias	89.004.814	19ª	Mandioca	23.978.531
20ª	Cebolas	74.250.809	20ª	Carne de ovelha	23.353.630

Fonte: (FAO, 2012).

Ao analisar a Figura 1, verifica-se que o continente africano detém a maior participação da produção mundial de mandioca, tanto em 1961, com 44,2% da produção, como em 2010, com 52,9%. O continente americano perdeu participação na produção mundial – em 1961, contribuía com 30,3% reduzindo para 14,5% em 2010. Ao contrário do que ocorreu com o continente americano, o asiático ganhou espaço na produção mundial, passando de 25,3% em 1961 para 32,6% em 2010. Notoriamente, a situação da Oceania permaneceu quase que inalterável no período analisado (Figura1).



**Figura 1.** Participação dos continentes na produção mundial de mandioca, safra 1961 e 2010.

Fonte: (FAO, 2012).

Ao se considerar a taxa de crescimento médio anual da produção de mandioca no período de 1961 a 2010 (Tabela 3), verifica-se que o continente asiático e o africano tiveram as maiores taxas: da ordem de 3,01% e 2,85%, respectivamente. Na Ásia, essa alta taxa de crescimento da produção foi em função do incremento ocorrido na produtividade, de 1,82% ao ano, elevando o índice de produtividade de 8,1 t/ha para 19,2 t/ha. No continente africano, esse crescimento foi em resposta

ao resultado conjugado de dois fatores: de um lado, o aumento da área cultivada, que passou de 5.564 mil ha em 1961 para 11.870,4 mil ha em 2010 (crescimento da ordem de 1,59% ao ano); do outro, o incremento na produtividade, que era de 5,7 t/ha em 1961 e passou para 10,2 t/ha em 2010 (crescimento de 1,24% ao ano).

**Tabela 3.** Produção, área colhida, produtividade e taxa de crescimento médio anual, por continente, safra de raiz de mandioca de 1961 e 2010.

Continentes	Produção (1.000 t)		Área (1.000 ha)		Produtividade (t/ha)		Taxa de crescimento médio anual (%), período 1961/2010		
	1961	2010	1961	2010	1961	2010	Produção	Área	Produtividade
África	31.494,3	121.360,6	5.564,0	11.870,4	5,7	10,2	2,85	1,59	1,24
Ásia	18.008,3	74.778,7	2.228,8	3.891,5	8,1	19,2	3,01	1,17	1,82
Américas	21.606,3	33.197,3	1.815,5	2.678,2	11,9	12,4	0,90	0,81	0,08
Oceania	150,9	204,2	15,5	17,5	9,7	11,7	0,63	0,25	0,38
Total	71.259,8	229.540,8	9.623,8	18.457,6	7,4	12,4	2,47	1,37	1,09

Fonte: (FAO, 2012).

O continente americano e o oceânico registraram, no período, taxas de crescimento médio anual da produção abaixo de 1% (Tabela 3), com ressalva para o continente americano que teve a menor taxa de eficiência do fator terra, nos últimos 49 anos, de 0,08%.

Com relação ao ranking da produtividade da cultura de mandioca (Tabela 3), safra 2010, têm-se as seguintes situações: Ásia em primeiro lugar, com 19,2 t/ha, tendo principal destino da produção à indústria; em segundo, o continente americano, com 12,4 t/ha; em terceiro, a Oceania, com 11,7 t/ha; e, por último, o continente africano, principal produtor mundial de mandioca, mas com produtividade de apenas 10,2 t/ha, esse baixo índice deve-se ao nível tecnológico da produção, incidência de doenças, como mosaico africano e bacteriose, e grande ocorrência de pragas. Na África, são consumidos principalmente os derivados da mandioca, que, em geral, passam por um processo fermentativo, o que equivale à farinha de mandioca consumida no Brasil.

A produtividade mundial de mandioca, nos últimos 49 anos, passou de 7,4 t/ha para 12,4 t/ha, revelando um crescimento médio anual de apenas 1,09%, enquanto se sabe que há potencial para chegar em pelo menos 30 t/ha.

## 1.2. A importância da mandioca no Brasil

Segundo a FAO (2012), a produção de mandioca no mundo se estende por 102 países, sendo os dez maiores produtores responsáveis por 75,1% da produção mundial, ocupando 68,8% da área cultivada com mandioca. O Brasil, com uma área colhida com mandioca de 1.773.300 ha na safra de 2010, é o segundo colocado no ranking mundial de produção dessa cultura, participando com 10,6% da produção mundial, perdendo apenas para a Nigéria que participou com 16,3%. Mas quando se refere à eficiência do fator terra para a produção de mandioca, a Índia, que é a nona colocada no ranking da produção mundial, se destaca com 34,8 t/ha; a Indonésia, que ocupa a terceira posição, com 20,2 t/ha; a Tailândia, o quarto maior produtor mundial, com 18,8 t/ha; e o Brasil, o segundo maior produtor mundial, com uma produtividade de 13,7 t/ha (Tabela 4), considerada muito baixa se comparado aos níveis alcançados por alguns municípios do Estado de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Rio Grande do Sul que obtiveram índice de produtividade acima de 40 t/ha (Tabela 5).

**Tabela 4.** Área colhida, produção, produtividade e participação na produção mundial de raízes de mandioca dos dez principais países produtores, safra 2010.

Nº	Países	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (t/ha)	Participação na produção mundial (%)
1	Nigéria	3.125.340	37.504.100	12,0	16,3
2	Brasil	1.773.300	24.354.000	13,7	10,6
3	Indonésia	1.182.600	23.908.500	20,2	10,4
4	Tailândia	1.168.450	22.005.700	18,8	9,6
5	República Dominicana do Congo	1.854.750	15.049.500	8,1	6,6
6	Angola	1.046.610	13.858.700	13,2	6,0
7	Gana	875.013	13.504.100	15,4	5,9
8	Vietnam	496.054	8.521.670	17,2	3,7
9	Índia	231.900	8.059.800	34,8	3,5
10	Moçambique	950.000	5.700.000	6,0	2,5
Total dos dez países		12.704.017	172.466.070	13,6	75,1
Resto do mundo		5.753.595	57.074.826	9,9	24,9
Mundo		18.457.612	229.540.896	12,4	100,0

Fonte: (FAO, 2012).

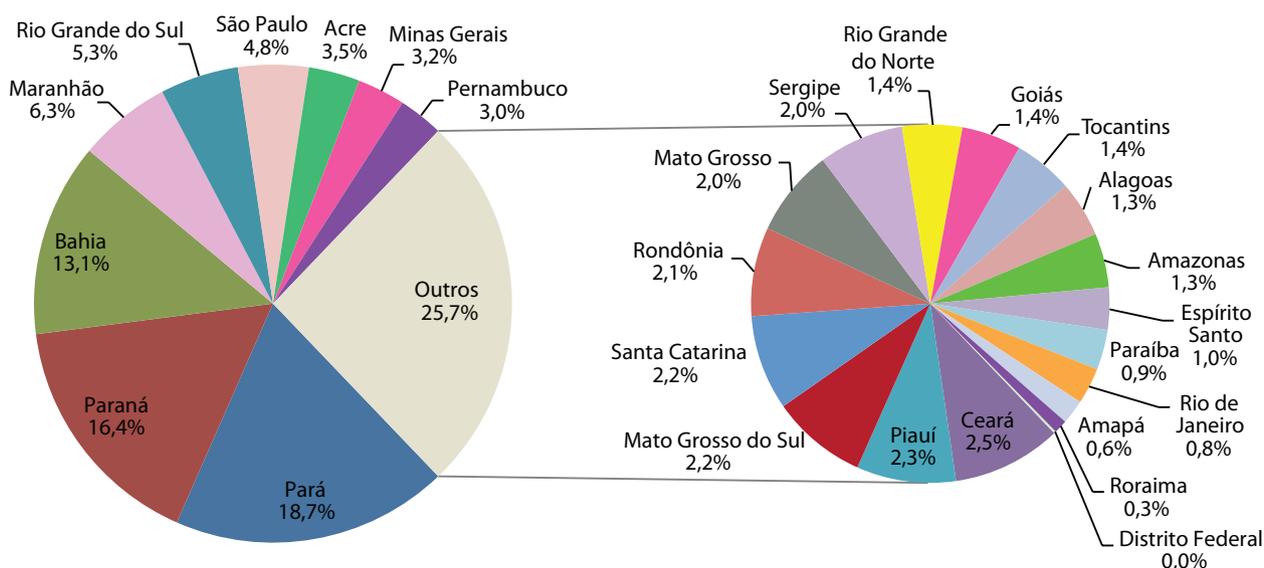
**Tabela 5.** Área colhida, produção e produtividade de raízes de mandioca nos dez municípios com maior produtividade, safra 2010.

Nº	Municípios	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (t/ha)
1	Senador José Bento, MG	180	10.800	60,0
2	São Miguel das Missões, RS	800	40.000	50,0
3	Descalvado, SP	103	5.150	50,0
4	Santo Antônio do Aracanguá, SP	8	400	50,0
5	Charqueada, SP	10	440	44,0
6	Indiana, SP	37	1.611	43,5
7	Ourinhos, SP	60	2.500	41,7
8	Flor do Sertão, SC	30	1.250	41,7
9	Nova Santa Rosa, PR	700	28.000	40,0
10	Torrinha, SP	215	8.600	40,0

Fonte: Banco de dados Sidra (IBGE, 2012).

A mandioca, no Brasil, assume importante papel tanto na alimentação humana como animal, além de se constituir como matéria prima importante para inúmeros produtos industriais e na geração de emprego e renda. Estima-se que, na fase de produção primária e no processamento de farinha e fécula, sejam gerados: aproximadamente 10 milhões de empregos diretos e indiretos ao longo de toda a cadeia produtiva; receita bruta anual equivalente a R\$ 7,0 bilhões; e contribuição tributária de R\$ 426 milhões. A produção que é transformada em farinha e fécula gera, respectivamente, receitas equivalentes a R\$ 1.253,2 milhões e R\$ 756,8 milhões.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção nacional de mandioca, em 2010, foi de 24.354.000 t com rendimento médio de 13,7 t/ha de raízes. Os principais estados produtores foram Pará (18,7%), Paraná (16,4%), Bahia (13,1%), Maranhão (6,3%), Rio Grande do Sul (5,3%), São Paulo (4,8%), Acre (3,5%), Minas Gerais (3,2%) e Pernambuco (3,0%). Em conjunto, um terço das Unidades da Federação é responsável por 74,3% de toda a produção nacional de mandioca (Figura 2).



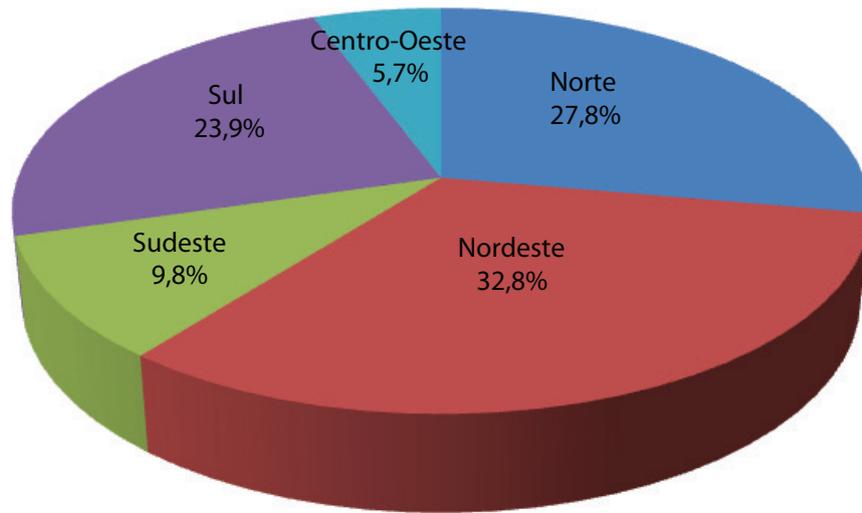
**Figura 2.** Participação dos estados na produção nacional de raiz de mandioca, safra 2010.

Fonte: Banco de dados Sidra (IBGE, 2012).

A agricultura familiar merece destaque por ser responsável por 75% da produção de alimentos básicos no País. Segundo o IBGE, do total de estabelecimentos produtores de raiz de mandioca, 90,5% é do tipo familiar, esses produtores efetuam seus cultivos em áreas de até 5 ha, respondendo por 86,7% da produção nacional de mandioca. Essa produção destina-se, em sua maioria, à subsistência ou ao consumo animal. Entretanto, a produção proveniente das lavouras comerciais, com grandes extensões de área – acima de 5 ha –, tem por principal destino as fecularias e farinheiras. No Brasil, existem inúmeras pequenas unidades de goma ou de polvilho azedo, cujo o processo de produção é artesanal e a mão de obra é familiar.

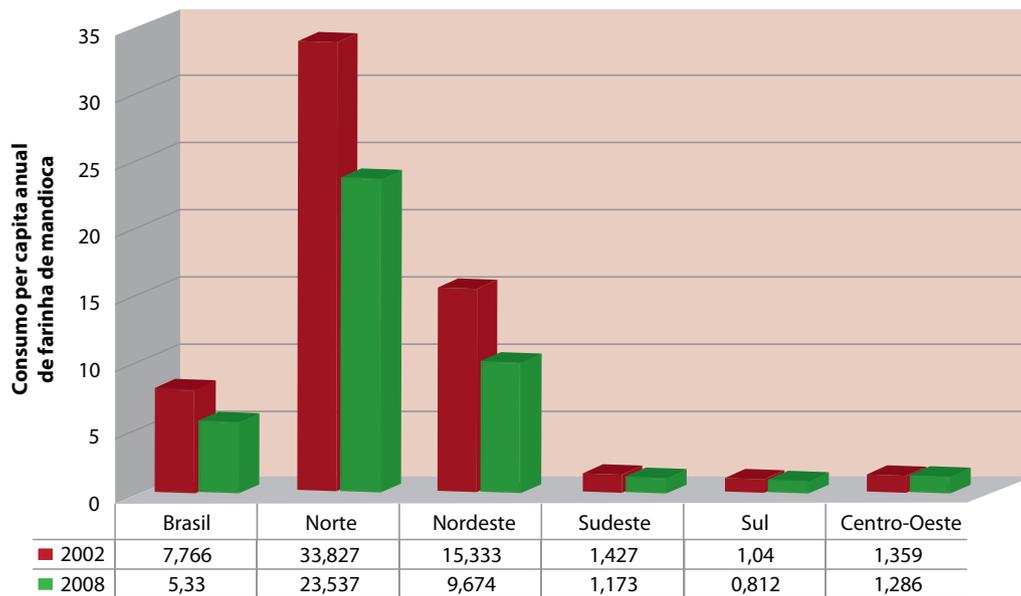
Na distribuição da produção pelas grandes regiões geográficas brasileiras, safra 2010, destaca-se a Região Nordeste, com 32,8% da produção nacional (Figura 3), mas seu rendimento foi o menor, de apenas 9,9 t/ha. Nessa região, a exploração da mandioca é essencialmente artesanal, utilizando mão de obra familiar, com predominância de pequenas lavouras. A produção destina-se basicamente ao consumo humano de forma in natura e ao processamento artesanal de farinha, goma, biju e tapioca, possuindo o segundo maior consumo per capita de farinha e fécula de mandioca (Figuras 4 e 5).

A Região Norte ocupa o segundo lugar da produção brasileira (27,8%), com rendimento médio de 14,5 t/ha (Figura 3). Nessa região, existem inúmeras pequenas “casas de farinha”, o que resulta na maior produção brasileira de farinha e, por conseguinte, o maior consumo per capita de farinha e, também, o de fécula de mandioca (Figuras 4 e 5), o que o torna o segundo maior consumidor de raiz in natura (Figura 6).



**Figura 3.** Participação das regiões brasileiras na produção nacional de raízes de mandioca.

Fonte: Banco de dados Sidra (IBGE, 2012).



#### Brasil e grandes Regiões

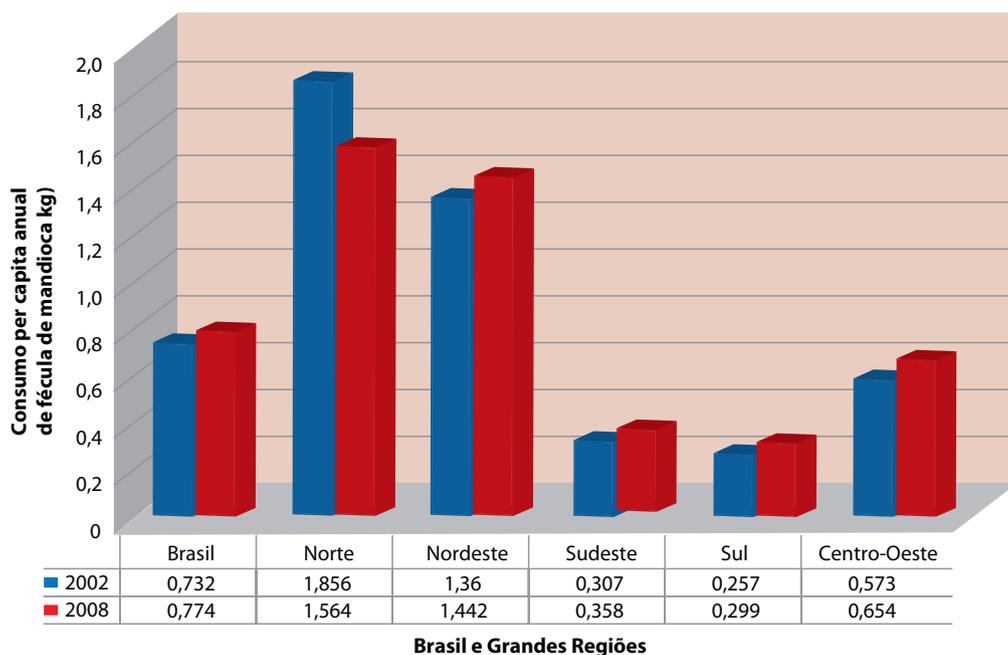
**Figura 4.** Consumo per capita anual de farinha de mandioca, 2002 e 2008.

Fonte: Pesquisa de Orçamentos Familiares (IBGE, 2012).

A região Sudeste contribui com 9,8% da produção nacional de raízes de mandioca, com uma produtividade 17,8 t/ha. Nessa região, 16,1% dos estabelecimentos produtores de mandioca segue o modo de uma agricultura capitalista. A exploração da mandioca possui o maior centro de comercialização do país, a cidade de São Paulo.

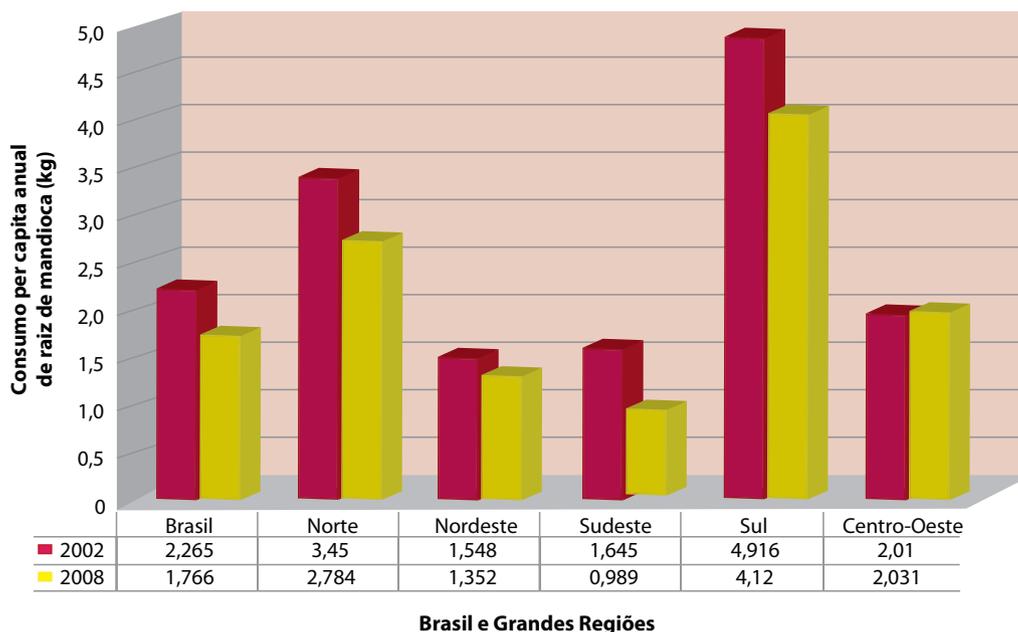
A região Sul representa 23,9% da produção brasileira de mandioca (Figura 3), safra de 2010, tem a maior produtividade 20,6 t/ha. Nessa região, está localizada a maioria das indústrias de fécula do país, o volume produzido ultrapassa 70% da produção nacional. Com relação ao consumo per capita de raízes de mandioca, essa região detém o maior consumo (Figura 5).

Na região Centro-Oeste, do total de estabelecimentos produtores de raiz de mandioca 80,7% é do tipo familiar. Em termo de produção, é uma região inexpressiva, responde por apenas 5,7% da produção do Brasil (Figura 3) e sua produtividade é de 16,5 t/ha. Com relação à produção de fécula, contribui com 15% de toda produção do país.



**Figura 5.** Consumo per capita anual de fécula de mandioca, 2002 e 2008.

Fonte: Pesquisa de Orçamentos Familiares (IBGE, 2012).

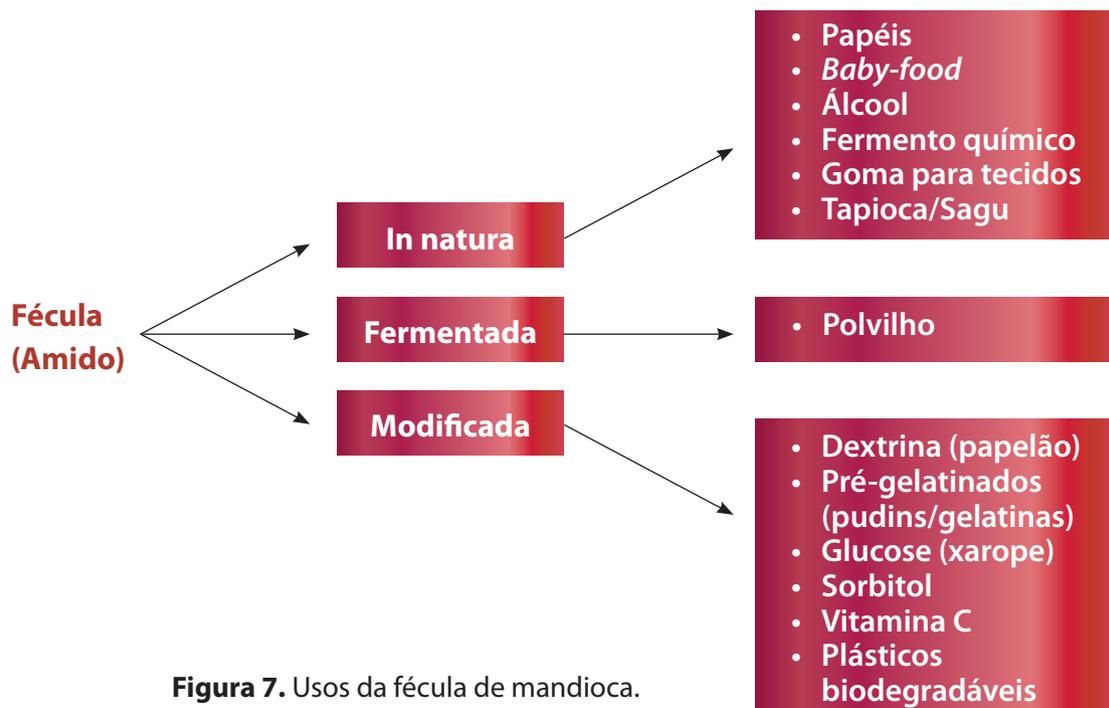


**Figura 6.** Consumo per capita anual de raiz de mandioca, 2002 e 2008.

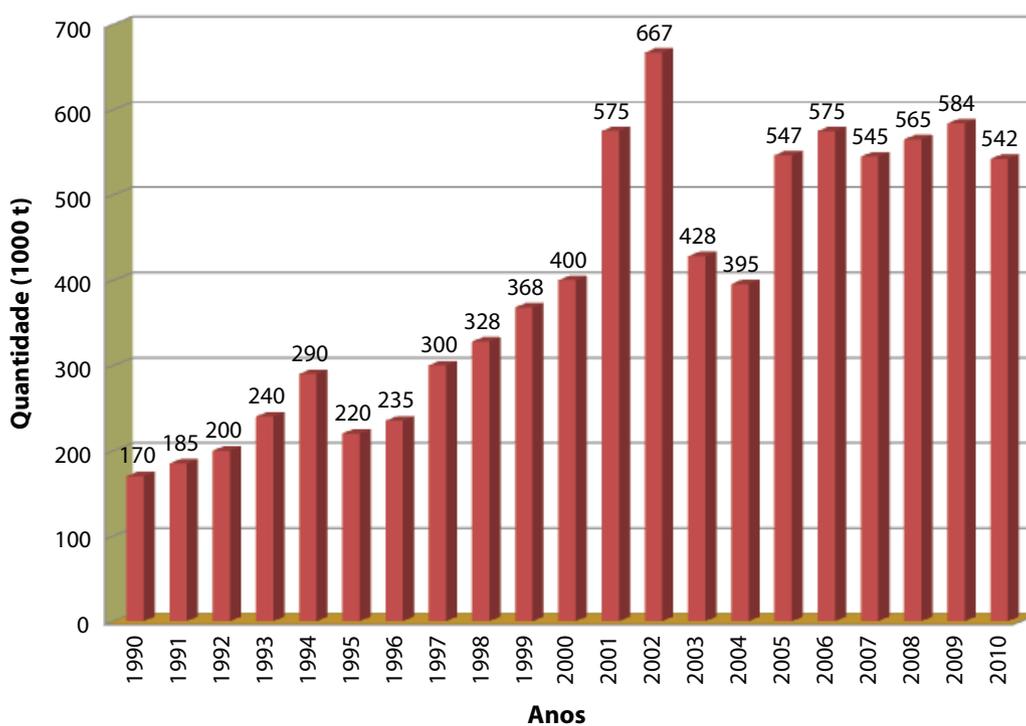
Fonte: Pesquisa de Orçamentos Familiares (IBGE, 2012).

A mandioca de mesa geralmente é comercializada in natura em feiras livres e supermercados, durante todo o ano. Também pode ser encontrada minimamente processada, congelada ou refrigerada, pré-cozida e em forma de “chips”. A mandioca destinada às indústrias é usada principalmente para fabricação de farinhas, que exerce papel importante na dieta da população brasileira, sendo consumida nas diversas classes de renda do País; e, também, para a produção de fécula, com ampla utilização na forma fermentada, modificada e in natura (Figura 7). Podendo ser empregada desde a base alimentar, como aditivo na fabricação de embutidos, leite em pó, chocolates, balas, biscoitos, sopas, sobremesas, sagu e pão, entre outros, até como insumo eficiente na produção de colas e embalagens e nas indústrias farmacêuticas, de mineração, petroleiras e têxteis.

A produção brasileira de fécula era de 170 mil toneladas em 1990, chegando a 667 mil toneladas em 2002. Em 2010, foram produzidas 542,2 mil toneladas, o que representa uma redução na produção de fécula da ordem de 18,7% comparada à de 2002 (Figura 8).



**Figura 7.** Usos da fécula de mandioca.



**Figura 8.** Evolução da produção de fécula no Brasil de 1990 a 2009.

## 1.3 Referências

FAO. **Faostat database**. Disponível em: <<http://www.faostat.org>>. Acesso em: 30 jul. 2012.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 31 jul. 2012.

## 1.4. Literatura recomendada

ABAM. Associação Brasileira de Amido de Mandioca. **Produção**. Disponível em <<http://abam.com.br/menu.php3?id=produção.html>>. Acesso em: 3 jul. 2012.

AGUIAR, P. de. **Mandioca, pão do Brasil**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1982, 181 p.

CARDOSO, C. L. E.; GAMEIRO, A. H. Caracterização da cadeia agroindustrial. In: SOUSA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 19-40.

CARDOSO, C. L. E.; SOUZA, J. S.; GAMEIRO, A. H. Aspectos econômicos e mercado. In: SOUSA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 41-70.

COCK, J. **Cassava**: new potential for a neglected crop. Boulder: Westview Press, 1985. 240 p.

EBC. Empresa Brasil de Comunicação. **Produção da mandioca gera 10 milhões de empregos diretos e indiretos**. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2009-03-01/producao-da-mandioca-gera-10-milhoes-de-empregos-diretos-e-indiretos>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

FARINHA de mandioca registra maior índice de produção nos últimos sete anos. Disponível em: <<https://www2.cead.ufv.br/espacoProdutor/scripts/verNoticia.php?codigo=553&acao=exibir>> Acesso em: 11 mar. 2010.

FRAIFE FILHO, G. de A.; BAHIA, J. J. S. **Mandioca**. Ceplac-Cepec, BA. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/Mandioca.htm>>. Acesso em: 21 ago. 2012.

GROXKO, M. **Análise da conjuntura agropecuária**: mandiocultura: safra 2011/12. Disponível em: < [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/mandiocultura\\_2011\\_12.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/mandiocultura_2011_12.pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2012.

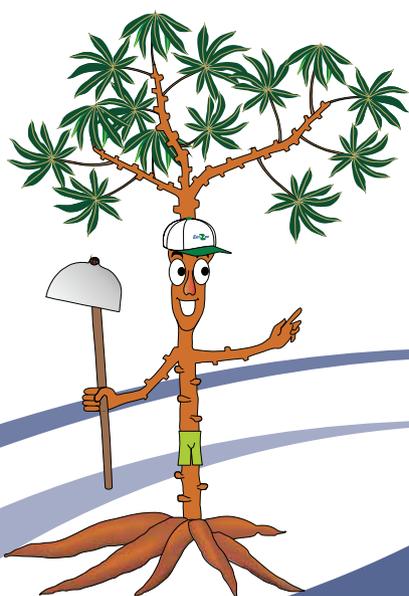
LEONEL, M.; JACKEY, S.; CEREDA, M.P. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata doce: um estudo de caso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 3, p. 343-345, 1998.

PLUCKNETT, D.; PHILLIPS, T. P.; KAGB, R. **Global cassava development strategy**: transforming a traditional tropical root crop. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/qcads/fr/strategie.html>>. Acesso em: 21 ago. 2012.

SENA, M. G. C. Aspectos econômicos. In: SOUSA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 91-111.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. **Sistema de produção de mandioca para a região do Cerrado**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 61 p.

# Recursos genéticos e melhoramento da mandioca



**Eduardo Alano Vieira  
Josefino de Freitas Fialho  
Marilia Santos Silva**

## 2.1. Classificação botânica e origem

A mandioca pertence à classe das dicotiledôneas, à ordem Euphorbiales, à família Euphorbiaceae, ao gênero *Manihot* e à espécie *Manihot esculenta* subsp *esculenta*. O gênero *Manihot* é composto por cerca de 98 espécies. A única espécie do gênero cultivada comercialmente, visando à produção de raízes tuberosas ricas em amido, é a *Manihot esculenta* subsp *esculenta*.

A espécie é cultivada principalmente em países tropicais, em desenvolvimento, e importante na segurança alimentar dessas populações principalmente por causa da rusticidade, que reflete na capacidade de produzir elevadas quantidades de amido em condições em que outras espécies sequer sobreviveriam; da versatilidade de usos, da flexibilidade de plantio e de colheita, e da importância sociocultural que representa para essas populações.

Uma das hipóteses mais aceitas sobre a origem e a domesticação da mandioca aponta que a espécie teria sido domesticada por populações do sudoeste da Amazônia, sem eventos de hibridação interespecífica, como sugerem outras hipóteses. Assim, é possível inferir que a espécie apresenta como provável centro de origem e de diversidade o Brasil. Os indígenas seriam os responsáveis por sua distribuição no continente americano e os portugueses e espanhóis, em outros continentes, especialmente África e Ásia. No Brasil, a espécie é cultivada em todas as regiões, com amplo emprego na alimentação humana, animal e na indústria.

## 2.2. Conservação do germoplasma de mandioca no Brasil

A conservação da diversidade genética de todas as espécies é uma necessidade e um dever dos pesquisadores e dos cidadãos. No caso do Brasil, que é rico em biodiversidade, mas dependente de germoplasma exótico das principais culturas de importância agrícola, a mandioca se destaca como espécie estratégica, pois, entre as grandes culturas do agronegócio mundial, é a única originária do País.

O Brasil aderiu ao Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e Agricultura da FAO (Tirfaa), que tem como uma de suas ações a criação de um sistema multilateral de acesso facilitado aos recursos genéticos. A proposta é garantir que os recursos genéticos para a agricultura e a alimentação, vitais para a sobrevivência humana, sejam conservados e usados de forma sustentável e que os benefícios derivados de seu uso sejam distribuídos de forma justa e equitativa.

A mandioca, por sua importância no cenário mundial, foi a espécie com origem brasileira escolhida. Ou seja, possuir variabilidade genética de mandioca facilitará aos brasileiros a obtenção de germoplasma de espécies originárias de outros países.

Devido à importância da mandioca para o Brasil e o mundo, bancos de germoplasma foram criados e vêm sendo mantidos com a finalidade principal de reunir em um local parte da variabilidade genética (germoplasma), de modo a evitar a perda de genes ou de combinações gênicas (erosão genética) e assegurar ampla base genética para programas de melhoramento.

Os bancos de germoplasma normalmente são constituídos por variedades antigas (etnovarietades), variedades modernas (melhoradas) e variedades silvestres do mesmo gênero da cultura. Porque reúnem ao mesmo tempo constituições genéticas de diferentes origens e níveis de melhoramento, são ótimas fontes de genes para os programas de melhoramento genético.

A Embrapa Cerrados coordena o Banco Regional de Germoplasma de Mandioca do Cerrado (BGMC), que reúne cerca de 500 acessos, e visa conservar a variabilidade genética da mandioca presente na região do Cerrado brasileiro e também servir como fonte de genes para programas de melhoramento genético voltados para as demandas da região.

Entre os acessos mantidos no BGMC, é provável que, além daqueles com possibilidade de utilização imediata na agricultura, existam boas fontes de genes e combinações gênicas de adaptação às condições climáticas do Cerrado; de aspectos relacionados à produtividade e à qualidade das raízes produzidas; de resistência às principais pragas e doenças; e para novos usos da cultura.

Nesse sentido, nos últimos anos, a pesquisa com a cultura tomou novo rumo, pois foi descoberto que as raízes de mandioca também podem constituir-se em fonte potencial de carotenoides, betacaroteno (precursor da vitamina A), nas raízes de coloração amarela, e de licopeno, nas de coloração rosada. Assim, a cultura vem destacando-se entre os vegetais como importante fonte de vitamina A, associada a diversos fatores de proteção à saúde humana, como contra a cegueira noturna e de licopeno, antioxidante que pode prevenir o câncer.

Nesse contexto, a possibilidade de a mandioca ser, além de fonte de calorias para as populações mais carentes do mundo, fonte de vitaminas e antioxidantes, é encarada como forma de melhorar a nutrição dos habitantes de países em desenvolvimento, por meio da utilização da variabilidade genética disponível.

Entre os acessos conservados no BGMC, também se destacam os que não armazenam preferencialmente amidos nas raízes de reserva (como usualmente ocorre na cultura da mandioca),

e sim açúcares livres, e que são conhecidos como “mandiocas açucaradas ou mandiocabas”. Eles apresentam potencial de uso futuro na indústria, na produção de xarope de glicose sem a necessidade da hidrólise do amido; de amido com variabilidade na proporção amilose/amilopectina; de amido do tipo glicogênio; de amido do tipo “waxy”; de bebidas fermentadas; de álcool para a indústria de cosméticos; na utilização de amidos específicos para a indústria siderúrgica; na produção de álcool combustível; entre outras utilidades.

Entretanto, para que toda essa variabilidade seja usada com frequência e eficiência, é necessário conhecimento profundo do germoplasma disponível em relação à variabilidade genética e ao desempenho agrônômico.

## 2.3. Classificação de acessos de mandioca quanto à toxicidade

Todos os acessos de mandioca apresentam como característica marcante o armazenamento de glicosídeos cianogênicos (GC) em todos os tecidos, exceto nas sementes. Porém, a concentração varia substancialmente entre as variedades (componente genético) e, em menor escala, em função das condições ambientais, do estado fisiológico da planta, dos métodos de cultivo empregados e da idade de colheita.

Entre os glicosídeos cianogênicos presentes, o mais abundante é a linamarina (85%), produzida nas folhas e transportada até as raízes e que, em contato com a enzima linamarase, libera ácido cianídrico (HCN).

Quando a concentração de HCN nas raízes frescas de um acesso de mandioca excede 100 ppm, ele é tóxico para o consumo humano in natura e necessita ser processado antes do consumo, a fim de eliminar o excesso de HCN. Esses acessos são chamados de bravos e consumidos principalmente na forma de farinha, amido e glicose, entre outros. Já os acessos que apresentam menos de 100 ppm de HCN nas raízes frescas são conhecidos como mandiocas de mesa, mansas, macaxeira e aipim, entre outras. Além de processados, podem ser consumidos in natura (cozidos, fritos etc.).

Ou seja, as mandiocas mansas se destinam tanto ao consumo in natura quanto à indústria, e as bravas necessariamente se destinam à indústria. Atualmente, os acessos de mandioca são classificados como de mesa ou de indústria – por seu destino, e não somente em razão do teor de HCN em suas raízes, uma vez que acessos de mandioca mansa podem ser usados também na indústria, em especial de farinha e fécula.

Não é possível identificar os cultivares de mandioca mansa ou brava pelo aspecto exterior da planta, uma vez que ainda não se conhece característica externa da planta que se correlacione com o teor de HCN. Uma forma subjetiva de fazer a separação entre elas é pela degustação da polpa crua das raízes sem a casca: as mandiocas bravas são amargas e as mansas, adocicadas. Entretanto, a única forma segura de distinguir as variedades mansas das bravas é a análise do teor de HCN na polpa das raízes em laboratório especializado.

## 2.4. Principais características que boas variedades de mandioca de mesa e de indústria devem apresentar

O primeiro passo da seleção das variedades de mandioca a serem cultivadas é a definição do mercado a ser atendido, ou seja, se será dada ênfase à produção de mandioca de mesa (consumo in natura) ou para a indústria (farinha, fécula e glicose, entre outras). Essa escolha deve levar em consideração as oportunidades de mercado da região escolhida para o cultivo.

Nesse sentido, boas variedades de mandioca de mesa ou de indústria devem apresentar o maior número possível dos caracteres abaixo:

1. Elevada produtividade de raízes.
2. Elevada resistência às principais pragas e doenças da região (evitar perdas).
3. Arquitetura favorável ao plantio mecanizado, consorciação, tratos culturais, colheita e aproveitamento de manivas-sementes (sem ramificação ou com primeira ramificação alta).
4. Raízes com pedúnculo (filamento que liga a raiz à maniva-semente plantada) curto, o que facilita a colheita e a separação das raízes tuberosas da maniva-semente plantada, diminuindo perdas, maximizando a utilização da mão de obra e agilizando o trabalho.
5. Raízes lisas ou com poucas cintas (facilidade no descasque).
6. Raízes bem distribuídas, uniformes e com tamanho comercial (facilitam a colheita e a venda).
7. Rama com pequena distância entre os nós (aumento de rendimento de manivas-sementes).
8. Lenta deterioração pós-colheita (maior durabilidade das raízes).
9. Raízes com tendência horizontal (facilidade de colheita).

10. Elevada retenção foliar, relacionada à tolerância à seca e ao uso na alimentação animal.
11. Curto período entre o plantio e a colheita (precocidade).
12. Rápida brotação das manivas-sementes e crescimento inicial (vigor) relacionado à cobertura do solo e ao controle de ervas daninhas.
13. Facilidade na soltura do córtex (entrecasca) e da película (casca) da raiz.

Por sua vez, boas variedades de mesa, além dos caracteres citados, devem apresentar também:

1. Baixo teor de ácido cianídrico (hcn) nas raízes (evitar intoxicação).
2. Cor da película da raiz marrom (relacionado a maior conservação pós-colheita).
3. Raízes com sabor apreciado pelos consumidores.
4. Raízes com pequeno tempo para o cozimento.
5. Raízes com poucas fibras.
6. Raízes com cor da polpa amarela ou vermelha, relacionada à qualidade nutricional provitamina a e licopeno, respectivamente.
7. Raízes uniformes e com tamanho comercial.
8. Boa qualidade da massa cozida (não encaroçada, plástica, e não pegajosa).

Entretanto, boas variedades de indústria, além dos caracteres gerais citados, devem aliar:

1. Raízes com cor da película branca (facilidade de descasque) quando o objetivo for a produção de farinha.
2. Raízes com elevado teor de amido (maior rendimento de farinha e fécula).
3. Tolerância à poda quando o objetivo for a colheita com dois ciclos.

## 2.5. Melhoramento genético de mandioca na Embrapa Cerrados

O melhoramento genético é apontado como a forma mais eficiente, do ponto de vista econômico ambiental, de elevar a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas de determinada espécie, por não envolver aumento na área plantada nem aumento na utilização de insumos agrícolas. Por

meio da seleção de constituições genéticas adaptadas a determinado ambiente, é possível elevar a produtividade sem aumentar o custo de produção.

O pré-requisito fundamental para que o melhoramento genético seja efetivo é a presença de variabilidade genética. É a partir dessa variabilidade inicial que serão gerados e/ou selecionados novos genótipos (combinações gênicas) mais adaptados e com qualidades superiores aos genótipos em cultivo em determinada região. O que não impede o melhoramento genético de mandioca no Brasil, uma vez que a variabilidade genética disponível é elevada.

Os métodos de melhoramento são definidos em função do modo de reprodução da espécie, da variabilidade genética, do modo de propagação e dos objetivos do programa. Os métodos de melhoramento de mandioca usados na Embrapa Cerrados são a introdução e a seleção de acessos/variedades/clones de outros programas de melhoramento e as hibridações intraespecíficas.

No método de introdução e seleção de acessos, são avaliados, primeiramente na Embrapa Cerrados e posteriormente em provas participativas em diferentes locais da região do Cerrado, acessos oriundos do BGMG, clones de outros programas de melhoramento e variedades recomendadas para outras regiões, em especial pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical e pelo Instituto Agrônomo de Campinas. Esse método apresenta como vantagens a rapidez e o baixo custo de execução, e, como desvantagem, o fato de não permitir manejo mais profundo da variabilidade genética.

Outro método bastante utilizado na Embrapa Cerrados são as hibridações intraespecíficas, em que são feitos cruzamentos entre variedades previamente definidas e, posteriormente, selecionados indivíduos superiores dentro das populações originadas das sementes híbridas obtidas nesses cruzamentos. Esse método é facilitado por ser a mandioca uma espécie preferencialmente alógama (fecundação cruzada), cujas flores masculinas e femininas ocorrem em uma mesma inflorescência e são facilmente distinguidas. As flores femininas ocorrem em menor número e na parte basal da inflorescência, enquanto as masculinas ocorrem em maior número na parte superior da inflorescência e são menores.

Outro fato que favorece a execução de cruzamentos dirigidos é o fato de a mandioca apresentar protogenia, ou seja, em uma mesma inflorescência as flores femininas abrem cerca de sete dias antes das masculinas. O principal gargalo para o melhoramento genético por meio de hibridações intraespecíficas é a seleção dos genitores que serão usados nos cruzamentos, pois eles deverão apresentar elevada capacidade de combinação (complementabilidade) para maximizar a probabilidade da seleção de híbridos (segregantes) com elevado potencial na população segregante e floração sincronizada.

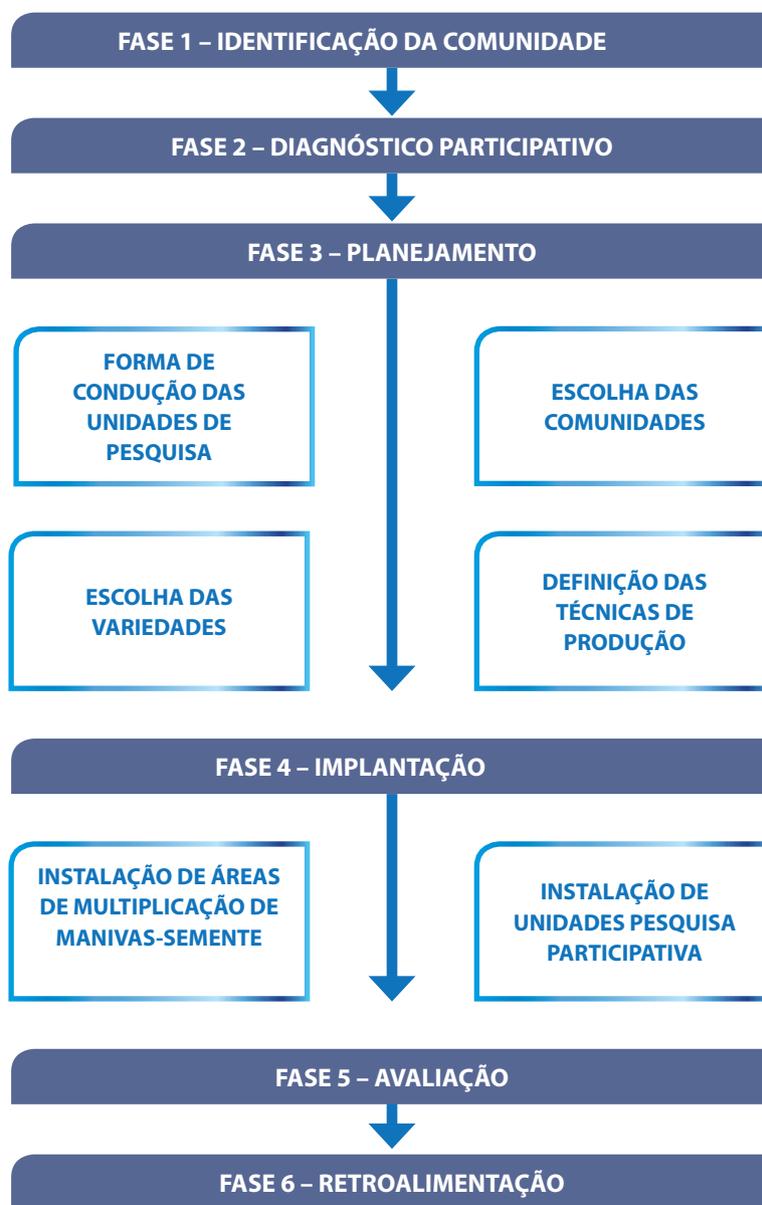
O método de hibridação intraespecífica mais usado na Embrapa Cerrados é o da condução de campos de cruzamento controlados. Os campos são obtidos de acordo com os objetivos do melhoramento: para geração de variedades de mesa e de indústria. Cada campo é composto por linhas de 15 plantas do parental masculino intercaladas por duas linhas de 15 plantas do feminino. Em cada campo de cruzamento, todas as plantas dos parentais femininos são sistematicamente emasculadas. Assim, as sementes oriundas desses parentais terão sido fecundadas pelo pólen do parental masculino (que não foi emasculado) e, tão logo tenha ocorrido à fecundação, os frutos são cobertos por um saco de *voil*, a fim de evitar o ataque da mosca das frutas.

Os campos são estabelecidos de forma isolada, longe de qualquer outro plantio de mandioca, a fim de evitar a contaminação por meio de pólen de outra variedade que não a selecionada como genitor masculino. As sementes obtidas são armazenadas em geladeira até a época do plantio, quando são semeadas em tubetes contendo substrato comercial e mantidas sob irrigação em casa de vegetação. Cerca de 45 dias após a emergência, as plântulas  $F_1$  são transplantadas para o campo.

Quando as plântulas  $F_1$  atingem um ano, passam pelo primeiro ciclo de seleção. Selecionado um indivíduo com características superiores, ele é clonado por meio da propagação vegetativa e avaliado quanto ao potencial produtivo – primeiramente dentro da Embrapa Cerrados, por cerca de quatro anos, e posteriormente em provas de pesquisa participativa com o auxílio dos produtores.

## 2.6. Melhoramento participativo de mandioca

O melhoramento participativo com variedades de mandioca é uma metodologia usada como ferramenta para seleção de variedades e transferência das tecnologias recomendadas para a cultura da mandioca, em conjunto com produtores rurais. Tem como enfoque os pequenos agricultores, especialmente aqueles situados em áreas marginais, e preconiza uma efetiva participação dos produtores, extensionistas ou técnicos em desenvolvimento e pesquisadores em todas as suas fases, conforme descrito na cartilha “Seleção Participativa de Variedades de Mandioca na Agricultura Familiar” e ilustrado na Figura 1. Entretanto, também pode ser empregado com grandes e médios produtores.

METODOLOGIA DO MELHORAMENTO PARTICIPATIVO<sup>1</sup>

**Figura 1.** Fluxograma da metodologia do melhoramento participativo com variedades de mandioca para agricultura familiar.

<sup>1</sup> Wlândia Dantas Varella Barca, assessora sênior da Fundação Banco do Brasil, em 2010.

## 2.7. Literatura recomendada

ALLARD, R. W. **Principies of plant breeding**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 254 p.

BOLHUIS, G. G. The toxicity of cassava roots. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v. 2, p. 176-185, 1954.

BORGES, M. F.; FUKUDA, W. M. G.; ROSSETTI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 1559-1565, 2002.

