



---

**Mandioca****Cultivo da Mandioca para Região do Cerrado**

---

**Sumário**

Apresentação  
Importância socioeconômica  
Aspectos edafoclimáticos  
Calagem e adubação  
Cultivares  
Mudas e sementes  
Plantio  
Irrigação  
Consociação e rotação de culturas  
Tratos culturais  
Principais doenças  
Pragas e métodos de controle  
Colheita, pós-colheita e processamento  
Mandioca na alimentação animal  
Mercado e comercialização  
Coeficientes técnicos  
Referências  
Glossário

**Dados Sistema de Produção****Embrapa Mandioca e Fruticultura**

Sistema de Produção, 8

ISSN 1678-8796 8

**Embrapa Cerrados**

Sistema de Produção, 1

ISSN 1

Versão Eletrônica  
Out/2017



## Cultivo da Mandioca para Região do Cerrado

### Apresentação

A Embrapa, por meio de suas Unidades Embrapa Cerrados, situada em Planaltina, Distrito Federal; e Embrapa Mandioca e Fruticultura, situada em Cruz das Almas, Bahia tem o prazer de entregar aos produtores de mandioca da região dos Cerrados, um sistema de produção para a cultura. Esse ecossistema ocupa 24% da área do País (274 milhões de hectares), sendo a mandioca um dos cultivos relevantes no mesmo. O referido sistema de produção traz as informações técnicas necessárias ao cultivo da mandioca, enfocando as fases de estabelecimento da cultura, tratamentos culturais, controle de pragas e doenças, manejo da colheita e da pós-colheita e uso da mandioca na alimentação animal. Espera-se que o sistema de produção ora disponibilizado possa contribuir significativamente como instrumento para a melhoria do sistema de cultivo da mandioca no ecossistema citado, trazendo, como consequência, um produto de melhor qualidade para o consumidor e a melhoria da renda e da qualidade de vida do produtor rural.

Cláudio Takao Karia  
Chefe Geral  
Embrapa Cerrados

Alberto Duarte Vilarinhos  
Chefe Geral  
Embrapa Mandioca e Fruticultura

### Importância socioeconômica

**Tito Carlos Rocha de Sousa**

**Jozeneida Lúcia Pimenta de Aguiar**

**Camilla Ferreira Lôbo**

### 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 2013, a produtividade, no mundo, foi de 13,6 t/ha (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produção, área colhida e produtividade da mandioca, de 1975 e 2013, no Mundo.

Indicador	1975	2013	Taxa de crescimento médio anual no período (%)
Produção (t)	110.398.445	276.762.059	4,0
Área (ha)	12.839.770	20.392.815	1,5
Produtividade (t/ha)	8,6	13,6	1,5

Fonte: FAO, 2015.

Entre 1975 e 2013, a produção mundial de raízes de mandioca cresceu a uma taxa média anual de 4,0%, saindo da casa dos 110.398.445 t para 276.762.059 t. 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 1,5%; e de outro, incrementos nos níveis de produtividade, passando de 8,6 t/ha em 1975, para 13,6 t/ha em 2013, o que significa um aumento na eficiência do uso da terra na produção de raízes de mandioca correspondente a 1,5% ao ano (Tabela 1).

Ao considerar o *ranking* das 20 maiores produções agropecuárias no mundo, safra de 2013, a mandioca ocupa a décima quinta posição em termos de quantidade produzida, com 276.762.059 t, sendo que o Valor Bruto da Produção (VBP) é de US\$ 27.212.109,63 dólares e o VBP por tonelada é de US\$ 98,32 dólares (Tabela 2).

**Tabela 2.** *Ranking* da Produção Agropecuária Mundial, Safra 2013, Quantidade Produzida, Valor Bruto da Produção e Valor Bruto da Produção por Tonelada.

Ranking	Produto	Produção (toneladas)	Valor Bruto da Produção (1.000 int. US\$)	Valor Bruto da Produção/Tonelada (US\$/t)
1º	Cana de Açúcar	1.911.179.775,49	60.784.342,86	3.180,46

2°	Carne Suína	112.333.008.97	172.682.907.04	1.537,24
3°	Carne de frango	96.337.657.89	137.224.034.26	1.424,41
4°	Maçã	80.822.520.63	33.860.008.14	418,94
5°	Leite de búfala <i>in natura</i>	80.108.460.00	31.952.941.55	398,87
6°	Tomate	163.963.770.00	59.884.397.37	365,23
7°	Leite de vaca <i>in natura</i>	635.575.894.70	198.338.449.28	312,06
8°	Bananas	106.714.204.76	29.740.293.40	278,69
9°	Arroz	740.902.531.63	190.576.416.01	257,22
10°	Soja	276.032.361.62	69.476.638.75	251,70
11°	Cebola	85.795.190.57	17.992.359.60	209,71
12°	Legumes Frescos	258.310.039.87	47.565.545.39	184,14
13°	Trigo	715.909.258.46	85.942.102.55	120,05
14°	Melancia	109.278.714.42	11.490.609.97	105,15
15°	Mandioca	276.762.059.00	27.212.109.63	98,32
16°	Milho	1.018.111.958.31	67.126.425.38	65,93
17°	Batata doce	103.109.367.26	5.081.181.61	49,28
18°	Beterraba Sacarina	246.521.602.13	10.099.341.89	40,97
19°	Cevada	143.959.778.34	5.324.316.51	36,98
20°	Batata	3.376.452.523.55	49.460.870.90	14,65

Fonte: FAO, 2015.

Ao analisar a Figura 1, verifica-se que o continente africano detém a maior participação da produção mundial de mandioca, tanto em 1975, com 42,1% da produção, quanto em 2013, com 57% da produção. O continente americano perdeu participação na produção mundial: em 1975, contribuía com 29%, reduzindo para 11% em 2013. Ao contrário do que ocorreu com o continente americano, o asiático ganhou espaço na produção mundial, passando de 28,7% em 1975 para 31,9%, em 2013. A situação da Oceania permaneceu inalterada no período analisado (Figura 1).

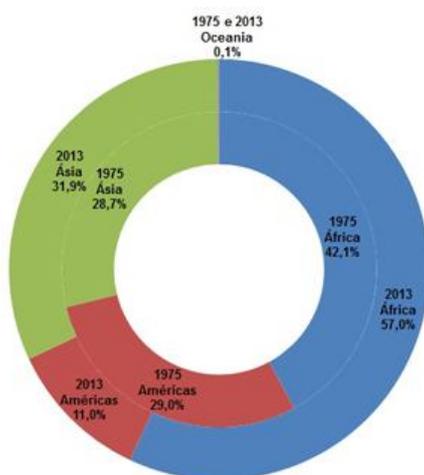


Figura 1. Participação dos continentes na produção (t) mundial de mandioca, safras 1975 e 2013.

Fonte: FAO, 2015.

Ao se considerar a taxa de crescimento médio da produção (t) de mandioca no período de 1975 a 2013 (Tabela 3), verifica-se que os continentes africano e asiático tiveram as maiores taxas de crescimento, da ordem de 6,3% e 4,7%, respectivamente. No continente africano, esse crescimento deu-se pelo aumento da área cultivada, que passou de 7.139.933 ha, em 1975, para 13.741.669 ha, em 2013 (crescimento da ordem de 2,4% no período), e pelo incremento na produtividade, que era de 6,5 t/ha, em 1975, e passou para 11,5 t/ha em 2013 (crescimento de 2,0% no período). Na Ásia, essa alta taxa de crescimento da produção foi em função do incremento ocorrido na produtividade, de 2,6% no período, elevando o índice de produtividade de 10,7 t/ha para 21,1 t/ha.

Tabela 3. Produção, área colhida, produtividade e taxa de crescimento médio anual, por continente, safra de raiz de mandioca - 1975 e 2013.

Continentes	Produção (1.000t)		Área (1000 ha)		Produtividade (t/ha)		Taxa de crescimento médio anual (%), período 1975/2013		
	1975	2013	1975	2013	1975	2013	Produção	Área	PRD <sup>1</sup>
Africano	46.478.367	157.718.952	7.139.933	13.741.669	6,5	11,5	6,3	2,4	2,0
Americano	32.067.129	30.496.273	2.724.535	2.448.278	11,8	12,5	-0,1	-0,3	0,2

Asiático	31.720.635	88.283.261	2.962.184	4.181.526	10,7	21,1	4,7	1,1	2,6
Oceania	132.314	263.572	13.118	21.342	10,1	12,3	2,6	1,6	0,6
<b>Total</b>	<b>110.398.445</b>	<b>276.762.058</b>	<b>12.839.770</b>	<b>20.392.815</b>	<b>8,6</b>	<b>13,6</b>	<b>4,0</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>

Fonte: FAO, 2015. <sup>1</sup>PRD: Produtividade.

Os continentes americano e o oceânico registraram, no período, taxas de crescimento anual da produção de - 0,01% e 2,60%, com ressalva para o continente americano que teve a menor taxa de crescimento da produtividade, nos últimos 38 anos, da ordem 0,02% (Tabela 3).

Com relação ao *ranking* da produtividade da cultura de mandioca (Tabela 3), safra 2013, têm-se as seguintes situações: Ásia em primeiro lugar, com 21,1 t/ha; em segundo, o continente americano, com 12,5 t/ha; em terceiro, a Oceania, com 12,3 t/ha; e, por último, o continente africano, principal produtor mundial de mandioca, com produtividade de 11,5 t/ha. Esse índice deve-se ao baixo nível tecnológico da produção, à incidência de doenças, como mosaico africano e bacteriose, e à grande ocorrência de pragas. Na África, são consumidos, principalmente, 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 38 anos, passou de 8,5 t/ha para 13,6 t/ha, revelando um crescimento médio anual no período de 1,5% (Tabela 1), entretanto, existe expectativa de grande crescimento.

Segundo a FAO (2015), a produção de mandioca no mundo se estende por 102 países, sendo dez maiores produtores responsáveis por 68,4% da produção mundial, ocupando 56,4% da área cultivada com mandioca (Tabela 4). O Brasil, com uma área colhida com mandioca de 1.525.918 ha na safra de 2013, é o quarto colocado no *ranking* mundial de produção dessa cultura, participando com 7,8% da produção mundial.

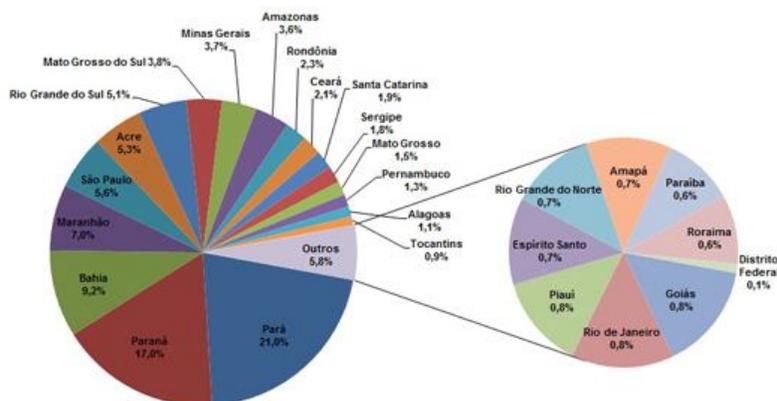
**Tabela 4.** Área colhida, produção, produtividade e participação mundial de raízes de mandioca dos dez principais países produtores, safra 2013.

Nº	País	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (t/ha)	Participação na produção mundial (%)	Participação na área mundial (%)
1º	Nigéria	3.800.000	53.000.000	13,9	19,2	18,6
2º	Tailândia	1.385.120	30.228.000	21,8	10,9	6,8
3º	Indonésia	1.065.752	23.936.921	22,5	8,6	5,2
4º	Brasil	1.525.918	21.484.218	14,1	7,8	7,5
5º	Angola	1.167.948	16.411.674	14,1	5,9	5,7
6º	Gana	875.185	15.989.940	18,3	5,8	4,3
7º	Moçambique	780.000	10.000.000	12,8	3,6	3,8
8º	Vietnã	544.106	9.757.681	17,9	3,5	2,7
9º	Índia	207.000	7.236.600	35,0	2,6	1,0
10º	Rep. Fed. do Congo	160.000	1.250.000	7,8	0,5	0,8
<b>Total dos 10 países</b>		<b>11.511.029</b>	<b>189.295.034</b>	<b>16,4</b>	<b>68,4</b>	<b>56,4</b>
<b>Resto do mundo</b>		<b>8.881.786</b>	<b>87.467.024</b>	<b>9,8</b>	<b>31,6</b>	<b>43,6</b>
<b>Mundo</b>		<b>20.392.815</b>	<b>276.762.058</b>	<b>13,6</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fonte: FAO, 2015.

## Importância da mandioca no Brasil

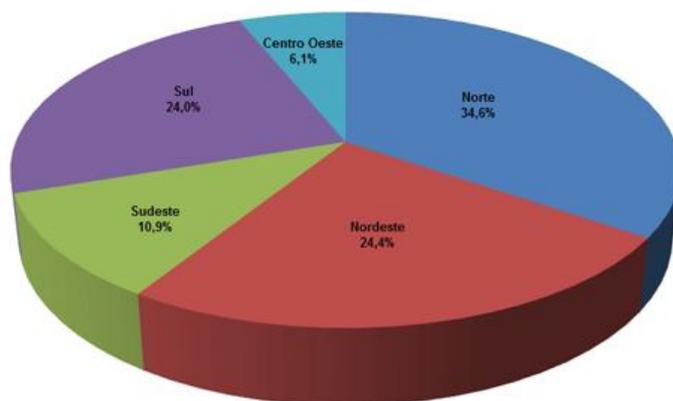
Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), a produção nacional de mandioca, em 2014, foi de 23.242.064 t com rendimento médio de 14,8 t/ha e raízes. Os principais estados produtores foram Pará (21,0%), Paraná (17,0%), Bahia (9,2%), Maranhão (7,0%), São Paulo (5,6%), Acre (5,3%) e Rio Grande do Sul (5,1%), responsáveis por 70,2% da produção nacional de mandioca (Figura 2).



**Figura 2.** Participação dos estados na produção nacional (t) de raízes de mandioca, 2014.

Fonte: IBGE, 2014.

Na Figura 3, observa-se a importância absoluta da distribuição da produção de raiz de mandioca nas grandes regiões geográficas brasileiras. Em 2014, a concentração ocorre nos estados do Norte (34,6%) e do Nordeste (24,4%), que representam 59,0% da produção nacional, onde a mandioca também representa a principal fonte energética para a população de baixa renda. Nessas regiões, o principal destino é o consumo humano, onde se pode constatar que mais de 90% é consumida sob a forma de farinha, beiju, polvilho doce.



**Figura 3.** Participação (%) das regiões brasileiras na produção (t) nacional de raiz de mandioca.

Fonte: IBGE, 2014.

A região Sul está em terceiro lugar na produção nacional de mandioca (24,0%), possui o principal polo industrial de mandioca do País e produz cerca de 70% da fécula brasileira.