CARVALHO, L. J. C. B. Biodiversidade e biotecnologia em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande, MS. **Resumos...** Campo Grande, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005.

CARVALHO, L. J. C. B.; CABRAL, G. B.; CAMPOS, L. **Raiz de reserva de mandioca**: um sistema biológico de múltipla utilidade. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 16 p.

CEBALLOS, H.; IGLESIAS, C. A.; PÉREZ, J. C.; DIXON, A. G. O. Cassava breeding: opportunities and challenges. **Plant Molecular Biology**, v. 56, p. 503-516, 2004.

FUKUDA, W. M. G.; IGLESIAS, C.; FUKUDA, C.; CALDAS, R. C. Melhoramento participativo. In: SOUSA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: CNPMF, 2006. p. 751-780.

FUKUDA, W. M. G. **Banco de germoplasma de mandioca**: manejo, conservação e caracterização. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA – CNPMF, 1996. 103 p.

FUKUDA, W. M. G.; IGLESIAS, C.; SILVA, S. O. **Melhoramento de mandioca**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2003. 53 p.

FUKUDA, W. M. G.; SAAD, N. **Pesquisa participativa em melhoramento de mandioca com agricultores do Nordeste do Brasil**. Cruz das Almas, BA: CNPMF, 2001. 48 p.

HERNANDEZ-ROMERO, L. A. **Logistic preference ranking analysis for evaluation technology options**: a user manual in application for Microsoft Excel 7.0. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2000. 26 p.

HERNANDEZ-ROMERO, L. A. Participation de los productores en la evaluation de variedades de yuca. In: HERNANDEZ-ROMERO, L. A. (Ed.). **Memorias de un taller en al CIAT**. Cali: CIAT, 1992. p. 40-48.

MKUMBIRA, J.; CHIWONA-KARLTUN, L.; LAGERCRANTZ, U.; MAHUNGU, N. M.; SAKA, J.; MHONE, A.; BOKANGA, M.; BRIMER, L.; GULLBERG, U.; ROSLING, H. Classification of cassava into “bitter” and “cool” in Malawi: from farmer’s perception to characterization by molecular markers. **Euphytica**, v. 132, p. 7-22, 2003.

OLSEN, K. M. SNPs, SSRs and inferences on cassava’s origin. **Plant Molecular Biology**, v. 56, p. 517-526, 2004.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. **Sistema de produção de mandioca para a região do Cerrado**. Cruz da Almas, BA: CNPMF, 2003. 61 p.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. de F.; SILVA, M. S.; FUKUDA, W. M. G.; FALEIRO, F. G. Variabilidade genética do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados acessada por meio de descritores morfológicos. **Científica**, v. 36, n. 1, p. 56-67, 2008.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; SILVA, M. S. Estado da arte e estratégias do melhoramento participativo: o exemplo da mandioca no Cerrado In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. (Ed.). **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, v.1, p. 107-124.

# Manejo do solo no cultivo de mandioca



**Josefino de Freitas Fialho**  
**Djalma Martinhão Gomes de Sousa**  
**Eduardo Alano Vieira**

## 3.1. Escolha da área

Na escolha da área para o plantio da cultura da mandioca, é importante levar em consideração não só as condições climáticas da região e os mercados dos produtos finais, mas também outros fatores de produção, como as características topográficas, físicas e químicas do solo.

Com relação às condições climáticas, na região dos Cerrados brasileiros não existem limitações para o cultivo da mandioca. Ela pode ser cultivada entre a latitude de 30° Norte a de 30° Sul. Mas é sempre bom levar em consideração as condições mais favoráveis à cultura, como altitude (600 m a 800 m), temperatura (média anual entre 20 °C e 27 °C), precipitação (1.000 mm a 1.500 mm por ano, bem distribuídos) e insolação (12 horas por dia).

Quanto ao mercado, é importante que a área de plantio e a indústria de transformação estejam próximas à região de demanda dos produtos a serem obtidos, e que haja condição de transporte desses produtos. Da mesma forma, deverão ser consideradas as condições de transporte da produção dentro da propriedade ou o escoamento da produção, tanto para a indústria de transformação quanto para o mercado, exigindo assim que o plantio seja localizado em área de fácil acesso.

Outros fatores do solo, como as características físicas, topográficas e químicas, devem ser considerados na escolha das áreas para o plantio do mandiocal. De modo geral, a mandioca se adapta melhor em solos arenosos ou de textura média, onde se tem melhor condição para produção de raízes uniformes e com boa estrutura, o que facilita a colheita. Já os solos muito argilosos devem ser usados com restrições, pois podem prejudicar o crescimento, causar o apodrecimento e dificultar a colheita das raízes.

Ainda dentro das características físicas, é importante observar o solo em profundidade, pois a presença de uma camada argilosa ou compactada imediatamente abaixo da camada arável pode limitar o crescimento das raízes, além de prejudicar a drenagem e a aeração do solo.

Outro fator são as condições topográficas da área. A mandioca possui brotação e desenvolvimento lentos na fase inicial da cultura, o que acarreta pouca proteção ao solo e, conseqüentemente, deixa os mandiocais sujeitos a acentuadas perdas de solo e água por erosão. Dessa forma, deve-se buscar os terrenos planos ou levemente inclinados, com no máximo 10% de inclinação, e evitar áreas de baixadas com pouca drenagem ou sujeitas a alagamentos periódicos, que prejudicam o desenvolvimento das plantas e causam o apodrecimento das raízes.

Quanto às características químicas do solo nas condições de Cerrado, de modo geral são as menos problemáticas para a escolha da área, já que essas características podem ser corrigidas para atender às

necessidades da cultura, por meio do uso de corretivos e fertilizantes. Além disso, a cultura da mandioca é mais tolerante aos solos ácidos e de baixa fertilidade. Assim, uma das formas de reduzir os custos de plantio é o aproveitamento residual da cultura anterior, escolhendo áreas onde foram feitas correções e adubações.

## 3.2. Preparo da área

O preparo da área consiste basicamente em sua limpeza, para fornecer condições favoráveis ao plantio, brotação das manivas-sementes, crescimento das raízes e tratos culturais no mandiocal. Face às condições do terreno, ele poderá ser feito manualmente, com tração animal ou mecanicamente.

O preparo manual normalmente é usado em pequenas áreas ou em áreas semipreparadas, onde serão necessárias apenas algumas atividades, como capinas, catação de raízes, encoivaras ou enleiramentos dos restos vegetais e o coveamento ou sulcamento para o plantio das manivas-sementes.

Da mesma forma, o preparo com tração animal se dá em pequenas áreas, onde, associadas ao preparo manual, são feitas as atividades de enleiramento, aração, gradagem e sulcamento. Em pequenas áreas, que precisam de desmatamento, o preparo poderá ser manual ou com tração animal.

Já no preparo mecanizado, normalmente são feitas uma aração a 40 cm de profundidade, duas gradagens e o sulcamento para o plantio. As gradagens deverão ser feitas cerca de 30 dias após a aração, utilizada para nivelamento da área e incorporação de herbicida (quando for usado).

Em grandes áreas, que precisam de desmatamento, o preparo mecanizado requer os devidos cuidados, para evitar compactação e raspagem da camada orgânica do solo. Vale ressaltar que o uso de máquinas nos preparos de áreas para o plantio deverá se dar sempre em condições de solo favoráveis à mecanização, ou seja, com teor de umidade adequado – o solo não deve estar muito molhado nem muito seco, a fim de evitar compactação e desagregação.

É importante ressaltar que todas as atividades de preparo da área para o plantio do mandiocal deverão seguir as curvas de nível previamente marcadas e que os solos deverão ser removidos o mínimo possível, visando preservar suas características químicas e físicas. Por exemplo: no plantio de mandioca em fileiras duplas, o preparo da área poderá ser feito somente na faixa onde serão instaladas as linhas de plantio da cultura.

### 3.3. Conservação do solo

A conservação do solo deve ser uma preocupação constante dos produtores na implantação de qualquer atividade agrícola. É preciso ter sempre em mente que o solo é um patrimônio do produtor e precisa ser conservado.

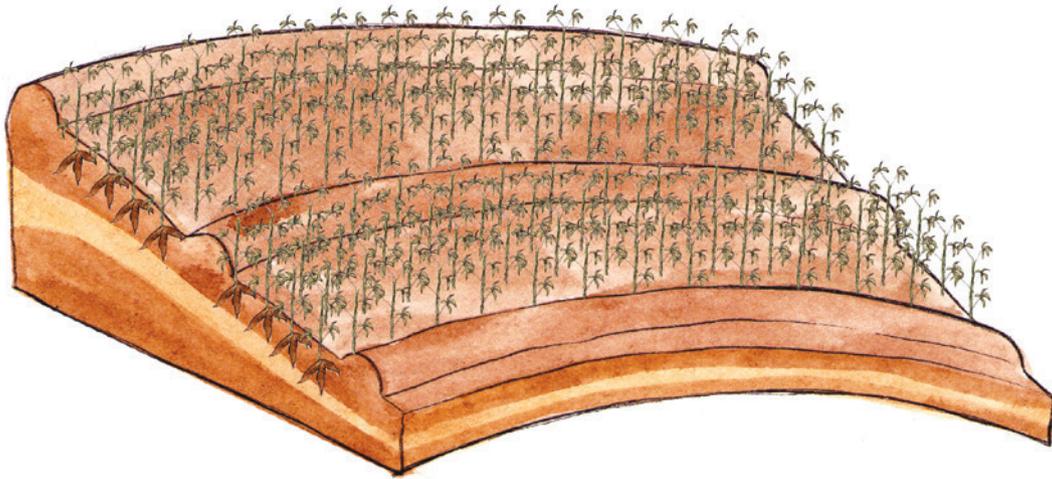
Nesse particular, na condução de um mandiocal, os cuidados com a conservação do solo se revestem de maior importância e precisam ser considerados na escolha e preparo da área, nos sistemas de plantio e tratos culturais e na colheita e enleiramento dos restos culturais. Isso porque a cultura da mandioca possui brotação e desenvolvimento lentos na fase inicial, o que acarreta pouca proteção ao solo e, conseqüentemente, deixa os mandiocais sujeitos a acentuadas perdas de solo e água por erosão; e também porque grande parte da produção é exportada na forma de raízes, ramas para os novos plantios e, em alguns casos, a parte aérea é usada na alimentação animal, resultando em pouco resíduo orgânico a ser incorporado ao solo.

Essas peculiaridades da cultura evidenciam o porquê da necessidade de alguma prática que venha contribuir na conservação do solo em todas as fases do sistema de produção. Dessa forma, na escolha da área de plantio temos a primeira preocupação com a conservação do solo, ou seja, não usar área com declividade acima de 10%.

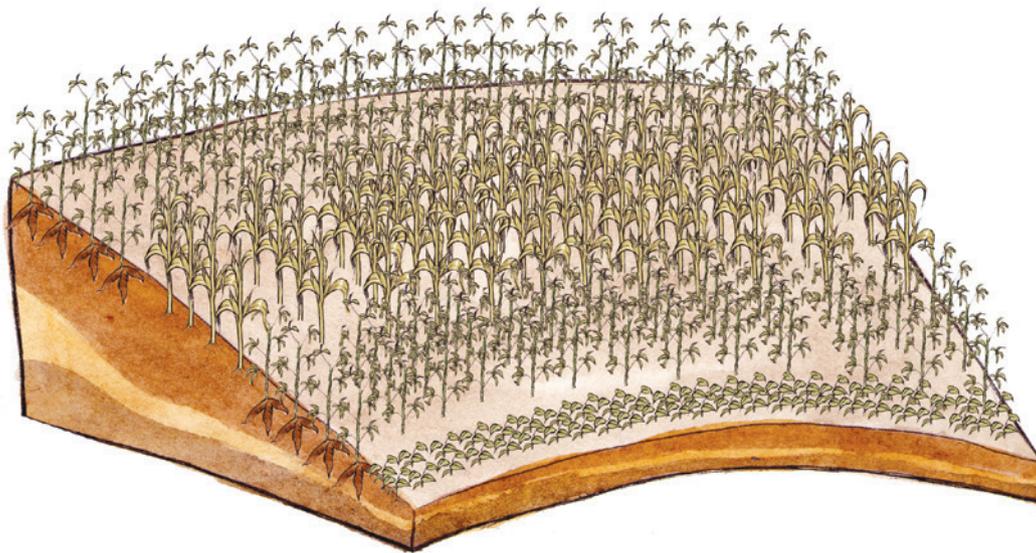
No preparo da área para o plantio, todas as atividades (aração, gradagem, aberturas de sulcos ou covas, entre outras) deverão seguir as curvas de nível previamente marcadas e os solos deverão ser removidos o mínimo possível. Vale ressaltar, também, que um bom preparo da área, juntamente com a correção da acidez e da fertilidade, conforme indicado pelas análises do solo, vai propiciar um bom desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, reduzir as perdas por erosão, graças à maior proteção dada pelas plantas.

Ainda no preparo do solo e no plantio, deve-se planejar a utilização de práticas conservacionistas que garantam maior proteção e uso do solo, mesmo que ele seja de área plana ou levemente inclinada (até 3% de inclinação). Podem ser usadas as seguintes práticas:

- **Enleirar** os restos de cultura em nível.
- **Plantio em nível:** o plantio deve seguir curvas de nível previamente marcadas (Figura 1).
- **Cultivo em faixas:** em uma mesma área, são plantadas faixas alternadas com cultivos diferentes, em que a cultura a ser alternada com a mandioca protege mais o solo e, conseqüentemente, diminui o escoamento superficial – por exemplo, milho, arroz, amendoim, feijão, leguminosas para adubos verdes, entre outras (Figura 2).



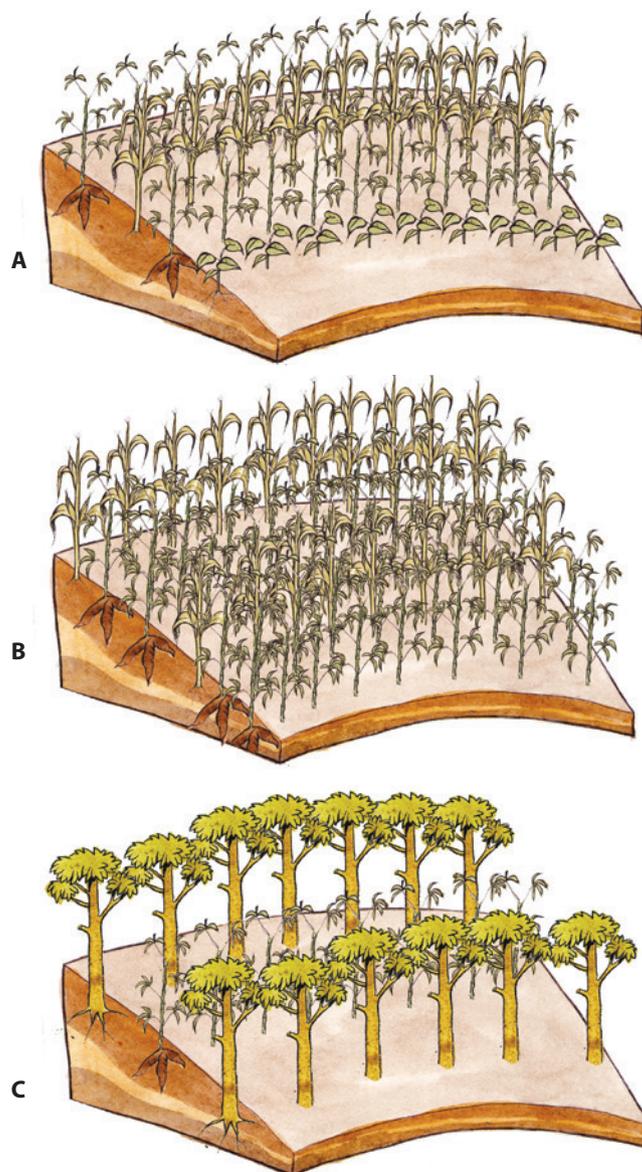
**Figura 1.** Plantio de mandioca em nível.



**Figura 2.** Plantio de mandioca em sistemas de cultivo em faixa com as culturas de milho e feijão.

- **Consortiação, policultivo ou cultivo múltiplo:** são sistemas de plantio em que, numa mesma área, podem-se usar diferentes culturas em determinado espaço de tempo e, normalmente, com arranjos modificados em relação ao plantio de cultura solteira ou monocultivo. Nesses sistemas, tem-se a cultura principal, normalmente com um ciclo mais longo, e a consorte (uma ou mais), em geral de ciclo mais curto. Nesses sistemas, objetiva-se, além da preservação do solo, maior índice de uso da terra, que expressa o aproveitamento em

relação à área. A mandioca, como cultura principal, pode ser consorciada com uma série de outras culturas (arroz, milho, feijão, amendoim, batata-doce, hortaliças em geral, leguminosas para adubação verde, entre outras), tanto em sistemas de plantio de fileiras simples, em que se deve aumentar o espaçamento entre as linhas, quanto em fileiras duplas. Também a mandioca pode ser usada como cultura consorte em uma série de sistemas com culturas perenes ou florestas, como fruteiras, fruteiras nativas, eucalipto etc., e também em sistemas silviagropastoris (Figura 3).



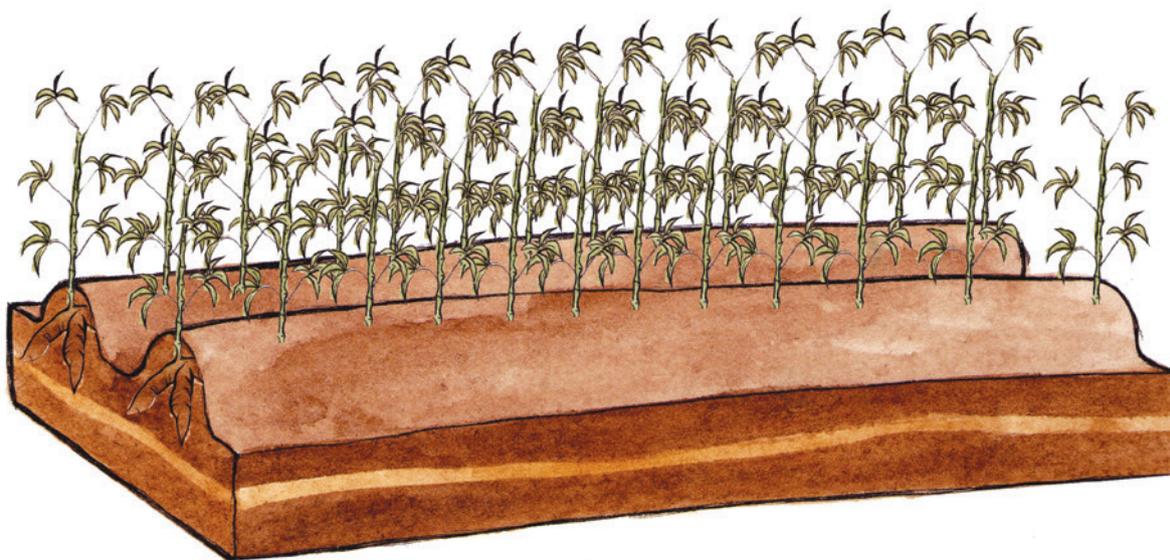
**Figura 3.** Plantio de mandioca em sistemas de fileiras simples consorciada com milho e feijão (a), em sistemas de fileiras duplas consorciada com milho (b) e em sistemas com culturas perenes ou fruteiras (c).

- **Consortiação em fileiras alternadas:** consiste em consorciar uma cultura entre duas fileiras simples de mandioca e outra não. Ou seja, uma linha consorciada e outra não, o que reduziria a área mais exposta às condições de erosão (Figura 4).



**Figura 4.** Plantio de mandioca consorciada com milho em fileiras alternadas.

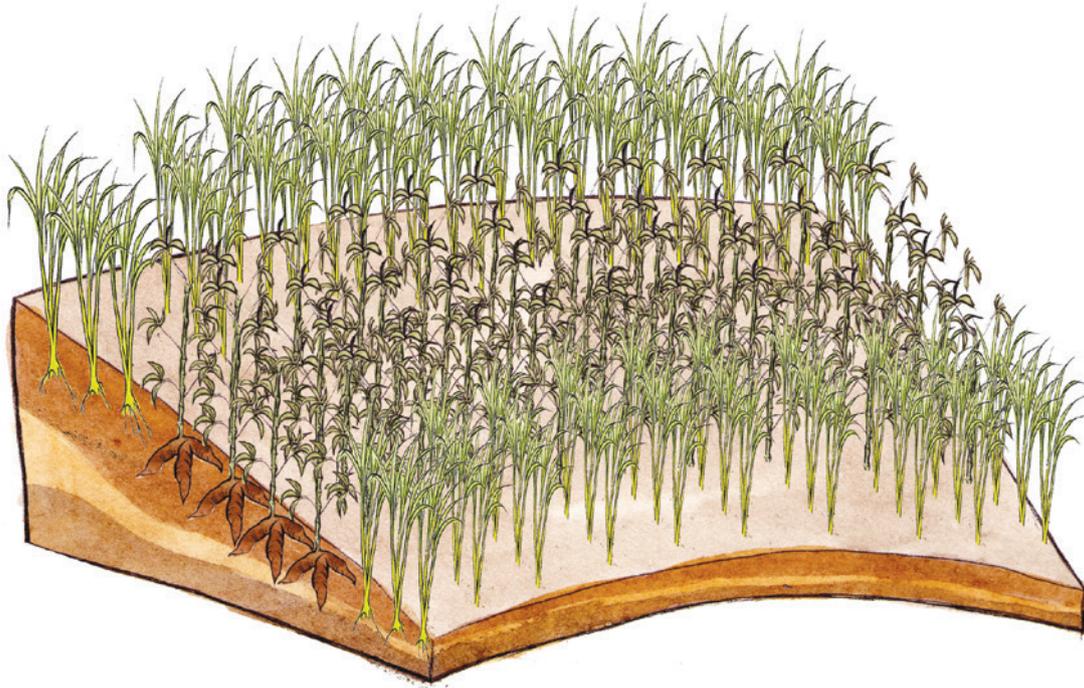
- **Plantio em leirões ou camalhões:** o plantio em camalhões em nível, além de reduzir o escoamento superficial das águas, contribuindo para a redução da erosão do solo, também facilita a colheita da mandioca e controla a aeração do solo em áreas com baixa drenagem. Os camalhões poderão ser feitos com passagens de arados em sentidos alternados, com o sulcador grande, também denominado de taipadeira, ou mesmo com enxada manual (Figura 5).



**Figura 5.** Plantio de mandioca em leirões ou camalhões.

- **Rotação de culturas:** consiste em alternar o tipo de cultura em uma mesma área, a cada ciclo das culturas, com o objetivo de reduzir a ocorrência de pragas e doenças e contribuir na manutenção ou melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo. A cultura da mandioca não deve ser plantada mais de duas vezes consecutivas em uma mesma área – é necessária a rotação com outra cultura.

- **Cordões de contorno:** consiste em plantar, dentro da mesma área, faixas adensadas de culturas mais vegetativas, seguindo as curvas de nível, ou seja, cortando as águas. Pode-se usar cana, capins, milho, arroz, entre outras (Figura 6).



**Figura 6.** Plantio de mandioca em faixas com cordão de contorno.

Também durante a fase de tratos culturais do mandiocal, é importante usar práticas simples, mas que vão contribuir muito para evitar as perdas de solo e água. Entre essas, podem ser usadas:

- **Capina em linhas alternadas:** consiste em capinar uma linha e saltar a outra, deixando-a sem capinar, e assim sucessivamente até o fim da área; depois de uma ou duas semanas, retornar e capinar as linhas que ficaram sem capinar. Isso reduz o escoamento de água na área;
- **Capina nas linhas e roçagem nas entrelinhas:** consiste em controlar o mato nas linhas de plantio e nas entrelinhas fazer somente uma roçagem, o que contribuirá para evitar a erosão do solo;
- **“Mulch” ou cobertura morta:** consiste em cobrir o solo em toda a área do mandiocal, linhas e entrelinhas de plantio, com resíduos vegetais ou vegetação morta (por exemplo, capins secos), o que vai contribuir no controle da erosão, incorporação de matéria orgânica e para manter a umidade do solo. Entretanto, caso não haja disponibilidade de vegetação seca para toda a área, a cobertura morta poderá ser feita em linhas alternadas.

Na colheita ou arranquio da mandioca, é importante enleirar os restos culturais em nível, para dificultar o escoamento da água e facilitar o manejo da área após a colheita.

Essas práticas são indispensáveis na implantação e na condução do mandiocal em áreas com até 3% de declividade. Entretanto, áreas com inclinação de 3% a 10% de declividade, como já mencionado, deverão ser usadas com restrições, por exigirem, além das práticas citadas anteriormente, outras práticas de conservação do solo mais onerosas, como terraços em nível ou com inclinações e canais escoadouros. Vale ressaltar que devemos evitar o plantio de mandioca em áreas com declividade superior a 10%.

## 3.4. Calagem e adubação do solo

A mandioca possui a característica de se desenvolver e produzir relativamente bem em solos de baixa fertilidade. É considerada tolerante à acidez do solo. Embora seja uma planta rústica e adaptada a solos de baixa fertilidade apresenta respostas significativas ao uso de adubos, com aumentos expressivos de produtividade. Dois são os motivos: primeiro, porque exporta do solo grandes quantidades de nutrientes, extraíndo, pela ordem de exigência da planta, potássio, cálcio, nitrogênio, fósforo e magnésio; e segundo, porque grande parte da produção é exportada da área na forma de raízes, ramas para novos plantios e, em alguns casos, a parte aérea, usada na alimentação animal, resultando em pouco resíduo orgânico para ser incorporado ao solo e, conseqüentemente, em baixa reciclagem de nutrientes.

Estima-se que, em média, para uma produção de 25 toneladas de raízes e parte aérea de mandioca por hectare, são extraídos 120 a 150 kg de N, 40 a 60 kg de  $P_2O_5$ , 150 a 180 kg de  $K_2O$ . Assim, a ordem decrescente de absorção de nutrientes é  $K > N > P$ . Dessa forma, a adubação da mandioca objetiva a reposição desses principais nutrientes extraídos pela cultura, como nitrogênio, fósforo e potássio. Caso contrário, sem a adubação, mesmo que seja obtida uma produtividade razoável de mandioca, o solo estará sendo exaurido desses nutrientes e sua fertilidade reduzida.

Toda recomendação de corretivo e adubação do solo, independentemente da cultura a ser plantada, deverá ser feita com base na composição química e física, expressa pelas análises dos solos.

### 3.4.1. Calagem

No Brasil, de modo geral, não se têm conseguido aumentos acentuados na produção da mandioca pela aplicação de calcário, confirmando a tolerância da cultura à acidez do solo. No entanto,

após vários cultivos na mesma área, a planta pode responder à aplicação de calcário, principalmente como suprimento de cálcio e magnésio.

A aplicação de calcário ao solo visa corrigir a acidez, neutralizar o alumínio tóxico e fornecer para as plantas os nutrientes cálcio e magnésio. A combinação desses objetivos contribui para o aumento da produção de raízes da mandioca em solos de Cerrado. Nesses solos ácidos da região, têm-se obtido boa produtividade da mandioca com a aplicação de calcário para elevar a saturação por bases do solo para 30%. Os teores de cálcio e magnésio do solo devem ser iguais ou maiores que 1,5 e 0,5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, respectivamente.

A determinação da quantidade de calcário a ser aplicada no solo para a cultura da mandioca, com base na análise química do solo, pode ser calculada pelo critério da saturação por bases (30%) utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{NC (t/ha)} = (30 - V1) \times (T/100) \times f^*,$$

onde:  $V1 = S/T \times 100$ ,

$S = (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+)$ , e

$T = S + (\text{H} + \text{Al})$ .

\*  $f = 100/\text{PRNT}$ , onde:  $f$  = fator de correção do calcário para PRNT 100%.

Recomenda-se a utilização de calcário dolomítico (aquele que possui acima de 12% de MgO), magnesiano (aquele que possui de 5 a 12% de MgO) ou calcítico (aquele que possui valores menores de 5% de MgO), podendo ser usada também uma mistura de calcários. Quando o solo apresentar um teor de magnésio inferior a 0,5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> utilizar preferencialmente calcário magnesiano ou dolomítico. Caso o teor de magnésio do solo seja superior ou igual a 0,5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> utilizar calcário calcítico ou magnesiano. O calcário deve ser aplicado a lanço em toda a área, de modo uniforme, e incorporado até a profundidade de 20 cm, com antecedência de um a dois meses do plantio, para dar tempo de reagir no solo. A reação vai depender da disponibilidade de água no solo.

Vale ressaltar que a aplicação de calcário ao solo, além corrigir a acidez, neutralizar o alumínio tóxico e fornecer os nutrientes cálcio e magnésio para as plantas, conforme mencionado, aumenta a disponibilidade dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e molibdênio e melhora as condições para as atividades da microbiota do solo. Entretanto, têm sido observadas freqüentemente, em mandiocais em solos de Cerrado, as deficiências de zinco e manganês, devido a dosagens

excessivas de calcário associadas à má distribuição ou incorporação desse insumo. Esses sintomas, principalmente o de deficiência do manganês, são denominados “amarelão”.

### 3.4.1.1. Gessagem

O gesso é uma fonte importante de dois nutrientes para as plantas, que são o cálcio e o enxofre. Esse produto pode ser utilizado na agricultura com duas finalidades: 1 – Fonte de cálcio e enxofre para as plantas; 2 – Promotor do crescimento radicular.

Quando o solo tem alguma limitação de cálcio e enxofre na camada mais superficial (0 cm a 20 cm) a utilização do gesso supre as plantas nesses nutrientes. Caso o solo tenha deficiência de cálcio e excesso de alumínio em profundidade (camada de 20 cm a 80 cm) limitando o desenvolvimento das raízes das plantas a aplicação de gesso resolve o problema, aumentando o sistema radicular nessa camada.

O ideal é aplicar o gesso antes do estabelecimento da cultura, para que esse insumo seja dissolvido pela água da chuva ou irrigação, favorecendo assim sua absorção e, conseqüentemente, melhor desenvolvimento das plantas e de suas raízes. Mas o gesso pode ser aplicado também com a planta já estabelecida.

Caso esteja sendo aplicado como fonte de cálcio e enxofre, ocorrerá aumento na produtividade, pois esses dois nutrientes desempenham importante papel na nutrição das plantas.

Se o produto estiver sendo aplicado para melhorar o desenvolvimento do sistema radicular das culturas, ocorre o aumento do uso da água de chuva ou irrigação armazenada no solo, como também torna mais eficiente a utilização dos fertilizantes aplicados nas plantas. Isso leva as culturas a terem melhores rendimentos, como também aumenta a estabilidade de produção.

Para utilizar o gesso visando melhorar o desenvolvimento radicular, é necessário proceder a análise química do solo em profundidade (camadas 20 a 40 cm e de 40 a 60 cm) e, também, determinar o teor de argila do solo.

O gesso como promotor de desenvolvimento radicular deve ser utilizado quando o teor de cálcio for menor que  $0,5 \text{ cmol/dm}^3$  ou saturação de alumínio for maior que 20% em qualquer uma das camadas (de 20 a 40 ou 40 a 60 centímetros).

A dose é quantificada em função do teor de argila das camadas inferiores, através da fórmula:

$$\text{DG (kg/ha)} = 50 \times \text{argila (\%)}$$

DG = dose de gesso agrícola com 15% de enxofre.

Para que se tenha sucesso na utilização de qualquer insumo na agricultura é imprescindível utilizar o produto que for necessário, e na dose correta. Para isso é importante que a recomendação seja feita por um técnico, e que o equipamento a ser utilizado na distribuição de gesso esteja bem regulado, de modo que a aplicação fique homogênea em toda a área.

Uma das grandes vantagens da utilização do gesso é não necessitar de incorporar ao solo, pois sua dissolução com a água da chuva ou irrigação é rápida, e com isso o processo de distribuição no perfil do solo é feito de forma uniforme pela chuva. A não necessidade de incorporação reduz o custo da utilização dessa tecnologia.

Outra informação importante é quanto ao efeito residual do gesso utilizado como promotor de desenvolvimento radicular. Quando aplicado na dose correta, os ganhos em produtividade das culturas são observados de cinco (solos arenosos) até 15 anos (solos muito argilosos). Portanto, em um período de cinco a quinze anos não necessitamos aplicar o gesso para melhoria do ambiente radicular.

### 3.4.2. Adubação

A adubação da mandioca prevê a reposição dos principais nutrientes extraídos pela cultura, como nitrogênio, fósforo e potássio. Nos solos de Cerrados, as maiores respostas da mandioca à adubação têm sido conseguidas com a aplicação de fósforo, potássio, nitrogênio e zinco. Dessa forma, visando atender às necessidades de nutrientes da planta e à reposição dos nutrientes extraídos pela cultura, a adubação deverá ser feita estritamente em dosagens recomendadas pela análise do solo, com o uso de fertilizantes orgânicos, naturais ou químicos.

A adubação orgânica é fundamental, não só como fonte dos nutrientes para a mandioca, mas também como condicionadora do solo, melhorando a disponibilidade dos nutrientes, estrutura, aeração e retenção de água. Os adubos orgânicos mais usados, que possuem composição muito variável, são esterco de gado, cama de frango, compostos e tortas. A aplicação dos mesmos poderá ser nas covas ou sulcos de plantio, sendo ligeiramente incorporados com a enxada, ou a lanço em toda a área e incorporados com grades ou arados de tração mecânica ou animal. Vale ressaltar que

os adubos orgânicos devem estar bem curtidos, para evitar a queima das manivas-sementes ou o transporte de sementes de ervas daninhas. Também tem sido recomendada como adubo orgânico a manipueira (líquido leitoso originário da prensagem da mandioca), que é reaproveitada como resíduo agroindustrial. Seu preparo consiste na obtenção do líquido residual gerado na prensagem da massa ralada de mandioca, submetido à fermentação anaeróbica ou mista (repouso com agitação manual) durante 15 dias e aplicado ao solo como fonte de nutrientes no cultivo da mandioca.

Além desses adubos orgânicos, podem ser usados como fontes de nitrogênio, a adubação verde e adubos minerais como a uréia, sulfato de amônio e nitrato de amônio. A adubação nitrogenada é feita com 40 a 60 kg de N/ha, aplicados em cobertura ao lado da planta, entre 30 e 60 dias após a brotação, quando o solo estiver úmido. Em solos já adubados com adubos químicos ou orgânicos ou férteis, a adubação nitrogenada deve ser ministrada com cautela, pois o excesso de nitrogênio contribui para o desenvolvimento vigoroso da parte aérea da mandioca, em detrimento da raiz. Dessa forma, recomenda-se que a adubação de cobertura com nitrogênio seja feita em mandiocais que apresentarem o amarelecimento das folhas no início do crescimento, evitando assim o excesso do nutriente.

Para a adubação com fósforo e potássio, recomenda-se verificar a disponibilidade dos nutrientes mostrados na análise do solo. A interpretação dos resultados da análise para fósforo leva em conta o teor de argila do solo, conforme sugerido na Tabela 1.

**Tabela 1.** Interpretação dos resultados da disponibilidade de fósforo e potássio, extraídos pelo método de Mehlich-1.

Classe de disponibilidade	Argila (%)				Potássio (mg/dm <sup>3</sup> )
	> 60	36 – 60	16 – 35	< 16	
Fósforo (mg/dm <sup>3</sup> )					
Muito baixa	0 – 2	0 – 3	0 – 5	0 – 6	< 25
Baixa	2,1 – 3	3,1 – 5	5,1 – 10	6,1 – 12	25 - 39
Média	3,1 – 4	5,1 – 8	10,1 – 15	12,1 – 18	40 – 60
Alta	> 4	> 8	> 15	>18	> 60

Fonte: Sousa e Lobato (2004).

Embora o fósforo não seja extraído em grandes quantidades pela mandioca, a resposta da cultura à adubação fosfatada tem sido significativa em solos de Cerrado, com aumentos expressivos de produtividade. Deve-se salientar que os solos brasileiros em geral e, em particular os cultivados com mandioca, normalmente classificados como marginais, são pobres nesse nutriente. Também esses solos costumam apresentar teores baixos a médios de potássio, resultando em baixa resposta da cultura à adubação potássica nos primeiros cultivos. Mas ela se acentua nos cultivos subsequentes, face ao esgotamento do nutriente a partir de cultivos sucessivos na mesma área. Dessa forma, para a cultura da mandioca, recomenda-se a adubação no sulco de plantio conforme a Tabela 2.

**Tabela 2.** Recomendação de adubação, para expectativa de produção de 30 toneladas de raízes por hectare, de fertilizantes fosfatados e potássicos no plantio, de acordo com a disponibilidade dos nutrientes pela análise (Mehlich-1), e com o teor de argila do solo para o fósforo.

Classe de disponibilidade	Argila (%)				Potássio (kg/ha)
	> 60	36 – 60	16 – 35	< 16	
	$P_2O_5$ (kg/ha)				
Muito baixa	240	190	150	110	140
Baixa	140	120	100	80	120
Média	100	85	75	65	80
Alta	50	50	50	50	60

Fonte: Adaptado de Sousa e Lobato (2004).

Para expectativas de produção acima de 30 toneladas de raízes por hectare, adicionar às quantidades recomendadas de fertilizantes descritas anteriormente (Tabela 2), 2 kg/ha de nitrogênio, 1 kg/ha de  $P_2O_5$  e 5 kg/ha de  $K_2O$  para cada tonelada de raízes a ser produzida.

Assim, para uma gleba em solo com 20% de argila, e teores de P ( $12 \text{ mg/dm}^3$ ) e K ( $60 \text{ mg/dm}^3$ ) considerados médios (Tabela 1), para expectativa de rendimento de 40 toneladas de raízes por hectare, seriam recomendados 80 kg/ha de N (60 + 20), 85 kg/ha de  $P_2O_5$  (75 + 10) e 130 kg/ha de  $K_2O$  (80 + 50). Os primeiros valores entre parênteses foram retirados no texto (N) e na Tabela 2, os outros valores foram obtidos multiplicando-se a quantidade exportada para cada tonelada a mais acima das 30 t/ha de raízes.

Vale ressaltar que a fertilização do solo para a cultura deve-se levar em consideração o incremento na produtividade de raízes e, conseqüentemente, o retorno econômico da atividade. Nas condições de Cerrado sugere-se como bom rendimento de variedades de mandioca de mesa, com colheita dos 8 aos 14 meses de idade, a produção de 800 a 1500 caixas de raízes comerciais por hectare; e das variedades de indústria, com colheita dos 14 aos 24 meses de idade, a produção de 35 a 60 toneladas de raízes por hectare.

A adubação fosfatada é feita com a aplicação do adubo na dosagem recomendada, no sulco ou na cova, durante o plantio, em face da pouca mobilidade desse nutriente no solo. Quando utilizado em doses superiores a 150 kg/ha de  $P_2O_5$  sugere-se aplicar o fertilizante a lanço e incorporar. O superfosfato simples (20%  $P_2O_5$ ) e o superfosfato triplo (45%  $P_2O_5$ ) são os adubos fosfatados mais usados. O super simples tem a vantagem de conter na sua composição cerca de 12% de enxofre, nutriente que será fornecido juntamente com o fósforo.

Outros adubos usados são os termofosfatos, que possuem em suas fórmulas, além do fósforo, silício e micronutrientes como molibdênio, cobre, boro e zinco.

Para a adubação potássica aplicar 30 kg/ha de  $K_2O$  no plantio e o restante em cobertura 30 dias após a brotação. Da mesma forma, quando a expectativa de produção de raízes por hectare for superior a 30 toneladas ou os solos utilizados com teor de argila menor que 15%, o nitrogênio e o potássio podem ser parcelados em duas vezes (50% aos 30 dias após a brotação e 50% aos 60 dias). Para a adubação potássica, tem sido mais utilizado o cloreto de potássio (60%  $K_2O$ ).

Normalmente, em solos de Cerrado, utilizam-se formulações de fertilizantes que contêm nitrogênio, fósforo, potássio e zinco para suprimento desses nutrientes. É necessário, entretanto, um ajuste no volume aplicado, para que forneça os nutrientes em quantidades próximas às recomendadas. De modo geral, essas fórmulas possuem baixo teor de nitrogênio e são utilizadas no sulco ou nas covas de plantio (incorporados ao solo, evitando o contato direto com a maniva-semente). O nitrogênio e o potássio são completados posteriormente com adubações de cobertura.

Com relação aos micronutrientes, os dados de resposta da mandioca ainda são escassos. Como referência para interpretação da análise de solo, são apresentados os níveis críticos para culturas anuais na Tabela 3. A recomendação mencionada na Tabela 4 equivale à metade da recomendada para culturas anuais.

**Tabela 3.** Interpretação dos resultados da análise do solo para disponibilidade de boro (B) extraído por água quente e cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn) extraídos pelo método de Mehlich-1, e recomendação de adubação no solo.

Classe de disponibilidade	B	Cu	Mn	Zn
	(mg/dm <sup>3</sup> )			
Baixa	<0,2	<0,4	<1,9	<1,0
Média	0,3 – 0,5	0,5 – 0,8	2,0 – 5,0	1,1 – 1,6
Alta	>0,5	>0,8	>5,0	>1,6
Recomendação de adubação no sulco (kg/ha)				
Baixa	1	1	3	3
Média	0,3	0,3	0,8	0,8

Fonte: Sousa e Lobato (2004).

Caso o histórico da área a ser plantada tenha revelado respostas a esses micronutrientes por outras culturas, para evitar possíveis prejuízos na produção da mandioca, recomenda-se a aplicação desses micronutrientes no sulco, juntamente com o fósforo e o potássio. Os solos de Cerrado, de modo geral, possuem baixa disponibilidade de zinco. Recomenda-se no plantio a adubação com 3 kg Zn/ha ou 15 kg/ha de sulfato de zinco ou uma fórmula de fertilizante que tenha em sua constituição N-P-K+Zn.

Em plantios de mandioca em solos de Cerrado, também tem sido freqüente a indução de deficiências dos micronutrientes zinco e manganês na planta, pela dosagem excessiva, má distribuição ou incorporação do calcário, como mencionado anteriormente. Essas deficiências de manganês se evidenciam com o amarelão das folhas de mandioca, e a de zinco, com redução no crescimento da planta, estreitamento e amarelecimento do limbo foliar com as nervuras esverdeadas.

Mandiocais pulverizados com solução contendo 0,5% de sulfato de zinco e 0,5% de sulfato de manganês têm apresentado boa resposta, com a recuperação normal das plantas, entretanto, esse efeito somente se expressa no rendimento das raízes quando as pulverizações são feitas no início do aparecimento dos sintomas de deficiência.

Nas condições de solos de Cerrado, também é comum a mandioca apresentar sintomas de deficiência e toxidez dos nutrientes, conforme citado no Sistema de Produção de Mandioca para a Região do Cerrado e apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4.** Sintomas de deficiência e de toxidez de nutrientes em mandioca.

Nutrientes	Sintomas de deficiência
N	Crescimento reduzido da planta; em algumas cultivares, amarelecimento uniforme e generalizado das folhas, iniciando nas folhas inferiores e atingindo toda a planta
P	Crescimento reduzido da planta, folhas pequenas, estreitas e com poucos lóbulos, hastes finas; em condições severas, amarelecimento das folhas inferiores, que se tornam flácidas e necróticas e caem; diferentemente da deficiência de N, as folhas superiores mantêm a cor verde-escura, mas podem ser pequenas e pendentes
K	Crescimento e vigor reduzidos da planta, entrenós curtos, pecíolos curtos e folhas pequenas; em deficiência muito severa, manchas avermelhadas, amarelecimento e necrose dos ápices e bordas das folhas inferiores, que envelhecem prematuramente e caem; necrose e ranhuras finas nos pecíolos e na parte superior das hastes
Ca	Crescimento reduzido da planta; folhas superiores pequenas, com amarelecimento, queima e deformação dos ápices foliares; escassa formação de raízes
Mg	Clorose internerval marcante nas folhas inferiores, iniciando nos ápices ou bordas das folhas e avançando até o centro; em deficiência severa, as margens foliares podem tornar-se necróticas; pequena redução na altura da planta
S	Amarelecimento uniforme das folhas superiores, similar ao produzido pela deficiência de N; algumas vezes são observados sintomas similares nas folhas inferiores
B	Altura reduzida da planta, entrenós e pecíolos curtos, folhas jovens verde-escuras, pequenas e disformes, com pecíolos curtos; manchas cinza, marrons ou avermelhadas nas folhas completamente desenvolvidas; exsudação gomosa cor de café nas hastes e pecíolos; redução do desenvolvimento lateral da raiz
Cu	Deformação e clorose uniforme das folhas superiores; ápices foliares tornam-se necróticos e as margens das folhas dobram-se para cima ou para baixo; pecíolos largos e pendentes nas folhas completamente desenvolvidas; crescimento reduzido da raiz
Fe	Clorose uniforme das folhas superiores e dos pecíolos, que se tornam brancos em deficiência severa; inicialmente, as nervuras e os pecíolos permanecem verdes, tornando-se de cor amarelo-pálida, quase branca; crescimento reduzido da planta; folhas jovens pequenas, porém em formato normal
Mn	Clorose entre as nervuras nas folhas superiores ou intermediárias completamente expandidas; clorose uniforme em deficiência severa; crescimento reduzido da planta; folhas jovens pequenas, porém em formato normal
Zn	Manchas amarelas ou brancas entre as nervuras nas folhas jovens, que com o tempo tornam-se cloróticas, com lóbulos muito pequenos e estreitos, podendo crescer agrupadas em roseta; manchas necróticas nas folhas inferiores; crescimento reduzido da planta

Continua...

**Tabela 4.** Continuação.

Nutrientes	Sintomas de toxidez
Al	Redução da altura da planta e do crescimento da raiz; sob condições severas, amarelecimento entre as nervuras das folhas velhas
B	Manchas brancas ou marrons nas folhas velhas, especialmente ao longo dos bordos foliares, que posteriormente podem tornar-se necróticas
Mn	Amarelecimento das folhas velhas, com manchas pequenas escuras de cor marrom ou avermelhada ao longo das nervuras; as folhas tornam-se flácidas e pendentes e caem no solo

Fonte: Souza e Fialho (2003).

Há também a possibilidade de retirar amostras de folhas quando a cultura da mandioca estiver com 3 a 4 meses de idade. Para isso, retirar 30 folhas (primeira folha recém madura), um por planta, para compor uma amostra. Encaminhar para laboratório para análise química. São considerados adequados os seguintes valores: N de 45 a 60 g/kg, P de 2,5 a 5,0 g/kg, K de 10 a 20 g/kg, Ca de 5 a 15 g/kg, Mg de 2 a 5 g/kg, S de 3 a 4 g/kg, B de 15 a 50 mg/kg; Cu de 5 a 25 mg/kg, Mn de 25 a 100 mg/kg, Zn de 35 a 100 mg/kg, Fe de 60 a 200 mg/kg.

Vale ressaltar a importância da utilização de leguminosas para adubação verde nos cultivos de mandioca, principalmente no aporte de nutrientes reciclados e na agregação do solo em face da incorporação de matéria orgânica. Dessa forma, o adubo verde não só conserva, mas também melhora as qualidades físicas e aumenta a fertilidade dos solos, contribuindo para a redução no uso dos fertilizantes químicos e para melhorar a produtividade e a qualidade da mandioca produzida.

Várias espécies de leguminosas podem ser usadas como adubo verde na cultura da mandioca, como a mucuna preta, crotalárias, feijão-de-porco, mucuna branca, guandu, feijão-bravo-do-ceará, entre outras, que, devidamente manejadas, maximizam os resultados em benefício da cultura da mandioca. As leguminosas de adubo verde podem ser usadas em sistemas consorciados com a mandioca plantada em fileiras simples ou dupla, ou em rotação de culturas.

### 3.5. Referência

SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (editores). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.: il, (algumas color.).

### 3.6. Literatura recomendada

AMABILE, R. F.; CORREIA, J. R.; FREITAS, P. L. de, BLANCENEUX, P.; GAMALIEL, J. Efeito do manejo de adubos verdes na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 8, p. 1193-1199, 1994.

ASHER, C. J.; EDWARDS, D. G.; HOWELER, R. H. **Desórdenes nutricionales de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cali: CIAT, 1980,48 p.

CARVALHO, M. A.; ANDRADE, A. M. S. Calagem para a cultura da mandioca. **Informe Agropecuário**, v.15, n.171, p.10-14, 1991.

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

EDWARDS, D. G.; ASHER, C. J.; WILSON, G. L. Mineral nutrition of cassava and adaptation to low fertility conditions. In: COCK, J. (Ed.). SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL CROPS, 4. Colômbia, 1976. **Proceedings of the Symposium of the International Society for Tropical Root Crops**. Cali: Colombia, 1976. p. 124-30.

FIALHO, J. F.; OLIVEIRA, M. A. S.; PEREIRA, A. V. **O cultivo da mandioca no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados 1998. 2 p. (Guia Técnico do Produtor Rural,16).

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.

FULTON, M.; ASHER, C. J. Zinc treatments applied to cassava (*Manihot esculenta* Crantz) set changes early growth and zinc of plants. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 37, n. 7, p. 825-830, 1997.

GOMES, J. C.; SILVA, J. Correção da acidez e adubação. In: SOUSA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: CNPMF, 2006. p. 215-247.

GOMES, J. de C. Adubação da mandioca. In: CURSO INTERNACIONAL DE MANDIOCA PARA PAÍSES AFRICANOS DE LÍNGUA PORTUGUESA, 1., Cruz das Almas, BA, 1998. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1998. 73 p.