A região Sudeste, por sua vez, situa-se em quarto lugar na produção nacional com 10,9%. Destaca-se uma grande produção de mandioca de mesa e de farinha. A cidade de São Paulo é conhecida como o principal polo de comercialização de farinha do país, e que, na maioria, é produzida por pequenos empreendimentos familiares – misto de unidades familiar e empresarial, onde predominam as orientações de mercado. Trata-se de produtores de origem japonesa que perceberam o potencial da mandioca na fatia de mercado alimentar representado pelos consumidores de origem nordestina. O Estado de São Paulo possui modernas indústrias de fécula e farinha, e contribui no abastecimento do mercado nordestino, quando o período seco reduz a produção local. Destaca-se, também, o Estado de Minas Gerais com suas fábricas de polvilho azedo, na região do Triângulo Mineiro, cujo produto se destina ao fabrico de pão de queijo ou bolachas.

E, por fim, a região Centro-Oeste que responde por 6,1% da produção de mandioca do Brasil. Essa região se destaca por produzir 25% da fécula de mandioca produzida no país e também onde predomina o bioma Cerrado.

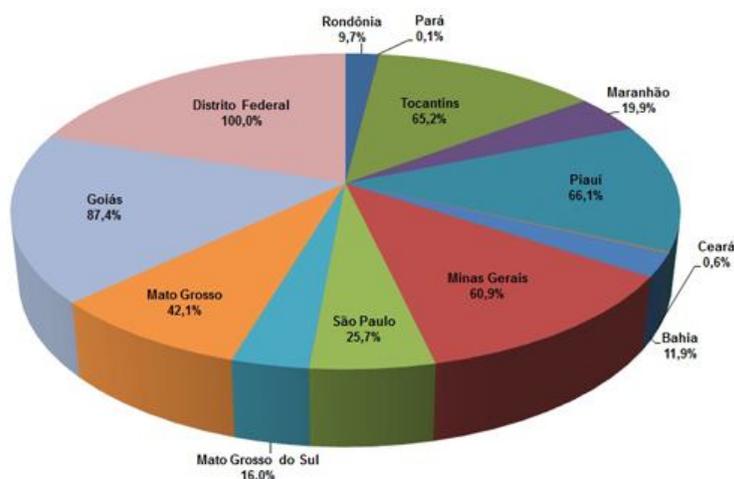
## Importância da mandioca no Cerrado Brasileiro

A região de Cerrados no Brasil, com área de 204,7 milhões de hectares (IBGE, 2004) e características de Savanas, representa 25% do território nacional. O bioma Cerrado é de fundamental importância para a agricultura brasileira e representa um dos principais centros de dispersão da cultura da mandioca.

O bioma apresenta grande potencial para a produção de alimentos, entretanto, seus solos pobres em nutrientes e a ocorrência de veranicos requerem sistemas de produção adequados, que possibilitem a sua exploração de forma racional e econômica. A mandioca é uma das culturas mais indicadas para a região, devido a seu alto potencial de produção ser de baixo risco, pouco exigente em insumos e tolerante à acidez e ao alumínio tóxico (SOUZA e FIALHO, 2003).

O bioma Cerrado está presente em cinco (5) regiões e quatorze (14) estados brasileiros, assim distribuído: a) região Norte: Rondônia (0,2%), Pará (0,2%), Tocantins (91%); b) região Nordeste: Maranhão (65%), Piauí (37%), Ceará (0,6%), Bahia (27%); c) região Sudeste: Minas Gerais (57%), São Paulo (32%); d) região Sul: Paraná (2%); e) região Centro-Oeste: Mato Grosso do Sul (61%), Mato Grosso (39%), Goiás (97%), e a totalidade do Distrito Federal (100%), (IBGE, 2004).

De acordo com o IBGE (IBGE, 2014), estima-se que 9,6% da produção nacional de mandioca estão localizadas na região dos Cerrados, ocupando 11,2% do total da área utilizada pela atividade agrícola. Na Figura 4, é possível visualizar a importância relativa da participação da produção de raiz nos estados da Federação que compõem o bioma Cerrado, sendo que, no Distrito Federal, 100% do cultivo da mandioca estão nesse bioma, enquanto no Pará, maior produtor nacional, a cultura ocupa apenas 0,1% do bioma Cerrado.



**Figura 4.** Participação da produção (t) de raízes de mandioca em região de Cerrado nos estados integrantes do Bioma, Safra 2014. Fonte: IBGE, 2014.

## Sistemas produtivos de mandioca no Cerrado

Os sistemas produtivos de mandioca no Brasil apresentam três tipologias básicas: a unidade doméstica, a unidade familiar e a unidade empresarial. Essa tipologia leva em consideração a origem da mão de obra, o nível tecnológico, a participação no mercado e o grau de intensidade do uso de capital na exploração.

A **unidade doméstica** (em seu segmento menos integrado, denominado de “subsistência”) é caracterizada por usar mão de obra familiar, não utilizar tecnologias modernas, pouco participar do mercado e dispor de capital de exploração de baixa intensidade. A **unidade familiar** já adota algumas tecnologias modernas, tem uma participação significativa no mercado e dispõe de capital de exploração em nível mais elevado. Além da adoção de tecnologias modernas e utilização de capital de exploração de alta intensidade, a contratação de mão de obra de terceiros é a característica marcante da **unidade empresarial** (CARDOSO e GAMEIRO, 2006).

A configuração dos sistemas produtivos de mandioca do Cerrado tem maior proximidade com o modelo da unidade doméstica, visto que apresenta uma produção em pequena escala, utiliza pouca tecnologia e capital, trabalha com a mão de obra da própria família, tendo acesso apenas ao mercado local (REINHARDT, 2013).

A agricultura familiar merece destaque por ser responsável por 75% da produção de alimentos básicos no País (FRANÇA, 2009). Do total de estabelecimentos produtores de raízes de mandioca, 89,3% é do tipo familiar (BARROS, 2006). Homem de Melo (2001) operacionaliza o conceito de agricultura familiar como as propriedades com menos de 100 hectares. Com isso, englobam-se nessa categoria as chamadas agricultura de subsistência, a pequena produção e os produtores integrados tecnificados.

Os produtores que plantam em menos de 10 ha respondem por 52% da produção de raízes. Aqueles que plantam entre 10 e menos de 100 ha fornecem 37,5% da cultura (IBGE, 2006). Os produtores estão estratificados num único segmento de pequenas propriedades rurais, devido à própria característica da produção de mandioca estar inserida nas pequenas propriedades rurais. Essa produção destina-se, principalmente, para alimentação animal, subsistência da família, uma grande parte da indústria artesanal da farinha, e, outra parte, para o consumo *in natura* ou de congelados nos mercados urbanos (mandioca de mesa).

Entretanto, a produção proveniente das lavouras comerciais, com grandes extensões de área – acima de 100 ha – tem por principal destino as fecularias e as farinhas (mandioca para indústria). No Brasil, as raízes de mandioca são amplamente utilizadas na produção de farinha e de fécula, e para o consumo de “mesa”. A parte da produção de raiz – *in natura* ou mandioca de mesa –, que se destina ao mercado é consumida nos mais diferentes estratos de renda, sendo a farinha e a fécula (amido) os produtos derivados de maior consumo (ROSA NETO; MARCOLAN, 2010). Para caracterizar o consumo, portanto, torna-se necessário identificar a mandioca de mesa que, seja *in natura*, seja minimamente processada, é diretamente adquirida pelo consumidor final. Já a raiz de mandioca adquirida pelas fecularias e pelas farinhas é um bem de consumo intermediário (insumo/matéria-prima) que irá participar de variadas etapas de processamento em vários setores produtivos, até alcançar a fase de bem de consumo final.