HICKS, L. N.; FUKAI, S.; ASHER, C. J. Response of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to phosphorus fertilization when grown on a range of soil types. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 31, n. 4, p. 557-566, 1991.

HOWELER, R. H. Long-term effect of cassava cultivation on soil productivity. **Fields Crops Research**, v. 26, n. 1, p. 1-18, 1991.

HOWELER, R. H. **Nutrición mineral y fertilización de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981. 55 p.

LORENZI, J. O.; DIAS, C. A. de C. **Cultura da mandioca**. Campinas: CATI, 1993. 41 p. (CATI. Boletim Técnico, 211).

MIRANDA, L. N. ; FIALHO, J. F. ; CARVALHO, J. L. H. ; MIRANDA, J. C. C. Utilização do húmus de minhoca como adubo orgânico para a mandioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 29., Ribeirão Preto, SP, 2003. **Anais...** Ribeirão Preto, SP.

MIRANDA, L. N. ; FIALHO, J. F.; MIRANDA, J. C. C.; 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).

MIRANDA, J. C. C. de; MIRANDA, L. N. de; FIALHO, J. de F.; GOMES, A. C. Manejo da micorriza arbuscular e sua contribuição para a produtividade e sustentabilidade nos sistemas de produção no Cerrado. In: ANDRADE, S. R. M. de; FALEIRO, F. G.; SERENO, J. R.; DALLA CORTE, J. L.; SOUSA, E. dos S. de (Ed.). **Resultados de pesquisa para o Cerrado: 2004-2005**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007.

MORAES, O.; MONDARDO, E. L. VIZOTTO, V. J.; MACHADO, M. O. **Adubação e calagem da mandioca**. Florianópolis, SC: Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária, 1991. 21 p. (Boletim Técnico, 8).

OLIVEIRA, A. M. G; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, J. L. de; MAIA, L. E. N.; SANTOS, G. S. **Adubação com manganês para o controle do "amarelão" da mandioca no extremo sul da Bahia**. 2008. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_4/Amarelao/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/Amarelao/index.htm)>. Acesso em: 22 jun. 2010.

OTSUBO, A. A. 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.

OTSUBO, A. A.; FARIAS, A. R. N. **Sistema de produção sobre cultivo da mandioca na região centro-sul do Brasil**. Campo Grande, MT: Embrapa Agropecuária Oeste e Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116 p.

PERIM, S.; LOBATO, E.; COSTA J.R. Efeitos de níveis de fósforo no rendimento de mandioca em solo sob vegetação de cerrados. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 2, n. 1, p. 25-30, 1983.

PERIM, S.; LOBATO, E.; GALRAO, E. Z. Efeito da calagem e de nutrientes no rendimento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em solo sob vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 4, n. 2, p. 7-110, 1980.

RAMOS, G. A.; PERIM, S. **Cultura da mandioca**: recomendações técnicas para Goiás. EMGOPA, 1986, 40 p. (Circular Técnica, 10).

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. S.; GOMES, J. C. Exigências edáficas da cultura da mandioca. In: SOUSA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L.P. FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: CNPMF, 2006. p. 171-214.

SOUZA, L. da S.; DINIZ, M. de S.; CALDAS, R. C. Correlação da interferência da variabilidade do solo na interpretação dos resultados de um experimento de cultivares/clones de mandioca. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v. 20, p. 441-445, 1996.

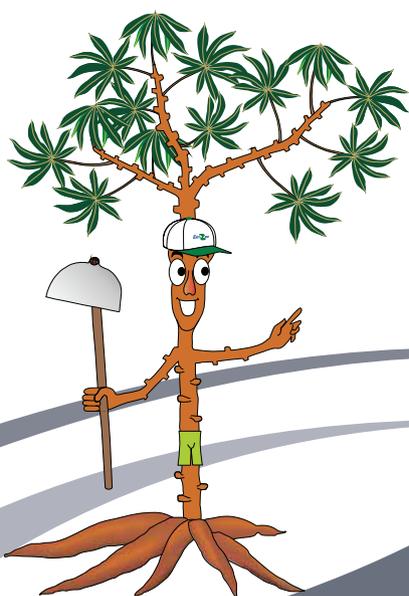
SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D. Manejo e conservação do solo. In: SOUSA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: CNPMF, 2006. p. 248-290.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. **Sistema de produção de mandioca para a região do Cerrado**. Cruz das Almas, BA: CNPMF, 2003. 61 p.

TAKAHASHI, M. Fertilidade do solo para a cultura da mandioca. In: TAKAHASHI, M.; FONSECA JÚNIOR, N. S. TORRECILLAS, S. M. **Mandioca no Paraná**: antes, agora e sempre. Curitiba: Iapar, 2002. p. 95-112. (Circular Técnica, 123).

VIEITES, R. L.; BRINHOLI, O. Utilização da manipueira como fonte alternativa à adubação mineral na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 13, n. 1 p. 61-66, 1994.

# Manejo e tratos culturais da mandioca



**Josefino de Freitas Fialho**  
**Eduardo Alano Vieira**

## 4.1. Seleção e preparo do material de plantio

A qualidade das sementes é fundamental na expressão do potencial genético das lavouras, tanto na tolerância à ocorrência de pragas e doenças quanto no vigor das plantas e, conseqüentemente, no rendimento da produção. Essa afirmativa reveste-se de maior importância nas culturas com propagação ou multiplicação por meios vegetativos ou assexuados, em face da maior probabilidade de disseminação de doenças e pragas, bem como pelo próprio efeito desses patógenos na brotação dessas sementes.

Nesse particular, encontra-se a cultura da mandioca, cuja propagação é pelo plantio de manivas-sementes (manaíbas, estacas, rebolos, toletes), que são partes das hastes do terço médio da planta.

Vários fatores são condicionantes da qualidade da maniva-semente para plantio da cultura da mandioca, sejam de ordem fitossanitária (a ocorrência de pragas e doenças), sejam de ordem agrônômica (que expressam a maturação fisiológica e as condições físicas das ramas, por parâmetros que indicam a possibilidade de geração de uma planta condizente com o potencial genético da variedade). Esses fatores deverão ser considerados nas fases de seleção e preparo de ramas e manivas-sementes para o plantio da mandioca.

Outros fatores importantes são os cuidados na coleta da quantidade necessária de ramas para o plantio da área desejada e o armazenamento de ramas, devido a não coincidência das épocas de colheita e plantio.

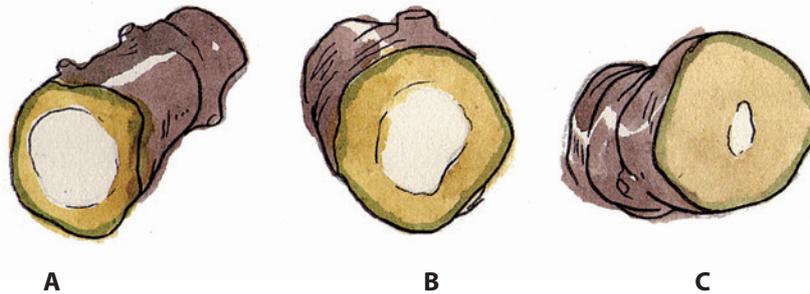
### 4.1.1. Seleção e preparo de ramas no campo

Definida a variedade a ser usada, o passo seguinte é selecionar as ramas que vão dar origem às manivas-sementes para o plantio. Rama ou haste é a parte intermediária da planta, de onde são obtidas as manivas-sementes para o plantio. Como mencionado anteriormente, alguns fatores fitossanitários e agrônômicos devem ser considerados para um bom preparo e seleção dessas ramas.

Entre os fitossanitários, há a possibilidade de várias pragas e doenças serem transmitidas pelas manivas-sementes e o efeito desses patógenos na brotação e vigor das novas plantas. É necessário inspecionar constantemente o mandiocal onde serão coletadas as ramas, para monitorar a ocorrência de pragas e doenças. Evitar a retirada de ramas com doenças como bacteriose e superbrotamento e infestado por pragas como ácaros, percevejo-de-renda, cochonilhas e broca-da-haste. Ou seja, coletar somente ramas de plantas saudias, sem sintomas de ataques de pragas e doenças.

Entre os fatores agrônômicos, há os que expressam a maturação fisiológica e as condições físicas das ramas, sinalizando a obtenção de uma maniva-semente de boa qualidade para o plantio. Para a coleta das ramas, são necessários os seguintes cuidados:

1. Escolher um mandiocal com 10 a 12 meses de idade, quando as plantas estão com maturação fisiológica ideal para a coleta de ramas maduras. A rama estará madura para o plantio quando o diâmetro de sua medula for menor ou igual que a metade de seu diâmetro (Figura 1).



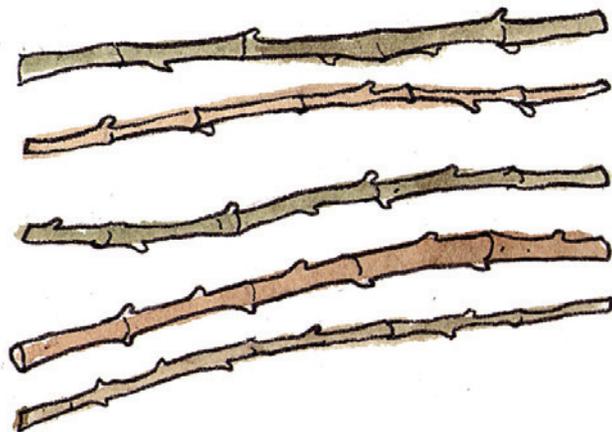
**Figura 1.** Diâmetro da medula da rama de mandioca maior que a metade do diâmetro da rama (A), igual a metade do diâmetro da rama (B) e menor que a metade do diâmetro da rama (C).

2. Tirar as ramas da parte intermediária da planta (terço médio), cortando a 10 cm do solo e eliminando a parte herbácea da planta ou terço superior e as raízes (Figura 2).



**Figura 2.** Tirar a rama do terço médio da planta.

3. Tirar as ramas com 2 cm a 3 cm de diâmetro, eliminando as muito finas ou muito grossas (Figura 3).



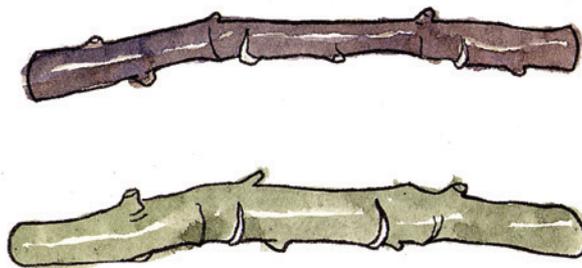
**Figura 3.** Diâmetro das ramas para plantio.

4. As ramas podem ser coletadas até 8 a 10 dias antes do plantio.
5. Evitar coletar ramas de plantas secas.
6. Cortar a cepa ou maniva-mãe, eliminar o excesso de galhos e preparar os feixes com 50 a 60 ramas, amarradas com um ou dois fitilhos e colocadas em um mesmo sentido – quando as ramas não vão ser armazenadas. Para o armazenamento por período de 30 a 40 dias, observar as formas de preparo dos feixes, se na vertical ou horizontalmente.
7. Não jogar os feixes de ramas no chão durante o transporte, para não causar ferimentos nem danificar as gemas de brotação.
8. Colocar os feixes de ramas em local fresco, sombreado e protegido de ventos quentes e secos até o preparo da maniva-semente.
9. Tirar a quantidade de ramas de acordo com o tamanho da área a ser plantada, evitando excesso e quantidade muito inferior à necessária. Para os cálculos da quantidade de ramas necessárias ao plantio, são considerados os seguintes dados:
  - Uma planta fornece cinco manivas-sementes.
  - Uma parte de 1/5 (20%) de uma área fornece manivas-sementes para o plantio da mesma área.
  - Para o plantio de um hectare, são necessários cerca de 4 m<sup>3</sup> a 6 m<sup>3</sup> de ramas.
  - Um hectare de lavoura, 12 meses após o plantio, produz ramas para o plantio de uma área com 4 ha a 5 ha.
  - Um metro cúbico de ramas pesa aproximadamente 150 kg e pode fornecer de 2.500 a 3.000 manivas-sementes com 20 cm de comprimento.

### 4.1.2. Seleção e preparo das manivas-sementes

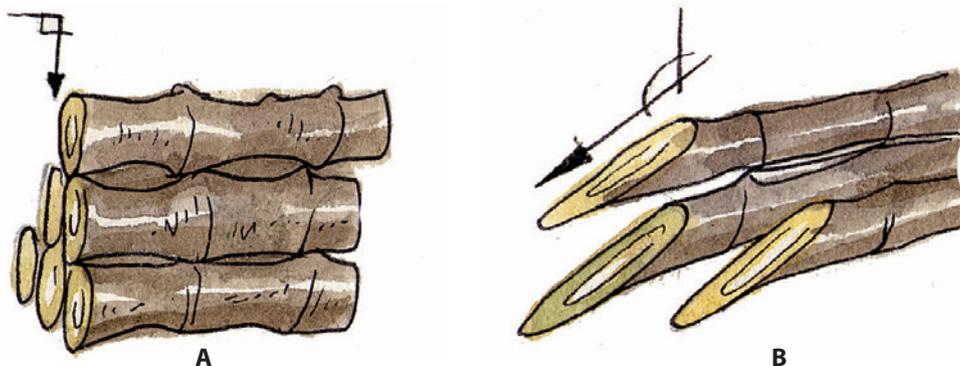
Maniva ou maniva-semente (manaíba, toletes ou rebolos) é a parte das ramas ou hastes usada no plantio para a propagação ou multiplicação da mandioca. Por ser uma semente vegetativa, sua qualidade é fundamental para o desenvolvimento de uma plantação produtiva e sem problemas fitossanitários. No preparo das manivas-sementes, alguns cuidados devem ser observados:

1. Selecionar as ramas sem sintomas aparentes de ataques de pragas ou doenças e verificar sua viabilidade pela prova do canivete: ao fazer um pequeno corte na rama, se sair seiva ou leite rápida e abundantemente, a rama está apta ao plantio (Figura 4).



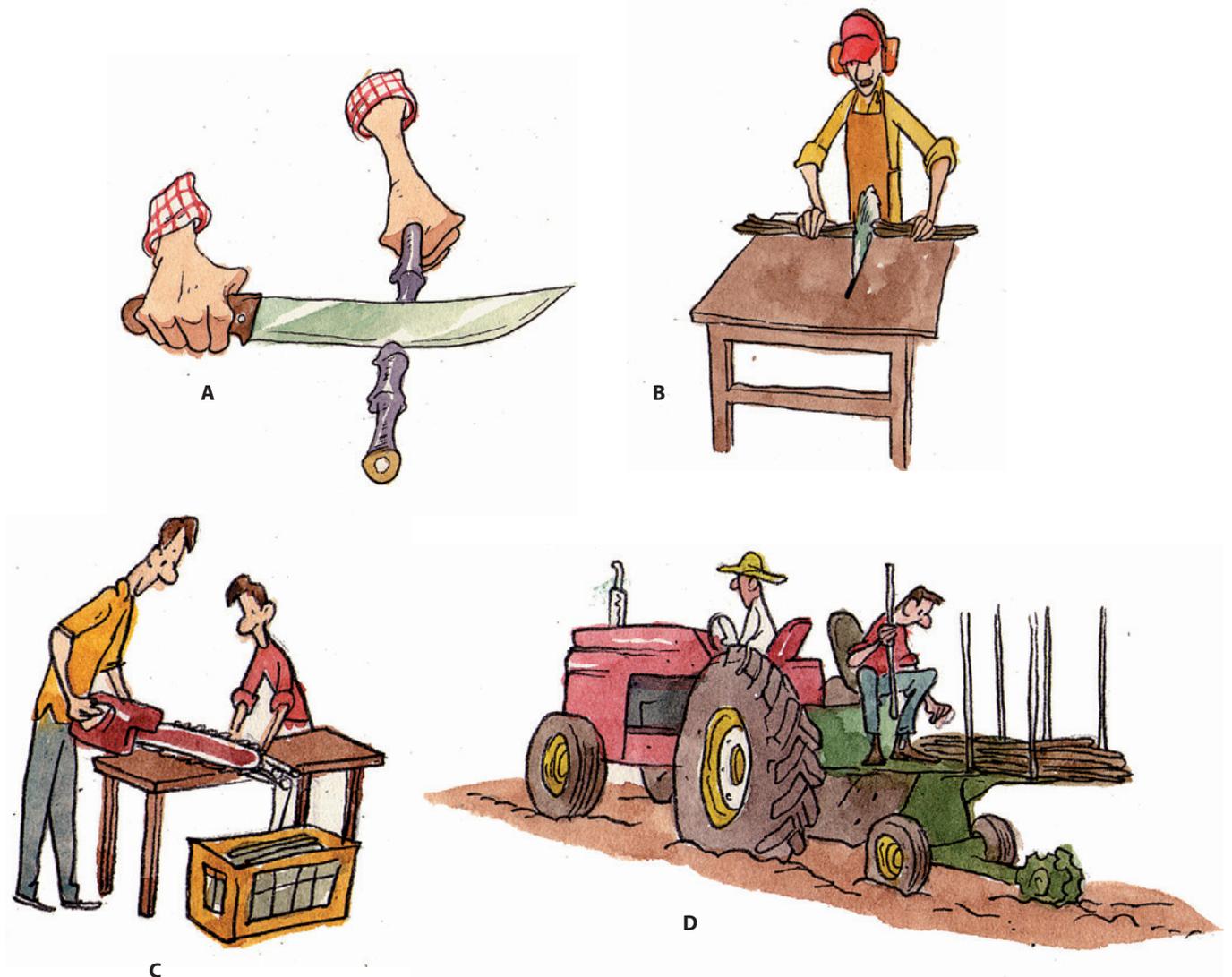
**Figura 4.** Ramas de mandioca com a prova do canivete.

2. Cortar as ramas em manivas-sementes com cerca de 20 cm de comprimento, contendo cinco a oito gemas ou olhos. Esse corte deverá ser feito em ângulo reto ou perpendicular ao comprimento da rama, visando melhor distribuição das raízes na maniva-semente. E deve-se evitar o corte chanfrado ou bisel (Figura 5).



**Figura 5.** Ramas cortadas em ângulo reto (A) e bisel (B).

3. As manivas-sementes podem ser preparadas com uso de facão, serra circular, motosserra ou com a própria plantadeira. No preparo com facão, deve-se evitar apoiar a rama, para o corte, em qualquer superfície, para não esmagar a gema (segurar a rama com uma mão, dando-lhe um golpe fraco com o facão de um lado, girar a rama 180° e dar outro golpe mais forte no outro lado, cortando a maniva-semente) (Figura 6).
4. As manivas-sementes devem ser cortadas no mesmo dia do plantio, devendo-se eliminar aquelas com brocas, doentes, com a medula escurecida ou com danos mecânicos.



**Figura 6.** Preparo das manivas-sementes com facão (A), serra circular (B), motosserra (C) e plantadeira (D).

### 4.1.3. Armazenamento de ramas para plantio

Nos cerrados, quando o plantio de mandioca visa a produção de raízes para a indústria de transformação de farinha ou polvilho/fécula e, algumas vezes, o mercado de mandioca de mesa in natura, não há coincidência entre a colheita da mandioca e os novos plantios. Isso tem contribuído para as perdas das ramas e, conseqüentemente, das variedades. Também contribui para a perda das variedades o fato de muitas vezes os produtores utilizarem as ramas de mandioca na alimentação animal, devido ao período seco ou por plantarem manivas-sementes de ramas armazenadas de forma inadequada (baixa brotação das manivas-sementes).

Nessas condições, o produtor tem somente três opções: adquirir as ramas para novo plantio em local externo à sua propriedade, armazenar as ramas até o plantio ou deixar uma área do plantio para produção de manivas-sementes.

- **Ramas de local externo:** O produtor, ao adquirir as ramas para plantio de local externo, poderá incorrer em problemas como plantio de variedade inadequada ao objetivo de seu plantio (indústria ou mesa); introdução de pragas ou doenças na lavoura, por não ter feito a inspeção na área de origem da rama; baixa brotação e vigor das plantas devido à baixa qualidade das ramas, entre outros. O produtor deve certificar-se da qualidade das ramas antes de levá-las ao plantio.
- **Armazenar as ramas:** Consiste em guardar as ramas, de modo a conservar sua viabilidade, por certo tempo até o plantio. O armazenamento, pelos métodos usados, por tempo superior a 40 a 60 dias, quase sempre leva a perda de qualidade das manivas-sementes (brotação e vigor). Por isso, o período de armazenamento deve ser o menor possível, podendo as ramas serem dispostas na vertical ou na horizontal.

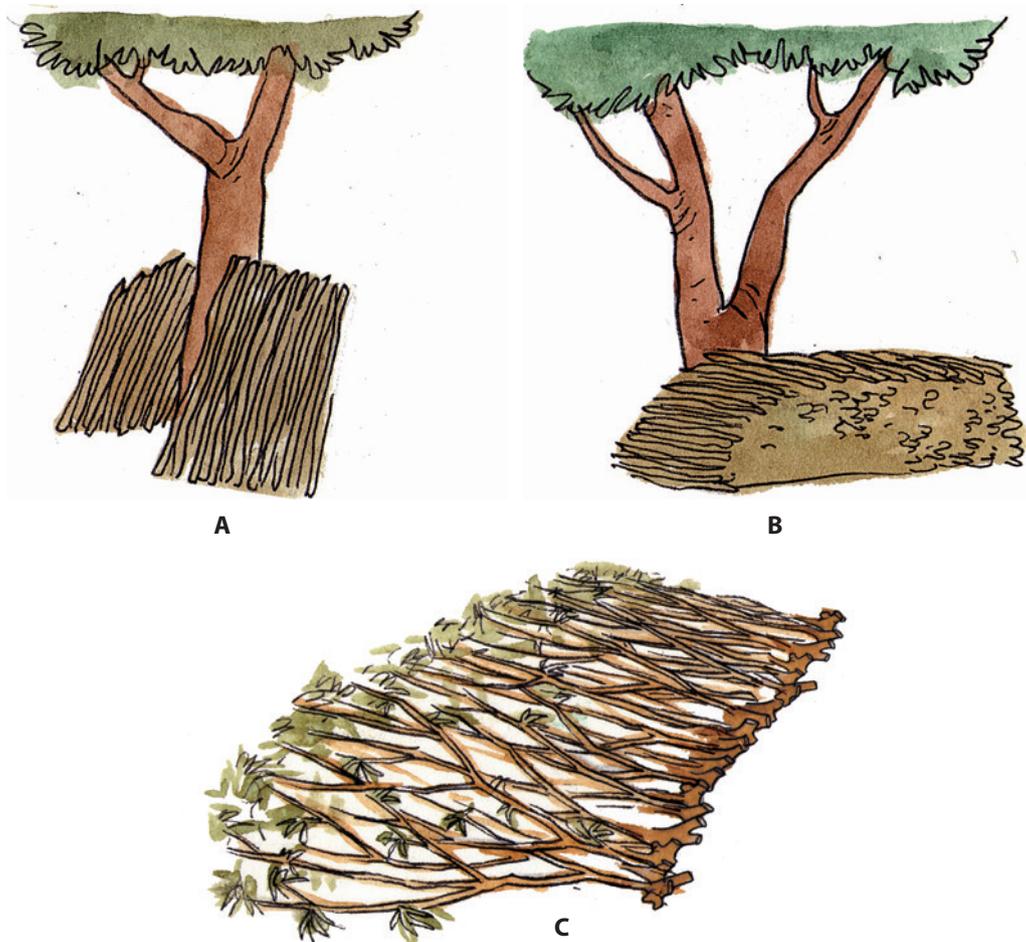
No preparo dos feixes, deve-se cortar o excesso de ramificações e a cepa (maniva-mãe), colocar de 50 a 60 ramas em um mesmo sentido, com a parte basal ou pé em mesmo plano, e amarrar com um ou dois fitilhos. Em local fresco e sombreado, os feixes são colocados na vertical, tendo as bases enterradas cerca de 5 cm em solo previamente afogado e molhado durante o período do armazenamento. Posteriormente, cercar toda a lateral com capim seco, para proteger dos raios solares diretos e de ventos frios ou quentes (Figura 7A).

Na horizontal, as ramas são preparadas deixando a cepa, retirando o excesso de galhos e colocando uma sobre a outra, de modo a formar uma pilha. Devem ser cobertas com capim seco (Figura 7B). Esses locais de armazenamento devem ficar o mais perto possível da área a ser plantada.

Outra forma de guardar a rama por período curto de tempo – muito usada pelos pequenos produtores – é arrancar as plantas inteiras, sem podar a parte aérea e sem tirar a cepa, e

deixar no próprio campo, organizadas em um mesmo sentido ou amontoadas umas sobre as outras (Figura 7C).

- **Campo de produção de manivas-sementes:** A qualidade da maniva-semente é fundamental para o sucesso da lavoura. Qualquer processo de armazenamento acarreta perda na qualidade das manivas-sementes e aumenta o custo de produção. Recomenda-se reservar a melhor área, com aproximadamente 20% do mandiocal, ou mesmo uma área exclusiva, como campo de multiplicação de maniva-semente. Ao deixar uma parte do mandiocal ou instalar um campo para a multiplicação de manivas-sementes, deve-se ter sempre em mente a quantidade de manivas-sementes que serão necessárias para o plantio da nova área.



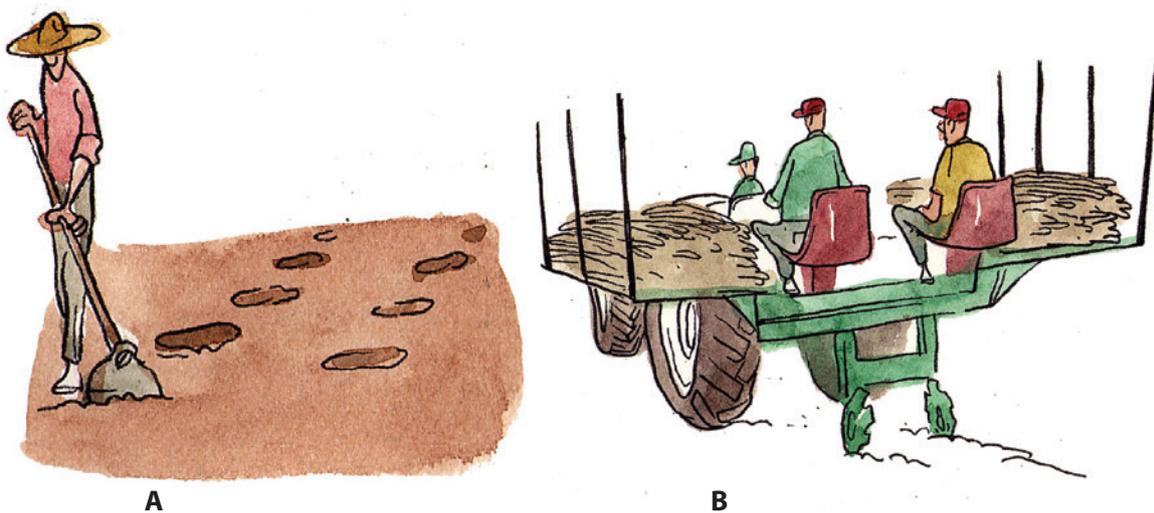
**Figura 7.** Armazenamento de ramas na vertical (A), horizontal (B) e na horizontal sem podar a parte aérea da planta (C).

## 4.2. Sistemas de plantio

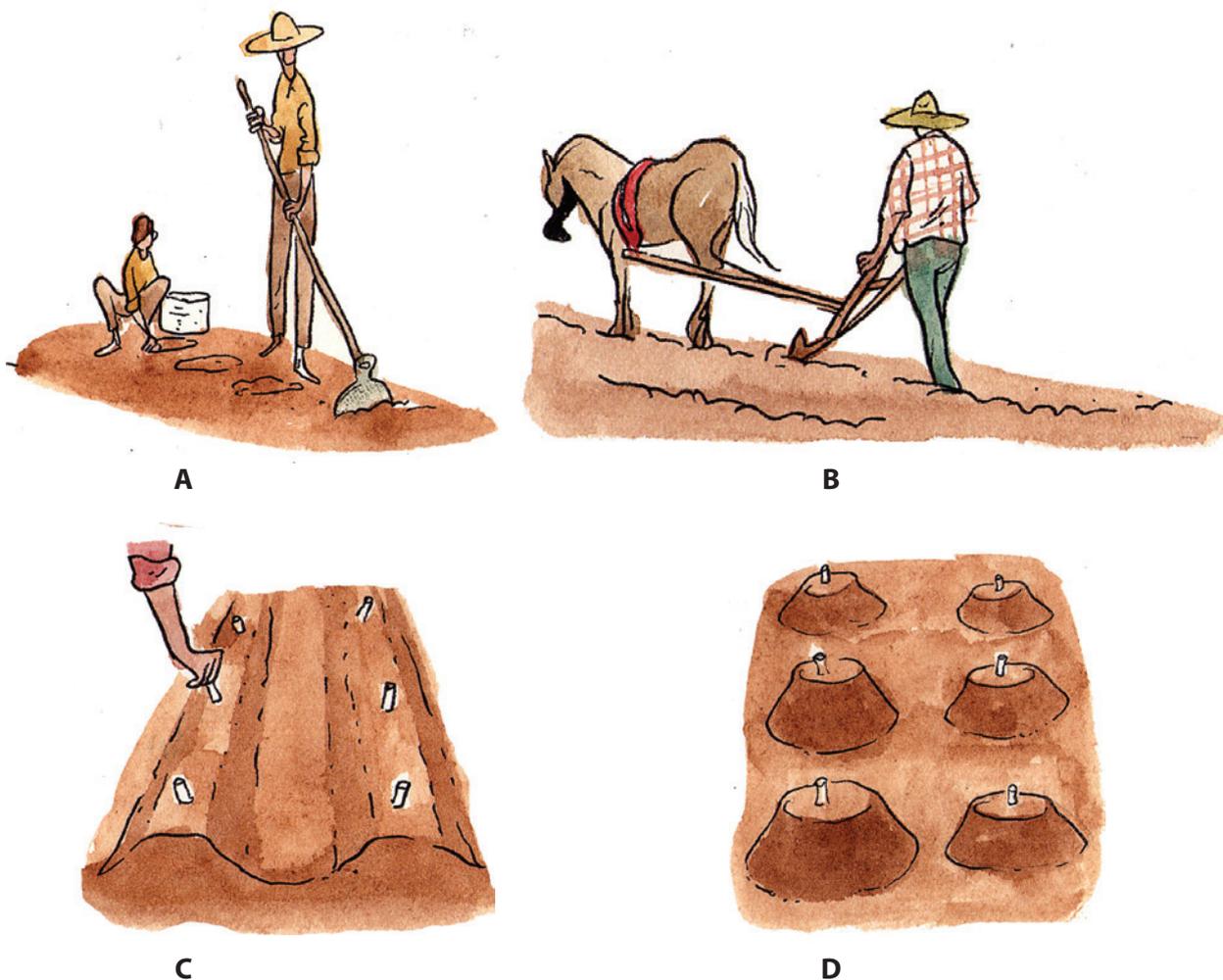
O plantio de mandioca pode ser manual ou mecanizado (Figura 8). Arada e gradeada a área, o plantio manual da mandioca pode ser feito em covas, sulco, camalhões ou em covas invertidas (matumbos); as manivas-sementes podem ser colocadas na horizontal (deitadas), na vertical ou inclinadas (Figura 9).

Nos solos de Cerrado, em geral, as covas são abertas manualmente, com enxadas, e os sulcos com sulcadores de tração animal ou mecanizado, com 10cm de profundidade. O adubo é colocado, na quantidade recomendada, no fundo das covas ou dos sulcos e incorporado ao solo. A maniva-semente é posta na posição horizontal ou deitada, evitando-se seu contato direto com o adubo, e coberta com uma camada de terra.

É importante observar que as manivas-sementes devem ser plantadas com a gema ou olho voltado para o mesmo sentido ou direção, propiciando que a maioria das raízes se direcione para um mesmo sentido, o que facilitará a colheita. Da mesma forma, as manivas-sementes devem ser plantadas na posição horizontal, para facilitar o plantio e propiciar o desenvolvimento mais superficial das raízes, reduzindo a mão de obra na colheita.



**Figura 8.** Métodos de plantio de mandioca manual (A) e mecanizado (B).



**Figura 9.** Sistemas de plantio de mandioca em covas (A), sulcos (B), camalhões (C) ou matumbos (D).

Já no plantio da maniva-semente na posição vertical ou inclinada aumenta o uso de mão de obra na fase do plantio e na colheita, em face da maior profundidade de desenvolvimento das raízes, embora a produção de raízes seja maior em relação ao plantio na horizontal. Por isso, o plantio de manivas-sementes na posição vertical ou inclinada é recomendado somente para áreas maldrenadas, em camalhões ou matumbos.

Nos solos com baixa condição de drenagem, o plantio pode ser feito com restrição em camalhões ou matumbos. Camalhões (elevações contínuas de terra) são terraços feitos manualmente ou mecanizados, tendo a base com cerca de 40 cm a 50 cm e altura de 30 cm a 40 cm; e os matumbos

são montículos isolados de terra feitos manualmente, com diâmetro de 40 cm a 50 cm e altura de 30 cm a 40 cm, onde as manivas-sementes são plantadas na posição vertical ou inclinada (inclinação de 45°). Nessas condições de manejo, melhora a drenagem do solo e evita o apodrecimento das raízes.

Nas condições normais de solo do Cerrado, o plantio em camalhões (construídos manualmente ou mecanizados com arados ou taipadeiras), apresenta a vantagem de facilitar a colheita manual ou mecanizada.

Por outro lado, o plantio da mandioca pode também ser mecanizado, com o uso de plantadeiras que executam simultaneamente a abertura do sulco, a adubação, a colocação da maniva-semente na posição horizontal e a cobertura com terra. Nesse caso, a maniva-semente tem que ser cortada com facão, serra circular ou motosserra. Ou mesmo com plantadeiras que exercem todas as atividades e serram a maniva-semente para o plantio.

### 4.3. Época de plantio

A época de plantio é de extrema importância para garantir uma boa produção da mandioca, principalmente por estar relacionada à existência de ramas de boa qualidade e às condições climáticas que favoreçam boa brotação e boa formação de raízes. Condições climáticas como a umidade e temperatura, relacionadas à presença de umidade no solo e ao calor, são fundamentais para bom estabelecimento e vigor inicial da cultura.

No Cerrado, de modo geral, as condições climáticas se caracterizam por períodos seco (abril a setembro) e chuvoso (outubro a março) bem definidos. A falta de umidade nos primeiros meses após o plantio causa perdas na brotação e na produção, enquanto o excesso prejudica a brotação e favorece a podridão de raízes. Essas condições restringem muito as épocas com condições mais favoráveis ao plantio da mandioca, ou seja, o início da estação chuvosa, de outubro a novembro, conforme trabalho de pesquisa desenvolvido na região. Experiências têm mostrado que, quanto mais cedo o plantio, melhor a reação da cultura em relação à ocorrência de bacteriose e de pragas como a mosca do broto, ácaros e percevejo-de-renda, e melhores as condições para o controle de ervas daninhas.

Nessas condições, também, cresce a importância de um campo específico para a produção de manivas-sementes porque, do contrário, as ramas teriam que ser armazenadas por longo período de tempo, em face das épocas de colheita e de plantio.

Considerando que o suprimento adequado de água para a mandioca é essencial e crítico nas fases de enraizamento e tuberização, que vão do primeiro ao quinto mês após o plantio, nessas

condições de Cerrados, a época de plantio reveste-se de maior importância. Assim, de um modo geral, nos plantios realizados no período de outubro a novembro o suprimento de água tem sido adequado para o desenvolvimento e produção da cultura.

Por outro lado, em situações onde é necessário plantar escalonado para alongar o período de colheita e conseqüentemente de oferta do produto no mercado, a irrigação pode ser uma prática, técnica e economicamente viável. Como por exemplo, na produção de mandioca de mesa, a irrigação permite o plantio escalonado e, dessa forma, a oferta de produto in natura de boa qualidade para abastecer o mercado consumidor. Resultados experimentais recentes indicam que a cultura não responde positivamente a irrigações com alta frequência. Tensões de água no solo de 60 kPa a 600 kPa, medida a 15 cm de profundidade, são adequadas ao desenvolvimento da cultura. Desse modo, a aplicação de lâminas de água de 30 mm a 40 mm a cada 15 dias é geralmente suficiente para um desenvolvimento adequado da cultura de mandioca. Vale ressaltar, que as irrigações com alta frequência associada à alta disponibilidade de nitrogênio no solo, normalmente causam excessivo desenvolvimento da parte aérea e baixa produção de raízes.

## 4.4. Espaçamento e densidade de plantio

A produtividade da lavoura de mandioca ou de qualquer outra cultura está relacionada ao aproveitamento dos fatores de produção pelas plantas, como água, luz e nutrientes. Dessa forma, a organização ou arranjo (população) das plantas dentro de uma mesma área contribui para maior ou menor competição, interespecífica ou intraespecífica, das plantas por esses fatores, com resultados na produtividade e no aproveitamento da terra. Em mandioca, a organização da população das plantas nos espaçamentos de fileiras simples e duplas depende de fatores como fertilidade dos solos, porte da variedade, tratos culturais, método de colheita e destino da exploração:

- **Fertilidade do solo:** Em plantios de mandioca em solos férteis ou adubados, há maior desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, maior exploração de área (índice de área foliar) e produção de raízes por planta, exigindo, assim, maior espaçamento entre elas. Quando o solo é mais fraco, o plantio pode ser mais adensado, reduzindo o espaçamento, pois as plantas se desenvolvem e produzem menos.
- **Porte da variedade:** Da mesma forma, na utilização de variedades com plantas de porte alto ou baixo e muito ramificada, o espaçamento entre plantas tem que ser aumentado, diminuindo a população, devido à ocupação de maior área por planta; entretanto, se a variedade for pouco ramificada ou sem ramificação, as plantas podem ser mais adensadas, com a redução do espaçamento entre elas (Figura 10).



**Figura 10.** Porte da variedade de mandioca ramificada (A) e sem ramificação (B).

- **Tratos culturais e método de colheita:** Nos plantios de mandioca onde tratos culturais como o controle do mato ou pulverizações e a colheita serão mecanizados, o espaçamento entre as plantas terá que ser maior, de forma a possibilitar a passagem do trator sem danificar as plantas.
- **Destino da exploração:** De acordo com a finalidade de exploração dos produtos da mandioca, são importantes a organização da população e o espaçamento entre as plantas durante o plantio, de forma a maximizar a obtenção desses produtos. Nos plantios, para atender às indústrias de farinha ou fécula, com lavagem e descascamento automatizados das raízes, por exemplo, o importante é a produtividade de raízes, não se considerando muito seu tamanho. Nesse caso, as plantas podem ser adensadas com a redução do espaçamento. Entretanto, se o preparo das raízes na indústria, como lavagem e descascamento, é artesanal ou manual, o tamanho da raiz é importante para facilitar esses trabalhos, e a população e o espaçamento entre as plantas serão maiores, de forma a possibilitar a produção de raízes maiores por planta.

Se o plantio é de mandioca de mesa, onde a qualidade culinária das raízes e a idade da planta na colheita são características relevantes, o espaçamento deve ser aumentado, de forma a obter raízes com padrão de mercado, em menor espaço de tempo possível (8 a 14 meses). Já nos plantios cujo objetivo é atender a alimentação animal, a população de plantas deve ser aumentada, com redução dos espaçamentos, visando maior produção da parte aérea.

No Cerrado, os espaçamentos recomendados e mais utilizados nos sistemas de fileiras simples, cultura solteira ou monocultivo, são os de 1,0 m a 1,20 m entre linhas e 0,60 m a 1,0 m entre plantas (Figura 11A). Já nos sistemas de fileiras duplas, os espaçamentos são de 2,00 m a 3,00 m entre fileiras duplas; de 0,60 m a 0,80 m entre fileiras simples e de 0,60 m a 0,80 m entre as plantas dentro da fileira – o mais recomendado é de 2,00 m x 0,60 m x 0,60 m e com linhas divergentes, ou seja, com as plantas em triangulação (Figura 11B).



**Figura 11.** Mandiocas plantadas em fileiras simples (A) e em fileiras duplas (B).

O sistema de plantio em fileiras duplas apresenta como vantagens facilitar a mecanização e a consorciação, aumentar a produtividade, reduzir o consumo de manivas-sementes e fertilizantes, permitir a rotação de culturas pela alternância das fileiras, facilitar a inspeção e aplicação de defensivos e a capina, aumentar o índice de uso da terra e a rentabilidade da cultura.

## 4.5. Consorciação de culturas

Conсорciação de culturas, cultivos múltiplos ou policultivos são sistemas de plantio em que em uma mesma área podem-se utilizar diferentes culturas em determinado espaço de tempo e, normalmente, com arranjos modificados em relação ao plantio de cultura solteira ou monocultivo. Nesses sistemas, há a cultura principal, com normalmente um ciclo mais longo, e a consorte (podendo ser uma ou mais), de ciclo mais curto.

Nesses sistemas, objetiva-se, além da preservação do solo, maior índice de uso da terra, o que expressa seu aproveitamento em relação à unidade de área. O objetivo é aumentar a produção, pelo uso mais eficiente do solo e melhor aproveitamento dos fatores de produção, como água, luz e nutrientes. Outro fator importante nos sistemas de consórcios múltiplos é o equilíbrio do ambiente criado no sistema, que propicia melhores condições para o controle biológico das pragas e doenças, e o fato de as plantas atuarem como barreiras na disseminação desses patógenos.

A mandioca é indicada como cultura consorte, devido ao longo tempo para brotação da maniva-semente e ao desenvolvimento lento na fase inicial da planta, o que contribui para a exposição do solo a condições de degradação e baixo aproveitamento dos fatores de produção. Nas regiões de Cerrado, estima-se que em torno de 80% das áreas com mandioca sejam cultivadas por pequenos produtores. Nessas condições, em que a força de trabalho, basicamente, é composta pela mão de obra familiar e as áreas são minifúndios, os cultivos múltiplos se revestem de maior importância, porque otimizam o uso mais intensivo dos recursos escassos, representados pela mão de obra, terra e capital.

Da mesma forma, nessas condições, os cultivos múltiplos ou policultivos são de extrema importância na segurança alimentar e como fonte contínua de renda para os pequenos agricultores.

A mandioca pode ser usada em policultivos com culturas anuais, perenes, agroflorestais e agrossilvipastoris. Como cultura principal, a mandioca pode ser consorciada com uma série de outras culturas (arroz, milho, feijão, amendoim, batata-doce, hortaliças em geral, leguminosas para adubação verde, entre outras), tanto em sistemas de plantio de fileiras simples, em que se deve aumentar o espaçamento entre as linhas, quanto em fileiras duplas (Figura 12).



**Figura 12.** Plantios de mandioca consorciados com culturas anuais em sistemas de plantio de fileiras simples (A) ou de fileiras duplas (B).

A mandioca também pode ser usada como cultura consorte em sistemas com culturas perenes ou florestas (Figura 13). Nesses sistemas de consorciação, temos os denominados agroflorestais e agrossilvipastoris. Nos agroflorestais, a associação se dá com diferentes culturas, de diferentes extratos de altura e de profundidade de raízes, o que otimiza o uso dos fatores de produção, como água, luz e nutrientes. Nos silviagropastoris, a associação tem como elementos consortes as culturas perenes ou florestais, agrícolas anuais ou semiperenes, e gramíneas ou leguminosas como pastagens.

Nesses dois sistemas, as culturas anuais entram não só como parte do equilíbrio, mas também como fonte alimentar e de renda para os agricultores, durante o tempo de imaturidade das culturas perenes e florestais. Assim, a mandioca pode ser associada nas entrelinhas em diferentes sistemas,

com culturas perenes como fruteiras tropicais, fruteiras nativas e outras, como seringueira, eucalipto e pínus, entre outras; e em sistemas silviagropastoris, com eucalipto, ingá e glicíndia, entre outras.



**Figura 13.** Mandioca plantada em sistemas consorciados com fruteiras perenes ou florestais.

## 4.6. Rotação de culturas

A rotação de culturas consiste em alternar o plantio de diferentes culturas em uma mesma área. Considerando que as culturas possuem diferentes exigências nutricionais, estruturas de plantas, profundidade de raízes, capacidade de resistência a pragas e doenças, a rotação de culturas aproveita essas diversidades em benefício do sistema, tendo como principais objetivos:

- Diversificar a produção agrícola.
- Melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo.
- Reduzir a incidência de plantas daninhas.
- Quebrar o ciclo biológico de pragas e doenças.

A cultura da mandioca possui brotação e desenvolvimento lentos na fase inicial, o que acarreta pouca proteção ao solo e, conseqüentemente, deixa os mandiocais sujeitos a acentuadas perdas de solo e água por erosão. Como grande parte da produção é exportada da área na forma de raízes, ramas para os novos plantios e, em alguns casos, a parte aérea serve à alimentação animal, sobra pouco resíduo orgânico para ser incorporado ao solo.

Na cultura da mandioca, em condições de Cerrado, a prática de rotação de culturas, além das outras vantagens, é fundamental no controle de doenças como bacteriose e superbrotamento, de pragas como ácaros, cochonilhas e percevejo-de-renda, e da depauperação do solo.

Assim, recomenda-se que seja feita a rotação de cultura pelo menos a cada dois cultivos da mandioca, usando outras culturas, como gramíneas ou leguminosas para produção de grãos, leguminosas para adubação verde ou deixando a área em pousio. Nesse particular, o sistema de plantio em fileiras duplas da mandioca em consorciação se reveste de importância para pequenas áreas, por permitir a rotação das culturas em uma mesma área.

Outro ponto a destacar é o aproveitamento da adubação residual feito pela cultura da mandioca.

## 4.7. Controle de plantas daninhas

A mandioca é propagada vegetativamente ou pelo plantio de manivas-sementes. Dessa forma, quase sempre, existe um período longo de tempo para a brotação e um desenvolvimento lento na fase inicial da planta, o que contribui para a exposição do solo e, conseqüentemente, favorece o rápido estabelecimento das ervas daninhas. A erva daninha irá competir com a cultura da mandioca por luz, água e nutrientes, e o grau dessa competição irá causar maior ou menor dano ao desenvolvimento e à produtividade da mandioca de acordo com as espécies e a densidade desse mato estabelecido na área.

Por ser uma cultura sensível à competição com ervas daninhas nos primeiros meses após o plantio, recomenda-se que a mandioca seja mantida sem mato-competição por um período de 90 a 150 dias após o plantio, período em que serão definidas pela planta as raízes de reserva a serem produzidas, ou seja, a quantidade de mandioca a ser produzida. Embora, após esse período, a mato-competição não cause perdas na produtividade de raízes, poderá dificultar a colheita causando quebra nas raízes ou mesmo aumentando o tempo de colheita, o que irá onerar o custo de produção. Efeitos esses que também serão intensificados a depender das espécies e densidades da infestação do mato.

Dessa forma, é importante que, desde o planejamento do plantio do mandiocal, algumas atividades sejam previstas para reduzir a incidência ou mesmo controlar as ervas daninha na área e,

consequentemente, reduzir o uso de mão de obra e os custos de produção. Entre essas atividades destaca-se a rotação de culturas (evitar repetir o plantio do mandiocal na mesma área); a consorciação de culturas (aumenta o índice de aproveitamento da terra); o uso de leguminosas para adubação verde; um bom preparo do solo; uma boa prática cultural do mandiocal (seleção de manivas-sementes, variedade adaptada, adequado espaçamento e densidade de plantio); e um bom conhecimento do tipo (folha larga ou estreita) e intensidade das ervas daninhas, que ocorrem na área a ser plantada, de forma a planejar o tipo de capina ou manejo do mato a ser realizado.

O número de capinas a serem realizadas vai depender da utilização e dos resultados das atividades mencionadas anteriormente, que terão influência direta na infestação das ervas. Esse manejo do mato pode ser manual, por meio de catação manual ou capinas com enxada; mecânico, por meio de enxadas rotativas, cultivadores ou carpideiras de tração animal ou tratorizado; e (ou) químico através da aplicação de herbicidas.

O controle manual, por meio da capina com enxada, ainda tem sido o mais utilizado na agricultura familiar ou em pequenas áreas de plantio, entretanto esse método onera muito a produção em função do tempo de realização e, principalmente, pela imobilização da mão de obra, que é um recurso limitante dentro do complexo sistema de cultivos na agricultura familiar. O uso do cultivador ou carpideiras de tração animal ou tratorizado nas entrelinhas e da enxada nas linhas de plantio tem sido o mais viável para as pequenas áreas. Outras formas de controle da erva daninha são a capina nas linhas de plantio e roçagem do mato nas entrelinhas, a utilização de cobertura morta nas linhas e roçagem nas entrelinhas ou a cobertura morta na área total.

A rotação de culturas, como mencionado, reduz a incidência de ervas daninhas no mandiocal e o uso de consorciação com outras culturas ou leguminosas para adubo verde e contribui para a redução da incidência do mato. Em plantio de mandioca em fileiras duplas, uma prática que contribui para o controle de ervas daninha e para a incorporação de matéria orgânica ao solo (controlando a umidade e a temperatura e melhorando as características físicas e químicas do solo), em benefício da produtividade e da qualidade da mandioca, é o plantio de leguminosas (feijão-de-porco, guandu, crotalária ou leucaena) para adubo verde nas entrelinhas. Elas serão podadas no florescimento e colocadas como cobertura morta nas linhas e entrelinhas do mandiocal ou mesmo incorporadas ao solo. Nessas condições, a leguminosa deverá ser plantada a 0,80 cm das linhas de mandioca, evitando a competição entre as mesmas.