## Mandioca de mesa

As mandiocas de mesa, também chamadas de aipim, mandioca mansa ou doce, ou ainda macaxeira, são variedades de mandioca que contêm baixos teores de ácido cianídrico, principal tóxico da mandioca. São colhidas precocemente em função da melhor qualidade culinária. Dois tipos de cultura são considerados: culturas de quintal e culturas comerciais.

**Culturas de quintal** são aquelas desenvolvidas com baixo nível tecnológico e caracterizam-se pelas pequenas áreas cultivadas em “fundo de quintal” ou em terrenos adjacentes. **Culturas comerciais** são aquelas cuja produção é destinada aos mercados organizados e às feiras livres para consumo humano *in natura* ou para processamento mínimo. Geralmente, são culturas localizadas próximas aos grandes centros consumidores, os quais aplicam alta tecnologia. Utilizam-se poucas e selecionadas variedades para atender às exigências desse mercado (LORENZI, 2003).

A mandioca de mesa geralmente é comercializada *in natura*: com casca, descascada, congelada e sem congelar, e minimamente processada: descascadas e congeladas; congeladas cruas; congeladas depois de cozidas (palitos e toletes); esterilizadas a vácuo (fritas) (RINALDI et al., 2010). São consumidas em ampla gama de preparações culinárias (cozidas, fritas, farinhas, bolos, biscoitos, pães, tortas, sopas, mingaus, beijus, suflês, empadas, cuscuz, roscas, cremes, pudins e nhoques).

## Mandioca para indústria: produção de farinha e fécula

No Brasil, a mandioca tem como principal derivado a farinha, que é consumida praticamente em todo o país, mas principalmente no Norte e no Nordeste, porém a fécula é o derivado considerado mais nobre e versátil. A mandioca destinada à indústria é, pois, usada principalmente para a fabricação de farinha, que exerce papel importante na dieta da população brasileira, sendo consumida nas diversas classes de renda do País, mas principalmente nas de baixa renda; e, também, para a produção de fécula, com ampla utilização na forma fermentada, alimentos, 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.

### Farinha de mandioca

A farinha de mandioca é a forma mais comum de aproveitamento industrial da cultura e tem essencialmente uso alimentar; além dos diversos tipos regionais que não modificam as características originais do produto, encontra-se em duas formas básicas:

- 1) a farinha não temperada, que se destina à alimentação básica e é consumida principalmente pelas classes de renda baixa da população;
- 2) a farinha temperada (farofa), de mercado mais restrito, mas de maior valor agregado.

Esse último tipo se destina às classes de rendas média e alta da população. No meio popular, é um dos alimentos de maior consumo no país (ALVES; VEDOVOTO, 2003). No Brasil, existe uma grande diversidade de farinhas de mandioca, que pode ser comercializada crua, torrada, temperada, fina e grossa.

### Fécula (amido)

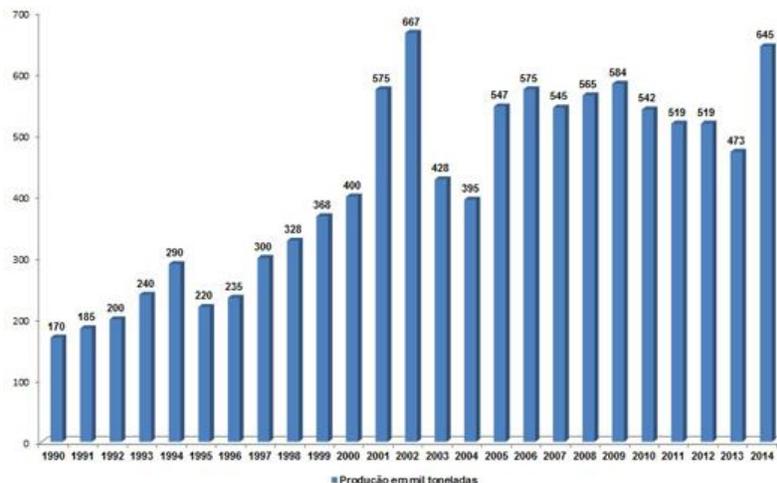
O processo de fabricação de fécula de mandioca caracteriza-se como uma atividade de elevado valor socioeconômico: no aspecto social, pela fixação do homem no campo, devido à necessidade de mão de obra; quanto ao aspecto econômico, como fonte de matéria-prima para a produção de alimentos com elevado valor energético, e insumos para diversos setores da indústria.

O amido (fécula) aplicado nos alimentos destina-se à produção de glucose, maltose, fermentos, gelatinas, dextrina, embutidos (carnes). Também é consumido, na indústria, na produção de adesivos, colas, cervejas, têxteis, papel e celulose, farmacêutica, explosivos, calçados, tintas, embalagens, mineração, siderurgia e perfuração de poços de petróleo. É nesses mercados em que ocorre a maior agregação de valor e se encontram as maiores oportunidades para o desenvolvimento da atividade mandioqueira (CARDOSO, 2001).

A utilização de fécula como componente nos mais diversos produtos impulsionou a industrialização brasileira de mandioca a partir dos anos 90, quando os empresários do setor investiram grandes volumes de recursos tanto no Paraná como no Mato Grosso do Sul e, em menor escala, em São Paulo.

Dados de pesquisa indicam uma capacidade instalada de 1.154.000 toneladas de fécula; porém, os últimos registros indicam uma produção anual em torno de 600 mil toneladas, configurando uma ociosidade média de 40% (GROXKO, 2015). Na Figura 5, pode-se observar a evolução da produção de fécula no Brasil no período de 1990 a 2014.

A produção foi de 170 mil toneladas em 1990, chegando a 667 mil toneladas em 2002. Em 2003, essa produção diminuiu para 428 mil toneladas, tendo oscilado entre 395 mil e 584 mil toneladas no período entre 2004 e 2013. Em 2014, atingiu a casa de 645.000 toneladas, sendo a principal causa, pela via da produção, a oferta nacional de mandioca, que cresceu 7,5%, o que levou a um aumento de 36% do processamento da raiz na indústria de fécula. Do lado da demanda, a principal causa é a seca prolongada que vem ocorrendo na região Nordeste, a qual impulsiona a demanda das farinhas nordestinas por fécula.



**Figura 5.** Evolução da produção de fécula no Brasil de 1990 a 2014.

Fonte: CEPEA, 2014

Outro incremento que se evidencia é o da tapioca, iguaria tipicamente nordestina, que está com seu consumo avançando para outros estados brasileiros. Um dos fatores que está impulsionando as oportunidades para a demanda de tapioca é a procura por alimentos livres de glúten – proteína encontrada no trigo, no centeio, na aveia, na cevada e no malte. Essa demanda ocorre porque as dietas prescritas por nutricionistas que restringem o consumo de tal ingrediente estão se tornando cada vez mais comuns.

Do volume total de fécula produzida, cerca de 30% é transformada em amidos modificados, cujo valor agregado é maior e seu consumo também é absorvido em sua grande parte pelo mercado interno (GROXKO, 2015).