O uso do controle químico, através da aplicação de herbicidas, tem sido muito difundido para os plantios em médias e grandes áreas. Na Tabela 5, são apresentados os principais herbicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Consulta no AGROFIT, via internet, realizada em abril de 2013). Vê-se que os herbicidas são seletivos para tipos específicos de ervas daninhas, se de folhas estreitas ou largas, daí a importância do conhecimento prévio do tipo

e intensidade de infestação na área. De um modo geral, as doses menores são recomendadas para solos mais leves (mais arenosos) e as doses maiores são para solos mais pesados (mais argilosos), exceto o Sencor, que não é recomendado para solos de textura arenosa. Vê-se, também, que a maioria dos herbicidas recomendados é do modo de aplicação pré-emergente para a cultura da mandioca e para as ervas daninhas, portanto deverá ser aplicada em no máximo três dias após o plantio, e em solos com certa umidade, devendo ser evitada a aplicação em solos secos.

Vale ressaltar que toda utilização de produto químico na lavoura deverá ser recomendada por um técnico e, tanto no preparo da calda como na aplicação, sempre com a utilização dos produtos de proteção individual (EPis).

**Tabela 5.** Herbicidas registrados para a cultura da mandioca no Brasil<sup>1</sup>.

Ingrediente ativo	Nome comercial	Dose do produto comercial	Modo de aplicação	Ervas daninhas
Ametrina	Ametrex WG*	2,0 a 3,0 kg/ha	Pós-plantio e pré-emergência da cultura e pré ou pós-emergência inicial das plantas infestantes.	Folhas largas e algumas de folhas estreitas.
	Herbipak WG			
Ametrina + Clomazona	Sinerge EC*	4,0 a 5,0 L/ha	Pós-plantio e pré-emergência da cultura e pré ou pós-emergência inicial das plantas infestantes.	Folhas estreitas e algumas de folhas largas.
Cletodim	Lord	0,35 a 0,45 L/ha + óleo mineral emulsionável 0, 1 a 0,5 % v/v.	Pós-emergência da cultura e das plantas infestantes em fase inicial ativa de crescimento.	Folhas estreitas
	Select 240 EC			
Clomazone	Gamit	2,0 a 2,5 L/ha	Pós-plantio e pré-emergência da cultura e das plantas infestantes.	Folhas estreitas e algumas de folhas largas
	Gamit 360 CS*	2,8 a 3,5 L/ha		
	Clomazone 500 EC FMC	2,0 a 2,5 L/ha		
Fluazifope-P-butílico	Fusilade 250 EW(2)	0,5 a 0,7 L/ha	Pós-emergência da cultura e das plantas infestantes em fase inicial crescimento.	Folhas estreitas
Isoxaflutole	Provence 750 WG	100 a 125 g/ha	Pós-plantio e pré-emergência da cultura e das plantas infestantes.	Folhas estreitas e algumas de folhas largas
Metribuzim	Sencor 480	0,75 a 1,0 L/ha	Pós-plantio e pré-emergência da cultura e das plantas infestantes.	Folhas largas

\* CS – Suspensão de encapsulado, EC – Concentrado emulsionável, EW – Emulsão óleo em água, WG – Granulado dispersível.

<sup>1</sup> Consulta feita ao Agrofit em abril de 2013.

## 4.8. Podas

A prática cultural de poda na mandioca tem sido questionada por técnicos e produtores, uma vez que, de modo geral, ela reduz a produção e o teor de matéria seca da raiz, aumenta o teor de fibras nas raízes, possibilita a infestação de ervas daninhas, além de propiciar a disseminação de pragas e doenças. Entretanto, em condições especiais, ela pode ser feita e classificada como poda total e poda parcial:

- **Poda total:** Refere-se à poda de toda a parte aérea das plantas, podendo ser em todo o mandiocal ou em parte dele. É efetuada, normalmente, no início do período chuvoso, a uma altura de 10 cm a 15 cm da superfície do solo e em plantas com 10 meses a 12 meses de idade. Mandiocaís que sofreram esse tipo de poda devem ser colhidos somente quatro a seis meses após a poda.
- **Poda parcial:** Refere-se à retirada de alguma haste ou de parte de haste, podendo ser feita em todas as plantas do mandiocal ou em parte dele. De modo geral, os efeitos negativos da poda do mandiocal são menores na poda parcial do que na total.

As podas do mandiocal deverão ser feitas com critério, com o uso de facão bem amolado. O corte deverá ser feito com um só golpe, evitando danificar ou rachar a parte basal da planta.

Nas condições de Cerrado, a poda das plantas de um mandiocal, de modo geral, prejudica as raízes tanto em rendimento quanto em qualidade. Entretanto, muitas vezes, como parte de um sistema complexo de produção de agricultura familiar, ou mesmo em plantios industriais, ela pode ser criteriosamente feita para objetivos específicos, como:

1. **Controle de erva daninha:** A competição com o mato é prejudicial ao mandiocal durante os primeiros 90 dias a 120 dias após a brotação das plantas. Entretanto, nas condições de Cerrado, têm sido necessárias pelo menos mais uma ou duas capinas durante o segundo ciclo da cultura, com o principal objetivo de reduzir a infestação do mato e facilitar a colheita.

Em mandiocaís com área acima de 10 ha e alta infestação por erva daninha, a poda total, feita manualmente ou com roçadeira mecânica, tem sido usada para facilitar o controle do mato por meio da aplicação de herbicidas de pós e pré-emergentes (aplicados entre 2 dias a 3 dias após a poda do mandiocal). Nessas condições, de modo geral, a parte aérea da mandioca podada é usada como rama para novos plantios, deixada sobre a área para decomposição e reciclagem dos nutrientes ou usada na alimentação animal.

Em algumas condições, no segundo ciclo do mandiocal, logo após a rebrota (após o período de repouso onde a planta perde todas as folhas), as plantas se fecham, não permitindo a entrada de luz e, conseqüentemente, reduzindo a infestação do mato. Assim, não há necessidade da poda total da parte aérea das plantas. Caso ela seja feita, invariavelmente vai aumentar a infestação com mato na área, o que exigirá maior atenção do produtor e controle mais rigoroso. Esse controle inicial do mato logo após a poda permite um desenvolvimento mais vigoroso da parte aérea das plantas, reduzindo a perda no rendimento de raízes, e possibilitando maior aproveitamento para alimentação animal na colheita.

- 2. Retirada de ramas para manivas-sementes:** A obtenção das manivas-sementes para o plantio de novas áreas quase sempre é feita pela poda do mandiocal, uma vez que o armazenamento de ramas por longo período deve ser evitado. Essa poda pode ser parcial ou total. No caso de poda parcial, ela deverá ser feita com critério, não existindo regra sobre como ela deve ser feita. O que se preconiza é que seja retirada parte das ramas de uma planta, ou seja, o mínimo necessário para atender à demanda de manivas-sementes do novo plantio. É preferível retirar uma rama de uma planta que tem três hastes, deixando duas, do que retirar uma rama de uma planta que tem duas hastes.
- 3. Controle de pragas e doenças:** Em alguns casos, a poda tem sido usada como controle e, principalmente, para a redução do inóculo ou população de pragas e doenças no mandiocal. Dependendo do nível de incidência ou de infestação, a poda poderá ser total ou parcial. Pode-se usá-la para combater a infestação com a mosca do broto ou com a broca da haste. As partes da planta atacadas são podadas e enterradas ou queimadas, para reduzir a população dos insetos na área. Também contra a incidência inicial de bacteriose em plantas de segundo ciclo, quando se faz a poda parcial eliminando as partes infectadas das plantas.
- 4. Utilização para alimentação animal:** Nas condições de Cerrado, considerando que as variedades de indústria normalmente são colhidas 18 meses após o plantio, o que coincide com o início da seca e de escassez de alimentos, é possível a adoção de estratégias para o manejo da mandioca para duplo propósito: produção de manivas-sementes e de raízes e produção da parte aérea para alimentação animal.

Nesse cenário, é possível considerar que uma opção de grande valia seria o produtor efetuar a poda total do mandiocal 12 meses após o plantio (final da seca e início das chuvas) e usar as manivas-sementes para novos plantios e o restante na alimentação animal. Assim, após a poda, a parte aérea da planta regeneraria e cresceria vigorosa, até o momento propício para a colheita, 18 meses após o plantio (início da seca e escassez de alimentos), quando ainda estaria tenra e poderia ser totalmente usada na alimentação animal, juntamente com as raízes que não estiverem aptas para a comercialização e as que o produtor optar por destinar à formulação de rações.

## 4.9. Colheita

A mandioca é uma cultura perene, cianogênica, e sua importância econômica está relacionada à produção de raízes tuberosas. Cianogênica por ter em sua constituição glicosídeos cianídricos (linamarina e lotraustalina) e enzimas como a linamarase, que em reação de hidrólise liberam o ácido cianídrico (HCN), que é tóxico ao homem e aos animais. Daí as variedades serem classificadas em mandiocas de mesa (aipim, macaxeira, mandioca doce) (menos de 100 ppm HCN) e de indústrias (mandioca, mandioca brava) (mais de 100 ppm HCN).

Por sua vez, perene por possuir ciclos vegetativos e produtivos constantes e com uma contínua deposição de carboidratos (principalmente o amido) em suas raízes de reserva. Nas condições de Cerrado, onde existe um período seco definido, os ciclos da cultura da mandioca também são bem definidos. Entretanto, para uma produção econômica, são considerados os mandiocais com um ou dois ciclos, onde as mandiocas de mesa são colhidas, preferencialmente, com um ciclo (10 meses a 12 meses) e as de indústria com um ou dois ciclos (18 meses a 24 meses).

O primeiro ciclo é compreendido desde a brotação das manivas-sementes até a fase de repouso fisiológico da planta, onde há uma paralisação do crescimento e perda total das folhas da planta. Ciclo esse que, nas condições de Cerrado, coincide com um período climático chuvoso e um de seca. Nesse ciclo a planta passa pelo início de tuberização (translocação do excesso de carboidrato produzido pela fotossíntese da parte aérea para deposição nas raízes) de suas raízes cerca de 80 dias a 90 dias após o plantio; por um período de produção exuberante de parte aérea e alto índice de área foliar (dos 4 meses aos 7 meses); por um período de redução do tamanho e queda das folhas baixas, floração e frutificação (dos 5 meses aos 9 meses); e, posteriormente, com o estresse hídrico e baixas temperaturas, pelo período de paralisação do seu crescimento e entrada em repouso fisiológico com queda total das folhas (dos 8 meses aos 10 meses).

O segundo ciclo da cultura é caracterizado pela rebrota das plantas reconstituindo a parte aérea e, novamente, florescendo, frutificando, e entrando em novo período de repouso, com o direcionamento e o armazenamento dos fotoassimilados provenientes da parte aérea para as raízes, como no primeiro ciclo. Na rebrota é priorizado o redirecionamento das reservas para um crescimento vegetativo mais intenso, em detrimento das reservas das raízes, o que contribui para uma momentânea redução no conteúdo de amido nas mesmas (popularmente conhecida como a fase em que as raízes estão aguadas). Essa fase é considerada crítica para a colheita das raízes da maioria das variedades de mandioca de mesa e de indústria.

Dessa forma, a planta de mandioca a partir dos 60-90 dias de idade faz uma deposição de camadas de amido em suas raízes, que é extremamente influenciada pelo potencial genético da

variedade e das condições edafoclimáticas. Culminando na fase de repouso, durante o inverno, com o aumento do diâmetro dessas raízes tuberosas, como resultado das reservas provenientes da parte aérea e, conseqüentemente, aumentando o teor de matéria seca e amido das mesmas.

Essas características são de extrema importância e peculiares para a cultura da mandioca, onde, de um modo geral, as épocas mais indicadas para colher são aquelas em que as plantas encontram-se em período de repouso, ou seja, quando pelas condições de clima e do ciclo elas já diminuam o número e o tamanho das folhas e dos lobos foliares, condição em que atinge o máximo de produção de raízes com elevado teor de amido. Entretanto, com essas características e peculiaridades a mandioca permite épocas flexíveis de colheita, podendo ser influenciada por vários fatores como: condições climáticas, ocorrência de pragas ou doenças, disponibilidade de mão-de-obra, manejo cultural, preço de mercado e, principalmente, pelo objetivo do produto ou variedade plantada.

Dentro do objetivo do produto a época de colheita é de fundamental importância para as variedades de mandioca de mesa ou para indústria.

- **Variedades de mesa:** Na colheita, além da produtividade, alguns fatores são importantes para o mercado das raízes de mandioca de mesa para consumo in natura como um padrão uniforme de tamanho das raízes, tempo de cozimento e tempo de conservação na prateleira ou pós-colheita. De um modo geral, essas qualidades tem sido obtidas em raízes colhidas de mandiocais com um ciclo ou com 8 meses a 14 meses de idade. Características essas muito influenciadas pela variedade e condições edafoclimáticas. Vale ressaltar que as mandiocas devem ser arrancadas, armazenadas à sombra e em locais frescos e transportadas o mais rápido possível para o local de comercialização; e que alguns cuidados adicionais se deve ter ao colher, transportar ou armazenar as mandiocas de mesa como: evitar danificar as raízes no arranquio ou na depinicação, evitar bater ou jogar as raízes e evitar as raízes que tenham soltado a película externa.
- **Variedades de indústria:** Nas variedades para fins industriais a melhor época de colheita tem sido determinada pela produtividade, teor de matéria seca e o teor de amido das raízes. De um modo geral, essas características tem sido obtidas em mandiocais colhidos com dois ciclos ou com 18 meses a 24 meses de idade. Logo após a colheita, as raízes devem ser armazenadas à sombra e em locais frescos e transportadas o mais rápido possível para as indústrias.

A fase de colheita é uma das mais onerosas do sistema de produção de mandioca, com cerca de quase metade do custo de produção. Quanto aos métodos de colheita da mandioca temos o manual, mecanizado e semimecanizado. O manual tem sido o mais utilizado em função da predominância de pequenas áreas de plantio. Normalmente se realiza uma poda da parte aérea da planta para facilitar o arranquio das raízes ou faz-se o arranquio direto da planta sem a poda. Nessas condições

normalmente se faz o uso de enxada ou enxadão para facilitar o trabalho e evitar quebrar as raízes. No semimecanizado, se realiza a poda, manualmente ou com roçadeiras mecanizadas, da parte aérea das plantas e são utilizados fofadores que afofam a terra e facilitam o arranquio manual das raízes, entretanto, esses equipamentos quebram muito as raízes. No mecanizado, existem máquinas que fazem a poda da parte aérea e arrancam as raízes, sendo pouco utilizadas por estarem ainda em testes e ajustes.

## 4.10. Literatura recomendada

CARVALHO, P. C. de; EZETA, F. N.; Efeito do fotoperíodo sobre a “tuberização” da mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 2, p. 51-51, 1983.

CARVALHO, J. E. B.; PERESSIN, V. A.; ARAÚJO, A. M. A. Manejo e controle de plantas daninhas. In: SOUSA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: CNPMF, 2006. p. 560-590.

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

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

CORREIA, H.; ROCHA, B. V. Manejo da cultura da mandioca. **Informe Agropecuário**, v. 5, n. 59/60, p. 16-30, 1979.

COSTA, I. R. S.; NASSAR, N. M. A.; PERIM, S. Padrão de crescimento de raízes e da parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em condições de cerrado do Distrito Federal. **Turrialba**. v. 34, n. 4, p. 530-534, 1994.

EL-SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H.; PORTO, M. C. M. Características fotossintéticas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 1, n. 2, p. 143-154, 1989.

EL-SHARKAWY, M. A.; PILAR, HERNÁNDEZ. del P.; HERSHEY, C. Yield stability of cassava during prolonged mid-season water stress. **Experimental Agriculture**, v. 28, p. 165-174, 1991.

FIALHO, J. F.; OLIVEIRA, M. A. S.; PEREIRA, A.V. **O cultivo da mandioca no Cerrado**. Planaltina,DF: Embrapa Cerrados 1998. 2 p. (Guia Técnico do Produtor Rural, 16).

LORENZI, J. O; DIAS, C. A. de C. **Cultura da mandioca**. Campinas: CATI, 1993. 41 p. (Boletim Técnico, 211).

MATTOS, P. L.; GOMES, J. C. **O cultivo da mandioca**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 122 p. (Circular Técnica, 37).

MATTOS, P. L. P.; SOUZA, A. S.; FERREIRA FILHO, J. R. Propagação. In: SOUSA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: CNPMF, 2006. p. 455-491.

MATTOS, P. L. P. Implantação da cultura. In: SOUSA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: CNPMF, 2006. p. 492-517.

MATTOS, P. L. P. Consorciação e rotação das culturas. In: SOUSA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P. FUKUDA, W.M.G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: CNPMF, 2006. p. 518-559.

MOURA G. M. Interferência de plantas daninhas na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Planta Daninha**, v. 18, n. 3, p. 451-456, 2000.

MOURA, G. M.; COSTA, N. L. Efeito da frequência e altura de poda na produtividade de raízes e parte aérea em mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 8, p. 1053-1059, 2001.

OTSUBO, A. A.; FARIAS, A. R. N. **Sistema de produção sobre cultivo da mandioca na região centro-Sul do Brasil**. Campo Grande, MT: Embrapa Agropecuária Oeste e Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116 p.

OLIVEIRA, S. L. de, MACEDO, M. M. C.; PORTO, M. C. M. Efeito do déficit de água na produção de raízes de mandioca. Brasília, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 1, p. 121-124, 1982.

PEIXOTO, C. P. Mandioca. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais**: trigo, milho, soja, arroz e mandioca. São Paulo: NOBEL, 1999. p.109-126.

PERESSIN, V. A. **Manejo integrado da plantas daninhas na cultura da mandioca**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 2010, 54 p.

PINHO, J. L. N.; TÁVORA, J. A. F.; LIMA, A. R. C. Influência da poda da parte aérea da mandioca no rendimento de ramas, raízes e amido. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 4, n. 2, p. 45-53, 1985.

PORTO, M. C. M.; COCK, J. H.; CADENA, G. G., PARRA, G. E.; HERNÁNDEZ, A. del P. Acúmulo e distribuição de matéria seca em mandioca submetida a deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 35, p. 557-565, 1989.

RAMANUJAM, T.; INDIRA, P. Canopy structure on growth and development of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Turrialba**, v. 33, p. 321-326, 1983.

RAMOS, G. A.; PERIM, S. **Cultura da mandioca**: recomendações técnicas para Goiás. Goiânia, GO: EMGOPA, 1986, 40 p. (Circular Técnica, 10).

SILVA, M. L. S.; ABREU, M. L.; BRACHTVOGEL, E. L.; CURCELLI, F.; GIMENES, M. J.; LARA, A. C. C. Moléculas de herbicidas seletivos à cultura da mandioca. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, p. 61-72, 2009.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. **Sistema de produção de mandioca para a região do Cerrado**. Cruz da Almas, BA: CNPMF, 2003. 61 p.

TAKAHASHI, M.; FONSECA JÚNIOR, N. S. TORRECILLAS, S. M. **Mandioca no Paraná**: antes, agora e sempre. Curitiba: Iapar, 2002. p. 95-112. (Circular Técnica, 123).

TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. **A cultura da mandioca**. Paranaíba: Olímpica, 2005. 116 p.

TÁVORA, F. J. A. F.; FILHO, M. B. Antecipação de plantio, com irrigação suplementar no crescimento e produção de mandioca. Brasília, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 12, p. 1915-1926, 1994.

VIANA, A. E. S.; LOPES, S. C.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C. S.; ROCHA, V. S. Efeito do armazenamento de ramas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) sobre características agronômicas da cultura. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 15, p. 55-66, 1996.

YAO, N. R.; GOUÉ, B. Water use efficiency of a cassava crop as affected by soil water balance. Holanda, **Agricultural and Forest Meteorology**, n. 61, p. 187-203, 1992.

# Principais pragas da mandioca no Cerrado



**Charles Martins de Oliveira**  
**Silvana Vieira de Paula-Moraes**

## 5. Pragas da mandioca no Cerrado

A mandioca é considerada uma cultura relativamente tolerante ao ataque de pragas. Contudo, estudos têm demonstrado que a redução na produção pode ser significativa quando as populações de pragas são altas e as condições ambientais, desfavoráveis à cultura. Há relatos de cerca de 200 espécies de artrópodes que se alimentam de mandioca, apenas no continente americano. Muitos desses organismos são específicos da cultura e apresentam graus variáveis de adaptação às defesas bioquímicas das plantas, que inclui a produção de substâncias lactescentes e de ácido cianídrico. A seguir, são apresentadas as principais pragas que ocorrem nos cultivos de mandioca no Cerrado brasileiro e as principais medidas para seu controle.

### 5.1. Percevejo-de-renda – *Vatiga illudens* (Drake) (Hemiptera: Tingidae)

Os adultos são pequenos percevejos que apresentam cor cinza e cerca de 3 mm de comprimento (Figura 1). As fases jovens, chamadas de ninfas, são de coloração branca e menores que os adultos (Figura 2). Passam por cinco estádios ninfais, que se completam em torno de 11 dias a 13 dias. Vivem em colônias encontradas na face inferior das folhas basais e medianas da planta, podendo colonizar as folhas apicais quando o ataque é severo. São insetos sugadores, que ocorrem no início da estação seca. As maiores infestações, geralmente, são registradas no primeiro semestre do ano, concentrando-se no período de fevereiro a maio.



**Figura 1.** Adultos do percevejo-de-renda.



Foto: Josefino de Freitas Fialho

**Figura 2.** Ninfas do percevejo-de-renda.

## Danos

Os danos são causados tanto pelas ninfas como pelos adultos. Os sinais de ataque manifestam-se inicialmente por pequenas pontuações branco-amareladas, que aumentam em número e tamanho, tornando as folhas bronzeadas (Figura 3). Na face inferior das folhas aparecem inúmeros pontos pequenos, de cor preta, que correspondem aos excrementos dos insetos. Dano considerável pode ocorrer quando as populações da praga são altas, o que torna as folhas cloróticas, reduzindo a taxa de fotossíntese e provocando sua queda.

Dependendo da variedade utilizada, da idade da cultura, da intensidade e da duração do ataque, essa praga causa queda acentuada na produtividade, principalmente em condições de baixa umidade. Alguns estudos apontaram reduções de 21% e 50%, respectivamente, na produção de raízes e massa verde do terço superior de diferentes variedades de mandioca avaliadas nas condições de Cerrado.



Foto: Josefino de Freitas Fialho

**Figura 3.** Danos provocados pelo percevejo-de-renda.

## Controle

Devem ser tomadas medidas para reduzir a infestação da praga, por meio da destruição dos restos culturais, plantios consorciados e rotação de culturas. Atenção deve ser dada no período da seca, que favorece a ocorrência da praga. A escolha da variedade é importante, já que algumas são menos atacadas. O melhor controle consiste na utilização de cultivares mais tolerantes ao ataque e de manivas-sementes para o plantio oriundas de áreas isentas da infestação da praga.

Dados de pesquisa demonstraram que a praga pode ser controlada com inseticidas (monocrotofós, dimetoato e vamidotion), resultando em acréscimos de produção de raízes e parte aérea. No Cerrado brasileiro, o uso dos inseticidas tiametoxan + cipermetrina e dimetoato, testados em 17 genótipos de mandioca, resultou em 100% de eficiência no controle de ninfas e adultos do percevejo. Embora eficientes, esses inseticidas não estão registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para uso na cultura da mandioca.

### 5.2. Mandarová – *Erinnys ello* L. (Lepidoptera: Sphingidae)

Os adultos são mariposas de cerca de 8 cm a 9 cm de envergadura, de coloração geral cinza, asas posteriores avermelhadas, com borda inferior preta e abdome listrado de preto e cinza (Figura 4). Os ovos são postos isoladamente nas folhas, apresentam coloração inicial verde e posteriormente tornam-se amarelados. As lagartas, única fase do inseto que causa dano à cultura da mandioca, passam, em geral, por cinco estádios de desenvolvimento, que duram de 12 dias a 15 dias. Inicialmente as lagartas têm cerca 0,5 cm de comprimento e ao final do desenvolvimento podem atingir 10 cm. Sua coloração varia do verde ao marrom e ao preto (Figura 5).

Após a fase de lagarta, o inseto migra para o interior do solo e se transforma em pupa, que dura entre 15 dias e 30 dias. O ataque do mandarová pode ocorrer em qualquer época do ano, entretanto é mais comum no início da estação chuvosa. É uma praga de ocorrência esporádica, podendo levar alguns anos para que ocorram novos ataques severos.

Foto: Charles Martins de Oliveira



**Figura 4.** Adulto do mandarová-da-mandioca.

Foto: Charles Martins de Oliveira



**Figura 5.** Lagarta do mandarová-da-mandioca.

## Danos

É considerada uma das principais pragas da cultura da mandioca e apresenta ampla distribuição no Brasil. As lagartas são desfolhadoras, com grande capacidade de consumo. Cada indivíduo pode consumir mais 1.000 cm<sup>2</sup> de área foliar, o que equivale a 12 folhas bem desenvolvidas, principalmente quando estão no último estágio de desenvolvimento (cerca de 10 cm), o qual responde por cerca de 75% do consumo das folhas. Em ataques severos, podem causar a desfolha completa das plantas, (Figura 6) diminuindo a produção de raízes entre 50% a 60%.

A redução na produção de raízes depende de fatores como idade das plantas (plantas mais jovens, maiores perdas), fertilidade do solo (solo menos férteis, maiores perdas), condições ambientais (época seca, maiores perdas) e frequência do ataque (maior número de ataques, maiores perdas).



**Figura 6.** Desfolha provocada pelo mandarová-da-mandioca.

## Controle

Em pequenas áreas, o monitoramento na cultura permite detectar a presença de ovos e lagartas pequenas nas folhas. Nesse caso, deve-se proceder a catação manual e a destruição do inseto. Quando da implantação da cultura, pode-se também fazer a aração do solo, o que ocasiona o enterrio profundo das pupas ou mesmo a exposição dessa fase do inseto aos raios solares e a predadores.

Como prática cultural, também se recomenda a eliminação de plantas da família **Euphorbiaceae** (mesma família da mandioca), que podem ser hospedeiras da praga, e a rotação de culturas, pois a ausência da planta hospedeira pode auxiliar na quebra do ciclo da praga. Armadilhas de luz podem ser utilizadas para monitorar a população de adultos e auxiliar o produtor na previsão de ataques intensos e na tomada de decisão para o uso das alternativas de controle.

O controle biológico pode ser usado por meio da pulverização de uma bactéria, o *Bacillus thuringiensis*, sobre as lagartas pequenas (3 cm a 5 cm). Mais recentemente, pesquisas têm demonstrado que o agente *Baculovirus erinnys*, um vírus de ocorrência comum em regiões de Cerrado e no Nordeste brasileiro, apresenta eficiência de até 95% de controle sobre o mandarová. Nesse caso, as próprias lagartas infectadas podem servir para produzir a calda que será usada para o controle da praga. O uso dessa tecnologia deve ser feito seguindo orientação técnica sobre dosagem e o momento ideal de aplicação.

O mandarová apresenta também uma série de inimigos naturais, pequenas vespinhas que parasitam a lagarta. Esses inimigos naturais podem exercer um bom controle da praga, porém sua presença está sempre condicionada ao equilíbrio ecológico da área, muitas vezes perturbado pela aplicação de inseticidas.

### 5.3. Ácaros – *Mononychellus tanajoa* (Bondar) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

No Cerrado brasileiro, os ácaros mais importantes são o ácaro verde ou ácaro do tanajoá (*Mononychellus tanajoa*) e o ácaro rajado (*Tetranychus urticae*). São pragas de tamanho muito pequeno (menores que 0,5 mm), não possuem asas, apresentam cinco fases de desenvolvimento (ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto) e, quando adultas, apresentam quatro pares de pernas.

O ácaro do tanajoá apresenta coloração geral verde e o ácaro rajado também é esverdeado, com duas manchas escuras na parte dorsal. O ácaro rajado tem o hábito de tecer finas teias. Ambos vivem em grande número na face inferior das folhas, principalmente na época seca do ano.

#### Danos

Ocorrem com frequência em cultivos de mandioca no Cerrado e no Nordeste brasileiro e atacam a cultura de maneira bastante severa. Alimentam-se do tecido foliar, causando manchas cloróticas e pontuações, e deixam a folha com aspecto bronzeado (Figura 7), diminuindo a área foliar e a área fotossintética das plantas. Podem causar a morte das gemas, deformações e queda das folhas.

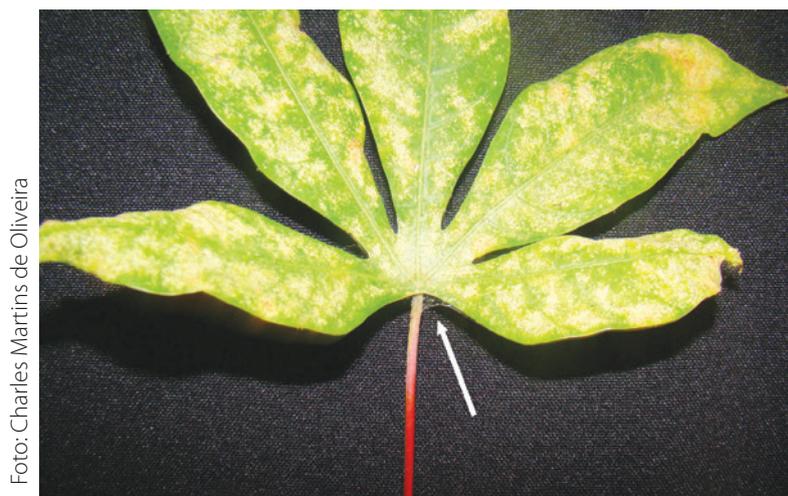
O ataque do ácaro verde é mais evidente na região apical da planta. O ácaro se alimenta das folhas não expandidas e das hastes, ocasionando o retardamento no crescimento da planta, pela redução do comprimento dos internódios. Nas partes mais baixas das plantas, o ataque é mais raro, embora possa ocorrer. As plantas atacadas apresentam pequenas pontuações amareladas nas folhas, ficam deformadas e perdem a coloração verde. Em ataques severos, os brotos foliares morrem, ocorrem ramificações ásperas e de cor marrom, desfolhamento e morte, iniciando-se na parte apical da planta.

O ácaro rajado, por sua vez, ocorre principalmente nos terços médios e basais da planta. Os sintomas iniciais são pontos amarelados na base foliar e ao longo da nervura central. Em altas

populações, essas pontuações se distribuem por toda a folha, que toma um aspecto marrom-avermelhado ou cor de ferrugem. Ocorre também um desfolhamento intenso nas partes mediana e basal da planta, avançando para a parte terminal. A planta apresenta brotações reduzidas e os ácaros tecem grande quantidade de teias, semelhantes às de aranha. As folhas então secam e caem, podendo ocorrer a morte das plantas.

No campo, o ataque dos ácaros se dá inicialmente em plantas isoladas. Posteriormente, eles colonizam grupos de plantas próximas, formando focos de infestação ou reboleiras. Por fim, passam a se distribuir em toda a lavoura. A disseminação dos ácaros dentro da lavoura se dá por vários mecanismos: vento (o mais importante), tráfego de pessoas e animais e movimento próprio de planta a planta. Para outras lavouras, a dispersão se dá pelo transporte de material vegetal (principalmente manivas-sementes).

Os principais fatores que determinam o crescimento populacional desses ácaros são os climáticos. Essas pragas são favorecidas por baixa umidade relativa do ar e altas temperaturas. Além desses fatores, a presença de inimigos naturais, a variedade de mandioca utilizada e a condição nutricional das plantas podem influenciar na dinâmica da população desses ácaros. Como condições climáticas desfavoráveis, destacam-se a umidade relativa alta e contínua, que diminui a oviposição, eclosão e sobrevivência das larvas e o aparecimento de inimigos naturais, e as chuvas, que concorrem para diminuir a população dos ácaros, lavando as folhas, derrubando e matando os indivíduos.



**Figura 7.** Danos provocados por ácaros (seta indica a presença de teias).

## Controle

O principal meio de controle para os ácaros que atacam a cultura da mandioca é o uso de variedades resistentes.

Em relação ao controle biológico, existem alguns ácaros predadores, principalmente da família Phytoseiidae, que se instalam entre os ácaros-praga e passam a se alimentar de todas as fases da praga (ovos, ninfas e adultos). Fungos do gênero *Neozygites* também podem atacar fêmeas do ácaro do tanajoá.

Práticas culturais de controle podem envolver a destruição dos restos culturais e de outras plantas hospedeiras, plantios consorciados, rotação de culturas, plantio de materiais isentos da praga e distribuição adequada das plantas na lavoura. A retirada de folhas que caem na lavoura pode reduzir a população da praga em pequenas áreas.

Com relação ao controle químico, não há, até o momento, produtos registrados no MAPA para o controle de ácaros na cultura da mandioca.

### 5.4. Mosca-do-broto – *Neosilba* sp. (Diptera: Lonchaeidae)

Os adultos são pequenas moscas (cerca de 4 mm), que apresentam coloração preto-azulada com brilho metálico e dois pares de asas transparentes. Os ovos são postos, de forma isolada, nas partes mais tenras dos brotos das plantas. Esses ovos dão origem a pequenas larvas brancas, sem pernas, que ocorrem dentro das brotações. Após a fase larval, os indivíduos abandonam as plantas e passam a fase de pupa no solo. O ciclo completo do inseto (ovo a adulto) dura cerca de 40 dias. Essa praga pode ocorrer durante todo o ano, porém alguns estudos têm demonstrado que as maiores populações ocorrem em janeiro, durante o período chuvoso.

## Danos

As larvas que se desenvolvem nas brotações se alimentam dos tecidos tenros e provocam a morte dos pontos de crescimento (Figura 8). Das galerias feitas pelas larvas, extravasa uma exsudação escura, que pode favorecer o desenvolvimento de microrganismos. O resultado do ataque da praga é o atraso no desenvolvimento da planta e a emissão de ramos laterais, pela quebra da dominância apical. Ataques severos podem provocar o nanismo das plantas.



**Figura 8.** Danos provocados pela mosca-do-broto.

## Controle

As práticas culturais são as mais indicadas. Detectado o problema, deve-se quebrar o broto da planta que contém a larva do inseto e eliminá-lo, para reduzir a população no mandiocal. É importante atentar para a retirada dos brotos da área de plantio, considerando que o descarte dos brotos na área de cultivo favorece a reinfestação das plantas.

Não há inseticidas registrados no MAPA para o controle dessa praga.

### 5.5. Formigas cortadeiras – *Atta* sp. e *Acromyrmex* sp. (Hymenoptera: Formicidae)

Os gêneros de formigas *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquém) podem ser separados pelo número de espinhos que os indivíduos apresentam no tórax e pelo tamanho do corpo. As formigas do gênero *Atta* são maiores e apresentam três pares de espinhos no tórax e as do gênero *Acromyrmex* apresentam quatro pares. São insetos sociais, que vivem em colônias chamadas formigueiros. Os formigueiros das quenquéns são pequenos e constituídos de poucas panelas. Já os ninhos das saúvas são maiores e apresentam um monte de terra solta na superfície, resultado das escavações.

## Danos

As formigas cortam as folhas e ramos mais tenros, podendo destruir completamente as plantas. Os cortes têm aspecto semicircular e, em ataques severos, podem atingir as gemas. Os danos são mais sérios quando os ataques ocorrem nos primeiros meses de desenvolvimento da cultura. A desfolha das plantas reduz a área fotossintética da planta, o que se reflete na redução do armazenamento de carboidratos nas raízes, prejudicando a produção da cultura. Perdas de até 22% em produção já foram relatadas.

## Controle

O controle de formigas cortadeiras só é eficiente quando se consegue destruir a rainha (iça), que se encontra no interior do formigueiro. A partir daí o formigueiro se desorganiza e morre. O primeiro passo é identificar os ninhos da praga, observando para onde as folhas cortadas estão sendo levadas. Identificado o formigueiro, o controle pode ser feito com inseticidas (formicidas) líquidos, recomendados para a época chuvosa.

Na época seca, os inseticidas mais indicados são aqueles em forma de pó, aplicado diretamente dentro dos “olheiros” (buracos de entrada e saída das formigas), ou iscas formicidas, colocadas próximas aos carregadores. Para toda aplicação de inseticidas, devem-se observar as recomendações técnicas e é necessário acompanhamento de profissional legalmente habilitado. A eficiência do controle de formigas está diretamente associada ao uso correto do agrotóxico. Da mesma forma, os aspectos de segurança do aplicador devem ser seguidos, considerando as orientações estabelecidas no rótulo do produto.

### 5.6. Cupins

Assim como as formigas cortadeiras, os cupins são insetos sociais, que vivem em colônias. Apresentam corpo delicado, de coloração branco-leitoso, não têm asas, exceto as formas reprodutivas, que possuem dois pares de asas transparentes, e saem em revoada, geralmente no início da estação chuvosa. Essas são as formas conhecidas como siriris, siri-siris ou aleluias.

## Danos

Os cupins atacam as manivas-sementes em armazenamento. Penetram pela parte seca, alimentam-se da parte interna e destroem completamente o material de propagação. No campo, logo após o plantio, a praga ataca as manivas-sementes sob o solo, faz galerias entre a medula e o córtex e impede o transporte de nutrientes. As plantas novas passam a apresentar um secamento progressivo descendente e posteriormente morrem. Em plantas adultas, observam-se na epiderme das raízes alguns pontos com agregações de terra cristalizada, sob os quais se localizam os cupins.

## Controle

Recomenda-se manter a área limpa, eliminando os restos culturais. Deve-se tomar cuidado especial durante o plantio, para garantir boa germinação e o estabelecimento adequado da cultura. Em áreas com problemas de cupim, como a maioria das áreas de Cerrado, estudos têm revelado que a aplicação de inseticidas próximo às manivas, no sulco ou na cova, durante o plantio, pode trazer bons resultados. Dois grupos de inseticidas têm sido indicados como eficientes para o controle de cupins em várias culturas: o fipronil e o imidacloprido. Entretanto, eles não estão registrados no MAPA para a cultura da mandioca.

### 5.7. Cochonilha-das-raízes – *Protortonia navesi* Fonseca (Hemiptera: Monophlebidae)

Os adultos dessa cochonilha medem cerca de 8 mm de comprimento e 4 mm de largura e não possuem asas. Apresentam coloração marrom-avermelhada, corpo elíptico, com diversas rugas transversais (Figura 9). Vivem cerca de 27 dias e produzem em média 240 ovos. Os ovos são elípticos, de coloração avermelhada e recobertos por uma pulverulência branca. A praga apresenta três estádios ninfais, cuja duração total é de 44 dias. O ciclo completo é de 69 dias (ovo-adulto). Até o presente momento, não foram encontrados machos na natureza. Ou seja, sem a necessidade do macho, fêmeas dão origem somente a fêmeas (fenômeno conhecido como partenogênese).

A praga ocorre durante todo o ano. Após o plantio de manivas-sementes infestadas com a praga – ocorrido, por exemplo, em outubro/novembro – esses insetos permanecem sob o solo e

passam a se multiplicar nas raízes. Nesse local, são encontradas colônias formadas por ninfas e adultos (Figura 10). São insetos lentos e que permanecem o tempo todo se alimentando das raízes. Após a queda das folhas da mandioca, o início da rebrota e a proximidade da estação chuvosa, as cochonilhas passam gradativamente a colonizar também a parte aérea. Sua disseminação na lavoura pode ocorrer principalmente por meio do plantio de manivas-sementes contaminadas, por meio do transporte dos indivíduos aderidos em implementos ou mesmo no vestuário de pessoas que circularam em áreas contaminadas.



Foto: Charles Martins de Oliveira

**Figura 9.** Adulto da cochonilha-das-raízes da mandioca.

Foto: Charles Martins de Oliveira

**Figura 10.** Colônia de cochonilhas nas raízes da mandioca.

## Danos

Esses insetos sugam as plantas desde o início do desenvolvimento, causando atraso no crescimento, redução na produção de raízes e, em altas populações, a morte das plantas mais jovens. Em pesquisas recentes, observou-se a diminuição do poder de germinação de manivas-sementes provenientes de plantas atacadas em até 30%. Como dano qualitativo, tem sido observado que a intensa sucção dos insetos pode provocar pequenas manchas nas raízes, depreciando o produto.

## Controle

A utilização de manivas-sementes de boa procedência e isentas da praga é a melhor estratégia para evitar que esses insetos sejam introduzidos em determinada área. Não foram desenvolvidos, ainda, métodos eficazes para a redução da população a níveis aceitáveis em áreas já infestadas. O uso de inseticidas de contato ou sistêmicos aplicados na parte aérea não produz bons resultados.

A presença de inimigos naturais tem sido observada em áreas infestadas, principalmente de uma espécie de joaninha do gênero *Exoplectra*, que se alimenta da praga, controlando as cochonilhas que estão na parte aérea da planta entre novembro e dezembro. A eliminação de plantas daninhas e das plantas voluntárias depois da colheita da mandioca também pode ser um meio importante para evitar a sobrevivência da cochonilha e a reinfestação da cultura.

### 5.8. Coró – *Phyllophaga capillata* (Blanchard) (Coleoptera: Melolonthidae)

Os corós são larvas (fase jovem) de besouros (Coleoptera) pertencentes à família **Melolonthidae**. Nessa fase, esses insetos apresentam corpo de coloração branco-leitosa e formato recurvado (em forma de C), três pares de pernas, cabeça de coloração escura (Figura 11A), e vivem no solo. Após a fase larval, os insetos se transformam em pupas, ainda no solo, e depois em adultos, que, com as primeiras chuvas, saem em revoada, se acasalam e colocam pequenos ovos esféricos de coloração branca.

Os adultos apresentam coloração geral marrom-avermelhada e o corpo recoberto por pelos branco-amarelados. Apresentam corpo ligeiramente alongado e medem cerca de 1,8 cm de comprimento e 0,9 cm de largura (Figura 11B). O ciclo completo do inseto é de um ano, mas apenas a fase de larva causa danos à cultura da mandioca. O coró que ataca mandioca no Cerrado passa por três estádios larvais e, quando totalmente desenvolvido, pode chegar a cerca de 3,7 cm de comprimento.

Fotos: Charles Martins de Oliveira



A



B

**Figura 11.** Larva (A) e adulto do coró (B).

## Danos

Essa praga causa danos à cultura de outubro a março. Nesse período, as larvas se alimentam das manivas-sementes usadas para o plantio, causando danos à casca (Figura 12). As brotações também são atacadas e apresentam anelamento próximo à base ou são completamente seccionadas. As plantas de mandioca apresentam crescimento retardado, amarelecimento e morte (Figura 13), levando à necessidade de replantio nas áreas mais atacadas. Em estudos de campo, já se observou densidade populacional de seis larvas por m<sup>2</sup>.

Foto: Charles Martins de Oliveira



**Figura 12.** Danos causados por corós em manivas sementes.



**Figura 13.** Sintomas do ataque de corós em plantas de mandioca (setas indicam plantas com sintomas de amarelecimento ou plantas mortas).

## Controle

Ainda não foram desenvolvidas estratégias de manejo eficientes para os corós na cultura da mandioca. O procedimento mais indicado é o plantio da cultura fora da época de ataque mais intenso da praga, que, no Cerrado, ocorre entre novembro e março. Em outras culturas, como a soja, por exemplo, o uso de inseticidas em tratamento de semente, como fipronil, é medida auxiliar no controle de corós. Contudo, esses produtos não estão registrados no Mapa para a cultura da mandioca.

Em áreas de plantio convencional, o preparo do solo, principalmente de abril a agosto, pode auxiliar no controle das larvas, já que nesse período o inseto se encontra inativo e poderia ser mais facilmente morto por predadores ou por dessecação, quando exposto ao sol.

### 5.9. Mosca-branca – *Aleurothrixus aepim* (Goeldi), *Bemisia* spp. e *Trialeurodes* spp. (Hemiptera: Aleyrodidae)

As moscas-brancas são insetos pequenos (cerca de 1 mm a 2 mm de comprimento). Os adultos apresentam asas membranosas cobertas com uma pulverulência branca (Figura 14), são bastante ágeis e localizam-se principalmente na parte superior das plantas de mandioca. Em repouso, as asas são mantidas levemente separadas, com os lados paralelos, deixando o abdome visível. Os

ovos apresentam coloração amarelada, são periformes e medem de 0,2 mm a 0,3 mm. As ninfas são transparentes e apresentam coloração amarela a amarelo-pálida e ficam na face inferior de folhas mais velhas. O ciclo total do inseto é de aproximadamente 18 dias a 19 dias (a temperaturas médias de 32 °C).



Foto: Charles Martins de Oliveira

**Figura 14.** Adulto de mosca-branca.

## Danos

Tanto adultos como ninfas sugam a face inferior das folhas e injetam fitotoxinas nas plantas, provocando amarelecimento e secamento. A queda de folhas, em ataques intensos, pode chegar a 100%. Essa sucção contínua de seiva causa o enfraquecimento das plantas e consequente redução na produtividade e qualidade das raízes, que podem apresentar um gosto amargo. Em ataques severos, as substâncias açucaradas eliminadas pelo inseto na alimentação ("honeydew") cobrem as folhas e favorecem ao aparecimento do fungo (*Capnodium* sp.) causador da fumagina (crosta espessa e negra cobrindo as folhas), que reduz a capacidade fotossintética das plantas.

## Controle

Recomenda-se o plantio de espécies vegetais não hospedeiras das moscas-brancas, como algumas gramíneas (milho ou sorgo) intercaladas com as plantas de mandioca. Essa prática pode reduzir as populações da praga. O uso de variedades mais tolerantes é o método mais indicado para o controle das moscas-brancas. Inseticidas não são recomendados, por serem ineficientes e por não haver registro para essa praga na cultura da mandioca no MAPA.

Pulverizações com detergente neutro mais óleo vegetal, ambos a 1% de concentração, a cada cinco dias, direcionadas para a parte inferior das folhas, podem reduzir as populações da praga. Devem começar logo após a constatação dos primeiros surtos e ou focos da praga. Outras práticas também devem ser observadas: manter a cultura no limpo; não abandonar a cultura afetada para não servir de criatório das moscas-brancas; destruir os restos culturais após a colheita; adquirir estacas ou manivas-ementes isentas da praga; evitar o plantio próximo às áreas afetadas; evitar tráfego em áreas afetadas; não aproveitar manivas das áreas infestadas pela praga.

O fungo *Cladosporium cladosporioides* pode ser utilizado em pulverização para o controle natural das ninfas.

## 5.10. Broca-das-hastes – *Coelosternus* sp. (Coleoptera: Curculionidae)

Os adultos da praga são besouros de cerca de 6 mm a 7 mm de comprimento, coloração geral parda e corpo recoberto de escamas. Apresentam o aparelho bucal como um prolongamento em forma de tubo e por isso são, de maneira genérica, denominados de “bicudos”. Os ovos são depositados em orifícios feitos na casca, em ramos primários, próximos ao tronco. As larvas, após a eclosão, penetram na medula da planta e dirigem-se à base, sem, entretanto, atingir a parte subterrânea. Apresentam coloração amarelada, cabeça marrom-avermelhada, e não possuem pernas (Figura 15).



**Figura 15.** Larva da broca-das-hastes.

Durante a alimentação, as larvas excretam fezes juntamente com serragem por orifícios do caule e esse material se acumula na base da planta. Desses orifícios sai uma exsudação viscosa, o que permite o reconhecimento da infestação. O período larval, fase que ocasiona os danos, dura entre 54 dias e 67 dias. As larvas transformam-se em pupas no interior da planta. O ciclo completo do inseto é de 79 dias a 94 dias.

## Danos

O ataque pode ocasionar, principalmente em épocas mais secas, a perda das folhas e a seca da planta. O ataque no interior da planta pode diminuir a qualidade do material para plantio. Estudos demonstram que manivas-sementes provenientes de plantas atacadas pela broca apresentaram, em média, redução de 41% na brotação e mortalidade progressiva das plantas. As plantas sobreviventes apresentam-se raquíticas e em altas infestações, pode causar a morte das plantas.

## Controle

O uso de inseticidas não é eficiente, já que o inseto vive no interior do tronco da planta. Além do mais, não existe registro de produtos para essa praga no MAPA. As práticas de controle mais recomendadas são a destruição dos restos culturais por meio da queima, eliminação das partes das plantas com sintomas de ataque da praga, ou mesmo das plantas inteiras, utilização de manivas sadias provenientes de áreas isentas do ataque da broca e utilização de cultivares menos preferidas pela praga.

### 5.11. Literatura recomendada

BELLOTTI, A. C.; SMITH, L.; LAPOINTE, S. L. Recent advances in cassava pest management. **Annual Review of Entomology**, v. 44, p. 343–370, 1999.

FARIAS, A. R. N. **Danos causados à brotação e desenvolvimento de cultivares de mandioca atacadas pela broca-do-caule**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. 2 p. (Mandioca em foco, 26).

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CAMPOS FILHO, M. D.; SANTIAGO, A. C. C.; FROTA, F. S. **Manejo integrado do mandarová-da-mandioca *Erinnyis ello* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae):** conceitos e experiências na região do Vale do Rio Juruá, Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2007. 45 p. (Documentos, 107).

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

MOREIRA, M. A. B.; FARIAS, A. R. **Ocorrência, danos e alternativas de controle da mosca-branca, *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) na cultura da mandioca em Sergipe.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. 6 p. (Circular Técnica, 42).

OLIVEIRA, C. M.; FIALHO, J. F.; FONTES, J. R. A. **Bioecologia, disseminação e danos da cochonilha-das-raízes da mandioca *Protortonia navesi* Fonseca (Hemiptera: Margarodidae).** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 29 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 142).

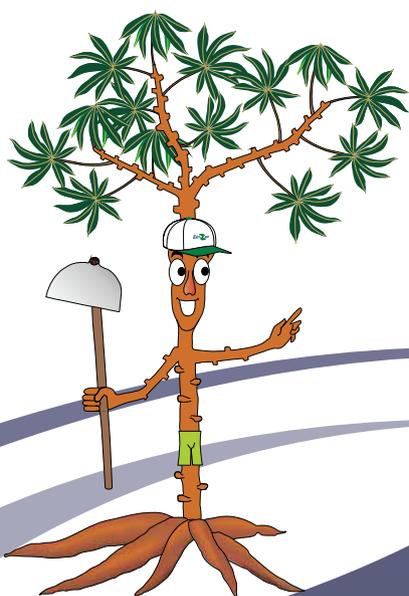
OLIVEIRA, C. M.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F. *Phyllophaga* sp. (Coleoptera: Melolonthidae): uma nova praga de solo na cultura da mandioca no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 12., Paranavaí, 2007. **Resumos.** Paranavaí: Sociedade Brasileira de Mandioca/IAPAR. 2007. 4 p.

PAULA-MORAES, S. V.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; PONTES, R. A.; NUNES, R. V. Eficiência de agrotóxicos no controle do percevejo-de-renda (*Vatiga illudens* Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae) em genótipos de mandioca indústria. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 12., Paranavaí. **Mandioca:** bioenergia, alimento e renda. Botucatu, SP: Unesp, 2007. v.1.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L. S.; FRANÇA, F. H.; VILLAS BÔAS, G. L.; BRANCO, M. C.; MEDEIROS, M. A.; MAROUELLI, W.; SILVA, W. L. C.; LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C.; NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, W. **Cultivo de tomate para industrialização:** pragas – mosca-branca (*Bemisia argentifolii*). Sistemas de Produção, 1 – 2ª Edição. 2006. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças. Disponível em <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial\\_2ed/pragas\\_mosca.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/pragas_mosca.htm)> Acesso em: 22 mar. 2010

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. **Sistema de produção de mandioca para a região do Cerrado.** Cruz da Almas, BA: CNPMF, 2003. 61 p.

# Principais doenças da mandioca no Cerrado



**José de Ribamar Nazareno dos Anjos  
Marilia Santos Silva  
Eduardo Alano Vieira  
Josefino de Freitas Fialho**

## 6.1 Introdução

As várias doenças de mandioca são causadas por diferentes agentes etiológicos, tais como fungos, bactérias, vírus e fitoplasmas. A seguir, apresentam-se as principais doenças de mandioca de ocorrência na Região do Cerrado, bem como os principais sintomas e medidas de controle.

## 6.2. Murcha bacteriana

A murcha bacteriana da mandioca, comumente conhecida como bacteriose, causada pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*, é considerada a doença mais destrutiva e economicamente importante na maioria das regiões produtoras de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do Brasil, sendo especialmente problemática nas Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país. Em variedades suscetíveis cultivadas em climas favoráveis ao desenvolvimento da bacteriose, os prejuízos causados à produção de raízes podem variar de 30% a 100%, podendo, portanto, inviabilizar a cultura. A doença é mais severa durante o período de maior crescimento da planta, nas regiões com precipitação anual acima de 1200 mm acompanhadas de oscilação brusca de temperatura entre dia e noite (amplitude maior 10 °C) por cerca de cinco dias.

Essas bactérias são Gram-negativas e atacam expressivamente o xilema vegetal, ou seja, os vasos condutores de água e sais minerais da planta. Por isso, sua proliferação em geral está associada com murcha, uma vez que a bactéria prejudica a circulação de água no vegetal. A bacteriose apresenta amplo espectro de sintomas, que aparecem na seguinte ordem cronológica: murcha de folhas jovens (Figura 1), manchas foliares irregulares de aspecto aquoso nos folíolos (Figura 2), cancro e exsudação de goma (ou pus) nas hastes (Figura 3), morte descendente das folhas (Figura 4), culminando com morte da planta. Em algumas variedades, as raízes exibem descoloração dos feixes vasculares e apodrecem. Contudo, esses sintomas podem ser confundidos com podridões radiculares causadas por fungos dos gêneros *Phytophthora*, *Fusarium*, *Pythium*, *Rosellinia* e *Diplodia*, que ocorrem especialmente em áreas de solos argilosos, mal drenados e com elevado teor de matéria orgânica.

Foto: Marília Santos Silva



**Figura 1.** Sintoma de infecção de mandioca por bactéria: murcha de folhas jovens.

Foto: Marília Santos Silva



**Figura 2.** Sintoma de infecção de mandioca por bactéria: manchas foliares irregulares de aspecto aquoso nos folíolos.

Foto: Marília Santos Silva



**Figura 3.** Sintoma de infecção de mandioca por bactéria: cancro e exsudação de goma (ou pus) na haste.

Foto: Marília Santos Silva



**Figura 4.** Sintoma de infecção de mandioca por bactéria: morte descendente das folhas.

O meio mais eficiente de disseminação da bacteriose da mandioca, a longa distância, é o plantio de manivas-semente infectadas, especialmente em áreas novas, onde a doença ainda não está presente. Na mesma área, contudo, o principal meio de disseminação é a chuva, que veicula células bacterianas presentes na exsudação das plantas infectadas para plantas saudas. A entrada da bactéria na planta sadia se dá através de estômatos foliares ou ferimentos causados por vento forte, trânsito de pessoas e animais, e pelo uso de ferramentas e equipamentos contaminados. Por isso, uso de ferramentas desinfectadas e restrição do trânsito de pessoas das áreas afetadas para as saudas são métodos preventivos relevantes para o controle da doença. .

Por ser uma doença causada por bactéria de hábito sistêmico e que afeta, principalmente, o sistema vascular das plantas, os métodos de controle curativos são inviáveis. O cultivo de variedades resistentes é o método de controle mais eficiente, mas, quando não se dispõe desses genótipos para uso comercial, é recomendada a adoção de medidas complementares de controle, tais como plantio de manivas-semente saudas; inspeção das áreas de origem das manivas-sementes para plantio, evitando aquelas com a ocorrência da doença; plantio de manivas-semente originadas de regiões onde a bacteriose não ocorre; inspeção fitossanitária das áreas de cultivo, erradicando as plantas com sintomas; uso de ferramentas desinfectadas e restrição do trânsito de pessoas das áreas afetadas para as saudas; rotação de culturas ou pousio da área por pelo menos seis meses, eliminando os restos culturais.

### 6.3. Superbrotamento

A doença conhecida como superbrotamento, envassouramento ou vassoura-de-bruxa da mandioca, causada por um fitoplasma, é relatada em quase todas as regiões produtoras de mandioca do Brasil, mas também na Venezuela e no México. No Brasil, tem sido observada a ocorrência de plantas de mandioca com sintomas de superbrotamento, com alta frequência, em vários Estados.

Fitoplasmas são bactérias Gram-negativas, sem parede celular, de genoma cromossomal reduzido e de limitado número de rotas metabólicas, por isso dependem da planta hospedeira para a obtenção de açúcares e demais nutrientes. Ademais, fitoplasmas residem no floema de plantas infectadas, são transmitidos por insetos vetores sugadores e não são cultiváveis *in vitro*.

O ciclo de vida dos fitoplasmas envolve a aquisição por um inseto vetor sugador que se alimenta diretamente do conteúdo do floema de uma planta infectada por tempo suficiente para adquirir considerável concentração de fitoplasma. O fitoplasma passa pelo estilete do vetor ao seu intestino, atravessa as células intestinais para alcançar a hemolinfa e coloniza as glândulas salivares, onde se multiplica. A colonização do inseto inteiro leva cerca de 3 semanas, até que a concentração de

fitoplasma seja suficiente para a transmissão para outra planta. Finalmente, ocorre a transmissão de fitoplasmas para plantas saudáveis através da alimentação do vetor infectado e conseqüente inoculação do fitoplasma diretamente no floema. A partir de então, o fitoplasma circula juntamente com o fluxo de assimilados do floema e sai do floema para infectar tecidos vizinhos através de plasmodesmas. Novas visitas de vetores de fitoplasma para alimentação na planta infectada reiniciam o ciclo. Uma vez infectados por fitoplasmas, os insetos vetores se mantêm infectados durante toda a sua vida, porém não ocorre a transmissão transovariana dos fitoplasmas adquiridos, com raras exceções.

Os principais vetores de fitoplasma são insetos da ordem Hemiptera, dentre as quais citam-se as cigarrinhas (das famílias Cixiidae, Delphacidae, Derbidae, Flatidae e Psyllidae) e percevejos (das famílias Pentatomidae e Tingidae). No entanto, o vetor de fitoplasma de mandioca não é conhecido.

O sistema mais adotado de classificação taxonômica de fitoplasmas é baseado na seqüência do gene do RNA ribossomal 16S rRNA. Espécies tentativas de fitoplasmas são designadas com o termo *Candidatus* seguido de binômio em latim *Phytoplasma* sp, por exemplo, como foi designada a primeira espécie tentativa *Candidatus Phytoplasma aurantifolia*. Não obstante, as espécies de fitoplasma que infectam mandioca no país não foram identificadas.

Os sintomas mais comuns nas plantas de mandioca infectadas são: envassouramento ou superbrotamento (proliferação anormal de gemas axilares) (Figura 5); folhas em roseta na porção terminal do caule (Figura 6); folhas diminutas (Figura 7) e deformadas (Figura 8); declínio generalizado (nanismo, morte de ramos e folhas amarelas ou vermelhas fora de época) (Figura 9); e, por fim, morte da planta. As perdas de produção de raízes das plantas afetadas são geralmente elevadas, podendo chegar a 100%.



**Figura 5.** Sintoma de infecção de mandioca por fitoplasma: superbrotamento (direita); planta sadia (esquerda).



Foto: Marília Santos Silva

**Figura 6.** Sintoma de infecção de mandioca por fitoplasma: folhas em roseta na porção terminal do caule.

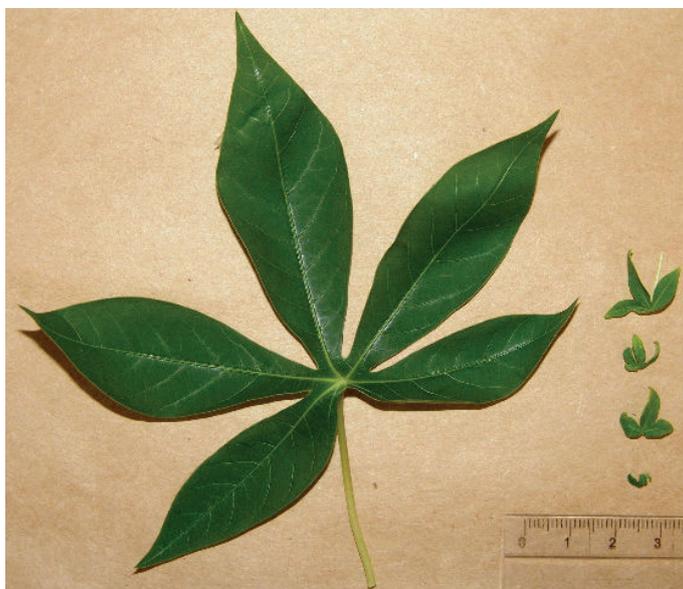


Foto: Marília Santos Silva

**Figura 7.** Sintoma de infecção de mandioca por fitoplasma: folhas diminutas.

Foto: Marília Santos Silva



**Figura 8.** Sintoma de infecção de mandioca por fitoplasma: folhas deformadas.

Foto: Marília Santos Silva



**Figura 9.** Sintoma de infecção de mandioca por fitoplasma: declínio generalizado.

Em condições naturais, a disseminação do superbrotamento ocorre pelo uso de manivas-semente contaminadas usadas para o plantio e pelo inseto vetor. Experimentalmente, a transmissão é conseguida por enxertia. Uma vez que não há medidas curativas viáveis para o controle do superbrotamento, recomenda-se a adoção de medidas preventivas, entre elas: plantio de manivas-semente sadias; inspeção das áreas de origem das manivas-semente para plantio, evitando aquelas com a ocorrência da doença; inspeção fitossanitária das áreas de cultivo, erradicando as plantas com sintomas. O uso de variedades de mandioca com resistência genética a fitoplasma também é uma estratégia de controle interessante, quando disponível.

## 6.4. Superalongamento

O superalongamento da mandioca, induzida pelo fungo *Sphaceloma manihoticola* Bitancourt & Jenkins, é uma das doenças mais importantes em diversas áreas produtoras de mandioca da América Central, do Caribe e da América do Sul, inclusive no Brasil onde já foi relatada nas regiões Norte, Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Não há dados precisos sobre as perdas causadas pela doença, entretanto na literatura há relatos de perdas superiores a 80% da produção total, dependendo da suscetibilidade das cultivares e das condições climáticas.

Os sintomas típicos da doença incluem lesões foliares necróticas (Figura 10), retorcimento das folhas e hastes (Figura 11), desfolha da planta, e cancrios coriáceos nas folhas, nos pecíolos e nas hastes. Plantas severamente infectadas desenvolvem um alongamento pronunciado (Figura 12) dos entrenós das hastes jovens, causado pelo ácido giberélico produzido pelo agente causal, por isso as plantas infectadas mostram-se mais altas do que as sadias. Ocasionalmente observa-se a ocorrência de morte das plantas a partir das extremidades. O fungo *S. manihoticola* é facilmente disseminado de um cultivo para outro pelo vento, pelas chuvas e por meio de manivas infectadas.

As medidas de controle ao superbrotamento incluem a seleção de manivas-sementes sadias provenientes de regiões livres da doença. Nas regiões onde a doença já ocorre, além do uso de manivas-sementes sadias, é recomendável a eliminação de plantas doentes e rotação de culturas com espécies vegetais não suscetíveis ao agente causal da doença. Quando possível, deve-se usar material resistente.

Foto: Marco Antonio S. Rangel



**Figura 10.** Sintoma de superalongamento em mandioca: lesões foliares necróticas.

Foto: Eduardo Alano Vieira



**Figura 11.** Sintoma de superalongamento em mandioca retorcimento das folhas.

Foto: Marco Antonio S. Rangel



**Figura 12.** Sintoma de superalongamento em mandioca: alongamento pronunciado das hastes.

## 6.5. Cercosporiose

Causada pelos fungos *Cercosporidium henningsii* Allesch. e *Cercospora vicosae* A.S. Mull. & Chupp, a cercosporiose é amplamente distribuída em praticamente todos os países que cultivam mandioca. Embora os prejuízos causados pela doença ainda não estejam suficientemente quantificados, há relatos de elevado potencial de redução de rendimento de raízes em países da África, particularmente

em condições de alta umidade, ou seja, a estação chuvosa favorece o progresso da doença. Contudo, a cercosporiose pode ser encontrada também em condições quentes e secas, e frias e úmidas.

Os sintomas causados por *C. henningsii* manifestam-se exclusivamente nas folhas e se caracterizam pelo aparecimento de manchas em ambos os lados. Na face superior, as manchas são uniformemente marrons, com margens escuras bem definidas. Na face inferior, são normalmente de coloração cinza-oliváceo no centro, devido à presença de conídios e conidióforos do fungo. *C. vicosae* produz manchas grandes, marrons e irregulares. Na face superior, a coloração marrom é uniforme. Já na inferior, o centro das lesões marrons tem a cor esverdeada, devido à presença de frutificações do fungo.

Não há relatos precisos sobre a disseminação da cercosporiose, mas a maioria dos autores admite que a chuva e o vento são os principais agentes disseminadores dos conídios dos fungos causadores da doença.

Como a doença não reduz significativamente o rendimento da cultura, não há recomendações de medidas especiais de controle. Contudo, se a doença assumir proporções severas, podem-se usar cultivares resistentes ou adotar medidas culturais, como o aumento do espaçamento, poda e eliminação de hastes afetadas, retirada de restos culturais da área e a eliminação de espécies nativas de mandioca. O controle químico, em geral, é anti-econômico.

## 6.6. Antracnose

Causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *manihotis* Henn (Penn.), a antracnose é disseminada em praticamente todos os países que cultivam mandioca. No Brasil, a doença é de ocorrência generalizada nas regiões produtoras e seu progresso é favorecido em condições de elevada umidade e amplitude de temperatura de 18 °C a 23 °C. Segundo a literatura disponível, as estimativas de redução de rendimento pela antracnose são de 30% no Brasil.

Os sintomas da doença desenvolvem-se nas folhas, nos pecíolos e no caule. Manchas de aparência aquosa ocorrem nas folhas, que se tornam pardas, secam e posteriormente caem. Nos caules jovens e nos pecíolos, ocorrem lesões ovais de cor pálida a marrom-escura. Em caules mais velhos, as lesões transformam-se em cancrios profundos, os quais provocam murchas severas, desfolha e morte descendente das plantas.

A chuva parece favorecer a disseminação dos esporos do fungo nos plantios. As recomendações de controle incluem o uso de cultivares resistentes, de manivas saudias para plantio, poda e eliminação de hastes infectadas.

Dentre as medidas de controle, aconselha-se o uso de variedades tolerantes ou resistentes, poda e eliminação de hastes afetadas, uso de manivas-semente saudias, retirada de restos culturais da área.

## 6.7. Oídio

O **oídio**, causado pelo fungo *Oidium manihotis* Henn., apesar de amplamente disseminado nos plantios comerciais de mandioca, é considerado de pequena importância econômica. A doença é mais comum nas estações secas do ano. Os sintomas caracterizam-se pela ocorrência de um crescimento branco-acinzentado e pulverulento sobre a superfície das folhas, constituído pelo micélio e esporos do fungo (Figura 13), cuja disseminação ocorre principalmente pelo vento. Pela pequena importância da doença, não são recomendadas medidas de controle, embora haja relatos de variedades resistentes.

Foto: José de Ribamar Nazareno dos Anjos



**Figura 13.** Oídio em mandioca.

## 6.8. Podridão de raízes

Os sintomas de podridão de raízes de mandioca são variáveis, dependendo do agente causal. No caso da podridão seca, aparecem estrias negras nas raízes. No caso da podridão mole, as raízes apresentam escurecimento dos tecidos afetados com exsudação de líquido com odor fétido, que podem estar acompanhados por estruturas dos fungos (micélio, picnídios ou esclerócios). Como consequência da podridão das raízes, podem ocorrer queda das folhas, amarelecimento, seca, murcha parcial ou total foliar e a morte das plantas.

As podridões secas de raízes ocorrem em áreas novas ou recém desmatadas. As podridões moles de raízes de mandioca ocorrem mais comumente em áreas mal drenadas ou nos períodos excessivamente chuvosos, embora, em menor frequência, ocorram também no período seco.

Os principais fungos relatados como causadores de podridão seca das raízes são *Armillariella mellea* (Vahl.) Patt. [*Armillaria mellea* (Vahl.) Fr.], *Sclerotium rolfsii* Sacc. e *Rosellinia necatrix* Prill. Entre os agentes causais de podridão mole, os mais comuns são *Fusarium moniliforme* J. Sheld., *F. oxysporum* Schlechtend:Fr., *F. solani* (Mart.) Sacc., *Phytophthora drechsleri* Tucker, *P. nicotianae* pv. *nicotianae* G.M. Waterhouse e *Pythium* spp.

A importância econômica das podridões de raízes ainda não é suficientemente conhecida. Contudo, há relatos de redução de rendimento de até 85%, dependendo do fungo causador da doença, da suscetibilidade das cultivares e das condições de drenagem da área sob cultivo.

As doenças radiculares da mandioca podem ser controladas pela adoção de manejo integrado, incluindo o uso de variedades resistentes e de práticas culturais, como plantio em áreas bem drenadas, em áreas sem histórico de ocorrência de doenças radiculares, plantio de manivas oriundas de áreas sem ocorrência de doenças radiculares, destruição e queima de manivas e de raízes provenientes de áreas com podridões radiculares, e rotação com gramíneas.

## 6.9. Viroses

Pelo menos 17 vírus são descritos infectando mandioca, dos quais oito ocorrem na África e três no Brasil: vírus do mosaico comum, vírus mosaico das nervuras e o vírus couro de sapo.

**Mosaico comum:** É a virose mais disseminada nos plantios comerciais de mandioca do Brasil. Encontrada também na Colômbia, na Indonésia, no Peru e na África, seu agente causal é o vírus

do mosaico comum da mandioca (*Cassava common mosaic virus*, CsCMV), pertencente ao gênero *Potexvirus*, cujas partículas são alongadas, medindo 495 nm x 15 nm e o genoma é RNA de fita simples (ssRNA).

Os sintomas descritos são de mosaico típico (alternância de manchas claras com áreas verdes normais), normalmente leve nas folhas jovens ou de meia-idade (Figura 14). A disseminação do vírus ocorre pelo plantio de manivas infectadas ou por meio de implementos contaminados. Nenhum inseto vetor foi relatado até o momento. As medidas recomendadas para o controle da doença são a utilização de manivas saudáveis para o plantio e uso de ferramentas desinfestadas para o preparo das manivas-semente.



Foto: Paulo E. Meissner

**Figura 14.** Mosaico comum de mandioca.

**Mosaico das nervuras:** Ocorre na Venezuela e no Brasil, disseminada no Nordeste, mas também no Distrito Federal, Rio de Janeiro e São Paulo. Seu agente causal é o vírus do mosaico das nervuras da mandioca (*Cassava vein mosaic virus*, CsVMV). O vírus pertence ao gênero *Caulimovirus*, apresenta partículas virais isométricas medindo de 50 nm a 60 nm de diâmetro, e o genoma é DNA de fita dupla (dsDNA).

Os sintomas caracterizam-se pelo clareamento das nervuras (Figura 15) e enrolamento dos bordos dos folíolos para baixo. Em condições de estiagem prolongada, os sintomas podem desaparecer (fase latente), voltando a se expressar com o retorno das chuvas. O vírus é transmitido mecanicamente, por enxertia e por meio de manivas infectadas. As medidas recomendadas para o controle da doença são

a utilização de manivas saudáveis para o plantio e uso de ferramentas desinfestadas para o preparo das manivas.



**Figura 15.** Mosaico das nervuras de mandioca.

**Couro de sapo:** Ocorre em mandioca na Colômbia, no Peru, na Venezuela, na Costa Rica e no Brasil. A maioria dos genótipos não apresenta sintomas aparentes na parte aérea, mas produz poucas raízes, que não engrossam, não acumulam amido e cuja epiderme torna-se corticosa e fendilhada (Figura 16).

Pode acarretar perdas de rendimento da ordem de 50% a 100%, por isso é considerada uma das mais importantes viroses da mandioca da América do Sul. O couro de sapo da mandioca (“cassava frogskin disease”, CFSD) é causado por um vírus, para cuja posição taxonômica definitiva, segundo a literatura recente, ainda faltam dados moleculares. Sua disseminação ocorre eficientemente pelas manivas infectadas ou por enxertia, mas diversos estudos indicam que ela é transmitida também pela mosca branca *Bemisia tuberculata*, embora a eficiência seja baixa.

A doença é controlada pela adoção de diversas medidas, incluindo uso de manivas sadias para plantio, desinfestação das ferramentas usadas para o corte das manivas-semente e queima das plantas infectadas.



Foto: Eduardo C. Andrade

**Figura 16.** Couro de sapo de mandioca.

## 6.10. Literatura recomendada

ALVAREZ, E.; MEJIA, J. F.; VALLE, T. L. Molecular and Pathogenicity Characterization of *Sphaceloma manihoticola* Isolates from South-Central Brazil. **Plant Disease**, v. 87, p. 1322-1328, 2003.

AYESU-OFFEI, E. N.; ANTWI-BOASIAKO. Production of mycroconidia by *Cercospora henningsii* Allesch, cause of brown leaf spot of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and tree cassava (*Manihot glaziovii* Muell.-Arg.). **Annals of Botany**, v. 78, p. 653-657, 1996.

BANDYOPADHYAY, R.; MWANGI, M.; AIGBE, S. O.; LESLIE, J. F. *Fusarium* species from the cassava root rot complex in West Africa. **Phytopathology**, v. 96, p. 673-676, 2006.

CALVERT, L. A.; OSPINA, M. D.; SHEPHERD, R. J. Characterization of cassava vein mosaic virus: a distinct plant pararetrovirus. **Journal of General Virology**, v. 76, p. 1271-1276, 1995.

CALVERT, L. A.; TRESH, J. M. The viruses and virus diseases of cassava. In: HILLOCKS, R.J.; TRESH, J.M.; BELLOTTI, A.C. (Ed.) **Cassava: biology, production and utilization**. Wallingford: CABI, 2002. p. 237-260.

CALVERT, L. A.; CUERVO, M.; LOZANO, I.; VILLAREAL, N.; ARROYAVE, J. Identification of three strains of a virus associated with cassava plants affected by frogskin disease. **Journal of Phytopathology**, v. 156, p. 647-653, 2008.

CHRISTENSEN, N. M.; AXELSEN, K. B.; NICOLAISEN, M.; SCHULZ, A. Phytoplasmas and their interactions with hosts. **Trends in Plant Science**, v. 10, p. 526-535, 2005.

COSTA, A. S.; KITAJIMA, E. W. **Cassava common mosaic virus**. Association of Applied Biologists, 1972. 4 p. (CMI/ABB. Description of plant virus, 90).

FOKUNANG, C. N.; IKOTUN, T.; DIXON, A. G. O.; AKEM, C. N. Field reaction of cassava genotypes to anthracnose, bacterial blight, cassava mosaic disease and their effects on yield. **African Crop Science Journal**, v. 8, p. 179-186, 2000.

FUKUDA, C. Doenças e seu controle. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 672-697.

HANBOONSONG, Y.; CHOOSAI C.; PANYIM S.; DAMAK, S. Transovarial transmission of sugarcane white leaf phytoplasma in the insect vector *Matsumuratettix hiroglyphicus* (Matsumura). **Insect Molecular Biology**, v. 11, p. 97-103, 2002.

HAPARRO-MARTINEZ, E. I.; TRUJILLO-PINTO, G. Enfermedades virales en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en algunos estados de Venezuela. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 20, p. 1-6, 2003.

HILLOCKS, R. J.; TRESH, J. M. Cassava mosaic and cassava brown streak virus diseases in Africa. **Roots**, v. 7, p. 1-8, 2000.

HILLOCKS, R. J.; WYDRA, K. Bacterial, fungal and nematode diseases. In: HILLOCKS, R. J.; TRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. (Ed.). **Cassava: biology, production and utilization**. Wallingford: CABI, 2002, p. 261-280.

KAWAKITA, H.; SAIKI, T.; WEI, W.; MITSUHASHI, W.; WATANABE, K.; SATO, M. Identification of mulberry dwarf phytoplasmas in the genital organs and eggs of leafhopper *Hishimonoides sellatiformis*. **Phytopathology**, v. 90, p. 909-914, 2000.

LEE, I-M.; HAMMOND, R. W.; DAVIS, R. E.; GUNDERSEN, D. E. Universal amplification and analysis of pathogen 16SrDNA for classification and identification of mycoplasma like organisms. **Phytopathology**, v. 83, p. 834-42, 1993.

LEE, I-M.; GUNDERSEN, D. E.; HAMMOND, R. W.; DAVIS, R. E. Use of mycoplasma like organism (MLO) group-specific oligonucleotide primers for nested-PCR assays to detect mixed-MLO infections in a single host plant. **Phytopathology**, v. 84, p. 559-66, 1994.

LEE, I-M.; DAVIS, R. E.; GUNDERSEN, D. E. Phytoplasma: phytopathogenic mollicutes. **Annual Review of Microbiology**, v. 54, p. 221-55, 2000.

- LEITE, R. M. V. B. C.; MARINGONI, A. C. Principais doenças e seu controle. In: CEREDA, M. D. (Coord.). **Agricultura**: culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2002, p. 371-383.
- LOZANO, J. C.; BOOTH, R. H. Diseases of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **PANS**, v. 20, p. 30-54, 1974.
- LOZANO, J. C. Cassava bacterial blight: a manageable disease. **Plant Disease**, v. 70, p. 1089-1093, 1986.
- MASSOLA JÚNIOR, N. S.; BEDENDO, I. P. Doenças da mandioca. In: KIMATI, H.; AMORIM, I.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia, doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005, p. 449-455.
- MEISSNER FILHO, P. E.; VELAME, K. V. C. Viroses. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 698-717.
- MURRAY, R. G. E.; SCHLEIFER, K. H. Taxonomic notes: a proposal for recording the properties of putative taxa of procaryotes, **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 44, p. 174-176, 1994.
- NERE-SILVA, F. A.; FERNANDES, J. J.; JULIATTI, F. C.; MELO, B. Reação de germoplasma de mandioca A *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*. **Semina Ciências Agrárias**, v. 28, p. 3-10, 2007.
- OBILO, O. P.; IKOTUN, B. Effect of canker size on availability of cassava planting materials in Nigeria. **African Crop Science Journal**. v. 16, p. 203-209, 2008.
- OWOLADE, O. F.; DIXON, A. G. O.; ADEOTI, A. Y. A.; OSUNLAJA, S. O. Sources of resistance to cassava anthracnose disease. **African Journal of Biotechnology**, v. 4, p. 560-572, 2005.
- OWOLADE, O. F.; DIXON, A. G. O.; ADEOTI, A. Y. A. Diallel analysis of cassava genotypes to anthracnose disease. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 2, p. 98-104, 2006.
- REEDER, R.; KELLY, P. L.; ST. HILL, A. A.; RAMNARINE, K. Superelongation disease, caused by *Elsinoe brasiliensis*, confirmed on cassava in Trinidad and Tobago. **New Disease Reporters**, v. 18, p. 18, 2008.
- RESTREPO, S.; VERDIER, V. Geographical differentiation of the population of *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* in Colombia. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 63, p. 4427-4434, 1997.
- RESTREPO, S.; DUQUE, M. C.; VERDIER, V. Resistance spectrum of selected *Manihot esculenta* genotypes under field conditions. **Field Crops Research**, v. 65, p. 69-77, 2000.

SANTOS, A. A.; GONÇALVES, J. A.; QUEIROZ, G. M.; LIMA, R. N. Efeito do vírus do mosaico das nervuras sobre os componentes produtivos da mandioca, cv. pretinha, em duas regiões fisiográficas do Ceará. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, p. 506-508, 1995.

TEDESCHI, R.; BOSCO, D.; ALMA, A. Population dynamics of *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera: Psyllidae), a vector of apple proliferation phytoplasma in northwestern Italy. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, p. 544-551, 2002.

TERI, J. M.; THURSTON, H. D.; LOZANO, J. C. Effect of brown leaf spot and *Cercospora* leaf spot on cassava productivity. **Tropical Agriculture**, v. 57, p. 239-243, 1980.

TRESH, J. M.; FARGETTE, D.; OTIM-NAPE, G. W. The viruses and virus diseases of cassava in Africa. **African Crop Science Journal**, v. 2, p. 459-478, 1994.

VERDAGUER, B.; KOCHKO, A. Functional analysis of the cassava vein mosaic virus promoter and its usage for cassava genetic engineering. **Tropical Agriculture**, v. 75, p. 317-319, 1998.

WEINTRAUB, P. G.; BEANLAND, L. Insect vectors of phytoplasmas. **Annual Review of Entomology**, v. 1, p. 91-111, 2006.

ZEIGLER, R. S.; POWELL, L. E.; THURSTON, H. D. Gibberellin A4 Production by *Sphaceloma manihoticola*, Causal Agent of Cassava Superelongation Disease. **Phytopathology**, v. 70, p. 589-593, 1980.

ZEIGLER, R. S.; LOZANO, J. C. The Relationship of Some *Elsinoe* and *Sphaceloma* Species Pathogenic on Cassava and Other Euphorbiaceae in Central and South America. **Phytopathology**, v. 73, p. 293-300, 1983.

ZEIGLER, R. S.; ALVAREZ, E.; LOZANO, J. C. Characteristics of cassava resistance to superelongation disease (*Elsinoe brasiliensis*). **Tropical Pest Management**, v. 29, p. 148-158, 1983.

ZREIK, L.; CARLE, P.; BOVÉ, J. M.; GARNIER, M. Characterization of the mycoplasma-like organism associated with witches' broom disease of lime and proposition of a *Candidatus* taxon for the organism, '*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*'. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 45, p. 449-453, 1995.

# Utilização de raízes e parte aérea de mandioca na alimentação animal



**Francisco Duarte Fernandes  
Roberto Guimarães Júnior  
Eduardo Alano Vieira  
Josefino de Freitas Fialho**

## 7.1. Introdução

No Brasil, a mandioca é uma espécie encontrada na maioria das propriedades rurais, em especial, nas pequenas unidades de produção. Por ser uma cultura que apresenta tolerância a seca e a solos com baixa fertilidade e elevada acidez, assim como baixo custo de implantação, possibilita ao pequeno produtor além de sua sobrevivência, a agregação de valor, pela transformação da matéria-prima em ração animal.

A mandioca é considerada uma planta forrageira completa, pois sua parte aérea tem em torno de 18 a 20% de proteína bruta, enquanto que as raízes apresentam alto teor de energia. A mandioca pode ser utilizada na alimentação animal, fresca, ensilada ou seca ao sol sob a forma de raspa da raiz e feno da parte aérea.

A utilização da planta inteira (raízes e parte aérea) na alimentação animal é uma alternativa interessante que pode favorecer a redução de custos com alimentação, porque combina a fonte energética (raiz) com a fonte protéica (parte aérea).

## 7.2. Potencial tóxico

A mandioca, assim como o sorgo e as gramíneas do gênero *Cynodon*, é reconhecida pelo seu potencial cianogênico, isto é, são plantas que acumulam em seus tecidos quantidades variáveis de glicosídeos cianogênicos, os quais podem resultar na formação de ácido cianídrico (HCN) quando as plantas são trituradas ou mastigadas pelos animais. O HCN é uma substância extremamente tóxica, embora existam diferenças de sensibilidade entre as espécies animais.

Algumas medidas são recomendadas para reduzir o risco de intoxicação em animais alimentados com mandioca. Uma delas é triturar a mandioca e submetê-la à desidratação natural, de modo que o ácido cianídrico se volatilize pela ação dos raios solares e vento. Outra é mediante o processo de ensilagem da mandioca. O processo fermentativo da ensilagem ajuda a reduzir a concentração de ácido cianídrico presente na planta de mandioca.

## 7.3. Raízes

As raízes de mandioca contêm, em média, 70% de água e 30% de matéria seca. São ricas em energia (30% a 35% de carboidratos, principalmente amido), porém, pobres em proteínas e possuem pequenas quantidades da maioria das vitaminas e minerais. As raízes podem ser incluídas na formulação de rações para todos os animais domésticos, devido ao seu alto valor energético e à sua palatabilidade, necessitando, contudo, da incorporação de fontes de proteína tais como farelo de soja, folhas de mandioca, folhas de leguminosas arbóreas e arbustivas, uréia, etc. As raízes de mandioca podem ser fornecidas nas formas frescas, secas ao sol (raspa da raiz) e ensiladas, sendo a quantidade dependente da espécie, peso corporal e da produção do animal.

### 7.3.1. Formas de utilização das raízes

#### 7.3.1.1. Raiz fresca

O fornecimento direto das raízes frescas é uma das formas mais simples e econômicas de uso na alimentação animal. As raízes frescas só devem ser fornecidas aos animais se for mandioca mansa. As raízes devem ser colhidas, lavadas, picadas e fornecidas imediatamente, desde que os animais passem por um período de adaptação à dieta. Em relação às variedades bravas, as raízes depois de colhidas, lavadas e picadas, devem passar por um período de repouso de, pelo menos 24 horas, para promover a redução da concentração de ácido cianídrico a níveis não tóxicos para os animais. As raízes de mandioca colhidas e expostas ao ambiente são muito perecíveis, deterioram-se rapidamente devido ao seu alto teor de umidade. O processo de deterioração, de caráter fisiológico, inicia-se durante as primeiras 48 horas após a colheita, levando à perda quantitativa e qualitativa das raízes. Por isso, é importante lembrar, se a mandioca for mansa, as raízes devem ser fornecidas imediatamente aos animais, pois não se conservam bem em estado fresco.

#### 7.3.1.2. Raiz desidratada (raspa de mandioca)

A desidratação é um processo que garante a conservação das raízes depois de colhidas, facilita seu emprego na fabricação de rações balanceadas, eleva a concentração de nutrientes, além de ser um dos métodos mais simples e eficientes na redução do ácido cianídrico. Esta operação se realiza mediante sistemas naturais (energia solar) ou artificiais, empregando outras fontes de energia. A desidratação ao sol tem a vantagem de eliminar os custos com combustível.

Entende-se por raspa de mandioca o produto obtido de pedaços ou fatias de raiz de mandioca seca ao sol com 14% de umidade. Na prática, verifica-se que os pedaços atingiram esse nível de umidade, quando ao pressioná-lo entre os dedos se quebram facilmente, ou quando estes riscam sobre um piso cimentado de forma semelhante a um giz escolar.

A raspa de mandioca pode ser produzida na propriedade. O processo de produção da raspa consiste, basicamente, em colher e lavar as raízes eliminando as que tiverem coloração escura, e, em seguida, picá-las em pedaços de aproximadamente 5 cm de comprimento por 1,5 cm de largura. Esta operação pode ser feita manual ou mecanicamente em uma máquina própria para preparar raspas, ou ainda, triturá-las numa picadeira de forragem. Para secagem ao sol, deve-se espalhar de 8 kg a 10 kg do material picado por m<sup>2</sup> de terreiro cimentado ou sobre uma lona. Para acelerar o processo de secagem é importante que o material exposto ao sol seja uniformemente espalhado e revirado de seis a oito vezes ao longo do dia. Ensacar e empilhar os sacos em armazéns secos, sobre estrados de madeira, podendo posteriormente transformar em farelo. Nessas condições, o valor nutritivo das raspas é conservado por mais de um ano.

O tempo de secagem dependerá de vários fatores, tais como temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade do vento, ocorrência de chuvas, tamanho e forma dos pedaços, umidade inicial das raízes, e a quantidade de pedaços de raspa fresca por unidade de área do terreiro. Na eventualidade de ocorrência de chuvas, deve-se cobrir o material com lona plástica.

A taxa de eficiência na produção de raspa de raízes de mandioca situa-se de 30% e 40%, isto é, para cada 100 kg de raízes frescas são produzidos de 30 kg a 40 kg de raspa, em operações de execução rápida, simples e de baixo custo. Esse rendimento depende da idade da planta, fertilidade do solo, do espaçamento, da cultivar e das condições climáticas, dentre outros fatores.

A raspa de mandioca pode ser transformada em pellets para ser armazenada. Pode, também, ser moída transformando-se em farelo.

Resultados experimentais têm demonstrado que a raspa de raiz de mandioca pode substituir parcial ou totalmente os cereais na dieta de animais, desde que haja uma adequada suplementação com alimentos ricos em proteína, pois a concentração deste nutriente na raiz é muito baixa (2% a 3%).

### 7.3.1.3. Raiz ensilada

Outra maneira de utilizar as raízes de mandioca na dieta dos animais é na forma de silagem. As raízes de mandioca apresentam características, como teores de umidade e de carboidratos de fácil fermentação, que possibilitam o desenvolvimento do processo de ensilagem sem maiores dificuldades.

A ensilagem é um processo que não depende das condições climáticas e conserva seu valor nutritivo. Os silos mais frequentemente utilizados são os horizontais, do tipo trincheira ou de superfície.

O processo de ensilagem consiste em colher, lavar e picar as raízes em pedaços de 2 cm a 3 cm, colocar o material picado em silos e compactá-lo a cada camada de 20 cm. A compactação pode ser feita com o pisoteio de homens ou de animais, com o rolamento de um tambor cheio de água ou com um trator. A compactação bem feita é um dos segredos de uma boa silagem. Encher o silo com rapidez, até ficar abaulado na parte de cima. Cobrir com uma lona plástica adequada e colocar uma camada de terra de, no mínimo 15 cm, na parte de cima. Cobrir o silo com lona plástica adequada. Fazer valetas para proteger o silo contra entrada de água.

Em 30 dias a silagem poderá ser fornecida aos animais, e, se tiver sido bem feita e o silo não for aberto, a silagem pode ser conservada por mais de 1 ano. Trabalhos de pesquisas indicaram que uma boa silagem de mandioca deve apresentar pH em torno de 3,5 a 4,0.

## 7.4. Parte aérea da mandioca

A parte aérea da mandioca é o material vegetal que fica acima da superfície do solo, formada de hastes e folhas (limbo e pecíolo). Possui alto valor nutritivo (proteínas, carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais). As folhas, em especial, apresentam altos teores de proteína bruta que oscilam 22% e 28%, sendo comparáveis com os de alfalfa e de outras leguminosas forrageiras. A parte aérea da mandioca pode ser utilizada como forragem verde e conservada na forma de feno ou de silagem. O valor nutricional da parte aérea da mandioca apresenta uma grande variação em função de uma série de fatores como a variedade, condições e classes de solo, condições climáticas (especialmente precipitação), idade da planta, época de corte, proporção de folhas e hastes e altura da colheita do material.

Todas as espécies de animais domésticos podem se alimentar da parte aérea de mandioca, porém os ruminantes (bovinos, caprinos e ovinos) apresentam maiores possibilidades de melhor aproveitá-la nutricionalmente.

A grande maioria dos produtores de mandioca têm a parte aérea da planta como um subproduto da produção de raízes. Esse é deixado no solo após a colheita das raízes ou práticas culturais como a poda, enquanto poderia ser utilizada na alimentação animal, especialmente em pequenas e médias propriedades rurais. A falta de conhecimento pelos produtores sobre o valor nutritivo e a importância da utilização da parte aérea da mandioca na alimentação animal tem contribuído para o

baixo aproveitamento desta fonte de proteína, especialmente durante a estação seca do ano, quando ocorre queda acentuada na produtividade e qualidade das pastagens.

A qualidade de uma planta forrageira é representada pela associação da sua composição bromatológica, digestibilidade e consumo voluntário pelos animais, entre outros fatores. Por isso, é de grande importância o conhecimento dos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), minerais, além da digestibilidade da matéria seca, quando se iniciam as avaliações de uma planta promissora.

O conhecimento dos teores de PB, FDN e FDA das plantas forrageiras é muito importante, devido à sua influência no valor nutritivo de alimentos para ruminantes. Teores de PB inferiores a 7% são limitantes à produção animal, porque podem ocasionar menor consumo voluntário, redução na digestibilidade e balanço nitrogenado negativo. Por outro lado, elevados teores de FDN e FDA estão correlacionados negativamente com consumo e digestibilidade. Nesse sentido, é importante mencionar que o valor nutritivo da parte aérea da mandioca aumenta à medida em que aumenta a participação das folhas e pecíolos da planta. Portanto, recomenda-se que, se possível, o terço superior da planta seja utilizado como volumoso para ruminantes.

Estudo realizado na Embrapa Cerrados demonstrou ser possível a obtenção de produtividades de massa verde da parte aérea entre 17,2 t/ha a 40,9 t/ha, o que representa de 3,7 t/ha a 8,53 t/ha de feno, cuja parte aérea foi colhida aos seis meses de rebrotação, após uma poda realizada quando as plantas estavam com 12 meses de idade depois do plantio. A produtividade de massa verde e massa seca de folhas variou entre 5,1 t/ha a 10,2 t/ha, equivalente a 1,2 t/ha a 8,5 t/ha de feno. Neste mesmo estudo foi verificado que o teor de proteína bruta, na matéria seca, oscilou entre 15,4% a 20,3% e de 9,1% e 12,6%, respectivamente, somente para as folhas e parte aérea (hastes, pecíolos e folhas). O corte desse material foi realizado no início do período seco (abril/maio) época em que as pastagens apresentam baixa qualidade e disponibilidade. Assim, a utilização da parte aérea da mandioca pode ser uma interessante alternativa para suplementação volumosa nesse período do ano. Os dados estão expostos nas Tabelas 1 e 2.

É sempre bom lembrar que, caso esse material seja deixado no campo, representa um grande desperdício de alimento, especialmente proteína, quando poderia empregado na alimentação animal no período de escassez de forragem, sob a forma de silagem ou feno, para a produção de carne e leite. Nessa forma de conservação perdura por vários meses e pode ser retirada aos poucos para o consumo dos animais.

**Tabela 1.** Produtividade de massa verde (PMV) e massa seca (PMS) das folhas e da parte aérea total de acessos de mandioca de indústria aos seis meses de rebrotação na Embrapa Cerrados em Planaltina-DF, após a poda aos 12 meses depois do plantio.

Acessos	Folhas		Parte aérea total	
	PMV	PMS	PMV	PMS
----- (t/ha) -----				
BGMC 1304	10,25	2,25	40,95	8,53
BGMC 1262	9,47	1,96	33,29	6,41
BGMC 1297	9,00	2,00	30,79	6,60
BGMC 991	7,60	1,88	26,87	6,35
BGMC 923	7,62	1,75	25,84	6,02
BGMC 1299	7,15	1,70	22,67	5,55
BGMC 436	5,20	1,27	20,54	4,42
BGMC 788	5,16	1,23	17,20	3,70
<b>Média geral</b>	<b>7,68</b>	<b>1,75</b>	<b>27,27</b>	<b>5,95</b>

**Tabela 2.** Teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de folhas+pecíolos e da parte aérea total de acessos de mandioca de indústria aos seis meses de rebrotação na Embrapa Cerrados em Planaltina-DF, após a poda aos 12 meses depois do plantio.

Acessos	Composição bromatológica					
	Folhas+pecíolos			Parte aérea total		
	PB	FDN	FDA	PB	FDN	FDA
----- (%) -----						
BGMC 1304	19,9	43,0	30,5	12,6	59,0	43,7
BGMC 1262	18,0	43,0	32,2	12,1	60,3	43,8
BGMC 1297	17,4	45,1	32,0	11,8	58,3	46,2
BGMC 921	16,9	44,8	31,0	11,1	63,0	45,4
BGMC 923	16,8	45,8	32,6	9,1	61,9	48,5
BGMC 1299	16,6	42,4	29,8	10,3	59,3	49,4
BGMC 436	15,4	46,3	31,1	9,4	57,1	46,1
BGMC 788	20,3	44,6	32,7	11,0	59,1	46,5
<b>Média geral</b>	<b>17,7</b>	<b>44,4</b>	<b>31,5</b>	<b>10,9</b>	<b>59,7</b>	<b>46,2</b>

## 7.4.1. Formas de utilização da parte aérea

### 7.4.1.1. Parte aérea fresca

O fornecimento direto da parte aérea fresca aos animais após ela ser picada em picadeiras de forragem é a forma mais elementar e econômica. No caso da parte aérea, tanto de variedades de mandioca mansa (mandioca de mesa, macaxeira ou aipim) quanto de indústria (brava), normalmente apresenta elevados teores de cianetos. Dessa forma, recomenda-se que seja feita uma murcha prévia por um período de 12 a 24 horas depois de colhida, para reduzir o princípio tóxico (HCN) a níveis que não ofereça perigo de toxidez. Entretanto, existem casos em que o produtor já conhece as variedades de mandioca que não apresentam alta toxicidade nas folhas. Assim, a parte aérea pode ser cortada e fornecida diretamente aos animais.

### 7.4.1.2. A parte aérea desidratada (fenação)

A fenação é um processo de conservação de plantas forrageiras que consiste na redução da umidade para aproximadamente 12%, a fim de que possam ser armazenadas por um período de tempo maior. O feno, nome dado ao produto resultante da desidratação de plantas forrageiras, conserva praticamente o mesmo valor nutritivo da planta in natura. A fenação da parte aérea da mandioca ajuda eliminar a concentração de ácido cianídrico a níveis seguros para o animal.

O processo de produção de feno consiste, basicamente, em cortar a parte aérea da planta de mandioca e picá-la em uma picadeira de forragem, em pedaços de aproximadamente 2 cm. Em seguida, espalhar o material picado sobre uma área cimentada ou lona, em camadas de 13 kg/m a 15 kg/m. Para acelerar o processo de secagem é importante revirar o material no primeiro dia, a cada intervalo de duas horas e, no segundo dia, duas vezes. O material deve ficar exposto ao sol até atingir teor de umidade em torno de 12% (ponto de feno). O armazenamento do feno pode ser feito em sacos de ráfia, tendo o cuidado de colocá-los em local com boa ventilação, baixa umidade relativa do ar e protegido da chuva.

A eficiência na produção de feno da parte aérea da mandioca situa-se entre 20% a 30%, isto é, para cada 100 kg de parte aérea são produzidos de 20 kg a 30 kg de feno. Esse rendimento depende da idade da planta, fertilidade do solo, do espaçamento, da cultivar e das condições climáticas, dentre outros fatores.

No experimento realizado na Embrapa Cerrados a produção média de 27,3 kg ha de massa verde na parte aérea total, representou um potencial de produção de 5,9 kg ha de feno, representando

uma eficiência na produção de feno da parte aérea da mandioca em torno de 22%. Portanto, para cada 100 kg de parte aérea total da mandioca são produzidos 22 kg de feno. Esta estimativa refere-se à média geral de oito genótipos (Tabela 1).

O feno da parte aérea de mandioca pode ser fornecido para ruminantes como única fonte de volumoso.