**Autores deste tópico:** Tito Carlos Rocha de Sousa ,Jozeneida Lúcia Pimenta de Aguiar, Camilla Ferreira Lôbo

## Aspectos edafoclimáticos

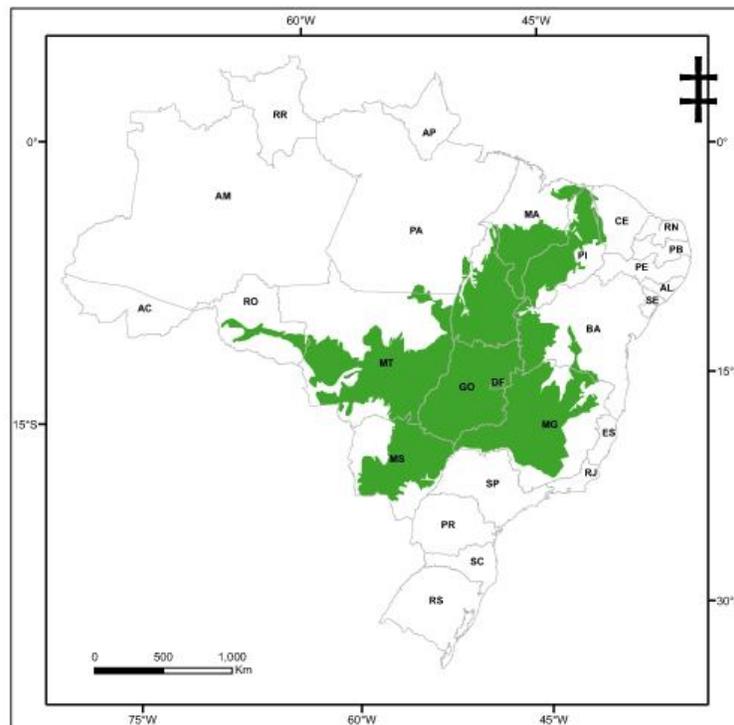
**Fernando Antonio Macena**

**Josefino de Freitas Fialho**

**João Roberto Correia**

**Eduardo Alano Vieira**

A mandioca, sendo uma planta rústica, com grande tolerância às condições adversas de clima e solos, é cultivada em altitudes que variam desde o nível do mar até cerca de 2.300 metros, sendo mais favoráveis as regiões baixas ou com altitudes entre 600 e 800 metros. O seu cultivo se estende numa ampla faixa compreendida entre as latitudes 30°N e 30°S; porém, a concentração do seu plantio está entre as latitudes 20°N e 20°S, em que se insere integralmente o Bioma Cerrado Brasileiro. O Cerrado é diferenciado pelas suas principais características fitofisionômicas, classificadas como: Cerrado Denso ou Cerradão, Cerrado Típico, Cerrado com Campos e Campos. No Brasil, ele está compreendido entre 3° e 22° de latitude Sul e 39° e 65° de longitude Oeste; porém, a maior parte da sua área está localizada no Planalto Central do Brasil, fazendo parte dos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins, Bahia, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, com uma área total de 204 milhões de hectares, onde cerca de 139 milhões de hectares são aptos à agricultura e à pecuária (Figura 1).



**Figura 1.** Localização geográfica do Bioma Cerrado Brasileiro.

Fonte: Silva et al., 2008.

Compreendendo cerca de 24% do Território Brasileiro, o bioma Cerrado possui uma variabilidade muito grande de condições climáticas e de solos. Dessa forma, na escolha da área para o plantio da cultura da mandioca, é importante levar em consideração não só mercados dos produtos finais, mas também outros fatores de produção, como as características topográficas, físicas e químicas do solo e, principalmente, as condições climáticas do local. Portanto, o conhecimento das características climáticas apresentadas a seguir serve de suporte para entender a distribuição das zonas preferenciais para o cultivo da mandioca na área de domínio do bioma Cerrado.

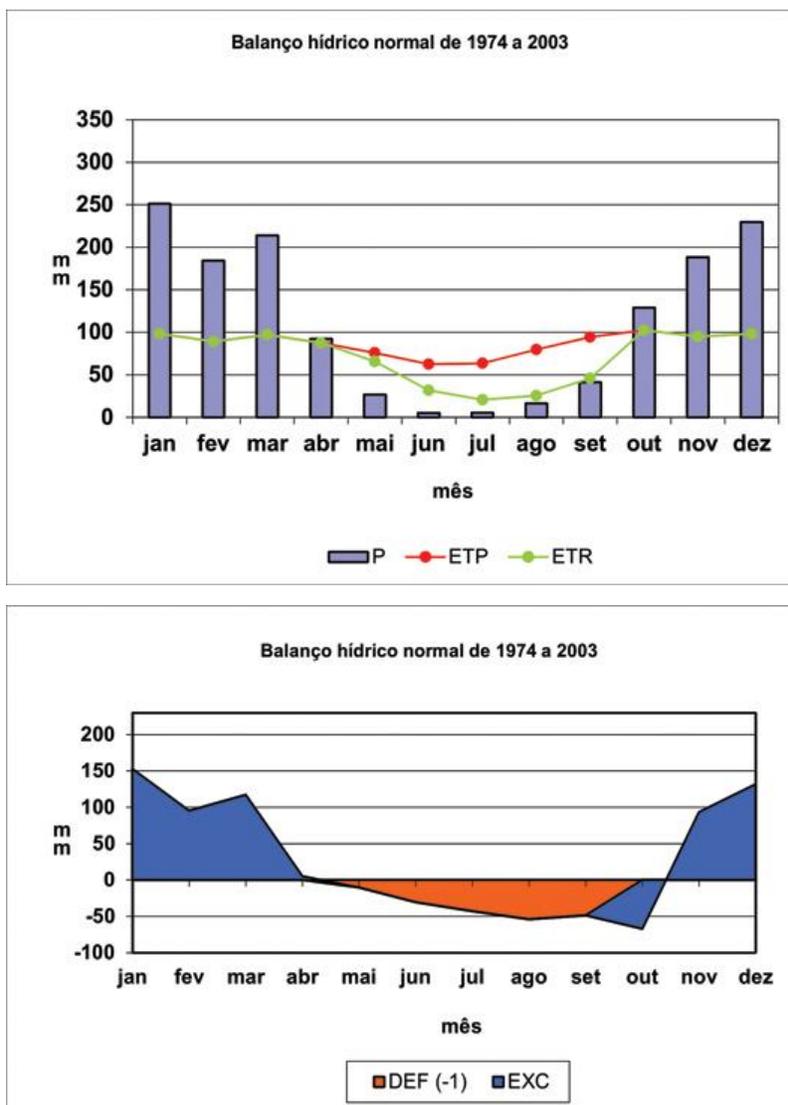
## Exigências Climáticas

A mandioca é uma planta arbustiva, com crescimento contínuo que, após o plantio das manivas-semente (manaíbas, estacas, toletes ou rebolos), para completar o seu ciclo de crescimento fisiológico, passa pelas fases de brotação das manivas, emissão do sistema radicular, desenvolvimento da parte aérea, armazenamento de reservas nas raízes (amido) e de repouso vegetativo. Essas fases são muito afetadas pelas condições climáticas.

A disponibilidade de água é importante, principalmente, nos primeiros cinco meses de desenvolvimento da mandioca, pois a deficiência nesse período pode causar a morte das plantas e, principalmente, a redução na produção de raízes. Após esse período, as plantas já se encontram estabelecidas em campo, com o sistema radicular tuberoso já formado.

Portanto, a oferta pluviométrica é um dos fatores de maior importância para o seu cultivo, uma vez que a lavoura é cultivada quase que exclusivamente sem irrigação. O regime de chuvas, mais adequado, compreende a ocorrência de um total anual entre 1.000 mm e 1.500 mm, quando bem distribuídos, principalmente, no início do ciclo vegetativo.