O feno produzido pode sofrer o processo de moagem dando origem ao farelo da parte aérea da mandioca que pode ser armazenado nas mesmas condições do feno. Este produto pode ser utilizado na composição de rações da diferentes espécies animais.

### 7.4.1.3. Parte aérea ensilada

Para uma boa ensilagem, a parte aérea deve ser picada em pedaços de aproximadamente 1 cm a 2 cm diretamente no silo. A cada camada de 20 cm na extensão do silo deve-se fazer a compactação e encher o silo o mais rapidamente possível. Cobrir com uma lona de plástico e colocar uma camada de no mínimo 15 cm de terra por cima. Fazer uma valeta para escorrer a água da chuva. O silo não deve ser aberto antes de 30 dias, após o enchimento.

A conservação da parte aérea de mandioca na forma de silagem é uma prática que vem despertando grande interesse por apresentar características nutricionais e de fermentação favoráveis a essa prática. O processo de ensilagem, quando feito adequadamente e seguindo recomendações técnicas, evita a perda de folhas e mantém o valor nutritivo da biomassa da parte aérea.

Estudos relatam que o processo de ensilagem, assim como o processo de fenação, também reduz consideravelmente a concentração de ácido cianídrico. Entretanto, os trabalhos realizados com silagem da parte aérea da planta de mandioca ainda são escassos e insuficientes, em especial, considerando-se os diferentes materiais disponíveis, e a necessidade, cada vez maior, de avaliações mais pormenorizadas que permitam o emprego mais racional dos alimentos na formulação de dietas das diferentes espécies de animais. A silagem da parte aérea de mandioca é um alimento volumoso bem aceito pelos ruminantes.

## 7.5. Literatura recomendada

ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J. R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola** v. 7, p. 50-56, 2005.

BOMFIM, M. A. D. Mandioca e seus subprodutos na alimentação de caprinos e ovinos. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Processamento e utilização da mandioca**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2005. p. 516-547.

BUITRAGO, J. A. **La yuca en la alimentacion animal**. Cali: CIAT, 1990. 446 p.

CARVALHO, J. L. H. **A mandioca**: raiz e parte aérea, na alimentação animal. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1983. 44 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 17).

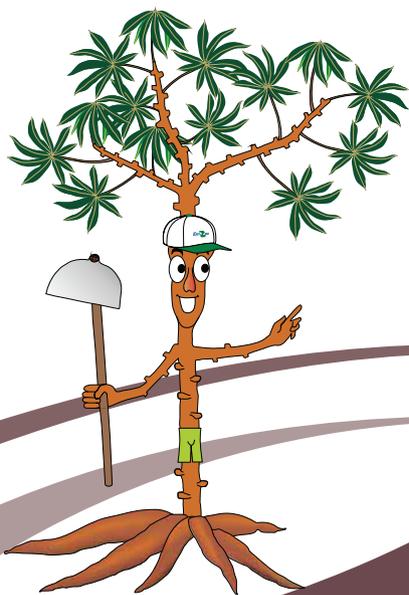
FERNANDES, F. D.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; RAMOS, A. K. B.; FALEIRO, F. G. Produtividade da biomassa da parte aérea de genótipos de mandioca no Distrito Federal. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. 1 CD-ROM.

FERNANDES, F. D.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; FALEIRO, F. G. Composição química de folhas e da parte aérea de acessos de mandioca de indústria aos seis meses de rebrotação. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS/IX SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO. 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. 1 CD-ROM.

LOPES, F. C. F.; ARUCURI, P. B.; CARNEIRO, J. C. Mandioca na alimentação de bovinos. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Processamento e utilização da mandioca**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2005. p. 444-515.

LUDKE, J. V.; BERTOL, T. M.; MAZZUCO, H.; LUDKE, M. C. M. M. Uso racional da mandioca e subprodutos na alimentação de aves e suínos. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Processamento e utilização da mandioca**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2005. p. 299-443.

# Aspectos da industrialização e obtenção de produtos derivados de mandioca



**Maria Madalena Rinaldi**

## 8.1. Produtos da industrialização

### 8.1.1. Farinha

A farinha de mandioca é um produto tipicamente brasileiro e sua fabricação, generalizada em todos os estados do Brasil. Estima-se que 80% das raízes de mandioca produzidas no Brasil sejam destinadas à fabricação de farinhas. No Brasil, a variabilidade de tipos de farinhas é grande, o que dificulta a comercialização. Essas diferenças se devem às variedades usadas, ou seja, amarelas no Norte e brancas no restante do País, mas, principalmente, ao processamento.

Segundo a legislação brasileira, farinha é o produto obtido pela moagem da parte comestível de vegetais, no caso a raiz de mandioca submetida a processos tecnológicos adequados. As etapas para a obtenção da farinha de mandioca consistem em colheita, transporte, descascamento e lavagem, ralação ou moagem, prensagem, esfarelamento, torrefação ou secagem, classificação e embalagem (Figura 1).

A legislação brasileira reconhece dois tipos de farinha: simples, obtida de apenas uma espécie vegetal que deve ser citada precedida da qualificação de sua origem; e mista, obtida com duas ou mais espécies vegetais.

De maneira geral, no Brasil, a farinha de mandioca é classificada como farinha seca, farinha d'água, farinha de raspa ou aparas, farinha do Pará e farinhas temperadas. A farinha seca é levada ao forno quente para retirar o excesso de umidade após os processos de descascamento e lavagem, ralação, prensagem e esfarelamento. A farinha d'água ou farinha de puba (fermentada) é muito consumida na Região Norte do Brasil, onde a produção consiste em colocar as raízes na água por um período de três a cinco dias. Após, retira-se a casca (película e córtex), prensa-se e torra-se. A granulometria dessa farinha é bem encaroçada em relação à tradicional. A farinha de raspa é obtida de raízes de mandioca lavada e descascada, triturada ou quebrada em pedaços pequenos, secada e armazenada. Quando necessário, ela é submetida à moagem dos pedaços secos e à torrefação.

A farinha do Pará, também conhecida como farinha mista, é um produto elaborado a partir de uma mistura de raízes de mandioca fermentadas e não fermentadas, em diferentes proporções, que, depois de raladas, são submetidas às mesmas etapas de processamento das demais. A farinha temperada (ou farofa) é produzida por uma mistura de farinha com condimentos como cebola, alho, sal e pimenta e outros ingredientes. Pode ser elaborada com diversos tipos de farinha, embora seja mais comum o uso de farinha seca, do tipo "paulista". Alguns dos ingredientes podem ser adicionados fritos ou desidratados.



**Figura 1.** Fluxograma do processo de obtenção de farinha de mandioca.

## 8.1.2. Fécula ou polvilho doce

A fécula é o produto amiláceo extraído de raízes, tubérculos e rizomas. É o mais versátil e valorizado entre os produtos e subprodutos da mandioca. Pode ser usada na culinária ou industrialmente. Na culinária, é desejada pela neutralidade de aroma, sabor e cor, o que permite seu uso indiscriminadamente em pratos doces e salgados. É usada principalmente na indústria de alimentos, seguida das indústrias de papéis e têxteis.

No Brasil, existem cerca de 80 unidades de produção de fécula de mandioca, a maioria nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.

De acordo com a legislação brasileira, o amido é um produto amiláceo extraído das partes aéreas comestíveis dos vegetais. Fécula é o produto amiláceo extraído da raiz da mandioca. O polvilho, de acordo com a acidez, é classificado em doce ou azedo. As indústrias que fazem a extração da fécula da mandioca são denominadas fecularias. Na extração em condições artesanais, a fécula é denominada goma e extraída usando as mesmas etapas usadas pela indústria de forma manual. O que a difere das fecularias é o porte – no Brasil, elas processam de 200 t a 800 t de raízes por dia. Nesse tipo de indústria, todo o processo, da entrada de raízes ao empacotamento da fécula, é feito em 20 minutos.

A obtenção da fécula ou polvilho doce baseia-se em lavagem da massa após moagem das raízes, seguida de decantação da água de lavagem para separar a fécula de fibras, material proteico e impurezas. Após a decantação, a fécula é submetida à secagem. A fécula pode ser obtida por processo rudimentar e caseiro, processamento industrial de pequena capacidade e processamento industrial de grande porte.

No processo rudimentar, geralmente, há muita desuniformidade no produto. As raízes de mandioca são arrancadas, lavadas com água, escovadas e raladas em ralos manuais ou mecânicos. As raízes não são totalmente descascadas, retira-se apenas a casca marrom. Acrescenta-se água à massa ralada e passa-se a massa através de peneiras, com o auxílio de lavagem com água, até que a água não apresente mais aspecto leitoso. Todo o material coado é colocado em cochos de madeira e deixado para decantar. Quando a água estiver transparente, é drenada e substituída por água limpa, após raspar a superfície da fécula depositada. Depois de se adicionar a água, agita-se o conteúdo do recipiente, coa-se novamente em peneiras ou panos de textura grosseira e deixa-se decantar novamente.

Essa operação deve ser repetida até a eliminação total de fibras, cascas e outras impurezas. Em seguida, drena-se o sobrenadante, o bloco de fécula é quebrado, esfarelado e posto a secar exposto ao sol e ao vento, em peneiras forradas com panos de algodão. Após a secagem, a fécula

pode ser submetida à socagem ou esboroamento, com posterior passagem (ou não) em peneiras e acondicionada em sacos de algodão.

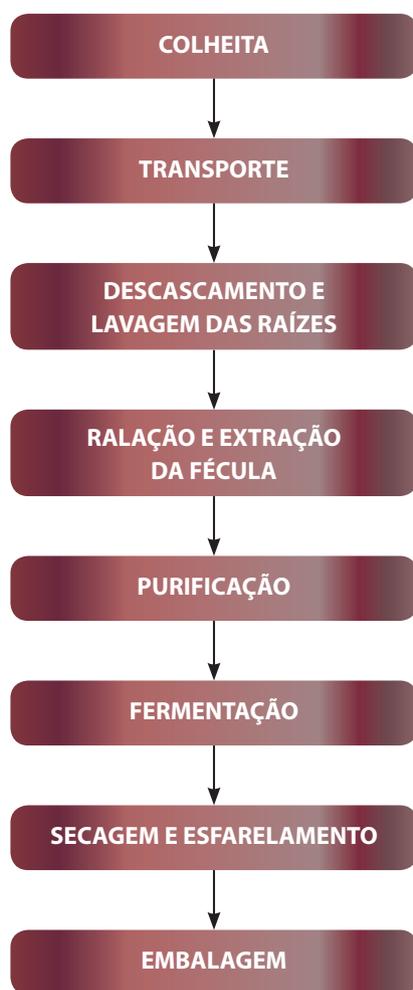
No processo industrial, tanto em pequenas indústrias como nas médias, os procedimentos para a obtenção do polvilho doce (fécula) baseiam-se em colheita, transporte, descascamento e lavagem das raízes, ralação, separação da fécula da massa ralada, purificação, secagem e embalagem (Figura 2).



**Figura 2.** Fluxograma do processo de obtenção de polvilho doce.

### 8.1.3. Polvilho azedo

O polvilho azedo é considerado um amido modificado pelo processo de oxidação. A técnica usada para a extração da fécula de mandioca para obter o polvilho azedo é a mesma para extrair polvilho doce ou fécula. O processo tradicional inicia-se com a extração da fécula a partir da raiz, seguida da fermentação do produto ainda úmido. A maioria dos produtores inicia o processamento pela raiz da mandioca conforme apresentado no fluxograma da Figura 3, embora haja alguns que fermentem o polvilho doce extraído e armazenado durante a safra de mandioca.



**Figura 3.** Fluxograma do processo de obtenção de polvilho azedo.

As raízes são lavadas, descascadas, raladas e submetidas à extração, quando se separa o bagaço (massa), que contém as fibras e o “leite” de fécula, onde os amidos estão em suspensão. O “leite” de fécula pode passar por peneiras de malha fina, onde são separadas as fibras mais finas. A purificação poderá incluir decantação em tanques de alvenaria ou chicanas revestidas de cerâmica ou com divisórias de madeira, ou ainda o uso de centrífugas. A fécula purificada é transferida para tanques de fermentação, que podem ser descobertos ou não, enterrados, semienterrados ou elevados ou, ainda, para cochos de madeira e tanques de alvenaria, revestidos ou não.

A fécula deve permanecer em tanques de fermentação, sob uma camada de água. A fermentação é caracterizada pela formação de bolhas e espuma na superfície logo nos primeiros dias. Ela muda a consistência do polvilho, tornando-o macio e friável. Após o término da fermentação, deixa-se secar a superfície dos tanques até que o polvilho fique com umidade ao redor de 30% a 50%, com consistência e aspecto de queijo.

O polvilho fermentado é retirado dos tanques em pás, podendo ou não passar por esfarelador mecânico, espalhado e colocado para secar. A secagem deve ser feita no mesmo dia, para evitar o aparecimento da cor azul e prejudicar o bom crescimento dos produtos fabricados com o uso desse polvilho. A secagem se faz ao sol, colocando o produto sobre jiraus revestidos de pano branco ou plástico preto. Durante a secagem, o produto deve ser esfarelado entre as mãos, de forma que, no final, o polvilho azedo apresente a fina granulação que lhe é característica. O produtor deve estar atento: a qualquer ameaça de chuva, o produto deve ser recolhido.

O polvilho azedo é um derivado da fécula de mandioca encontrado praticamente em todos os países da América do Sul. Como produto tradicional de Minas Gerais, o polvilho azedo conseguiu expandir-se para todo o País, a partir da cidade de São Paulo, devido a suas aplicações na elaboração do pão de queijo. Outro derivado do polvilho azedo é o biscoito de polvilho, também produto tradicional de Minas. O polvilho azedo é usado ainda como revestimento em amendoim japonês.

## 8.2. Agregando valor à mandioca de mesa

A mandioca de uso culinário em geral é colhida precocemente, entre 10 meses e 12 meses, quando é menos fibrosa. No Estado de São Paulo e no Distrito Federal, a mandioca de uso culinário é a de polpa amarela, sinônimo de mandioca de bom cozimento. A colheita das raízes é ponto importante do processamento. As raízes podem ser colhidas manualmente ou com o auxílio de um subsolador. Não devem sofrer machucaduras e serem transportadas o mais rápido possível até, no máximo, 24 horas da colheita evitando o sol direto. As raízes de mandioca de mesa têm diferentes denominações nas diversas regiões do Brasil: aipim, macaxeira ou mandioca de mesa.

A seleção de variedades de mesa, além de bom desempenho agrônômico, produtividade, resistência a pragas e doenças, deve considerar as exigências sensoriais do consumidor final, aroma e sabor característico, textura macia, cozimento rápido. As características sensoriais seguem padrões regionais, sendo que no Estado de São Paulo o padrão comercial é o da variedade IAC 576-70, a qual atende praticamente a 100% dos mercados de comercialização in natura, de minimamente processados e de congelados. Segundo o grupo de estudos em mandioca da Embrapa Cerrados, em 2007, esta variedade foi indicada para o cultivo na região do Distrito Federal e Entorno, revelando uma média de produtividade de raízes aos 12 meses de 37 t/ha e um tempo para a cocção de 22 minutos.

Um fator a ser considerado é que as raízes de mandioca in natura são cada vez menos frequentes em grandes cidades e supermercados. Além da pequena vida útil pós-colheita este produto quando fornecido de forma in natura não garante praticidade para o consumidor, e têm menores garantias de qualidade devido à falta de informação quanto à origem. O aspecto visual da raiz não atrai os consumidores, devido a terra aderida, variação de tamanho, e rápida deterioração.

Considerando-se as exigências do consumidor, a possibilidade de aumento da vida útil das raízes, e incremento na renda para o produtor por meio da agregação de valor ao produto, uma das alternativas é submeter as raízes a alguma forma de processamento. Atualmente, as principais formas de processamento da mandioca de mesa são: pré-cozida e congelada (toletes e palitos), fritas (“chips”), minimamente processada, esterilizada e embalada a vácuo, descascadas e armazenadas em água e bolinhos de mandioca.

Para todos os processos citados devem-se utilizar raízes de boa qualidade, recém-colhidas, sem danos mecânicos e com tamanho e diâmetro uniforme. Algumas etapas a que a matéria-prima é submetida, tais como, colheita, transporte, descascamento, seleção, lavagem e recepção das raízes são comuns a todos os processos.

### 8.2.1. Pré-cozida e congelada (toletes e palitos)

Consiste na submissão das raízes de mandioca ao descascamento, seleção e lavagem das raízes, corte, lavagem novamente, seleção, pré-cozimento, resfriamento, congelamento e embalagem. A complementação do descascamento deve ser realizada com faca de aço inoxidável. O corte deve ser realizado em toletes de 5 cm de comprimento. Os mesmos devem ser uniformes, pois a uniformidade dos palitos depende da uniformidade dos toletes. Em processamento industrial o corte é realizado com guilhotinas semelhantes às utilizadas para cortar papel adaptado com lâminas de aço inoxidável. Pode ser utilizado também serra fita igual às utilizadas em açougue. Em indústrias de pequeno porte, o corte é realizado manualmente, com facas, mas não garante a uniformidade dos toletes. Após o

primeiro corte, os toletes são colocados transversalmente em aparato que corta palitos com um centímetro de seção.

A lavagem das raízes descascadas e cortadas pode ser realizada por imersão ou por aspersão. Deve-se selecionar os toletes inteiros com boa aparência. Os toletes não selecionados são utilizados para a obtenção de outros produtos. Os toletes selecionados são submetidos ao pré-cozimento por 10 minutos a 15 minutos, em água fervente, em volume correspondente a dois litros por kg de toletes crus. Após o pré-cozimento os toletes devem ser submetidos ao resfriamento de forma rápida, com água fria levemente clorada (10 mg de cloro livre/kg). O resfriamento permite economizar energia durante o congelamento e evita a continuação do cozimento. Os toletes resfriados devem ser descarregados em esteira ou mesa de aço inoxidável ou revestida com fórmica. Podem ser colocados em bandejas de plástico especial, não muito profunda, para o congelamento. Os toletes pré-cozidos são frágeis e devem ser manipulados com cuidado.

O congelamento deve ser realizado em equipamentos que atinja a temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  o mais rápido possível. Neste caso o congelamento leva em torno de 12 horas. O supercongelamento por nitrogênio líquido além de ser uma tecnologia com alto custo, não é muito recomendado para produtos congelados de mandioca. A conservação pode ser recomendada por até seis meses. Para o acondicionamento dos toletes o produto pode ser colocado em embalagem de polietileno de alta densidade e selada em máquinas apropriadas.

## 8.2.2. Mandioca frita (“chips”)

A mandioca frita tipo “chips” consiste em submeter as raízes às etapas de descascamento, pré-cozimento, corte em rodela (fatias), fritura, embalagem e armazenamento. A etapa de descascamento é similar para todos os produtos de mandioca de mesa. O corte das raízes em toletes de 5 cm a 7 cm não é obrigatório mas facilita o descascamento.

O pré-cozimento deve ser realizado antes do corte da mandioca e varia de cinco a oito minutos. É necessário esfriar rapidamente os toletes pré-cozidos de mandioca antes do corte. Em empresas menores com baixa capacidade de investimento, esta etapa pode ser realizada em banhos de água fria, e aos toletes armazenadas em temperatura ambiente durante duas a três horas. Para limitar as possibilidades de fermentação durante o armazenamento, uma solução de hipoclorito (2% do volume de água) deve ser adicionada na água de resfriamento.

O corte pode ser realizado utilizando-se processador elétrico com elevada capacidade de processamento. As lâminas mais adequadas têm abertura de 1,5 mm. Quanto menor a espessura da fatia, melhor será a crocância e menor o tempo de fritura.

A fritura é a principal etapa da produção de “chips” de mandioca e deve ser feita com gordura hidrogenada e em um tempo curto, mas sem deixar fatias úmidas. A temperatura de fritura deve estar entre 130°C e 150°C. Após a fritura o produto deve ser submetido a salga antes do enxugamento da gordura na superfície para permitir melhor adesão. Após a salga o produto deve ser mantido por uma hora sob condições ambiente para uma boa absorção e a secagem da gordura. O acondicionamento do produto deve ser realizado em embalagens de polipropileno com revestimento de alumínio para servir de barreira à umidade e oxigênio. Antes do fechamento da embalagem a atmosfera no interior da mesma deve ser modificada com nitrogênio para garantir a conservação do produto por prazo superior a 30 dias, período mínimo necessário para a comercialização.

### 8.2.3. Minimamente Processada

A mandioca minimamente processada consiste em submeter as raízes às etapas de lavagem em água corrente, pesagem, descascamento (película externa), seleção (descartar as raízes ou partes de raízes que apresentem alguma alteração), lavagem novamente em água corrente, descascamento, pesagem (cálculo de rendimento do processo), corte, desinfecção (eliminar os microrganismos), antioxidante (ácido cítrico para evitar o escurecimento – o que não é obrigatório), escorrimento da água, embalagem em sacos plásticos, armazenamento sob refrigeração (temperatura baixa sem congelar) e comercialização do produto. A mandioca minimamente processada pode ser fornecida ao consumidor de forma somente resfriada ou congelada. Para as duas situações o produto pode ser submetido a vácuo. O mais comum, no Estado de São Paulo, é a oferta de raízes descascadas imersas em água ou congeladas, sendo denominada como uma forma de processo mínimo ou minimamente processada. Os resíduos obtidos no processamento mínimo das raízes de mandioca podem ser utilizados para a alimentação animal.

### 8.2.4. Esterilizada e embalada a vácuo

Os produtos minimamente processados permitem baixo tempo de armazenamento sendo que dificilmente ultrapassa 30 dias. Além disso, no caso da mandioca o armazenamento de raízes cruas prejudica o cozimento do produto, deteriorando a qualidade final. O congelamento resolve esses problemas, mas tem por principal desvantagem os gastos elevados em energia para a manutenção de temperaturas negativas de armazenamento. Para evitar esse problema é possível comercializar um produto esterilizado e embalado a vácuo.

As primeiras etapas do processo de produção de mandioca esterilizada embalada a vácuo são similares às utilizadas para mandioca congelada. A mandioca é descascada, lavada e cortada, em equipamentos que podem ser manuais ou totalmente mecanizados. Depois de cortadas as raízes são cozidas a vapor, em cozedor contínuo e embaladas a vácuo. Após a embalagem, os produtos devem ser esterilizados, o que permite uma esterilização de até seis meses em temperatura ambiente. Para melhorar a conservação e diminuir os riscos de contaminação, é adicionado metabisulfito de sódio.

### 8.2.5. Descascadas e armazenadas em água

É comum a oferta de raízes descascadas imersas em água. As raízes são submetidas a um processo simples, sem dificuldades adicionais. As etapas consistem em descascamento, lavagem e imersão em água no interior de caixas de polietileno ou acondicionadas juntamente com a água em embalagens de polietileno adequadas. O produto é mantido em balcões refrigerados juntamente com os demais produtos vegetais mantidos sob refrigeração. Em algumas situações é adicionado ácido cítrico juntamente com a água para auxiliar na conservação do produto. Este processo não é adequado para raízes de mandioca de polpa amarela, pois a característica visual do produto oferecido e, também, da água em que o produto está submerso não são aceitas pelo consumidor. A vida útil deste produto é pequena. Além disso, o produto quando mantido no interior de caixas de polietileno, geralmente, fica exposto a condições ambientais facilitando a contaminação do mesmo com insetos, poeira e outros.

### 8.2.6. Bolinhos de Mandioca

Esses bolinhos podem ser fabricados com os resíduos da industrialização dos palitos e toletes e das pontas descascadas, ou a partir de raízes de mandioca inteira. Nesse último caso, as raízes devem ser submetidas às operações de descascamento e de cozimento, conforme descritas para a obtenção de palitos e toletes. Após o cozimento as raízes são submetidas à operação de moagem. A moagem pode ser realizada num moedor de carne, com introdução manual das raízes. A moagem é dificultada devido ao fato que após o cozimento a massa de mandioca fica pegajosa. Dessa forma, é necessário um moinho de no mínimo 1,5 cavalos. Se deixar a mandioca esfriar a operação facilita, pois as raízes ficam menos pegajosas.

Após a moagem, a massa é misturada com os ingredientes. Entre os produtos mais comuns, podem-se citar os bolinhos de bacalhau e de carne seca. É possível produzir também bolinhos recheados,

onde o recheio é colocado em recipiente separado, em um equipamento que possui duas moegas de colocação de massa, uma servindo para o recheio e uma para a parte externa do revestimento. Um dos recheios mais valorizados é o queijo cremoso do tipo catupiry. Se desejar um produto uniforme, sem recheio, os dois recipientes recebem a mesma massa. Na saída do equipamento, o sistema de corte do extrusor permite a produção de bolinhas uniformes, que caem numa esteira circulante.

Em seguida os bolinhos são empanados, pois estão pegajosos e também aumenta a barreira à absorção de gordura no processo de fritura e aumenta a crocância. Essa etapa pode ser realizada em uma máquina automática, onde os bolinhos atravessam o produto de empanar sobre uma esteira metálica. Após esta etapa os bolinhos podem ser submetidos a uma outra máquina revestida internamente com teflon para evitar a adesão do produto. Esta etapa tem o objetivo de deixar os bolinhos mais regulares. A próxima etapa é o congelamento. Nesse caso recomenda-se o uso de um gabinete de congelamento. Após o congelamento, o produto é embalado da mesma forma que para outros derivados de mandioca congelados.

## 8.3. Cuidados recomendados para o manejo e garantia de qualidade do produto

### 8.3.1. Colheita e manuseio da matéria-prima

Para obter-se um produto de boa qualidade é de fundamental importância que sejam considerados alguns fatores, tais como: utilização de variedades adequadas para a finalidade desejada, manuseio adequado das raízes desde o campo até a mesa do consumidor e outros. A qualidade dos produtos hortícolas é originada no campo influenciando na vida útil dos mesmos. A colheita das raízes é uma etapa importante do processamento e deve ser realizada nas primeiras horas do dia para evitar a rápida deterioração do produto devido ao calor de campo (calor do sol) que pode ser absorvido pelas raízes durante o dia. Quanto mais calor absorvido pelas raízes após a colheita, menor será a sua durabilidade. A colheita de raízes de mandioca pode ser realizada de forma manual, mecanizada ou semimecanizada, sendo que, na semimecanizada, são utilizados fofadores, que facilitam o arranquio das raízes, entretanto esse equipamento danifica muito às raízes.

Outros cuidados importantes adicionais devem ser tomados, tais como: evitar danificar as raízes no arranquio e na separação da raiz da planta ou da cepa, evitar bater ou jogar as raízes, pois propicia o apodrecimento e sabor amargo, selecionar as raízes de tamanho e formato adequado e armazenar

para o transporte preferencialmente em caixas plásticas retornáveis. Se isso não for possível, as raízes podem ser acondicionadas em caixas do tipo K.

Após a colheita, as raízes devem ser transportadas o mais rápido possível para um local fresco, e não devem permanecer em contato direto com o sol. O ideal seria resfriar o produto para retirar o calor de campo em água fria ou em câmara fria. Como isso ainda é muito difícil de ser realizado na grande maioria das propriedades rurais, recomenda-se o transporte do produto rapidamente para a sombra. No trajeto do campo para o galpão de preparação ou para a venda do produto, ele deve ser coberto com lona apropriada ou restos de culturas, como capins secos, por exemplo. As condições adequadas de armazenamento das raízes de mandioca de mesa in natura após a chegada do campo é, de preferência, em refrigeração com temperatura em torno de 3 °C e umidade relativa alta em torno de 95%. Se não for possível, o produto deve ser mantido à sombra e comercializado o mais rápido possível, pois a sua durabilidade é muito pequena. A raiz de mandioca é um produto vivo e por isso, após a colheita irá consumir suas reservas para manter-se nesta condição. Quanto mais adequado for o manuseio do produto, maior será a sua durabilidade (vida útil ou de prateleira).

### 8.3.2. Conservação, cozimento das raízes e concentração de ácido cianídrico

Devido à elevada concentração de água, a conservação da raiz no período de pós-colheita é um dos principais problemas e estima-se que cerca de 20% a 25% da mandioca destinada ao consumo humano comercializado na forma in natura são perdidos.

Os fatores que afetam a conservação das raízes de mandioca após a colheita consistem no escurecimento das raízes, que está diretamente associado com os danos mecânicos (compressão, impacto, vibração) que ocorrem durante a colheita e manuseio inadequado após a colheita, sendo que essa alteração inicia-se nos locais onde ocorrem esses danos e se espalham por toda a raiz. Os cortes, batidas, arranhões e outros ferimentos também servem de porta de entrada para os microrganismos que causarão o apodrecimento das raízes. Quanto à deterioração pelo escurecimento, a maior ou menor resistência das raízes de mandioca está relacionada com o clima, o solo, a cultivar, a idade da planta, o método utilizado na colheita e o transporte e armazenagem das raízes, sendo que a composição química e a concentração de enzimas (que fazem parte da própria raiz) e substratos (nesse caso, o ar atmosférico), provavelmente, são as principais responsáveis.

Além de problemas de conservação, a falta de regularidade na qualidade culinária das raízes de mandioca de mesa é um dos fatores de restrição à expansão de seu consumo. Raízes cozidas de boa qualidade, entre outras características, devem apresentar-se, quando esmagadas, na forma de umas

massas não encaroçadas, plásticas e não pegajosa. O tempo de cozimento culinário correlaciona-se bem com a qualidade da massa cozida sendo que, quanto menor esse tempo, melhor a massa gerada. Avaliações de cocção em raízes de mandioca são muito variáveis, pois este fator depende da cultivar, idade da planta, condições climáticas e grau de deterioração das raízes. O tempo ótimo de cocção varia de 15 a 30 minutos e quando o tempo excede 30 minutos os produtos são considerados de baixa qualidade. A manutenção das raízes no solo como forma de armazenamento acarreta em aumento no tempo de cocção das mesmas. Infelizmente, a qualidade culinária das raízes de mandioca tem sido pouco estudada e as causas da sua variabilidade e instabilidade são pouco conhecidas.

A duração do tempo de cozimento diferenciou-se na mesma raiz e entre raízes da mesma planta, e entre plantas da mesma variedade. Variou, também, em função da variedade, do tipo de solo e das épocas de colheita consideradas. O tempo de cozimento é uma característica importante na seleção de uma variedade de mesa, sendo preferida aquela que apresente menor tempo de cozimento.

A produção de bolinhos de mandioca permite a resolução de parte do problema de cozimento das raízes, pois a moagem das raízes reduz os efeitos de falta de cozimento, permitindo a manutenção de uma qualidade mais estável ao longo do ano.

O teor de ácido cianídrico também é um fator importante para esta cultura. O mesmo deve ser baixo, sendo que as raízes de mandioca podem ser classificadas como de mesa (mansas) ou industriais (bravas), com base no teor deste componente. As classificadas como de mesa apresentam baixo teor de HCN (menor que 100 mg/kg na polpa crua). O teor de HCN varia muito, em função das práticas de produção. Geralmente, o teor de HCN está relacionado a um sabor amargo das raízes. Porém, há casos em que raízes com baixo teor de HCN podem apresentar sabor amargo.

### 8.3.3. Problemas na obtenção de produtos derivados de mandioca

Na produção de farinha no Brasil a variabilidade é muito grande, dificultando em muito a comercialização. Essas diferenças são devidas a variedades das raízes, que são amarelas no Norte e brancas no restante do País, mas, principalmente, ao processamento. Utilização de fornos muito quentes ou frios, cargas elevadas ou muito pequenas, prensagem mais ou menos intensiva são alguns dos fatores que podem influenciar o padrão da farinha. Essas variações tornam quase impossível a proposta de um padrão nacional de qualidade. O processamento para a obtenção de farinha de mandioca tem origem indígena e até os dias atuais ainda existem vestígios dessa origem.

Mesmo em uma única propriedade, por consequência do sistema artesanal de produção, é raro ocorrer uniformidade em fabricações sucessivas de farinha. A heterogeneidade é devida,

principalmente, à fabricação por pequenos produtores para seu uso diário, cada um deles seguindo um processo próprio. As classificações de qualidade são particulares de cada fabricante, que as definem como grossa, média, fina, superior, de primeira e outras, sem obedecer a padrões ou técnicas que relacionem a qualidade ao nome do produto.

Para a fécula de mandioca, a produção no Brasil, mesmo com as multinacionais cada vez mais presentes, é ainda uma atividade onde o processo está muito aquém em relação aos processos de extração de outros amidos. Ocorrem perdas de quase um terço do amido da raiz durante o processo de extração. A recuperação de parte deste amido poderá oferecer as empresas um ganho de competitividade considerável em relação às outras fecularias com sistema tradicional de produção e em relação aos outros amidos comerciais. É justamente na indústria amilífera que mais se exige qualidade da matéria-prima de mandioca, visto que o produto final deve ser apresentado sob a forma mais pura possível. Assim, mais do que em outra atividade industrial da mandioca, o processamento tecnológico deve ser feito, preferivelmente, dentro de 24 horas após a colheita das raízes, para evitar o escurecimento do produto, em decorrência da deterioração e ação enzimática.

Opolvilho azedo é ainda um produto artesanal, mesmo quando fabricado em fecularias modernas. Apresenta grande heterogeneidade de qualidade. Sua caracterização é muito importante para tentar entender melhor os principais problemas ligados aos processos de produção e a potencialidade de uso alimentar. O fato de ser produzido por tecnologias artesanais e principalmente pela necessidade de secagem solar faz do polvilho azedo um produto extremamente vulnerável às sujidades sendo que a legislação brasileira é clara em relação à ausência de sujidades em produtos alimentares. A secagem solar também acarreta em um produto com falta de padrão nos lotes. A secagem artificial poderá regularizar estes problemas, no entanto, equipamentos adequados para utilização industrial ainda estão em fases de estudo.

Quanto aos produtos minimamente processados, geralmente os mesmos não são submetidos a nenhum tratamento térmico durante o processamento, o que poderia reduzir a sua contaminação microbiana. Dessa forma, a matéria-prima deve apresentar o mínimo de contaminação, para evitar possíveis problemas ao consumidor. Uma solução para esse problema seria a implantação de Boas Práticas Agropecuárias (BPA) ou agrícolas, que é sem dúvida o primeiro passo para a produção de alimentos seguros ao consumidor.

A matéria-prima de qualidade e segura do ponto de vista microbiológico é a garantia para que os produtos minimamente processados não representem riscos para o consumidor. Esta afirmação está baseada no fato de que etapas geralmente adotadas durante o processamento mínimo não são suficientes para a remoção e/ou a inativação completa dos microrganismos contaminantes. Portanto, a presença de patógenos na matéria-prima pode significar um produto final também contaminado.

Além disso, deve-se considerar que a presença de um lote de matéria-prima contaminado com patógenos pode resultar na contaminação do ambiente, equipamentos e utensílios usados no processamento mínimo e comprometer, assim, a segurança microbiológica dos lotes produzidos subsequentemente. Portanto, a garantia da segurança microbiológica dos produtos submetidos ao processamento mínimo dependerá de um controle rigoroso dos processos de produção da matéria-prima, processamento mínimo e comercialização do produto final.

### 8.3.4. Legislação e microbiologia

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) tem feito esforços para ajuste da legislação relativa aos produtos e subprodutos da mandioca, esforços dificultados pelos muitos produtos e subprodutos da mandioca de origem artesanal e o forte apelo cultural. Muitos produtos ficam à margem da legislação, o que pode facilitar as fraudes. Por outro lado, é difícil estabelecer critérios de qualidade nas regiões mais distantes, onde a farinha de mandioca é um produto de subsistência e na maioria destinada ao consumo próprio. As farinhas de coloração amarela, tais como as farinhas d'água, exigem uma normalização sobre os tipos e a quantidade de corantes possíveis de se adicionar. Além da cor e granulometria, a microbiologia é um aspecto importante da farinha. No entanto, poucas são as referências bibliográficas sobre o conteúdo microbiano da farinha de mandioca.

A matéria-prima, mandioca, contém naturalmente microrganismos contaminantes. Várias operações do processamento de farinha, principalmente a lavagem, o descascamento e a torração, removem ou destroem parte dos microrganismos. Por outro lado, se no processamento forem utilizados equipamentos em condições sanitárias deficientes, ou se ocorrer contaminação pelo manuseio, outros microrganismos poderão ser introduzidos, incluindo bactérias indicadoras de contaminação fecal e patógenos causadores de doenças. As operações de relação, pelo contato íntimo do equipamento com as raízes e prensagem, que quando demorada permite a proliferação microbiana, são muito críticas. As etapas de peneiragem e acondicionamento que são posteriores ao tratamento térmico (secagem ou torração) devem ser realizados com cuidado para evitar a recontaminação do produto. O desenvolvimento de microrganismos durante o armazenamento dos produtos, principalmente de fungos produtores de toxinas, pode ocasionar sérios problemas de intoxicação alimentar.

Para garantir-se a produção de alimentos seguros para o consumo humano a estrutura física, os equipamentos e os processos de produção das unidades de processamento de mandioca precisam ser adequados de forma a atender às normas da Legislação Brasileira. Em particular, deve ser considerado o regulamento Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para

Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos – Portaria SVS/MS nº 326 de 30 de julho de 1997, que apresenta os princípios gerais higiênico-sanitários das matérias para alimentos produzidos/industrializados; indicações quanto às condições higiênicas sanitárias dos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos; os requisitos de higiene do estabelecimento, higiene pessoal e higiene na produção; os requisitos sanitários; e orientação quanto ao controle de alimentos.

Um importante instrumento para o controle do processo e melhoria da qualidade do produto é o sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC. Na Legislação Brasileira, refere-se a este sistema, abrangendo unidades de processamento de produtos de origem vegetal, a Resolução ANVISA nº 17, de 30 de abril de 1999, Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas para Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos. A APPCC é um sistema preventivo que visa à seguridade de produtos alimentícios. Baseia-se na aplicação de princípios técnicos e científicos abrangendo todas as fases de produção de alimentos. Todos os fatores de risco são contemplados nesse sistema: biológicos, químicos e físicos, sejam eles de ocorrência natural na matéria-prima ou no ambiente ou gerados por falha no processamento. A implantação do sistema APPCC em unidades de processamento de alimentos tem apresentado resultados positivos.

Em produtos minimamente processados, a maior preocupação deve estar relacionada com a segurança do produto, para evitar problemas ao consumidor. Um alimento seguro para o consumo é aquele que não apresenta contaminação por agentes químicos, físicos ou microbiológicos em concentrações prejudiciais à saúde. No Brasil ainda não existe uma legislação específica para produtos minimamente processados. No entanto, o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece que para hortaliças, legumes e similares frescos, in natura, preparados (descascados, selecionados ou fracionados), sanificados, refrigerados ou congelados, para consumo direto, devem ser realizadas as análises microbiológicas de Coliformes termotolerantes com tolerância de  $5 \times 10^2$  UFC g<sup>-1</sup> e ausência de *Salmonella* sp, em 25 g de produto.

Quanto ao polvilho a legislação brasileira diferencia a fécula (polvilho doce) do polvilho azedo apenas pelo teor de acidez, sem levar em consideração a sua principal característica, a expansão sem necessidade de fermento químico ou biológico. A legislação brasileira também não prevê este tipo de análise. Os limites estabelecidos pela legislação quanto à acidez do polvilho azedo também são questionáveis, sendo urgente uma atualização da legislação neste aspecto.

## 8.4. Considerações finais

A farinha de mandioca é produzida em todos os Estados do Brasil, sendo um alimento muito apreciado pelos brasileiros, de várias maneiras, de acordo com os costumes da região. Em alguns Estados a farinha de mandioca é a base essencial da alimentação, complementada com carne de caça, de peixe fresco ou salgado. Pode-se considerar que a farinha de mandioca constitui-se na forma mais ampla de aproveitamento industrial da mandioca, porém, não é um produto muito valorizado, principalmente pela falta de uniformidade. Dessa forma, é importante o conhecimento de tecnologias e ações adequadas para a solução desse problema.

A fécula ou polvilho doce é considerado como o produto derivado das raízes de mandioca mais valorizado. No entanto, no Brasil apenas 3% do total de raízes de mandioca produzidas são destinados para a produção de fécula. Dos produtos tradicionalmente processados no Brasil, oriundos da mandioca, o que solicita maiores investimentos em equipamento e que possui uma tecnologia mais evoluída é a fécula ou polvilho doce.

A procura por polvilho azedo (que é um derivado da fécula) pelo consumidor é grande, principalmente para uso em produtos de confeitaria na forma de biscoitos, sequilhos, pão de queijo, bolos, biscoito de polvilho e outros, sendo o amido modificado para alimentos mais produzido no Brasil. Para que o polvilho azedo possa ocupar um espaço ainda maior no mercado, dois pontos são da maior importância: a uniformização da qualidade, com destaque para a propriedade de expansão e a melhoria da higiene na produção. É importante considerar que entre as féculas, que é o amido extraído da parte subterrânea de vegetais, a de mandioca é a que proporciona o maior grau de expansão, necessário para a obtenção de produtos de boa qualidade.

As diferentes alternativas de processamento das raízes de mandioca de mesa tem sido um forte chamativo para o consumidor, com um potencial de mercado muito grande, tanto em nível nacional como internacional. No entanto, a qualidade dos produtos deve ser estável, principalmente em função dos problemas de cozimento, higiene, exigências da legislação, padronização e segurança para o consumidor. Os bolinhos de mandioca são produtos ainda pouco conhecidos no Brasil, mas com mercado potencial muito grande que permanece ainda a ser explorado. Em paralelo, o uso de massa de mandioca para o preparo de pratos típicos poderá abrir mais oportunidades de mercado.

## 8.5. Literatura recomendada

AGUIAR, J. L. P.; BARRETO, B.; SOUSA, T. C.; FIALHO, J. F. Cadeia produtiva da mandioca no Distrito Federal: caracterização do consumidor final. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande. **Ciência e tecnologia para a raiz do Brasil: anais**. Campo Grande: Governo do Estado; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 1 CD-ROM.

ALVES, A.; CANSIAN, R. L.; STUART, G.; VALDUGA, E. Alterações na qualidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 330-337, 2005.

ANDRADE, N. J.; ANTUNES, M. A.; BASTOS, M. S. R. Higiene nas indústrias de alimentos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2004. p. 40-47.

BEZERRA, S. V.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. L. de.; VILELA, E. R. Raízes de mandioca minimamente processadas: efeito do branqueamento na qualidade e na conservação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, p. 564-575, 2002.

BEZERRA, V. S. Alterações na composição química e cocção de raízes de mandioca minimamente processadas. **Manual Técnico**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. 92p.

CARVALHO, V. D. de; CHALFOUN, S. M.; CLEMENTE, E.; LEITE, I. P. Relação entre compostos fenólicos, atividades de peroxidase e polifenoloxidase e deterioração fisiológica em raízes de mandioca. **Revista Brasileira da Mandioca**, v. 4, p. 89-96, 1985.

COELHO, A. H. R. **Efeito da idade de colheita sobre o grau de deterioração fisiológica e composição química das raízes de três cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 1992. 107 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1992.

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

GIMENEZ, R. **Deterioração fisiológica e alguns componentes químicos em seções de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cv. Guaxupé durante o armazenamento**. 1991. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

HUEI-WANG, S.; CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M. Armazenamento pós-colheita de mandioca. V. Influência da polifenoloxidase na deterioração fisiológica. **Revista Brasileira da Mandioca**, v. 2, p. 17-20, 1983.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 19 jul. 2010.

KATO, M. do S. A. **Efeito da poda e da época de colheita na produtividade, conservação e qualidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 1987. 107 f. Dissertação Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

KATO, M. do S.A.; CAMPOS, A. D.; CARVALHO, V. D. de. Influência da espessura de embalagem de polietileno na deterioração fisiológica em raízes de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, p. 803-809, 1988.

KATO, M. do S. A.; SOUZA, S. M. C. de. Conservação de raízes após colheita. **Informe Agropecuário**, v. 13, p. 9-16, 1987.

LORENZI, J. O.; VALLE, T. L. **IAC 576**: a variedade de mandioca de mesa mais cultivada no Estado de São Paulo. Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), 4 p., 2002.

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

LORENZI, J. O.; MIRANDA FILHO, H. da S.; MONTEIRO, D. A.; MALLOZZI, P. R.; PIZZINATTO, A.; CAIELLI, E.L. **Programa integrado de pesquisa**: raízes e tubérculos. São Paulo: Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária, 1986. 47 p.

LUND, D. G.; ZAICOVSKI, C. B.; PRIETO, L. M. CONCEIÇÃO, C. dos, S. da; ALEIXO, J. A. G.; ROMBALDI, C. V. Qualidade microbiana e aspecto visual de mandioca minimamente processada. **Acta Science Biology Science**, v. 29, p. 213-216, 2007.

LUND, D. G.; PETRINI, L. A.; ALEIXO, J. A. G.; ROMBALDI, C. V. Uso de sanitizantes na redução da carga microbiana de mandioca minimamente processada. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1431-1435, 2005.

MIYA, E. E.; SILVA, S. D.; PEREIRA, A. S.; ANGELUCCI, E. Avaliação química-sensorial de novos cultivares de mandioca. **Coletânea Ital**, v. 6, p. 257-275, 1975.

MIRANDA, L. A. **Características tecnológicas, agrônomicas e de qualidade de mandioca de mesa**. 2000. 93 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). Universidade Estadual de Londrina. Curso de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Londrina, PR.

NACHILUK, K.; ANTONIALI, S. **Principais perdas na cultura da mandioca.**

2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em:<[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_4/mandioca/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/mandioca/index.htm).> Acesso em: 28 dez. 2008.

NORMANHA, E. S. O mau cozimento dos aipins: uma hipótese.

**O Agrônomo**, v. 40, n. 1, p. 13-14, 1988.

OLIVEIRA, M. A. de; LEONEL, M.; CABELLO, C.; CEREDA, M. P.; JANES, D. A. Metodologia para avaliação do tempo de cozimento e características tecnológicas associadas em diferentes cultivares de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 126-133, 2005.

OLIVEIRA, M. A. de; PANTAROTO, S.; CEREDA, M. P. Efeito da sanitização e de agente antioxidante em raízes de mandioca minimamente processadas.

**Brazilian Journal Food Technology**, v. 6, p. 339-344, 2003.

PORTO, M. C. M. Reflexos da política agrícola na cultura da mandioca no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 4., 1986, Camboriú. **Resumos...** Camboriú: SBM, 1986.

SARMENTO, S. B. S.; REIS, M. M.; FERREIRA, M. M. C.; CEREDA, M. P.; PENTEADO, M. V. C.; ANJOS, C. B. dos. Análise quimiométrica de propriedades físicas, físico-químicas e funcionais de féculas de mandioca. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 2, p. 131-137, 1999.

SILVA, V. V. da; SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M. Efeito da embalagem e temperatura de estocagem na conservação de mandioca minimamente processada. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 6, p. 197-202, 2003.

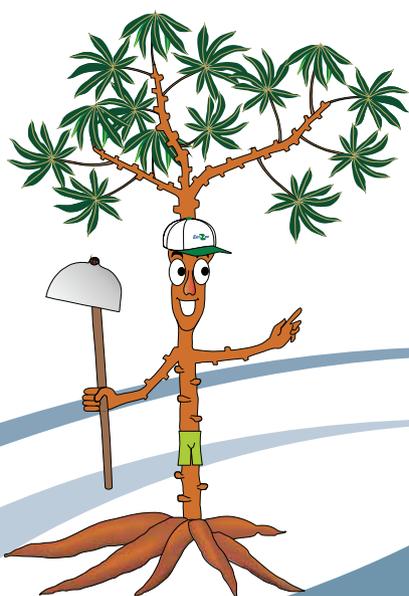
SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. **Sistema de produção de mandioca para a região do cerrado.** Cruz das Almas, BA: CNPMF, 2003. 61 p.

SOUZA, L. S. da. **Processamento e utilização da mandioca.** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. 547 p.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F. de; SILVA, M. S. **Desempenho de variedades de mandioca de mesa no Distrito Federal.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 16 p.

VILPOUX, O.; CEREDA, M. P. Processamento de raízes e tubérculos para uso culinário: minimamente processadas, vácuo, pré-cozidos congeladas e fritas (french-fries). In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas.** São Paulo: Fundação Cargill, 2003. (Serie Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, v. 3). p. 81-109.

# Aspectos econômicos e de mercado do cultivo de mandioca



Jozeneida Lúcia Pimenta de Aguiar  
Tito Carlos Rocha de Sousa  
Camilla Ferreira Lôbo

## 9.1. Introdução

O processo de globalização aprofunda a integração internacional dos mercados. Regiões produtoras distantes em termos geográficos e isoladas culturalmente dos centros dinâmicos da economia mundial são cada vez mais envolvidas nesse processo. Um dos efeitos mais claros desse cenário é não ser mais possível produzir sem ter em mente as preferências e tendências do comportamento do consumidor.

O produtor rural, mesmo o familiar, tem que pensar na produção e no mercado e, como consequência, vai ficando mais claro para ele a necessidade de conciliar métodos tradicionais de produção e técnicas modernas.

O uso de métodos produtivos tradicionais não se sustenta se não for acompanhado de uma percepção do funcionamento do mercado, com consciência das vantagens comparativas e das próprias fraquezas, organizando características e atributos do que é produzido com o que é demandado, de forma a orientar as vendas para um segmento do mercado. A ideia de possuir uma fatia do mercado levanta a questão da competitividade, que, por sua vez, exige competência. E, segundo a sabedoria popular, quem não tem competência não se estabelece. Para ter um negócio e prosperar, o produtor precisa aperfeiçoar seus meios de produção.

O produtor está consciente de que um de seus mais fortes aliados é a informação, ou seja, conhecimentos que o orientem dentro de um espaço exigente em produto e dominado pela competição, com vistas a obter remuneração e garantir rentabilidade que permita boa qualidade de vida para si e sua família.

Entre os vários recursos de informação estratégica para o produtor rural, uma delas é conhecer a rentabilidade, ou seja, o quanto lucra com seu produto. Sem conhecer o custo de produção, naturalmente, não saberá quanto lucra.

## 9.2. Agronegócio da mandioca

A compreensão do agronegócio (Figura 1), em todos os seus componentes e inter-relações, é uma ferramenta indispensável a todos os tomadores de decisão, pois é fundamental ter uma visão sistêmica que engloba os setores denominados: (a) antes da porteira ou a montante da produção agropecuária, que são compostos basicamente pelos fornecedores de insumos e serviços; (b) dentro da porteira ou produção agropecuária que é o conjunto de atividades desenvolvidas dentro das

unidades produtivas, as fazendas; (c) e, após a porteira ou a jusante da produção agropecuária, que se refere a atividade de armazenamento, beneficiamento, industrialização, embalagem, distribuição, consumo de produtos alimentícios, fibras e produtos energéticos proveniente da biomassa.



**Figura 1.** Modelo geral da cadeia produtiva da mandioca.

Fonte: Adaptado de Castro et al. (1995).

Da raiz de mandioca são extraídos vários subprodutos industriais para alimentação humana e animal, como a fécula (polvilho doce); a farinha; o polvilho azedo; o sagu; a tapioca; os *chips* e *pellets*; e os produtos minimamente processados, como a mandioca descascada/congelada; a mandioca embalada a vácuo; a mandioca envasada embalada com água, entre outros. O derivado industrial de mandioca com maior potencial de comercialização é a fécula, que representa em torno de 30% do mercado brasileiro. No mundo, as principais fontes de amido são o milho, 70%; a mandioca, 10%; a batata doce, 8%; o trigo, 6%; a batata; e outros produtos 6%.

À montante da produção de mandioca está o setor fornecedor de insumos que, ao contrário de outras culturas, é incipiente. O plantio de mandioca se dá por meio de manivas-sementes, produzidas normalmente na própria propriedade rural, apenas 4,9% dos produtores usam agroquímicos e 11,3% utilizam fertilizantes, esses índices são muito baixo para o potencial da cultura.

As unidades produtoras de mandioca, dependendo do nível tecnológico, da participação no mercado, do grau de intensidade do uso de capital na exploração e da origem da mão de obra, podem ser classificadas como unidades de produção doméstica, familiar ou empresarial. No Brasil, 90% dos

estabelecimentos produtores de mandioca são unidades domésticas e familiares, produzem em torno de 87% de toda produção, o ciclo da cultura é de um ano (de 8 a 12 meses) ou de 2 anos (de 14 a 24 meses). A cultura é extensiva no uso de mão de obra rural e tem participação expressiva na formação da renda bruta das propriedades rurais em algumas regiões do país.

À jusante da produção de mandioca estão dois segmentos industriais distintos: as farinheiras e as fecularias. O primeiro segmento é bastante pulverizado e, nele, predominam unidades industriais familiares de pequeno porte. O segundo (fecularias) é mais concentrado (Paraná, 71% da produção de fécula; Mato Grosso do Sul, 14%; São Paulo, 13%; Santa Catarina e Goiás com cerca de 1%) possuindo normalmente grande capacidade de produção.

O sistema de produção retrata a maneira pela qual o produtor se organiza e realiza suas operações de produção, adotando uma determinada lógica em todas as etapas do processo produtivo, desde o momento em que os insumos chegam à propriedade até a obtenção do produto acabado, no caso da mandioca, quando as raízes estiverem no ponto de comercialização. No âmbito da propriedade rural, principalmente a familiar, existem vários sistemas de cultivo (ex. mandioca, arroz, feijão, hortaliças, entre outros) e (ou) criação (gado de leite, galinhas, porcos, entre outros) definidos a partir dos fatores de produção (terra, capital e trabalho) e interligados por um processo de gestão com objetivo de alcançar eficiência e competitividade.

Nesse sentido, a análise econômica permite que o produtor conheça os resultados financeiros alcançados num dado período, tornando-se estratégica para orientar as escolhas a serem feitas nos ciclos produtivos seguintes. Desse modo, o produtor deve conhecer bem o sistema de produção praticado e quanto custa cada unidade produzida. A configuração de um sistema de produção influencia fortemente o resultado técnico e econômico de uma unidade de produção. Para saber qual o melhor sistema a ser adotado, é preciso conhecer o custo de produção de uma unidade do produto em diferentes sistemas existentes nas propriedades, porque só assim é possível saber se a alocação dos fatores de produção está sendo feita de forma eficiente e se o produto é competitivo ou não. Assim, expressar-se em termos de custos de produção é usar métodos gerenciais que podem levar o produtor rural a conversar com os atores dos ambientes da pesquisa, das políticas públicas, do mundo do trabalho e dos negócios.

### 9.3. Custo de Produção

O objetivo de qualquer empresa ou empreendimento agropecuário é maximizar os resultados quanto à realização de sua atividade produtiva, isto é, obter a máxima produção possível com a

utilização de certa combinação de fatores (terra, trabalho e capital). O resultado ótimo será conseguido quando houver o máximo de produção para um dado custo total ou minimizar o custo total para um dado nível de produção. Assim, o custo total de produção pode ser definido como a soma dos valores de todos os recursos (insumos e serviços) utilizados no processo produtivo de uma atividade agrícola (nesse caso a produção de mandioca) em certo período de tempo, e está ligada à gestão da tecnologia, ou seja, à alocação eficiente dos recursos produtivos e ao conhecimento dos preços desses recursos.

Os cálculos econômicos traduzem as combinações da alocação eficiente dos fatores produtivos versus produção em termos financeiros (custo, faturamento, rentabilidade, lucro líquido), o que permite aos empresários localizar, em cada conjunto de circunstâncias, as soluções mais econômicas e proveitosas. Nesse momento, é possível compreender por que determinados aspectos técnicos válidos são postos de lado em detrimento dos resultados econômicos. Na prática, os organizadores da produção (empresários) encaram a combinação de fatores de produção como problema econômico, isto é, são guiados em suas decisões, por um lado, pelos preços dos fatores e insumos (custo), por outro, pelos preços e possibilidades de escoamento de seus produtos no mercado (faturamento).

Assim, assume importância à ideia de custo de produção que, no âmbito deste trabalho, adotam-se os seguintes conceitos gerais:

- Custo operacional efetivo (COE): são as despesas efetuadas com mão de obra, operações de máquinas/equipamentos e materiais consumidos ao longo do processo produtivo.
- Custo operacional total (COT): É o custo operacional efetivo acrescido dos gastos com encargos sociais diretos, contribuição de seguridade social rural, encargos financeiros, assistência técnica e depreciação de máquinas.
- Custos variáveis: São os custos que ocorrem na medida em que a atividade produtiva se desenvolve, ou seja, aqueles que somente ocorrem ou incidem se houver produção. Custo variável é o custo que varia em proporção direta com a quantidade produzida ou a área plantada num determinado período de tempo. Quando não há produção, o custo variável é zero.
- Custos fixos: são aqueles provenientes dos componentes estruturais necessários ao processo produtivo, como terra, instalações e benfeitorias físicas, máquinas e equipamentos, trabalho humano fixo e capital investido. É o custo que não se altera proporcionalmente à quantidade produzida. O custo existe mesmo que não haja produção.
- Custo médio: é a divisão de cada tipo de custo (variável, fixo e total) pelo número de unidades produzidas.

- Custo de oportunidade: é a remuneração que o recurso obteria na melhor alternativa de uso. Recorremos a esse conceito quando há necessidade de imputar valores aos recursos que não são diretamente determinados pelo mercado.
- Fatores de produção: compreende a terra, o trabalho e o capital utilizados no processo de produção. (1) O fator terra engloba além das terras cultiváveis e urbanas os recursos naturais; (2) o fator trabalho representa não apenas o tempo de trabalho humano dispendido na produção, mas também as capacidades e conhecimentos das pessoas utilizados no processo produtivo; (3) o fator capital inclui todos os bens duráveis produzidos com o fim de produzirem ou apoiarem na produção de outros bens ou serviços, são incluídos nesse fator as máquinas, os equipamentos de forma gerais (informática, telecomunicações e transportes), as instalações e diversos outros.
- Insumos: é todo fator de produção que entra de forma direta ou indireta na elaboração de certa quantidade de bens e serviços, tais como: máquinas, implementos, equipamentos e componentes; água, insumo natural e abundante, disponível gratuitamente; fertilizantes, corretivos, agroquímicos, mudas e sementes; mão de obra, entre outros.
- Produção agrícola: compreende um conjunto de atividades desenvolvidas no campo, como preparo do solo, tratos culturais, colheita, transporte, armazenamento interno, administração e gestão dentro da unidade produtiva (as fazendas) para a condução da cultura.
- Ciclo vegetativo: é o tempo necessário para que a planta processe suas atividades biológicas para obtenção do produto maduro e pronto para reprodução de novas plantas, ou seja, da germinação à colheita.
- Serviços: são de três procedências, o humano, que se refere ao o esforço físico ou intelectual empregado na execução das atividades, podendo ser trabalho familiar, permanente ou eventual; serviço animal, que é o resultado do esforço físico realizado por um ou mais animais na execução de uma atividade; e, mecânico, que é a execução de determinada tarefa feita por tração motora.
- Renda bruta: é o valor monetário da produção. O valor da renda bruta é obtida por meio da multiplicação do preço médio de venda em moeda corrente (R\$) pela quantidade produzida.
- Renda líquida: é a renda bruta menos o custo de produção.

Para exemplificar a abordagem do custo de produção, neste trabalho, são apresentados dois estudos de caso: o primeiro compara uma situação no Distrito Federal (DF) com outra no Vale do Rio Urucuia (VRU), Noroeste de Minas Gerais. Essas unidades territoriais fazem parte da Mesorregião de

Águas Emendadas, inclusa no Programa de Sustentabilidade de Espaços Sub-regionais (PROMESO) da Secretaria de Programas Regionais do Ministério da Integração Nacional, cuja programação elegeu três arranjos produtivos com potencialidade de desenvolvimento e geração de emprego e renda: piscicultura, artesanato e mandiocultura. O segundo é o sistema de produção recomendado para a Região do Cerrado, desenvolvido pela Embrapa Cerrados em parceria com a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em que os valores apresentados referem-se a coeficientes médios para os sistemas de produção de mandioca de mesa e indústria. Os dois estudos de casos fornecessem quatro situações distintas (produção de mandioca no DF, VRU, os sistemas de produção de mandioca de mesa e indústria para a Região do Cerrado) que serão comparadas, na tentativa de revelar as diferenças e semelhanças nos procedimentos produtivos e nos índices de desempenho alcançados.

Os sistemas de produção são considerados para servir de referencial para a configuração das planilhas, representando, em detalhes físicos e monetários, os sistemas e os níveis tecnológicos. Essas planilhas são constituídas por uma matriz de coeficientes técnicos e um conjunto de preços de insumos e fatores de produção pagos pelos produtores.

### 9.3.1 Matriz de coeficientes técnicos

Os coeficientes técnicos são parâmetros indicadores de consumo de insumos e fatores de produção utilizados nos sistemas de cultivo. Esse item entra no cálculo do custo de produção de uma determinada cultura, fornecendo informação básica sobre combinação de insumos e serviços utilizados ao longo do processo produtivo, podendo ser expressos em tonelada, quilograma ou litro, no caso dos corretivos, fertilizantes, sementes e agrotóxicos; em horas para os serviços com máquinas e equipamentos; e, em dias de trabalho para os serviços humano (dia homem) ou animal (dia animal). Essa combinação é conhecida como pacote tecnológico de produção que indica a quantidade de cada um desses itens que são utilizados na produção de determinada cultura por unidade de área (hectare), resultando num determinado nível de produtividade.

As matrizes de coeficientes técnicos de produção de mandioca, para os presentes estudos de caso, foram elaboradas com base em informações coletadas de diferentes maneiras:

- No Distrito Federal, as informações foram obtidas mediante pesquisa de campo, utilizando a técnica de entrevistas semiestruturada com 62 produtores de mandioca, equivalente a 12% do total de produtores de mandioca do Distrito Federal, no ano de 2006.

- No Vale do Rio Urucuia, utilizou-se a técnica de painel realizado em novembro de 2007, em que participaram 16 produtores familiares do Plano de Assentamento (PA) Riacho Claro, localizado no Município de Arinos (MG). O processo de escolha da comunidade foi ao acaso.
- Para o sistema de produção recomendado pela Embrapa Cerrados, utilizaram-se as informações obtidas pela pesquisa em experimentos conduzidos no Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais.

Essencialmente, a atividade de uma empresa ou unidade produtora consiste em empregar homens, fornecendo-lhes equipamentos e os demais instrumentos de trabalho para que processem a elaboração de insumos, que, transformados, se destinam a outras empresas ou ao consumo da coletividade. Em suma, as operações que se efetuam na unidade produtora, sejam quais forem suas dimensões, obedecem a determinadas regras que estabelecem as proporções em que se combinam fatores e insumos para se alcançar um determinado nível de produção. Para se ter uma noção dessa combinação, em termos econômicos, levanta-se a matriz dos coeficiente técnico para se saber quais as quantidades necessárias de fatores de produção (terra, trabalho e capital) para se obter um determinado nível do produto. Os coeficientes técnicos expressam em valores numéricos a quantidade de insumos e serviços gastos para produzir certa quantidade de produto final. Levando em consideração o tipo de solo e sua aptidão, a fertilidade, a topografia do local, clima e o grau de inserção da unidade produtora com o ambiente institucional e o organizacional.

- Ambiente institucional: Composto pelo sistema legal (conjunto de leis, normas e regras formais e informais), costumes e tradições, sistema político (macroeconômico e governamental) que influenciam nas inter-relações econômicas entre os membros de uma mesma sociedade (população local, agentes econômicos, atores governamentais e não governamentais), exercendo grande pressão sobre os agentes ao longo da cadeia de produção, influenciando os seus custos de transação e o modo de se comportar diante das alterações que ocorrem no ambiente institucional.
- Ambiente organizacional: O apoio direto e indireto à produção rural. Refere-se às organizações governamentais e não governamentais que assistem as populações rurais com ações que envolvem pesquisa e desenvolvimento, assistência técnica, capacitação, educação ambiental, crédito e logística que, por sua vez, pode influenciar os ambientes institucional e tecnológico, podendo alterar, também, o ambiente competitivo e as estratégias individuais, bem como o desempenho, a competitividade, a sobrevivência e o crescimento dos membros da cadeia produtiva.

## 9.3.2. Preços pagos e recebidos pelos produtores

### 9.3.2.1. Preços pagos

Os preços pagos pelos produtores referem-se aos preços de aquisição dos insumos (fertilizantes, corretivos, sementes, mudas, entre outros), dos serviços (mão de obra temporária, permanente, máquinas e implementos agrícolas) e dos fatores de produção, como terra e capital. Na mensuração dos preços pagos pelos produtores utilizou-se:

- Na obtenção dos preços dos insumos, serviços e fatores de produção utilizados no processo produtivo da mandioca, adotou-se o seguinte critério: para o Distrito Federal, os preços foram obtido mediante levantamento de mercado feito pela Emater-DF, referente a abril de 2012; para a Região do Cerrado e do Vale do Rio Urucuia, os preços em reais de outubro 2001 e outubro 2007, respectivamente, foram corrigidos pelo Índice Geral de Preço de Mercadoria (IGP-M) da Fundação Getúlio Vargas (FGV) para abril de 2012.
- No custo de mão de obra, considerou-se aquela exclusivamente ocupada na mandiocultura em todas as tarefas que envolvem o ciclo produtivo (preparação da terra, aplicação de adubos e defensivos, plantio, capina, transporte, seleção e classificação, entre outros). A mão de obra utilizada nessa atividade é a familiar, a unidade de medida desse fator de produção é o dia/homem (d/h). Para a remuneração dessa mão de obra, utilizou-se o conceito de custo de oportunidade, isto é, atribuiu-se um valor de remuneração que esse recurso obteria na melhor alternativa de uso, que é a venda dessa mão de obra a grandes produtores da região como diarista.
- Para estimativa dos custos de serviços mecânicos, que são aqueles executados pelas máquinas (aração, gradagem, sucamento, etc), foi utilizada como unidade de medida a hora/máquina (h/tr). Na determinação do custo dos serviços mecânicos utilizou-se o valor da contratação por hora máquina trabalhada.
- No cálculo do custo de comercialização das raízes de mandioca de mesa, considerou-se:
  - Para o acondicionamento adotam-se caixas plásticas de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), medindo aproximadamente 36 cm x 55,5 cm x 31 cm (largura x comprimento x altura), com valor de R\$ 14,00 a caixa preta e R\$ 18,00 a colorida.
  - A vida útil dessas caixas varia de 3 a 6 anos, o primeiro período (3 anos) é mais frequente nas grandes produções, em que o manuseio sem os devidos cuidados, por parte dos empregados (deixando-as expostas ao sol e a chuva, às vezes, ao frio intenso das câmaras frias, entre outros) leva à degradação mais rápida; o segundo período é o normalmente observado em pequenas lavouras, quando o próprio

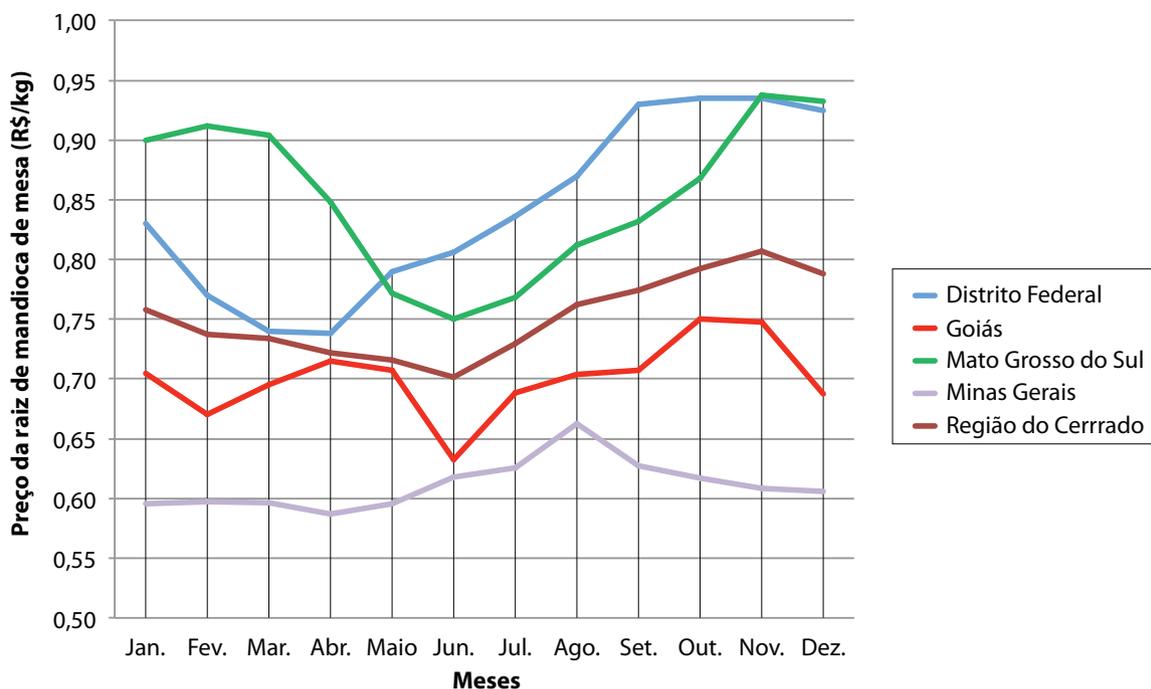
produtor/proprietário e sua família manuseiam as caixas. Por terem consciência de que o preço é um peso no custo de produção da propriedade, são mais cuidadosos, aumentando a sua durabilidade.

- O custo de reposição das caixas chega a ser de 20%, para os pequenos produtores que as conservam melhor, e de até 50% para os grandes produtores, por motivo de perdas, roubos, má utilização, mau armazenamento, entre outros.
- O frete varia de R\$ 1,30 a R\$ 2,00 por caixa, dependendo da distância percorrida.
- No caso das raízes de mandioca para a indústria, considerou-se apenas o custo do frete por tonelada de raízes de mandioca.
- No caso da Previdência recolhida ao INSS (Funrural), o valor de 2,3% sobre a receita bruta conforme regulamentação pela lei 8.212/91, e pela lei 9.527, de 10.12.97, com a redação da lei 10.256/2001.
- Para o cálculo do item outros custos foram considerados:
  - Despesas gerais da propriedade, que são as outras despesas não incluídas nos itens anteriores. Nessas despesas, computa-se a energia elétrica, caso não tenha sido compreendida no custo de máquinas e equipamentos. Para a maior parte das culturas, essas despesas são fixadas como um percentual do somatório dos custos dos insumos, mão de obra e serviços mecânicos.
  - No caso deste estudo, não foi considerado financiamento do crédito rural, assumiu-se que os recursos utilizados para fazer face às despesas para custear a produção de mandioca eram do próprio agricultor, portanto, os juros sobre o capital de giro foram remunerados por taxas de oportunidade semelhantes às da caderneta de poupança (6% ao ano). Esse valor foi estimado com base no somatório dos custos dos insumos, dos serviços humanos, dos serviços mecânicos e das despesas gerais.
  - Como não se dispunha de valores relativos aos ativos fixos empregados no processo de produção da mandioca, isto é, benfeitorias, instalações, máquinas e equipamento, cotados ao preço atual de mercado, este item não foi considerado no cálculo do custo.
  - Para efeito de cálculo do custo de oportunidade da terra, estimou-se que a taxa de remuneração da terra foi de 4% sobre o preço real médio histórico de venda da terra, considerando a cultura da mandioca.
  - Para o cálculo da receita bruta, multiplicou-se a produtividade de raízes por hectare de mandioca pelo respectivo valor médio pago aos produtores (Tabelas 1 e 2).

### 9.3.2.2. Preços recebidos

Os preços recebidos pelos produtores, ou os pagos aos produtores, são a remuneração recebida pelos produtores ao vender no mercado a sua produção, por exemplo, pagamento que o produtor recebe ao vender certa quantidade de raízes de mandioca, que pode ser em quilograma, tonelada ou em caixas, no mercado. Essa venda pode ser efetuada dentro ou fora da propriedade.

Ao contrário da demanda por raízes de mandioca, que ocorre o ano todo, a oferta é altamente dependente das condições climáticas que, na Região do Cerrado, é caracterizada por duas estações bem definidas: a da chuva (de outubro a abril) e a da seca (de maio a setembro). A primeira determina período de entressafra caracterizada pela falta de produção, salvo as áreas que são irrigadas; e a segunda determina o período de safra em que a produção é abundante. A consequência dessa sazonalidade da produção é a variação nos preços dos produtos, sendo mais elevados na entressafra e mais baixo no período de safra (Figura 2), causando uma pressão sobre a infraestrutura de armazenamento e conservação do produto e sobre os insumos e fatores de produção, consequentemente, o aumento de seus preços no período de grande demanda e sua redução em época de pouca demanda.



**Figura 2.** Preços médios recebidos pelos produtores de raízes de mandioca de mesa no Distrito Federal, em Goiás, no Mato Grosso do Sul, em Minas Gerais e na Região do Cerrado, média de janeiro de 2008 a setembro de 2012.

Fonte: CONAB (2012).

Para estimar o preço médio recebido pelos produtores com a venda de 1 kg de raízes de mandioca de mesa na Região do Cerrado (Tabela 1), foram considerados os preços médios pagos aos produtores, no período de janeiro de 2008 a setembro de 2012, nas unidades das Centrais de Abastecimentos (CEASA's) do Distrito Federal (CEASA-DF), Goiás (CEASA-Goiânia), Mato Grosso do Sul (CEASA-MS) e Minas Gerais (composta pela CEASA Grande Belo Horizonte, Juiz de Fora, Uberlândia, Caratinga, Governador Valadares e Barbacena).

Observa-se, portanto, na Tabela 1, que os preços médio pago por um quilograma de mandioca, no Estado de Mato Grosso do Sul, é o mais alto que nos demais estados; seguido pelo Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais.

**Tabela 1.** Preço médio pago por quilograma de raízes de mandioca de mesa aos produtores do Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Região do Cerrado (R\$/kg), média de janeiro de 2008 a setembro de 2012.

Mês	Distrito Federal	Goiás	Mato Grosso do Sul	Minas Gerais <sup>1</sup>	Região do Cerrado <sup>2</sup>
Janeiro	0,83	0,71	0,90	0,60	0,76
Fevereiro	0,77	0,67	0,91	0,60	0,74
Março	0,74	0,70	0,90	0,60	0,73
Abril	0,74	0,72	0,85	0,59	0,72
Maiο	0,79	0,71	0,77	0,60	0,72
Junho	0,81	0,63	0,75	0,62	0,70
Julho	0,84	0,69	0,77	0,63	0,73
Agosto	0,87	0,70	0,81	0,66	0,76
Setembro	0,93	0,71	0,83	0,63	0,77
Outubro	0,94	0,75	0,87	0,62	0,79
Novembro	0,94	0,75	0,94	0,61	0,81
Dezembro	0,93	0,69	0,93	0,61	0,79
Preço médio do kg	0,84	0,70	0,85	0,61	0,75
Preço da cx. de 23 kg	19,37	16,12	19,62	14,06	17,29

<sup>1</sup> Média dos preços pagos aos produtores na CEASA da Grande Belo Horizonte, de Juiz de Fora, de Uberlândia, de Caratinga, de Governador Valadares e de Barbacena; <sup>2</sup> Média dos preços pagos aos produtores no Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais.

Os resultados obtidos na Figura 2 revelaram que os preços referentes a 1 kg de raízes de mandioca de mesa comercializada na CEASA's, apresentam comportamento instáveis ao longo do ano. No Distrito Federal, verificou-se que o menor preço pago aos produtores na CEASA-DF ocorreu nos meses de março/abril, quando há maior oferta de raízes no mercado, a recuperação reiniciou a partir de maio e seguiu até outubro/novembro, quando atingiu o ápice, em que os preços chegaram a ser 26,3% superiores ao período de menor preço, devido à escassez do produto. No Estado de Goiás, percebeu-se que ocorreram dois períodos de preços inferiores, em fevereiro e junho, e dois períodos de máximos preços do produto, em abril/maio e outubro/novembro. No Estado de Minas Gerais, abril foi o mês de menores preços e agosto o mês em que ocorreram os maiores preços. No Estado de Mato Grosso do Sul, os meses de março a junho foram os períodos de queda dos preços devido ao aumento da oferta de raízes de mandioca, enquanto a alta dos preços teve início a partir de julho, sendo a elevação de preços mantida até novembro, revelando uma retração gradativa da oferta do produto.

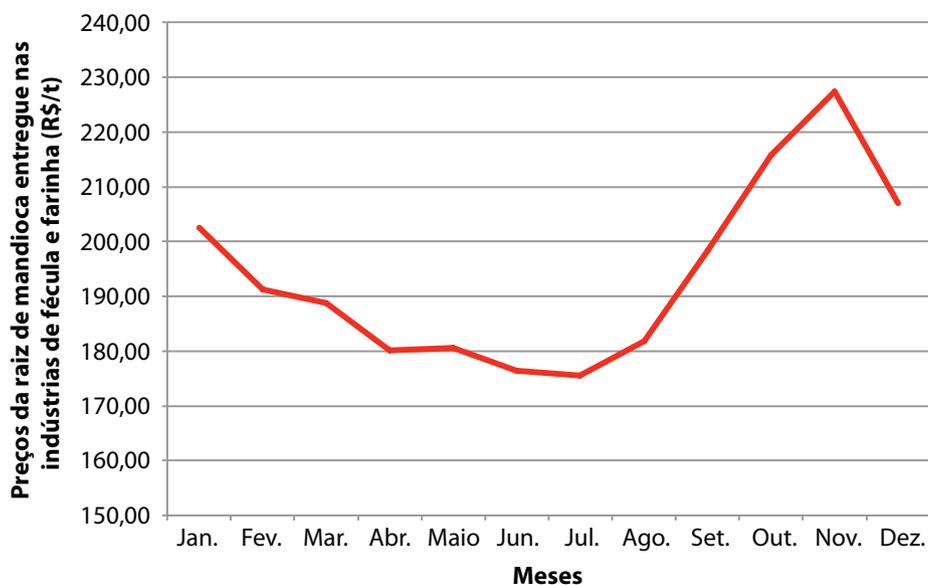
Na estimativa dos preços recebidos pelos produtores que fornecem raízes para as indústrias de fécula e farinha, considerou-se a série de preços levantada pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USP (CEPEA), no período de janeiro de 2008 a setembro de 2012, isso para evitar erros em razão da conhecida volatilidade dos preços agrícolas. O preço CIF indústria, termo em inglês que significa *Cost, Insurance and Freight* (Custo, Seguro e Frete), inclui no preço da mercadoria vendida, as despesas com seguro e frete até o local de destino (Tabela 2). Nesse levantamento foram consultados semanalmente produtores, feculares, cooperativas e indústrias consumidoras presentes nas principais praças produtoras e consumidoras de mandioca e derivados nos estados do Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Goiás, Bahia, Pará e Alagoas. Os dados foram divulgados regionalmente com as seguintes nomenclaturas: ESM (Extremo Sul Sul-Mato-Grossense: região de Naviraí), SOM (Sudeste Sul-Mato-Grossense: região de Ivinhema), COP (Centro-Oeste Paranaense: região de Araruna), EOP (Extremo Oeste Paranaense: região de Marechal Cândido Rondon – inclui região de Realeza), NOP (Noroeste Paranaense: região de Paranavaí) e ASS (Assis SP: região de Assis).

Na Figura 3, observa-se a sazonalidade dos preços recebidos pelos produtores por tonelada de raízes de mandioca, vendida às indústrias de fécula e farinha. Percebe-se que o maior valor pago ocorreu em novembro, com queda entre dezembro e julho, quando alcançou o menor preço, voltando a se recuperar a partir de agosto.

**Tabela 2.** Preços pagos aos produtores por tonelada de raízes de mandioca de indústria entregue nas indústrias de farinha e fécula, média do período de janeiro 2008 a setembro 2012 (R\$/t).

Mês	2008	2009	2010	2011	2012	Média
Janeiro	-	147,48	194,85	250,19	217,31	202,46
Fevereiro	158,97	136,96	226,52	225,02	208,94	191,28
Março	154,63	135,00	244,29	209,63	200,25	188,76
Abril	154,21	128,78	217,78	206,33	193,77	180,18
Maio	151,22	125,71	242,25	190,29	193,29	180,55
Junho	147,46	121,08	242,25	180,04	191,22	176,41
Julho	151,13	125,38	228,03	189,18	183,98	175,54
Agosto	159,06	132,92	223,08	198,06	195,78	181,78
Setembro	159,42	147,00	247,39	201,18	236,46	198,29
Outubro	-	182,62	244,75	220,15	-	215,84
Novembro	-	191,27	249,98	240,77	-	227,34
Dezembro	157,81	187,87	254,60	227,70	-	206,99
Média	154,88	146,84	234,65	211,55	202,33	193,78

(-) o dado não existente.



**Figura 3.** Preço recebido pelos produtores por tonelada de raízes de mandioca vendida para indústrias de fécula e farinha, no período de janeiro de 2008 a setembro de 2012.

### 9.3.3. Estudos de caso

O estudo de caso será apresentado em três fases: na primeira, estima-se o custo de produção referente aos sistemas praticados (estudo de caso 1) e ao recomendado (estudo de caso 2); na segunda, faz-se uma comparação entre os custos de produção dos referidos estudos de caso; e na terceira, estima-se os desempenhos dos sistemas de produção praticados e recomendados.

No primeiro estudo de caso, são apresentadas as tabelas de custo operacional total de produção de raízes de mandioca de mesa e indústria, com base em coeficientes técnicos de sistemas de produção praticados no Distrito Federal e Vale do Rio Urucuia, em que estão detalhadas as informações referentes aos preços unitários e totais dos insumos e serviços utilizados no cultivo de um hectare de mandioca (Tabelas 3 e 4). No segundo, são tomados dados do sistema de produção de mandioca recomendado para o Cerrado que são apresentados nas Tabelas 5 e 6, com a matriz dos coeficientes técnicos para o sistema de produção de mandioca de mesa e indústria.

#### 9.3.3.1. Estudo de caso 1: Custo de produção das raízes de mandioca para os sistemas de produção praticados no Distrito Federal (DF) e Vale do Rio Urucuia (VRU)

Para calcular o custo de produção para o Distrito Federal e para a Região do Vale do Rio Urucuia, levou-se em consideração as metodologias para o levantamento da matriz de coeficientes técnicos conforme item 9.3.1.; e a estimativa dos preços pagos pelos serviços e de insumos descrita no item 9.3.2.1.

A produtividade média da cultura de mandioca no Distrito Federal, ano 2010, foi de 16,1 t/ha. O ciclo produtivo dessa cultura variou de 8 a 14 meses (um ciclo), período suficiente para as raízes atingirem tamanho comercial sem prejudicar as qualidades organolépticas (sabor, fibras, tempo de cozimento, entre outras). No Distrito Federal, 73% da produção de mandioca foram destinadas a comercialização de produto in natura; e 14%, para o processamento mínimo; apenas 2% de toda a produção foram utilizadas pelas casas de farinha, que são poucas, e cuja produção se destina predominantemente para o consumo familiar. Do restante, 7% ficou retido nas propriedades; 3% foi para o consumo animal; e a perda da produção ficou em torno de 1%.

Os principais pontos de comercialização da mandioca no Distrito Federal são feiras atacadistas (38%); feiras varejistas (9%); sacolões (13%); supermercados (9%); Ceasa (4%); e atravessadores (27%).

Na Tabela 3, encontram-se detalhados os itens do custo operacional total para a produção de 1 ha de raiz de mandioca, com produtividade média de 16,1 t/ha na região do Distrito Federal. O custo total foi de R\$ 6.213,17, os itens que mais pesaram na formação do custo foram: a comercialização

com 25,0% do custo operacional total, seguido pelos tratos culturais e fitossanitários (23,8%) e pelo de colheita (19,3%). Esses três itens somam 68,1% de todo o custo operacional total.

**Tabela 3.** Custo operacional total para a produção de 1 ha de mandioca de mesa na região do Distrito Federal (1 ciclo), com produtividade média de 16,10 t/ha/ano, safra 2011/2012, em valores correntes de abril de 2012 (R\$/ha).

Especificação	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Valor total R\$	Participação (%)
Manivas-sementes	m <sup>3</sup>	5	25,00	125,00	2,0
Formicida	kg	1	15,00	15,00	0,2
<b>Subtotal Insumos</b>	<b>R\$</b>			<b>140,00</b>	<b>2,3</b>
Aração	h/tr	3,0	80,00	240,00	3,9
Grade Niveladora	h/tr	1,5	80,00	120,00	1,9
Sulcagem (Microtrator)	h/tr	3,0	60,00	180,00	2,9
<b>Subtotal Preparo do Solo</b>	<b>R\$</b>			<b>540,00</b>	<b>8,7</b>
Tratamento/preparo das manivas-sementes	d/h	5	40,00	200,00	3,2
Plantio em sucros	d/h	3	40,00	120,00	1,9
<b>Subtotal Plantio</b>	<b>R\$</b>			<b>320,00</b>	<b>5,2</b>
Capina manual - 1ª limpa	d/h	12	40,00	480,00	7,7
Capina manual - 2ª limpa	d/h	12	40,00	480,00	7,7
Capina manual - 3ª limpa	d/h	12	40,00	480,00	7,7
Aplicação de Formicida	d/h	1	40,00	40,00	0,6
<b>Subtotal Tratos culturais e fitossanitários</b>	<b>R\$</b>			<b>1.480,00</b>	<b>23,8</b>
Colheita /Classificação/Acondicionamento	d/h	30	40,00	1.200,00	19,3
<b>Subtotal Colheita</b>	<b>R\$</b>			<b>1.200,00</b>	<b>19,3</b>
Caixas plásticas de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	Un.	70	0,89	62,22	1,0
Reposição (20 a 50%)	Un.	25	0,89	21,78	0,4
Frete comercialização (Caixas plásticas PEAD de 23 kg)	Cx	700	1,65	1.155,00	18,6
Funrural (INSS)	%	2,3		311,82	5,0
<b>Subtotal Comercialização</b>	<b>R\$</b>			<b>1.550,82</b>	<b>25,0</b>
<b>Custo Operacional Efetivo</b>	<b>R\$</b>			<b>5.230,82</b>	<b>84,2</b>
Despesas gerais	%	10		368,00	5,9
Custo de oportunidade custeio e mão de obra familiar	%	6		313,85	5,1
Custo de oportunidade da terra	%	4		288,00	4,6
Incra	R\$			12,50	0,2
<b>Subtotal Outros Custos</b>	<b>R\$</b>			<b>982,35</b>	<b>15,8</b>
<b>Custo Operacional Total</b>	<b>R\$</b>			<b>6.213,17</b>	<b>100,0</b>

No Plano de Assentamento Riacho Claro, localizado no Vale do Rio Urucuia, a mandioca cultivada é a de dois ciclos (de 18 a 24 meses), visando sua utilização na produção de farinha e polvilho. Nessa localidade, existe uma pequena agroindústria de beneficiamento de mandioca, que desempenha papel fundamental na geração emprego e renda para os produtores familiares e demais agentes envolvidos. Os produtores de mandioca fazem o papel de agentes produtores-processadores-distribuidores, ou seja, realizam o processo de produção das raízes de mandioca, o de fabricação da farinha e do polvilho e o da distribuição desses produtos no comércio local. Aqui será analisado apenas o processo de produção de raízes de mandioca de acordo com os dados obtidos por meio da técnica de painel descrito no item 9.3.1; a estimativa dos preços pagos pelos serviços e de insumos, foi de acordo com a metodologia descrita no item 9.3.2.1.

Na Tabela 4, encontra-se descrito o custo operacional total para a produção de 1 ha de mandioca no Plano de Assentamento Riacho Claro no Vale do Rio Urucuia, com produtividade média de 13,8 t/ha. O custo operacional total foi de R\$ 4.090,95. Os itens que tiveram maior peso no custo foram: (a) outros custos com 28,9%, isso porque a cultura leva praticamente dois anos para ficar no ponto de colheita, incidindo sobre o custo de oportunidade do capital e da terra; (b) o processo de colheita, com 24,8%; e (c) tratos culturais e fitossanitários, com 14,6%. Esses três itens representam 68,3% de todo custo.

**Tabela 4.** Custo operacional total para a produção de 1 ha de mandioca industrial (2 ciclos) com produtividade média de 13,8 t/ha no Plano de Assentamento Riacho Claro, Região do Vale do Rio Urucuia, na safra 2011/2012, em valores correntes de abril de 2012 (R\$/ha).

Especificação	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Valor total R\$	Participação (%)
Manivas-sementes	m3	6	25,00	150,00	3,7
Formicida	kg	4,5	9,29	41,81	1,0
Calcário	t	1	22,25	22,25	0,5
Frete calcário	t	1	42,00	42,00	1,0
Superfosfato simples	kg	50	0,29	14,50	0,4
<b>Subtotal Insumo</b>				<b>270,56</b>	<b>6,6</b>
Gradagem	h/tr	1,5	92,28	138,42	3,4
<b>Subtotal Preparo do Solo</b>				<b>138,42</b>	<b>3,4</b>
Aplicação de calcário a lanço	d/h	1	37,15	37,15	0,9
<b>Subtotal adubação e correção do solo</b>				<b>37,15</b>	<b>0,9</b>
Abertura de cova e adubação nas covas	d/h	4	37,15	148,60	3,6
Transporte/preparo das manivas-sementes	d/h	2	37,15	74,30	1,8
Plantio	d/h	6	37,15	222,90	5,4
<b>Subtotal Plantio</b>				<b>445,80</b>	<b>10,9</b>

Continua...

**Tabela 4.** Continuação.

Especificação	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Valor total R\$	Participação (%)
Aplicação formicida	d/h	0,06	37,15	2,23	0,1
1ª Limpa	d/h	9	37,15	334,35	8,2
2ª Limpa	d/h	7	37,15	260,05	6,4
<b>Subtotal Tratos Culturais e Fitossanitários</b>				<b>596,63</b>	<b>14,6</b>
Colheita	d/h	27,3	37,15	1.014,20	24,8
<b>Subtotal Colheita</b>				<b>1.014,20</b>	<b>24,8</b>
Transporte externo	t	13,8	24,84	342,79	8,4
Funrural (INSS)	%	2,3		61,51	1,5
<b>Subtotal Comercialização</b>				<b>404,30</b>	<b>9,9</b>
<b>Custo Operacional Efetivo</b>				<b>2.907,05</b>	<b>71,1</b>
Despesas gerais	%	10		246,56	6,0
Custo de oportunidade do capital	%	6		348,85	8,5
Custo de oportunidade da terra	%	4		576,00	14,1
Incra	R\$			12,50	0,3
<b>Subtotal Outros Custos</b>				<b>1.183,91</b>	<b>28,9</b>
<b>Custo Operacional Total</b>				<b>4.090,95</b>	<b>100,0</b>

### 9.3.3.2. Estudo de caso 2: Custo de produção de raízes de mandioca de mesa e de indústria dos sistemas de produção recomendados para a Região do Cerrado

Conforme foi assinalado, este estudo de caso apresenta o sistema produtivo recomendado para a região do Cerrado, conforme metodologia descrita no item 9.3.1.

A Região do Cerrado ocupa 24% da área do Brasil, ou seja, 274 milhões de hectares. A vegetação de Cerrado ocorre nas seguintes Unidades da Federação: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal, Tocantins, Minas Gerais, Maranhão, Piauí, Ceará e Pará. A mandioca é uma das culturas mais indicadas para a região, devido a seu elevado potencial produtivo, baixo risco, baixa exigência em insumos e elevada tolerância à acidez e ao alumínio no solo. Apesar desse potencial, estima-se que atualmente cerca de 10% da área plantada e 10% da produção nacional da mandioca estão localizadas na Região dos Cerrados, com produtividade média de apenas 13,7 t/ha.

O custo operacional total para a produção de 1 ha de mandioca, safra 2011/2012, ficou em R\$ 5.803,87 (Tabela 5) para a mandioca de mesa e, para a indústria, em R\$ 5.281,62 (Tabela 6). As duas tabelas são semelhantes quanto ao sistema produtivo diferenciando no item comercialização que para a mandioca de mesa é 113,9% mais dispendioso, enquanto para o item outros custos, para a mandioca de mesa, os gastos são 34,1% inferiores ao de produção da mandioca industrial (Figura 4).

**Tabela 5.** Custo operacional total para a produção de 1 ha de mandioca de mesa na região do Cerrado, produtividade média de 20 t/ha, safra 2011/2012, em valores correntes de abril de 2012 (R\$/ha).

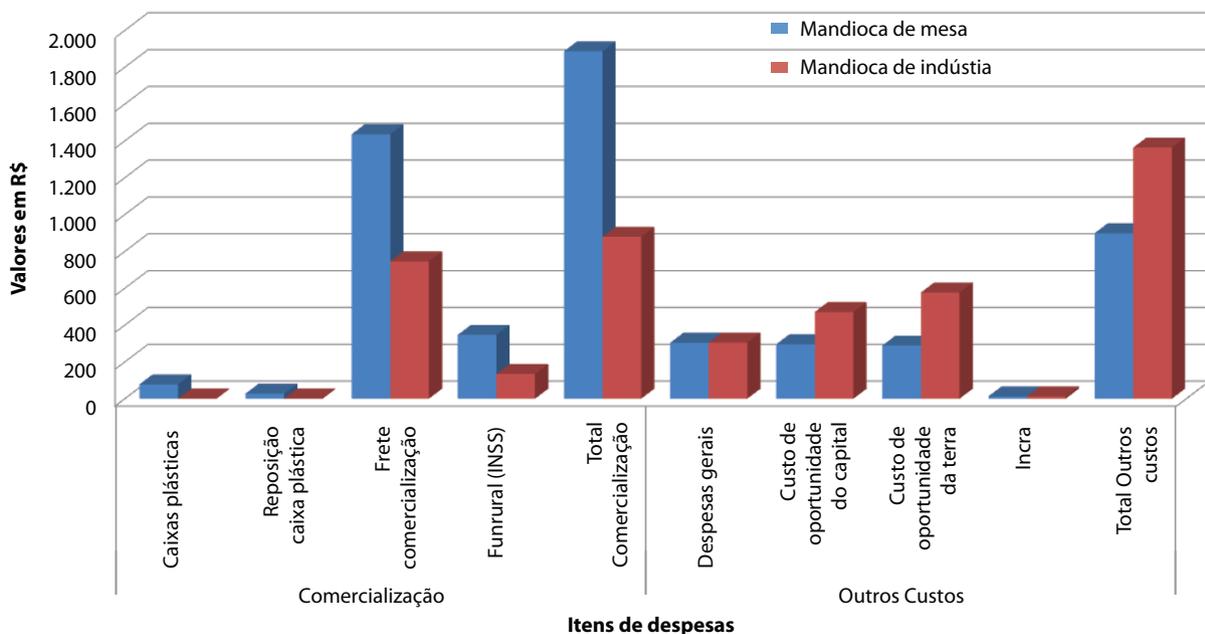
Especificação	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Valor total R\$	Participação (%)
Manivas-sementes	m <sup>3</sup>	5	12,00	60,00	1,0
Calcário com frete incluso	t	1	89,16	89,16	1,5
Ureia (40 kg de N)	kg	67	1,23	82,41	1,4
Superfosfato simples (80 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg	444	0,91	404,04	7,0
Cloreto de potássio (60 kg de K <sub>2</sub> O)	kg	83	1,37	113,71	2,0
Sulfato de zinco (4 kg de zinco)	kg	20	3,01	60,20	1,0
Formicida	kg	1	13,66	13,66	0,2
<b>Subtotal Insumos</b>				<b>823,18</b>	<b>14,2</b>
Aração	h/tr	3	56,94	170,82	2,9
Gradagem	h/tr	1,5	56,94	85,41	1,5
Sulcamento	h/tr	3	56,94	170,82	2,9
<b>Subtotal Preparo do Solo</b>				<b>427,05</b>	<b>7,4</b>
Aplicação de fertilizantes	d/h	4	22,77	91,08	1,6
<b>Subtotal Adubação</b>				<b>91,08</b>	<b>1,6</b>
Transporte de maniva-sementes	d/h	1	22,77	22,77	0,4
Seleção e preparo de manivas-sementes	d/h	5	22,77	113,85	2,0
Plantio em sucos	d/h	4	22,77	91,08	1,6
<b>Subtotal Plantio</b>				<b>227,70</b>	<b>3,9</b>
Capina manual (03 capinas)	d/h	36	22,77	819,72	14,1
Aplicação de Formicida	d/h	1	22,77	22,77	0,4
Aplicação de adubação em cobertura	d/h	2	22,77	45,54	0,8
<b>Subtotal Tratos Culturais e Fitossanitários</b>				<b>888,03</b>	<b>15,3</b>
Colheita	d/h	25	22,77	569,25	9,8
<b>Subtotal Colheita</b>				<b>569,25</b>	<b>9,8</b>
Caixas plásticas de Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	Um	87	0,89	77,33	1,3
Reposição (20 a 50%)	Um	30	0,89	27,07	0,5
Frete comercialização (cx K de 23 kg)	Cx	870	1,65	1.435,50	24,7
Funrural (INSS)	%	2,3		345,97	6,0
<b>Subtotal Comercialização</b>				<b>1.885,87</b>	<b>32,5</b>
<b>Custo Operacional Efetivo</b>				<b>4.912,16</b>	<b>84,5</b>
Despesas gerais	%	10		302,63	5,2
Custo de oportunidade do capital	%	6		294,73	5,1
Custo de oportunidade da terra	%	4		288,00	5,0
Inkra	R\$			12,50	0,2
<b>Subtotal Outros Custos</b>				<b>897,86</b>	<b>15,5</b>
<b>Custo Operacional Total</b>				<b>5.810,02</b>	<b>100,0</b>

**Tabela 6.** Custo operacional total para a produção de 1 ha de mandioca industrial na região do Cerrado, produtividade média de 30 t/ha, safra 2011/2013, em valores correntes de abril de 2012 (R\$/ha).