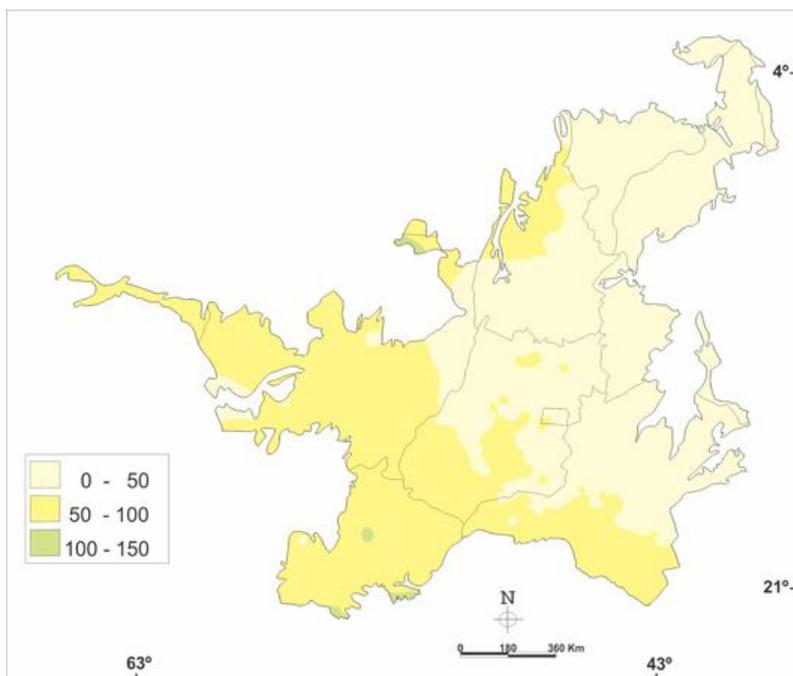
Sendo assim, pode-se afirmar que a área de domínio do Cerrado, em sua grande parte, apresenta condições propícias para o cultivo da mandioca, pois esse bioma é caracterizado por duas estações climáticas bem definidas: 1) uma chuvosa, caracterizada por excesso hídrico climático representado na Figura 2, e que se inicia entre os meses de setembro e outubro, e que vai até os meses de março e abril, sendo que o trimestre novembro-dezembro-janeiro aparece com a maior concentração de precipitação; 2) uma estação seca, marcada por profunda deficiência hídrica (Figura 2) causada pela redução drástica da oferta pluviométrica. Essa estação seca inicia-se entre os meses de abril-maio, e se estende até meados dos meses de setembro-outubro, caracterizando, dessa maneira, cinco a seis meses de deficiência hídrica climática.



**Figura 2.** Extrato do Balanco Hídrico Climatológico Normal representativo para o Bioma Cerrado: precipitação (P), evapotranspiração de referência (ETP), evapotranspiração real (ETR), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC)), considerando a capacidade de armazenamento de água do solo (CAD) de 100 mm.

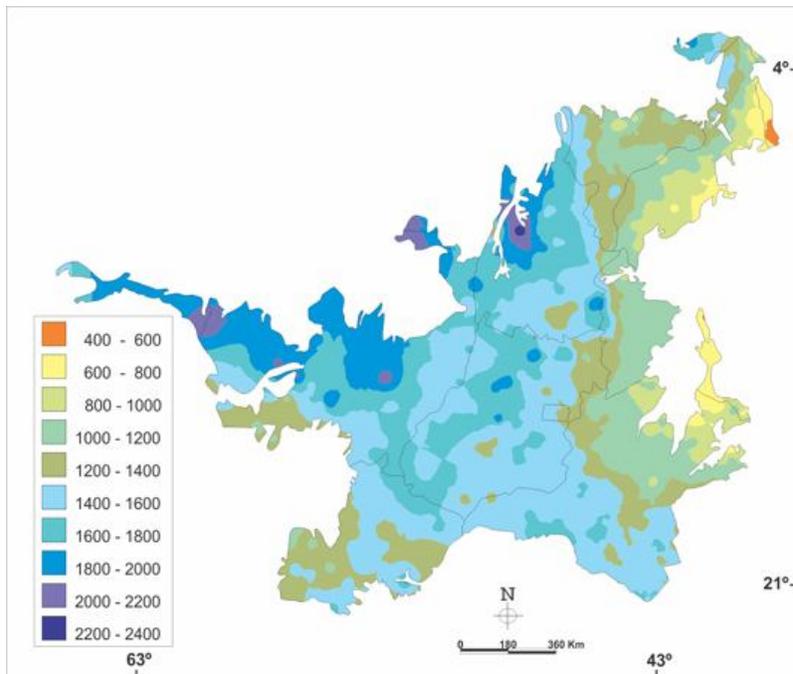
Fonte: Silva et al., 2008.

De maneira geral, em grande parte da área do Cerrado, a estação chuvosa começa entre os meses de setembro e outubro. A Figura 3 representa a distribuição da precipitação pluviométrica no Cerrado no mês de setembro, quando se observa a existência de três classes de precipitação no início da estação chuvosa. Uma variando entre 100 e 150 mm que ocorrem em uma pequena área, outra entre 50 mm e 100 mm, que acontece na porção sul e oeste, e outra entre 0 e 50 mm nas demais áreas do bioma, que continuam com os mesmos índices pluviométricos registrados na estação seca.



**Figura 3.** Variabilidade espacial da precipitação média (mm) do mês de setembro no bioma Cerrado.  
Fonte: Silva et al., 2008.

O padrão de distribuição do regime pluviométrico da estação chuvosa no Cerrado apresenta-se favorável para a mandioca, pois as menores ocorrências de precipitação acontecem na franja limítrofe com a região semiárida que corresponde ao sul do Piauí, ao sudoeste da Bahia e ao norte de Minas Gerais. No que diz respeito à precipitação média anual (Figura 4), pode-se observar a ocorrência de índices entre 400 e 600 mm, no centro-sul do Piauí e em parte do Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais. Nessas condições, é importante adequar a época de plantio para que não ocorra deficiência de água nos primeiros cinco meses do ciclo do cultivo, ou mesmo fazer o uso de sistemas de irrigação para atender as necessidades da cultura.



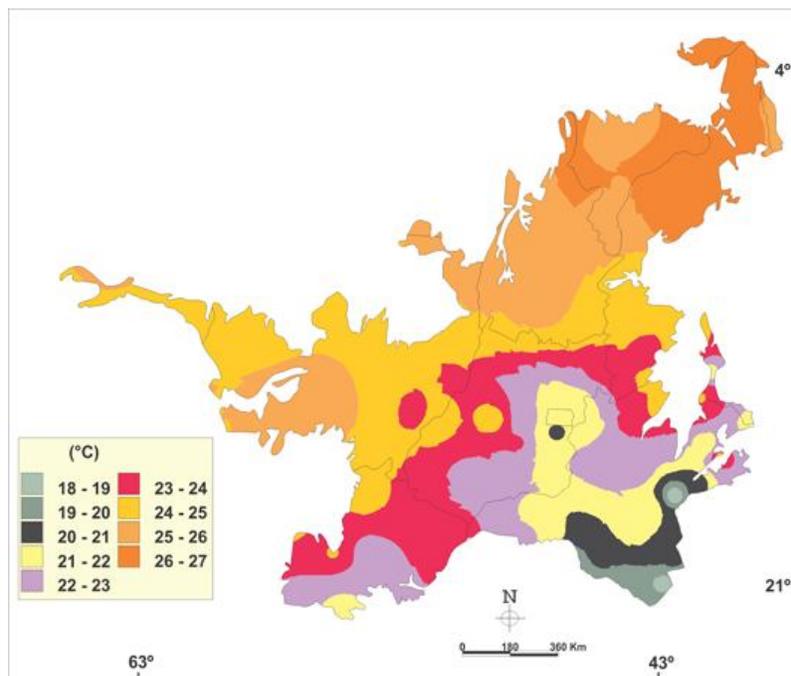
**Figura 4.** Precipitação média anual (mm) no Bioma Cerrado.  
Fonte: Silva et al., 2008.

Em situações de plantios em épocas de baixa oferta pluviométrica, apesar de a cultura apresentar boa tolerância à seca ou à falta de água no solo, quando comparada com outras culturas, a irrigação pode ser uma prática economicamente viável para o suprimento adequado de água, principalmente nas fases de enraizamento e tuberização, que vão do primeiro ao quinto mês após o plantio, uma vez que a falta de água nessas fases causam prejuízos irreversíveis no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção da cultura. À medida que se avança nas direções de leste para oeste, as condições se tornam mais favoráveis, uma vez que a precipitação total anual aumenta substancialmente, atingindo valores de 2.000 a 2.200 mm, com um pequeno núcleo no Estado do Tocantins, onde pode chover até 2.400 mm; nesse caso, recomenda-se, para o plantio da mandioca, solos mais profundos e bem drenados.

## Exigências térmicas e de fotoperíodo

A temperatura do ar desempenha papel fundamental na germinação, no crescimento e no desenvolvimento das plantas. A mandioca pode crescer relativamente bem dentro dos limites entre 16 °C e 38 °C de temperatura. Porém, ela melhor se adapta na faixa de temperatura situada entre 20 °C e 27 °C (média anual). As temperaturas baixas, em torno de 15 °C, retardam a germinação e diminuem, ou até paralisam, a atividade vegetativa, fazendo com que a planta entre em fase de repouso.

Com base nessas informações, pode-se afirmar que o Cerrado brasileiro apresenta variação espacial da temperatura média anual, em toda a sua extensão, propícia para o crescimento e para o desenvolvimento da cultura da mandioca, pois, de acordo com a Figura 5, observa-se um aumento relativo da temperatura no sentido sul-norte do Bioma, com as médias anuais mais elevadas nas partes sul dos estados do Maranhão e do Piauí e sudoeste da Bahia, onde se podem encontrar médias anuais entre 23 °C e 27 °C. As temperaturas mais baixas, mesmo assim dentro da faixa exigida pela cultura, podem ser encontradas nas partes centro-sul do Bioma, mais precisamente nos estados de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, com temperaturas entre 18 °C e 22 °C.



**Figura 5.** Temperatura média anual (°C) no bioma Cerrado.

Fonte: Silva et al., 2008.

De maneira geral, durante as estações primavera-verão, as médias das temperaturas máximas oscilam entre 33 °C e 36 °C em grande parte do Bioma Cerrado, principalmente, nos estados do Maranhão, Piauí e Tocantins, enquanto que, em grande parte dos estados de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, para essa mesma época do ano, as máximas oscilam entre 24 °C e 31 °C. Na estação de inverno, observa-se maior amplitude térmica e variabilidade espacial para as temperaturas máximas, pois em grandes áreas dos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul, as médias das máximas estão entre 20 °C e 21 °C. Nas demais localidades, para essa mesma época do ano, elas podem atingir até 34 °C, principalmente, nos estados do Tocantins, Maranhão e Mato Grosso.

Já as médias anuais das mínimas mais baixas são registradas nos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul, cujos valores médios oscilam entre 14 °C e 18 °C. As demais áreas do Cerrado apresentam temperaturas mínimas anuais entre 19 °C e 23 °C. As áreas dos estados do Maranhão e do Piauí são as que apresentam temperaturas mínimas anuais mais elevadas, cujos valores médios oscilam entre 21 °C e 23 °C.

Em relação ao fotoperíodo, a mandioca é considerada uma planta de dia curto e alcança maiores produções de raízes com fotoperíodos entre 10 e 12 horas. Dias longos favorecem o crescimento da parte aérea e diminuem o crescimento das raízes de reserva, enquanto os períodos diários de luz mais curtos promovem o crescimento das raízes de reserva e reduzem o desenvolvimento dos ramos. Portanto, apesar da grande amplitude latitudinal (3° a 22° Sul), a variação nos números diários de horas de sol em cada estação do ano no Cerrado brasileiro, encontra-se dentro dos limites exigidos pela cultura da mandioca.

Cultivada nas condições do Cerrado, a mandioca é submetida à ampla variação de fatores climáticos que afetam diretamente o comportamento biológico da cultura, sendo importante atentar para a utilização de variedades adaptadas para cada local e manejo adequado, como forma de maximizar o seu potencial produtivo. A temperatura do ambiente é um dos fatores que atua no comportamento diferenciado das variedades em um determinado local e, consequentemente, na seleção de variedades mais adaptadas.

Em condições favoráveis de umidade, após o sétimo dia do plantio, as manivas-semente passam pela fase de brotação, quando surgem as primeiras raízes nos nós e nas extremidades das estacas. Essa fase é muito afetada pelas condições de umidade do solo. Por isso, recomenda-se que o plantio seja realizado no início da estação chuvosa, principalmente nas áreas de menor oferta pluviométrica, quando a umidade e o calor tornam-se elementos essenciais para a brotação, o enraizamento e o estabelecimento das plantas no campo.

Após a brotação das manivas, inicia-se a formação do sistema radicular e uma alta taxa de crescimento das plantas, que atingem o máximo de desenvolvimento, propiciado pelas condições elevadas de umidade, temperatura e radiação solar. Paralelamente ocorre o armazenamento de amido nas raízes tuberosas, porém em menor intensidade, devido à competição com a parte aérea da planta. Posteriormente, em virtude da

baixa temperatura (< 20 °C), diminuição na intensidade solar e redução da precipitação pluviométrica em função do período seco, iniciam-se as quedas das folhas e a redução da atividade vegetativa, porém com uma alta migração do amido para as raízes tuberosas. Dessa forma, a planta concentra o máximo de reservas nas raízes, entra em repouso, com a perda total das folhas, o secamento natural dos ponteiros das hastas de cima para baixo, e completa o seu primeiro ciclo vegetativo entre nove e 12 meses de idade. Caso não haja o arranquio e a colheita das raízes, com o início da elevação da temperatura e precipitação pluviométrica, a planta volta a emitir novas folhas, intensificando o crescimento da parte aérea, armazenando mais amido nas raízes já formadas para, posteriormente, com a entrada de novo período de inverno, quando ocorre a redução da temperatura e umidade, iniciando novamente o repouso, completando o segundo ciclo aos 15 a 24 meses, e assim sucessivamente, por ser uma planta de ciclo perene. Assim, nessas condições, com períodos de baixa temperatura (< 20 °C) e um período seco definido (5 a 6 meses), a cultura da mandioca no Cerrado, de um modo geral, em lavouras comerciais, apresenta dois ciclos de produção: o primeiro, que pode variar de nove a 12 meses; e o segundo, que varia entre 15 e 24 meses, a depender das épocas de plantio e de colheita.

Outro aspecto importante é que, embora o armazenamento de amido nas raízes da planta se dê em todo seu ciclo, a definição do número de raízes tuberosas de reserva ocorre entre dois a três meses após a brotação das manivas, ocasião em que a planta exige uma condição ótima dos fatores de produção, como temperatura, luz e umidade do solo, para expressar seu potencial genético de produção.

Nesse contexto, apesar da ampla variação climática, pode-se afirmar que, em toda área de domínio do bioma Cerrado brasileiro, não existem limitações de clima para o cultivo da mandioca. Entretanto, é sempre bom levar em consideração as condições mais favoráveis à cultura, como altitude (600 a 800 m), temperatura (média anual entre 20 °C e 27 °C), precipitação (1.000 a 1.500 mm por ano, bem distribuídos) e insolação (10 a 12 horas por dia).