Especificação	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Valor total R\$	Participação (%)
Manivas-sementes	m3	5	12,00	60,00	1,1
Calcário	t	1	89,16	89,16	1,7
Ureia (40 kg de N)	kg	67	1,23	82,41	1,6
Superfosfato simples (80 kg P2O5)	kg	444	0,91	404,04	7,6
Cloreto de potássio (60 kg de K2O)	kg	83	1,37	113,71	2,2
Sulfato de zinco (4 kg de zinco)	kg	20	3,01	60,20	1,1
Formicida	kg	2	13,66	27,32	0,5
<b>Subtotal Insumos</b>				<b>836,84</b>	<b>15,8</b>
Aração	h/tr	3	56,94	170,82	3,2
Gradagem	h/tr	1,5	56,94	85,41	1,6
Sulcamento	h/tr	3	56,94	170,82	3,2
<b>Subtotal Preparo do Solo</b>				<b>427,05</b>	<b>8,1</b>
Aplicação de fertilizantes	d/h	4	22,77	91,08	1,7
<b>Subtotal Adubação</b>				<b>91,08</b>	<b>1,7</b>
Transporte de maniva-sementes	d/h	1	22,77	22,77	0,4
Seleção e preparo de manivas-sementes	d/h	5	22,77	113,85	2,2
Plantio em sucos	d/h	4	22,77	91,08	1,7
<b>Subtotal Plantio</b>				<b>227,70</b>	<b>4,3</b>
Capina manual (03 capinas)	d/h	36	22,77	819,72	15,5
Aplicação de Formicida	d/h	1	22,77	22,77	0,4
Aplicação de adubação em cobertura	d/h	2	22,77	45,54	
<b>Subtotal Tratos Culturais e Fitossanitários</b>				<b>888,03</b>	<b>16,8</b>
Colheita	d/h	25	22,77	569,25	10,8
<b>Subtotal Colheita</b>				<b>569,25</b>	<b>10,8</b>
Transporte externo	t	30	24,84	745,20	14,1
Funrural (INSS)	%	2,3		133,71	2,5
<b>Subtotal Comercialização</b>				<b>878,91</b>	<b>16,6</b>
<b>Custo Operacional Efetivo</b>				<b>3.918,86</b>	<b>74,2</b>
Despesas gerais	%	10		304,00	5,8
Custo de oportunidade do capital circulante	%	6		470,26	8,9
Custo de oportunidade da terra	%	4		576,00	10,9
Incra	R\$			12,50	0,2
<b>Subtotal Outros Custos</b>				<b>1.362,76</b>	<b>25,8</b>
<b>Custo Operacional Total</b>				<b>5.281,62</b>	<b>100,0</b>

No primeiro item, o frete é a despesa de maior peso, correspondendo a 76,4% do custo de comercialização da mandioca de mesa e 84,8% da mandioca industrial. Quando comparados o volume total de despesas com frete para as duas modalidades de produção (mandioca de mesa e industrial), verifica-se (Figura 4) que a despesa correspondente a esse elemento, para mandioca de mesa, é quase o dobro do gasto com o frete para a mandioca industrial. Considerando o valor pago por uma unidade de mandioca transportada (R\$/kg), constata-se que para a primeira ficou em R\$ 0,74/kg, enquanto para a segunda foi de apenas R\$ 0,19/kg, ou seja, para transportar a mandioca de mesa o valor do frete para um kg de raiz é quase quatro vezes o valor pago para deslocar um kg de mandioca industrial (Figura 4). Outra despesa importante dentro do processo de comercialização é o FUNRURAL, contribuição social destinada ao custeio do seguro de acidente do trabalhador rural que tem como fato gerador a receita bruta da comercialização do produto rural (Figura 4).

No caso do item outros custos, tanto o custo de oportunidade do capital como o da terra, para a mandioca industrial, foram calculados para 2 ciclos (18 a 24 meses), enquanto a mandioca de mesa é de apenas 1 ciclo (8 a 12 meses). A remuneração atribuída ao montante de capital circulante empregado no processo de produção da mandioca de mesa foi 37,4% inferior ao montante de capital aplicado no processo de produção da mandioca industrial. O mesmo ocorreu com o custo de oportunidade da terra para a mandioca de mesa que também foi 50% menor do que o da mandioca industrial, isso porque o fator terra ficou estagnado por dois anos (Figura 4).



**Figura 4.** Comparação das despesas de comercialização e outros custos no cultivo de mandioca de mesa e de indústria na Região do Cerrado.

### 9.3.3.3. Comparação entre os sistemas de produção dos estudos de caso 1 e 2

Na Figura 5, sumariza-se o comportamento dos custos de produção, revelando o peso de cada item em relação ao custo operacional total para o estudo de caso 1 (Distrito Federal e Região do Vale do Rio Urucuia) representativo da realidade, e estudo de caso 2, baseado nas recomendações técnicas para a produção de mandioca de mesa e de indústria na Região do Cerrado.

Pode-se observar que o item insumos, para o Distrito Federal, representa uma pequena participação no custo total de produção (2,3%), limitando seus gastos a aquisição de formicidas e de manivas-sementes, sendo o material de plantio geralmente obtido na própria lavoura ou em lavouras vizinhas, mas, se fosse comparada, a sua participação seria de 1,95% do custo total. Já a utilização de fertilizantes no referido caso foi zero, porque a mandioca de mesa é cultivada, nessa localidade, em sucessão a culturas como hortaliças, milho e feijão, aproveitando assim o resíduo da adubação e correção do solo.

Entre as quatro situações de produção analisadas, a mandioca de indústria, seguindo as recomendações técnicas para a Região do Cerrado, teve a maior participação do item insumos sobre os custos totais de produção (15,8%), isso porque, além da adubação, que não foi verificada nos sistemas praticados no Distrito Federal e com pouca quantidade no sistema da Região do Vale do Rio Urucuia, usou-se 1 kg a mais de formicida do que nos demais sistemas.

No item preparo do solo, os custos de produção se equiparam entre o sistema de produção praticado no Distrito Federal, o recomendado pela pesquisa para a produção de mandioca industrial e o recomendado para a produção de mandioca de mesa, participando respectivamente com 8,7%, 8,1% e 7,4% do custo operacional total. Para o sistema praticado na Região do Vale do Rio Urucuia esse item apresentou a menor participação no custo de produção 3,4%, isso porque o preparo do solo limita-se apenas a uma gradagem, enquanto, nos demais sistemas, são executados os serviços de aração, gradagem e sulcagem.

No item serviços de correção e adubação do solo, observou-se que, para a Região do Vale do Rio Urucuia, 0,9% do custo total foi gasto com esse item, e, para o sistema recomendado, 1,6% e 1,7% do custo operacional total da mandioca de mesa e industrial, respectivamente.

O item plantio, para o sistema praticado no Vale do Rio Urucuia teve uma participação 10,9% do custo operacional total, um alto peso se comparado com os demais, isso porque nessa região emprega um grande número de mão de obra na abertura das covas enquanto as demais utilizam sulcador.

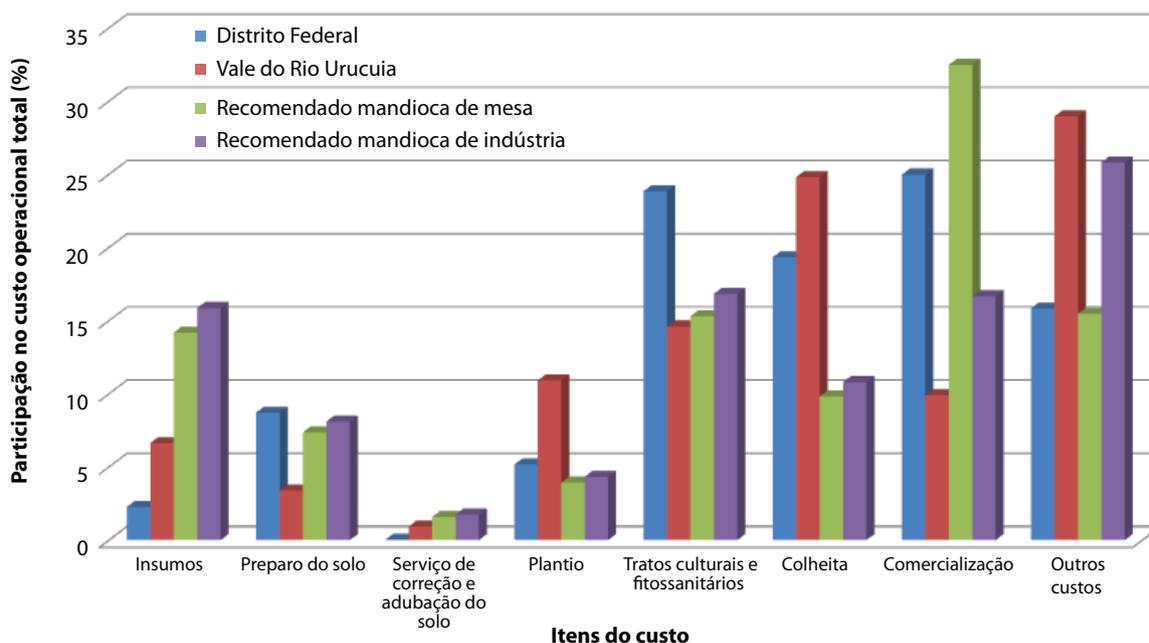
Nos tratos culturais e fitossanitários, a Região do Vale do Rio Urucuia utiliza 24,9% menos mão de obra do que o Distrito Federal, realizando apenas duas capinas, enquanto, no DF, são três capinas. Em comparação com os demais sistemas, o DF teve uma elevada participação desse item no custo

total (23,8%), em consequência do preço da diária, que foi 7,7% superior ao preço pago por uma diária no VRU e 43,1% superior ao preço pago por uma diária no sistema recomendado para a Região do Cerrado.

A despesa com colheita, para a Região do Vale do Rio Urucuia, teve maior peso sobre o custo total (24,8%), seguida pelo DF que a participação foi de 19,3%, mas para os sistemas de produção recomendados a diferença entre essa participação foi pequena, de 9,8% para mandioca de mesa e 10,8% para mandioca industrial.

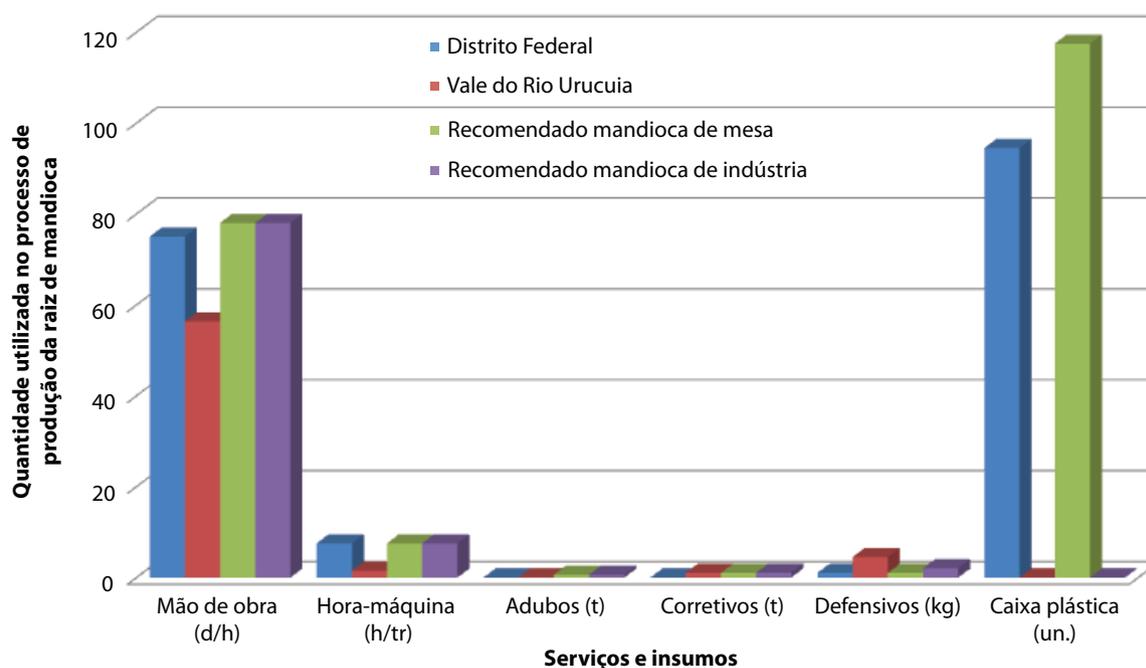
O item comercialização, para os dois sistemas de produção de mandioca de mesa tiveram maior peso na formação do custo total, de 32,4% para o sistema recomendado e de 25,0% para o praticado no DF. Enquanto para os sistemas de mandioca industrial, o recomendado e o praticado, lograram os menores índices, de 16,6% e 9,9%, respectivamente. O alto peso do item comercialização no custo total da mandioca de mesa em comparação à industrial deve-se ao frete para escoar a produção, que no primeiro sistema fica em torno de R\$ 0,072/kg e no segundo R\$ 0,025/kg, ou seja, quase 3 vezes a diferença.

A participação do item outros custos para os dois sistemas de produção de mandioca industrial são superiores aos encontrados nos sistemas de produção de mandioca de mesa, isso porque o capital circulante e o capital fixo ficam imobilizados por dois anos.



**Figura 5.** Participação dos itens de custo no custo operacional total do sistema de produção de mandioca praticados no Distrito Federal e Vale do Rio Urucuia e do recomendado para a Região do cerrado para mandioca de mesa e industrial na safra 2011/2012.

Na Figura 6, são apresentadas as quantidades de insumos e serviços utilizados na produção por hectare de mandioca no sistema praticado no Distrito Federal e no Vale do Rio Urucuia e no sistema recomendado para a Região do Cerrado para mandioca de mesa e industrial.



**Figura 6.** Quantidade de insumos e serviços utilizados na produção de 1 ha de mandioca nos sistema praticados no Distrito Federal e Região do Vale do Rio Urucuia e para os sistemas recomendados para a Região do Cerrado, mandioca de mesa e industrial, safra 2011/2012.

Para os sistemas de produção de mandioca de mesa praticados no Distrito Federal, gastaram-se 75 dias homens na execução das tarefas em todo o processo produtivo, essa modalidade de serviços respondeu por 48,3% do custo operacional total; enquanto para a Região do Vale do Rio Urucuia, utilizou-se apenas 56,4 dias homens, correspondendo a 51,2% do COT. Os sistemas recomendados, tanto para a mandioca de mesa quanto industrial, utilizaram a mesma quantidade de horas/homens (78), representando 30,6% e 33,6% do custo operacional total, respectivamente.

Com referência aos serviços mecânicos, utilizou-se 7,5 horas/máquinas no cultivo de 1 ha de mandioca no Distrito Federal e na Região do Cerrado, sistema recomendado para mandioca de mesa e industrial, nas operações de aração, gradagem e sulcagem. Para a Região do Vale do Rio Urucuia, empregou-se apenas 1,5 horas de trator na operação de gradagem.

Quanto ao uso de insumos, observou-se que, para os sistemas de produção de mandioca no Distrito Federal e na Região do Vale do Rio Urucuia, há pouca ou nenhuma utilização de adubos nos sistemas praticados. Já para a produção de mandioca para a Região do Cerrado, recomenda-se a utilização de 0,6 t/ha de adubos assim distribuídos: ureia, 67 kg; superfosfato simples, 444 kg; cloreto de potássio, 60 kg; e sulfato de zinco, 20 kg. Com relação ao corretivo, na base de 1 t/ha, com exceção do Distrito Federal. O uso de defensivos agrícola limita-se ao formicida, tanto para os sistemas praticados como para os recomendados.

As caixas plásticas são utilizadas para acondicionar as raízes de mandioca de mesa, contribuindo para a oferta de produtos com maior qualidade, padronização de peso e quantidade, otimização do transporte e redução do desperdício. Estima-se que, na comercialização de raízes de mandioca produzidas no Distrito Federal, serão utilizadas cerca de 70 caixas de 23 kg para a comercialização semanal das raízes, com uma reposição anual de 25 caixas. No sistema recomendado, serão utilizadas 87 caixas de 23 kg para a comercialização semanal, com uma reposição anual de 30 caixas.

#### 9.3.3.4. Índices de desempenho dos sistemas de produção praticados e recomendados

As estimativas dos indicadores de desempenho para os sistemas de produção de raízes de mandioca praticados e recomendados encontram-se na Tabela 7.

As receitas brutas correspondentes aos sistemas de produção praticados foram de R\$ 13.557,54/ha e R\$ 2.674,16/ha para o DF e o VRU, respectivamente. Com relação aos sistemas recomendados para a Região do Cerrado, foram obtidas receitas brutas de R\$ 15.042,30/ha para a mandioca de mesa, e de R\$ 5.813,40/ha para a industrial. Observa-se que as receitas brutas geradas nos sistemas de produção de mandioca de mesa foram superiores as auferidas nos sistemas de mandioca industrial, em outras palavras, o sistema praticado no DF para mandioca de mesa gerou receita bruta superior ao sistema de mandioca industrial produzida na Região do Vale do Rio Urucuia em 5 vezes; no sistema de produção recomendado para a Região do Cerrado a receita bruta correspondente a mandioca de mesa foi 2,5 vezes maior que a obtida com a mandioca industrial. Isso se deveu aos preços favoráveis da mandioca de mesa quando comparados com os preços pagos pela indústria.

O custo operacional total (COT) referente ao sistema de produção praticado foi de R\$ 6.213,17/ha para a mandioca de mesa no DF e de R\$ 4.090,95/ha para mandioca industrial na Região do Vale do Rio Urucuia. Para os sistemas recomendados para a Região do Cerrado os COT's são semelhantes de R\$ 5.810,02/ha para a mandioca de mesa e de R\$ 5.281,62/ha para a industrial.

**Tabela 7.** Indicadores de desempenho do sistema de produção de raízes de mandioca praticado no Distrito Federal e na Região do Vale do Rio Urucuia e o recomendado pela pesquisa para a produção de mandioca de mesa e industrial na Região do Cerrado considerando a safra 2011/2012.

Indicadores de desempenho	Unidade de medida	Sistemas praticados		Sistemas recomendados	
		Distrito Federal	Vale do Rio Urucuia	Mandioca de mesa	Mandioca industrial
Receita Bruta <sup>1</sup>	R\$/ha	13.557,54	2.674,16	15.042,30	5.813,40
Preço do kg de raiz <sup>2</sup>	R\$/kg	0,84	0,19	0,75	0,19
Produtividade	Kg/ha	16.100	13.800	20.000	30.000
Custo Operacional Total <sup>3</sup>	R\$/ha	6.213,17	4.090,95	5.810,02	5.281,62
Receita Líquida <sup>4</sup>	R\$/ha	7.344,37	-1.416,79	9.232,28	531,78
Renda familiar <sup>5</sup>	R\$/ha	10.946,22	1.564,68	11.591,07	3.354,11
Margem Bruta <sup>6</sup>	%	54,2	-53,0	61,4	9,1
Custo Variável Médio <sup>7</sup>	R\$/kg	0,39	0,30	0,29	0,18
Ponto de Nivelamento <sup>8</sup>	Kg/ha	7.378	21.111	7.729	27.256
Produtividade Total dos Fatores <sup>9</sup>		2,2	0,7	2,6	1,1
Taxa de Retorno do Empreendimento <sup>10</sup>	%	18,2	-134,6	58,9	-89,9

<sup>1</sup> RB = Produtividade \* Preços; <sup>2</sup> Preço médio para o DF e para a Região do Cerrado (Tabela 1) e Preço médio pago pela tonelada da mandioca industrial dividida por 1.000 (Tabela 2); <sup>3</sup> Tabelas 3, 4, 5 e 6; <sup>4</sup> RL = RB - COT; <sup>5</sup> RF = RL + custo de oportunidade do capital e terras + trabalho familiar; <sup>6</sup> MB = RL/RB; <sup>7</sup> CVM = COT/Produtividade; <sup>8</sup> COT/Preço; <sup>9</sup> PTF = RB / COT; <sup>10</sup> TRE = (RL / COT) - 1.

Os sistemas de produção para mandioca de mesa recomendado para a Região do Cerrado alcançou a maior receita líquida, enquanto o sistema para mandioca industrial praticado na Região do Vale do Rio Urucuia obteve prejuízo, ou seja, a receita gerada nesse sistema não foi suficiente para cobrir os custos. Esse indicador no longo prazo é o resíduo que remunera o trabalho do empreendedor, o risco que esse corre ao produzir, se ele for maior ou igual à zero indica que a atividade é estável e tem possibilidade de expansão, mas se for negativo, como é o caso da mandioca industrial produzida no VRU em que a receita gerada não cobre nem o custo operacional, então se mantiver esse cenário, a atividade nessa localidade está fadada a descapitalização do produtor, podendo a atividade se manter por algum tempo se houver a expectativa de reverter à situação.

Além da renda líquida, o produtor de mandioca das unidades domésticas e familiares tem a sua disposição a renda relativa à mão de obra familiar utilizada na produção e também, quando dono do

montante investido ou parte dele, o custo de oportunidade do investimento (custeio, bens de capital, terra e mão de obra familiar). O indicador renda familiar é importante, porque explica a relutância dos pequenos produtores familiares em deixarem o negócio, que no caso da comunidade de Riacho Claro na Região do Vale do Rio Urucuia, apresenta receita líquida negativa (-1.416,79/ha/ano), porém uma renda familiar positiva de R\$ 1.564,68/ha/ano. Dentre os quatro sistemas analisados os que obtiveram as maiores renda familiares foram o de produção de mandioca de mesa praticado no DF com R\$ 10.946,22/ha/ano e o recomendado para a Região do Cerrado com R\$ 11.591,87/ha/ano, o que corresponde a uma renda mensal de mais de R\$ 912,19/ha e de R\$ 965,07/ha, renda essa superior ao que conseguiria com a venda de 22 dias de sua mão de obra.

Considerando que o produtor tem plena liberdade de repetir a experiência do passado, reorganizar o negócio e, até mesmo vendê-lo, todos os recursos, incluindo terra, máquinas e equipamentos, benfeitorias e animais, têm custo de oportunidade e não são fixos, podendo ter valores mudados. Com base nessa premissa calculou-se o custo variável médio para os quatro sistemas de produção de mandioca. O menor custo variável por unidade de produto (kg de mandioca) foi obtido no sistema de produção de mandioca industrial recomendado para a Região do Cerrado (R\$ 0,18/kg) enquanto o maior ficou a cargo do sistema de produção de mandioca de mesa praticado no DF (R\$ 0,39/kg).

O ponto de nivelamento (PN) ou ponto de equilíbrio (PE) mostra qual a quantidade mínima a ser produzida para que as receitas paguem os custos de produção. No caso dos sistemas de produção de mandioca praticados: no DF o ponto de equilíbrio corresponde a 7.378 kg/ha e a produção obtida foi 16.100 kg/ha, nesta situação com apenas 45,8% da produção o produtor cobrirá todos os seus custos, isso permite dizer que esse empreendimento é estável no longo prazo. Na região VRU o ponto de nivelamento ocorreu em 21.111 kg/ha e a produção auferida foi de 13.800 kg/ha, isso indica que o produtor está produzindo bem abaixo do ponto de equilíbrio resultando em renda líquida negativa, se essa situação ocorrer em longo prazo o negócio não se sustentará. Para os sistemas recomendados para a Região do Cerrado, na produção de mandioca de mesa utilizou-se 38,6% da produção para cobrir todo custo enquanto na industrial precisou-se de 90,9%.

A produtividade total dos fatores deve ser no mínimo igual a um, indicando que há equilíbrio ou equivalência entre os benefícios e os custos, para que o sistema de produção se sustente. Porém, quanto mais alto for esse índice, melhor a rentabilidade do investimento e mais eficiente é o sistema de produção. Assim, a análise da produtividade total dos fatores indicou que os melhores índices foram obtidos para o sistema de produção de mandioca de mesa, de 2,6 para a Região do Cerrado e 2,2 para o DF; os sistemas de produção para mandioca industrial tiveram os índices mais baixos, sendo o da Região do VRU menor que um, indicando ineficiência.

A taxa de retorno para o empreendedor determina o percentual de investimento rentável. Para os sistemas de produção de mandioca de mesa, tanto o praticado no DF quanto o recomendado para a Região do Cerrado, os retornos obtidos foram de 18,2% e 58,9%, respectivamente. Isso significa que para cada R\$ 1,00 gasto no sistema de produção de mandioca tem-se o equivalente a R\$ 0,18 de renda líquida, no Distrito Federal, e R\$ 0,59 na Região do Cerrado. Para a mandioca industrial as taxas de retornos foram negativas, em -134,6% para a Região VRU e -89,9% para a Região do Cerrado, indicando que em cada R\$ 1,00 investido perderam-se R\$ 1,35 e R\$ 0,90, respectivamente.

Os resultados obtidos revelaram que:

As produtividades obtidas nos sistemas de produção de mandioca praticados no DF e VRU foram inferiores aos sistemas recomendados e que os custos de produção para mandioca de mesa foram maiores que os da mandioca industrial.

Os preços obtidos na venda de mandioca de mesa foram o principal componente de viabilidade econômica, com um diferencial entre eles da ordem de 334,6% nos sistemas praticados e de 287,9% nos sistemas recomendados.

O pior desempenho técnico e econômico foi o do sistema de produção praticado na Região do VRU, entretanto a produção de raízes de mandioca na comunidade do Plano de Assentamento (PA) Riacho Claro no Vale do Rio Urucua é estratégica, uma vez que, após ser transformada em farinha, a mesma é utilizada na alimentação (segurança alimentar), sendo o excedente comercializado, gerando renda para as famílias.

Numa primeira análise, verifica-se que a produtividade obtida no cultivo da Região do Vale do Rio Urucua não é suficiente para cobrir todas as despesas efetuadas durante o período produtivo. Pela ótica empresarial, essa situação levaria os produtores que operam nessas condições de preços, custos e mercado, a abandonar a atividade deficitária. No entanto, no contexto da agricultura familiar do Riacho Claro no Vale do Rio Urucua, a produção de mandioca é estratégica para a comunidade, configurando uma lógica de apropriação de renda diferenciada da agricultura empresarial.

Nestas condições, o cálculo da taxa de retorno do empreendimento foi negativo em -134,6% indicando que para cada R\$ 1,00 gasto para produzir mandioca perdeu-se R\$ 1,35, isso na pressuposição de que toda a raiz produzida destina-se à venda ou troca no mercado pelo preço vigente, constituindo-se na única fonte de valorização.

De acordo com os dados da Tabela 8, os produtores do PA Riacho Claro (VRU) destinam 25,2% da produção de raízes para o mercado, 10,4% para o processamento de farinha e polvilho nas propriedades e 64,4% para autoconsumo nas propriedades (consumo animal e humano na forma in

natura), portanto, verifica-se que o produtor “opera” em um ciclo de maximização do valor das raízes de acordo com a importância (uso ou troca) que o produto pode assumir nas diferentes destinações realizadas:

1. **Primeiro momento** – o produtor usa as raízes de mandioca como alimento para si e sua família, a preço de custo, quando consome as raízes por ele produzidas, mais uma pequena parte da farinha e do polvilho processados na propriedade (valor de uso e segurança alimentar).
2. **Segundo momento** – as raízes entra como insumo na alimentação dos animais (gado de leite, porco, galinhas, entre outros), também a preço de custo (valor de uso), para produzir carne, leite, ovos e peles. Uma pequena parte dessa produção animal se destinará a alimentação familiar a preço de custo (valor de uso e segurança alimentar).
3. **Terceiro momento** – o da comercialização da mandioca de indústria e para o mercado de mandioca de mesa, adicionados da maior parte da produção de farinha e do polvilho processados na propriedade e da carne, leite, ovos e peles produzidos, para gerar renda que será utilizada na aquisição de outros produtos como o sal, o açúcar, o óleo, o macarrão, entre outros (valor de troca).

A diversidade de aplicações das raízes de mandioca na agricultura familiar justifica a permanência dos produtores no processo produtivo, mesmo quando o custo variável médio é maior que o preço de venda (Tabela 8), isso significa dizer que a receita obtida não foi suficiente para cobrir os custos variáveis, o que na ótica empresarial é insensato. Entretanto, diante da lógica da agricultura familiar, justifica-se porque grande parte da produção é direcionada para o autoconsumo humano e como componente da alimentação animal. Como esses produtores familiares possuem em suas unidades produtivas uma matriz complexa de produtos, isto é, além da mandioca também possuem animais (gado, porco, galinha) bem como outras culturas para subsistência e venda do excedente (feijão, arroz, milho, etc.), o que proporciona maior estabilidade de renda, também a propriedade é gerenciada como um sistema de produção, em que o custo é rateado entre todas as atividades pelo aproveitamento residual dos insumos e racionalização da mão de obra.

É importante ressaltar, que embora a análise econômica evidencie que as receitas brutas auferidas pelo processo produtivo de mandioca de mesa foram superiores as obtidas no processo produtivo da mandioca industrial (Tabela 7), e que as taxas de retornos para o empreendimento são muito atrativas. O mercado de mandioca de mesa é relativamente pequeno e quase sempre restrito a cinturões verdes de grandes cidades. Contudo tem-se como fator positivo o surgimento de novas formas de comercialização, como às indústrias de congelados e pré-cozidos congelados, e os produtos minimamente processados, que oferecem no mercado produtos de qualidade disponível o ano todo e de boa aceitação por parte dos consumidores. Estas novas formas de comercialização vêm

promovendo a sofisticação dos consumidores, principalmente das donas de casa, que por trabalharem fora tem cada vez menos tempo para os afazeres domésticos, o que leva a procura por produtos de maior praticidade, de boa qualidade, disponível o ano todo.

**Tabela 8.** Destino da produção de raízes de mandioca, Vale do Rio Urucuia, safra 2006.

Destino	Produção raiz		Importância (Valor)	Momento
	(t)	(%)		
Consumo de raízes in natura nas propriedades	695	5,0	uso	(1)
Consumo animal	8.259	59,4	uso	(2)
Processamento de farinha nas propriedades	1.149	8,3	uso/troca	(1) e (3)
Processamento de polvilho nas propriedades	293	2,1	uso/troca	(1) e (3)
Venda de raiz de mandioca para a indústria	923	6,6	troca	(3)
Venda de raiz de mandioca de mesa	2.581	18,6	troca	(3)
Carne, leite, ovos e peles.			uso/troca	(2) e (3)
Produção total (kg/ha)	13.900	100,0		

## 9.4. Canais de comercialização

Há poucas informações sobre a comercialização dos produtos da agricultura familiar. Parte dessa carência deve-se a dois fatores: 1) os produtos provenientes da agricultura familiar não possuem cadeias produtivas claramente estruturadas; 2) as transações de mercado ao longo do tempo, muitas vezes, são descontinuadas.

O canal de comercialização descreve a trajetória que um produto percorre desde sua origem (fazendas) até o destino final (consumidor), podendo ser definido como o caminho percorrido pelas mercadorias desde o produtor até o consumidor final, podendo ser longo e incluir diversos intermediários com beneficiadores do produto, armazenistas, transportadores, e retalhistas ou ser curto e no limite não existirem intermediários entre o produtor e o consumidor. O canal de distribuição mais longo, geralmente, leva firmas ou pessoas a se especializarem em torno de algum processo ou função ao longo desse canal (processamento, transporte, armazenamento, entre outros); se de um lado essa modalidade tem como fator positivo a expansão do mercado com menor necessidade de investi-

mento, por outro lado leva a perda de controle sobre diversas variáveis do marketing como o preço de venda ao consumidor final, a qualidade do serviço associado ou mesmo alguns componentes da comunicação. Se o canal for o de venda direta, tem-se o controle de todas as variáveis de marketing, mas a dimensão do mercado a ser atingido fica restrita.

Para simplificar a compreensão, estão apresentados quatro tipos básicos de canais de comercialização da mandioca de mesa (Tabela 9). Na prática, as situações reais apresentam maior complexidade, mas sempre serão encontradas as categorias aqui descritas.

**Tabela 9.** Tipos básicos de canais de comercialização identificados na negociação de raízes de mandioca no Distrito Federal.

Canal A	Canal B	Canal C	Canal D	Canal E
Produtor	Produtor	Produtor	Produtor	Produtor
		Atacadista Informal	Atacadista Formal	Atacadista informal
	Varejista (feirante)	Varejista (feirante)	Varejista (supermercado)	Atacadista formal
				Varejista (supermercado)
Consumidor	Consumidor	Consumidor	Consumidor	Consumidor

**Canal A:** Trata-se de uma venda direta entre produtor e consumidor final, nessa situação o produtor entra em contato direto com o consumidor não havendo qualquer outro intermediário entre eles. Exemplo desse tipo de canal são as pedras nas CEASA's ou feiras livres, onde o produtor leva sua mercadoria para ser negociada por ele mesmo no varejo.

**Canal B:** Nessa situação, existe um intermediário entre o produtor e o consumidor, que é o varejista. Nesse caso o varejista adquire o produto (raiz de mandioca) diretamente do produtor e a leva para vender (em feiras, sacolões, mercado, etc) ao consumidor final.

**Canal C:** Neste canal existem dois agentes econômicos entre o produtor e o consumidor, o atacadista informal<sup>1</sup>, que compra a raiz de mandioca do produtor e a revende ao varejista que vende ao consumidor final.

<sup>1</sup> Pessoa que passa pelas propriedades comprando grande volume do produto para revendê-lo a outros intermediários ao longo do canal de comercialização. Informal porque não possui firma registrada, não paga emposta, etc.

**Canal D:** Esta situação é parecida com o canal de comercialização C, porém o atacadista é formal, que é representado por uma central de compra que adquire o produto diretamente do produtor e depois distribui este produto para as diversas unidades varejistas, a rede de supermercados que irá revendê-lo ao consumidor final.

**Canal E:** Nessa situação, existem quatro intermediários entre o produtor e o consumidor, o atacadista informal que percorre as propriedades comprando as raízes de mandioca e as leva para uma central de compra de uma rede de supermercado (atacadista formal), esta distribui o produto na rede de supermercados para ser revendido ao consumidor final.

Os canais de comercialização são exemplificados na Figura 7, onde ao fundo há uma plantação, o caminhão representa o deslocamento da produção. No esquema de comercialização da mandioca, são apresentados dois tipos de venda: a direta, quando o produtor ou sua organização (associação/cooperativa) vende diretamente ao consumidor final, sem necessidade de intermediários; e, venda indireta, quando as vendas são feitas por meio de intermediários.

No exemplo a seguir, são observados três situações que ocorrem em feira livre local e pedra da CEASA's, essa modalidade continua sendo o mercado varejista responsável pela transação de 12,6% de raízes de mandioca comercializadas no Distrito Federal. Esse segmento está representado na figura pelas barracas com cobertura listrada em vermelho e branco. No Distrito Federal, a participação dos supermercados na venda de raízes de mandioca é de 8,9%, na figura, esse é representado pela imagem do caixa de supermercado, nessa modalidade há duas situações. Em ambos os casos o consumidor final paga R\$ 1,00/kg de raízes de mandioca.



cobrir os custos operacionais com a transação e retornar ao intermediário uma taxa mínima de lucro para o intermediário se manter no negócio.

- Canal C:** Nesse cenário, ainda em feira livre, o produto para chegar ao consumidor final passa por dois intermediários, isto é, o produtor vende as raízes de mandioca a um atacadista (geralmente informal) por R\$ 0,27/kg, que a revende ao um varejista por R\$ 0,68/kg, que vende ao consumidor final por R\$ 1,00/kg. Nesse caso, tem-se a margem de comercialização do atacadista que é de R\$ 0,41/kg e varejista que é de R\$ 0,32/kg.
- Canal D:** Essa modalidade, a exemplo do canal C, também envolvem dois intermediários: o atacadista representado por uma central de compras que adquirem o produto em grande quantidade e distribui por toda a rede e os entrepostos tradicionais; e, o varejista que são os próprios supermercados. Nesse caso, a central compra as raízes de mandioca do produtor por R\$ 0,27/kg, repassa aos supermercados a R\$ 0,68/kg, que vende ao consumidor por R\$ 1,00/kg.
- Canal E:** Nessa circunstância, o produtor recebe R\$ 0,27 de um atacadista informal que revende a outro atacadista, nesse caso formal, representando a central de compra do supermercado, por R\$ 0,52. Que por sua vez, o atacadista vende o produto para um varejista (supermercado) por R\$ 0,68, e o último revende ao consumidor por R\$ 1,00.

Nas situações acima, mostrando os diferentes relacionamentos comerciais e seus impactos na renda do produtor, observa-se que quanto mais intermediários existirem entre o produtor e o consumidor final menos o produtor vai receber pelo seu produto. Entretanto, seu custo de produção e outras despesas permanecem inalterados, o que diminui seu lucro. Daí a importância da identificação dos canais de comercialização em que atua.

## 9.5. Importância de agregar valor

O objetivo do produtor, seja ele familiar ou não, é melhorar a renda obtida por sua propriedade e melhor administrá-la para garantir o sustento de sua família. Para isso, uma das possibilidades é agregar valor ao produto e criar novas alternativas de comercialização.

### 9.5.1. O que é agregar valor?

Agregar valor a um produto é condicionar, adequar, transformar o produto, deixando-o com aparência saudável, proporcionar sensações de cheiro e sabor com o objetivo de oferecer ao

consumidor a facilitação, a comodidade, o conforto, a economia de tempo e de outros valores. Como exemplos de produtos com valor agregado pode-se citar aqueles padronizados e classificados em embalagens higienizadas e em unidades que vão direto da gôndola para a mesa do consumidor final; os pré-cozidos ou já preparados, higienizados.

As estratégias para maximizar a satisfação do consumidor visam fazer que ele se acostume a consumir determinado produto ou serviço regularmente, de forma a tornar permanente sua despesa com aquele produto ou serviço. Esse processo chama-se fidelização da clientela. Uma vez estabelecido, torna-se fluxo permanente de renda para o produtor que, em sintonia com a evolução das preferências e gostos dos seus clientes, vai aperfeiçoando seu processo para fornecer, produzir e vender, reforçando o conhecimento e as ligações com o mercado que atende. Na cadeia produtiva da mandioca, pode-se citar como exemplo de agregação de valor a mandioca processada pré-cozida, embalada a vácuo, o bolinho de mandioca, a mandioca descascada, entre outras.

### 9.5.2. Produzir com qualidade: uma forma de agregar valor

Para obter um bom produto ou um produto de qualidade, o produtor deve ter habilitação técnica, ou seja, capacidade de plantar com a técnica adequada, usando as recomendações de plantio, adubação, manejo, colheita e classificação do produto.

Cabe ao produtor planejar a produção. Esse ato é simplesmente a definição do que vai plantar (processo que envolve desde o preparo do solo até a colheita), quanto plantar, qual o seguimento da demanda que irá atender. Tudo isso para garantir o fornecimento contínuo do produto.

Na ação de plantar, é importante escolher uma variedade adaptada às condições de clima e solo do local, resistente às doenças e, sobretudo, aquela que atenda a preferência do consumidor. Essa etapa do processo evita prejuízos e garante boa rentabilidade ao produtor. Outra fase importante é o modo de plantar, que inclui a densidade populacional por unidade de área, isto é, quantas plantas alocar em um hectare, se em fileira simples ou em dupla, se consorciada ou solteira. Esses fatores influenciam na produtividade da lavoura e, conseqüentemente, no lucro do produtor.

O manejo da lavoura é outra fase importante. Nela, o produtor deve estar atento à sua produção, para mantê-la limpa e livre do ataque de pragas e doenças e evitar gastos desnecessários com defensivos agrícolas.

A colheita também é uma etapa a ser considerada no processo de produção porque os cuidados ajudam a obter produto de boa aparência. É preciso cuidar para não danificar as raízes.

Além disso, é necessário fazer uma boa classificação e seleção das raízes para obter preços melhores com a melhor classificação. Isso poderá elevar a satisfação do cliente disposto a remunerar melhor o produto de melhor classificação. Hoje, a clientela, nos grandes centros consumidores, é cada vez mais exigente em relação à qualidade do produto.

Ao agregar valor ao produto, todos saem ganhando. O produtor, por oferecer um produto de melhor qualidade obtendo melhor preço; o atacadista/varejista, por ter em mãos um produto de boa qualidade e com menos risco de perdas; e o consumidor final, por levar para a casa um produto de sua preferência, com boa qualidade e maior durabilidade.

### 9.5.3. A agregação de valor na comercialização

A comercialização agrícola representa uma série de funções ou atividades de transformação e adição de utilidade (agregação de valor) em que bens e serviços são transferidos dos produtores para os consumidores. O processo de comercialização deve responder pelas tarefas de reunião, troca, processamento e dispersão dos produtos. Ele cumpre o papel de equacionar as necessidades dos consumidores com a produção dos produtos. Quando o sistema de comercialização funciona bem, cada ação entre a porteira da fazenda e o consumidor é produtiva e gera mais utilidade ao produto. As utilidades são as seguintes:

- Tempo (oferecido na hora certa).
- Forma (oferecido na conformidade exigida).
- Lugar (oferecido onde é demandado).
- Propriedade ou posse (oferecido em quantidades certas e a preços justos para consumidores e produtores, entre outros), realizando o trabalho com o mínimo de recursos; o mercado deve indicar mudanças na oferta e na procura.

### 9.5.4. Atividades de transformação/industrialização e agregação de valor

Diz respeito à atividade que emprega recursos produtivos para transformar o produto bruto em produto processado. A mandioca passa por essas transformações quando ocorre a produção de seus derivados como farinha (Figura 8) e fécula (Figura 9). É a operação em que o produto tem as características físicas modificadas, em geral, com a finalidade de adequá-lo a uma utilização, seja para consumo intermediário ou final. A operação de industrialização tem, normalmente, como consequência a valorização econômica do produto, ou seja, agregação de valor comercial.



Lavoura de mandioca



Casa de farinha



Transporte para a indústria



Produto de processamento artesanal



Produto de processamento industrial

Fotos: Jozeneida Lúcia P. de Aguiar

**Figura 8.** Atividades de transformação / industrialização de raízes de mandioca em farinha.



Lavoura de mandioca



Casa de farinha



Indústria de fécula de mandioca



Produto do processamento artesanal



Produto do processamento industrial

Fotos: Jozeneida Lúcia P. de Aguiar

**Figura 9.** Atividades de transformação / industrialização das raízes de mandioca em fécula.

Nessa operação obtém-se outro produto, de outra natureza, como por exemplo: ao fazer o descascamento, a ralação, a prensagem, e a torrefação da raiz de mandioca obtém-se a farinha. Nesse caso, o produto raízes de mandioca transforma-se em farinha modificando, portanto, a sua essência e a sua natureza (Figura 8).

A industrialização, submete o produto agrícola a operações de transformação e alteração física, exigindo elevadas doses de mão de obra, máquinas, recursos financeiros, entre outras, tende a se adequar ao atendimento de todas as utilidades que o consumidor/cliente espera para satisfazer suas necessidades, e com possibilidade de obter amplas margens de agregação de valor ao produto final.

### 9.5.5. Beneficiamento

O beneficiamento é o conjunto de intervenções ou operações que visa melhorar determinados aspectos de um produto. Trata-se de submeter produtos agrícolas a processos destinados a lhes dar condições de serem consumidos ou utilizados, por exemplo: descascar cereais, descaroçar algodão, descascar e ensacar a mandioca, congelar mandioca. Essa operação melhora o produto, adequando-o cada vez mais às necessidades do consumo final, mas não altera sua essência, sua natureza.

Na Figura 10, estão dois exemplos de beneficiamento da mandioca. Nessas duas situações, o beneficiador faz um processamento mínimo das raízes de mandioca que consiste em descascar, cortar e ensacar a vácuo ou com água. Nesse caso o produto não perdeu sua essência, continua sendo mandioca, só que sem casca e embalada. Essas tecnologias agregam valor ao produto por dar mais facilidade ao consumidor final e também aumenta a vida útil do produto.

A operação de beneficiamento, normalmente, atinge a superfície do produto, envolve pouco emprego de recursos e facilidades de toda ordem: capital, mão de obra, instalações, entre outras, agregando reduzida parcela de valor ao produto, uma vez que não atende todas as utilidades que o consumidor/cliente espera para satisfazer suas necessidades.

Foto: Jozeneida Lúcia P. de Aguiar



**Figura 10.** Raízes de mandioca minimamente processada (A) mandioca descascada e embalada a vácuo (B) mandioca descascada e embalada com água.

### 9.5.7. Valor agregado ou valor adicionado

É a diferença entre o valor de produção de uma mercadoria e o custo total de matérias-primas e serviços adquiridos para sua fabricação. É igual à soma do lucro com os salários e os juros pagos. Mão de obra e demais serviços agregam valor a um produto à medida que vão adicionando utilidades que o tornam mais adequado e atraente para a satisfação das necessidades do consumidor, motivando-o a pagar por um produto um preço elevado, mas que o satisfaz.

## 9.6. Importância da organização dos produtores

A participação em associações de produtores familiares é um aspecto recente no processo de organização da produção agrícola. Os pequenos agricultores passaram a compreender a necessidade de uma base forte e organizada, que os mantenha atuantes e os legitime junto a outros atores sociais e econômicos.

Técnicos, produtores, dirigentes sindicais, população, ONGs, entre outros, estão mais ou menos de acordo que o problema principal da comercialização dos produtos da agricultura familiar, das

produções extrativistas e dos assentamentos rurais que está relacionado com a organização da produção.

A organização de produtores apresenta as seguintes vantagens:

### **Econômicas:**

- Facilita o acesso ao crédito.
- Auxilia na busca da visibilidade da cadeia produtiva de determinado produto, criando condições propícias para a identificação de gargalos, deficiências e pontos críticos que encarecem o produto final e reduzem a competitividade da cadeia de suprimentos.
- A produção agrícola é naturalmente espalhada, dispersa. A dispersão reduz a produtividade da terra e da mão de obra, aumenta os custos de transporte e favorece o controle da comercialização por grupos de intermediários. Essa situação leva a relações comerciais desfavoráveis para os agricultores familiares. Essa característica gera descontinuidade na quantidade e na qualidade ofertada. Do lado da demanda, o mercado consumidor tende a exigir que os produtos tenham características exatamente inversas, ou seja, qualidade e quantidade constantes. A organização de produtores reúne a produção, reduzindo seu grau de dispersão, facilitando a elaboração de estratégias de inserção no mercado e contribuindo para viabilizar a comercialização da produção, reduzir a rigidez da oferta, tornando-a mais flexível, ágil, capaz de responder rápida e eficazmente às variações do mercado, e aumentar a competitividade da cadeia de suprimentos.

### **Tecnológicas:**

- Facilita o acesso à assistência técnica.
- Facilita o acesso às novas tecnologias.

### **Sociais:**

- Facilita o acesso à informação.
- Viabiliza as demandas por infraestrutura de saúde, educação, habitação, segurança, serviços públicos de base, entre outros.

### **Ambientais:**

- Cabe à organização de produtores o papel de conscientizar seus membros acerca dos problemas ambientais.

## 9.7 Referências

CASTRO, A. M. G. de; COBBE, R. V.; GOEDERT, W. J. **Prospecção de demandas tecnológicas para o SNPA**. Brasília, DF: Embrapa-DPD, 1995. 82 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **PROHORT** (Programa Brasileiro de Modernização do Mercado de Hortigranjeiro). Disponível em: <<http://www3.ceasa.gov.br/prohortweb/>>. Acesso em: 28 set. 2012.

## 9.8. Literatura recomendada

ALVES, L. R. A.; FELIPE, F. I.; BARROS, G. S. C. **Custo de produção de mandioca no Estado de São Paulo: mandioca industrial (maio/04) e de mesa (junho/04)**. Cepea. Disponível em: <[http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/analise\\_custo\\_2003\\_04.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/analise_custo_2003_04.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2010.

AMANTE, E. R.; NOGUCHI, A.; CASTILHOS JÚNIOR, A. B. de; KANZAWA, A.; FRANCISCO, A. de. Valorização de matérias-primas e minimização de resíduos agroindustriais: produção de amido de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 17, p. 53-81, 1998.

AMMAN, S. B. **Ideologia do desenvolvimento de comunidades no Brasil**. São Paulo: Cortez, 1985. 176 p.

ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de agronegócio**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 176 p.

BARROS, G. C. S. **Economia da comercialização agrícola**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1987. 306 p.

BORCHARDT, I. **Desenvolvimento de metodologia para elaboração de custos de produção das principais culturas exploradas em Santa Catarina**. Florianópolis: Instituto Cepa, 2004. 67 p.

CALLADO, A. A. C. (Org.). **Agronegócio**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 224 p.

CEPEA. CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Mandioca**. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/mandioca/>>. Acesso em: 28 set. 2012.

CEREDA, M. P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. Campinas: Fundação Cargill, 2001. 320 p. (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-Americanas, v. 1).

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção agrícola**: a metodologia da Conab. Brasília, DF: Conab, 2010. 60 p.

EMATER. **Custos de produção de mandioca**. Disponível em: <<http://www.emater.df.gov.br/sites/200/229/00002029.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

FILHO, H. M. S.; BATALHA, M. O. Gestão de custos na agricultura familiar. In: FILHO, H. M. S.; BATALHA, M. O. **Gestão integrada da agricultura familiar**. São Carlos: Edufscar, 2005.

IBGE. **Banco de dados Sidra**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=1&i=P&e=l&c=825>>. Acesso em: 28 set. 2012.

LORENZI, J. O.; DIAS, C. A. C. **Cultura da mandioca**. Campinas: CATI, 1993. 39 p. (CATI. Boletim Técnico, 211).

MAYANA, P. (Coord.). **Estudo de mercado sobre a mandioca**: farinha e fécula. Brasília, DF: SEBRAE, 2008. 81 p.

RICHETTI, A.; SAGRILO, E. **Custo de produção de mandioca industrial**: safra 2007. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. 5 p.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. **Sistema de produção de mandioca para a região do Cerrado**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 2003. 61 p.

VASCONCELOS, M. A. S. de; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004. Disponível em: <<http://hermes.ucs.br/ccea/dece/jmrocha/Economial/Custos%20de%20Producao.pdf>>. Acesso em 28 set. 2012.

WIKIPÉDIA. **Sistema de produção**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_produ%C3%A7%C3%A3o](http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_produ%C3%A7%C3%A3o)>. Acesso em: 28 set. 2012.

*Impressão e acabamento*  
**Embrapa Informação Tecnológica**

*O papel utilizado nesta publicação foi produzido conforme a certificação do Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Manejo Florestal.*

# Embrapa

## Cerrados

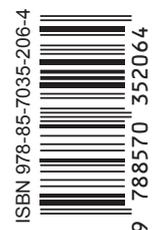
### Patrocínio



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

Ministério do  
Desenvolvimento  
Agrário

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA



CGPE 10693