As condições climáticas também devem ser consideradas para a escolha correta da época de plantio, principalmente o conteúdo de umidade do solo necessário para a brotação das manivas-sementes e para o enraizamento adequado. A deficiência de água durante os primeiros meses após o plantio pode causar sérias perdas à brotação e à produção. Já o excesso de umidade pode ocasionar desuniformidade na lavoura, com baixas populações de plantas, podridões e baixo rendimento de raízes.

## Exigências edáficas

A mandioca é uma planta rústica e produz em solos com baixos teores de nutrientes, porém ela melhor expressa seu potencial em solo onde foram corrigidas a acidez e os atributos químicos. Da mesma forma, a cultura se adapta a solos degradados fisicamente, porém melhor expressa o rendimento no cultivo em solos profundos, bem estruturados e bem drenados, onde há melhor condição para produção de raízes uniformes e com boa conformação na estrutura, o que facilita a colheita.

Portanto, para garantir o sucesso do mandiocal, na escolha da área é importante que se leve em conta os atributos do solo que são fundamentais e de difícil correção pelas práticas culturais, como profundidade, condições físicas, topográficas e de drenagem.

De modo geral, a mandioca se adapta melhor em solos arenosos ou de textura média, onde as condições são mais favoráveis para produção e colheita das raízes. Sendo assim, pode-se afirmar que a área de domínio do Cerrado, em sua grande parte, apresenta condições propícias para o cultivo da mandioca, uma vez que, em seus 139 milhões de hectares aptos à agricultura e à pecuária, 45,7% são constituídos por Latossolos. Esses solos possuem características físicas e de relevo favoráveis ao cultivo da mandioca, porém têm como fator limitante os baixos teores de nutrientes que podem ser corrigidos com uma utilização adequada de calcário e fertilizantes, obtendo-se, assim, alto rendimento de raízes de mandioca. Os Latossolos são solos profundos, porosos, bem permeáveis, friáveis e de textura média à argilosa, que os fazem propícios para o cultivo da mandioca. Apenas os solos muito argilosos devem ser evitados ou usados com restrições, pois podem prejudicar o crescimento, causar o apodrecimento e dificultar a colheita das raízes.

Outra característica importante desses solos para o cultivo da mandioca é que, normalmente, estão situados em relevos planos a suave-ondulados, com declividade que raramente ultrapassa 7%. Para a mandioca, devem-se buscar os terrenos planos ou levemente inclinados, com, no máximo 10%, de inclinação, pois a planta possui brotação e desenvolvimento lentos na fase inicial da cultura, o que deixa o solo com pouca proteção e, conseqüentemente, sujeito a acentuadas perdas de solo e água por erosão. Essa característica, aliada à estrutura do solo<sup>11</sup>, tem grande importância na escolha da área para implantação do mandiocal. No caso de áreas de Latossolos de textura média (menos de 350 g/kg de argila e mais de 150 g/kg de areia), quando apresentam teores de areia mais elevados, sua estrutura é mais frágil, tornando-os altamente suscetíveis à erosão e requerendo, para sua utilização com cultivo de mandioca, práticas conservacionistas e de manejo adequadas. Por sua vez, os Latossolos de textura argilosa (entre 350 e 600 g/kg de argila), que apresentam uma estrutura mais estável do que os de textura média, quando, durante o manejo mecanizados, têm essa estrutura destruída, formando uma camada compactada de 20 a 30 cm de profundidade, dificultando o enraizamento da planta e infiltração da água de chuva ou irrigação. Portanto, além da utilização de práticas conservacionistas, o solo deve ser mecanizado o mínimo possível.

Dessa forma, os Latossolos, nas condições de Cerrado, por sua representatividade e características físicas de relevo, textura e estrutura, são propícios ao cultivo da mandioca. Porém requerem correção na fertilidade, muito cuidado no manejo e na utilização de práticas conservacionistas, especialmente aquelas voltadas ao aumento do teor de matéria orgânica, que permitam a redução da degradação e da erosão dos mesmos.

Outra classe de solo representativa nos Cerrados, dentro daquelas aptas para agricultura e para a pecuária, são os Neossolos Quartzarênicos (15,2%), anteriormente denominados Areias Quartzosas. São solos profundos, com cerca de 2,0 m de profundidade de areia, com textura areia ou areia franca, situados em relevos planos ou suave-ondulados, e são considerados como solos de baixa aptidão agrícola, portanto com restrições de uso, mesmo para o cultivo da mandioca. Condicionados pelo baixo teor de argila (< 150 g/kg) e de matéria orgânica possuem baixa agregação e, conseqüentemente, são muito suscetíveis à erosão. Da mesma forma, devido ao alto teor de areia, apresentam alta lixiviação dos nutrientes nitrogênio e potássio, e a decomposição rápida da matéria orgânica. Assim sendo, a utilização desse solo com cultivo de mandioca, além do manejo adequado e de cuidados intensivos no controle da erosão (necessidade de enriquecimento com matéria orgânica), requer cuidados especiais na adubação e do aproveitamento da água da chuva ou da irrigação, a fim de evitar um depauperamento da lavoura e baixa produtividade de raízes.

Por sua vez, a classe dos Argissolos, também representativos nos Cerrados (15,1%), são solos com grande diversidade nos teores de nutrientes, profundidades variadas e ampla variabilidade de classes texturais, além das possibilidades de presenças de cascalho, pedras ou concreções e ocorrerem em diferentes posições na paisagem. Normalmente são solos férteis (eutróficos) e altamente propícios para o cultivo da mandioca; porém, quando em relevos ondulados (6 a 10% de declividade), requerem a utilização de práticas conservacionistas como os terraços, além de plantio em nível e, com atenção especial para a de rotação de culturas, como forma de evitar a erosão e o empobrecimento do solo. Mesmo em

glebas com baixos teores de nutrientes (distróficos) e profundos, mas com relevo suavizado, uma vez que não se devem utilizar aqueles com relevo forte-ondulado (> 10% de declividade) são propícios ao cultivo da mandioca.

A cultura da mandioca protege pouco o solo, na fase inicial do cultivo, e exige solos profundos. Portanto, a utilização desses solos requer cuidados especiais, como a utilização de glebas com relevo suavizado, evitar áreas com excesso de pedregosidade ou camadas de pedras na subsuperfície, que irão prejudicar o bom crescimento das raízes, o preparo e a drenagem do solo. Cuidados especiais devem ser tomados nos mandiocais situados em áreas de solos que apresentam gradiente textural, ou seja, camada superficial arenosa e subsuperficial argilosa, condição de alta susceptibilidade à erosão e que vai exigir uma utilização intensiva de práticas conservacionistas, como terraços, plantio em nível e rotação de culturas.

Outra classe de solo que ocorre no Cerrado são os Gleissolos. São de baixa ocorrência (2,5%), aparecendo em áreas de várzeas, em relevo plano, com acúmulo de água em períodos do ano e com o lençol freático bastante raso. Portanto, são solos com sérias limitações para o cultivo da mandioca, devido à inundações, com baixa drenagem e, às vezes, com baixa disponibilidade de nutrientes, dificuldades na correção da acidez e da mecanização. Ou seja, esses solos, preferencialmente por questões ambientais e suas próprias características não devem ser utilizados para o cultivo da mandioca.

Por último, uma classe de solo altamente propício ao cultivo da mandioca é o Nitossolo Vermelho, anteriormente denominado Terra Roxa Estruturada (1,7% de ocorrência nos Cerrados), devido à sua profundidade, textura, altos teores de nutrientes (eutrófico) e alta resposta à adubação e aos corretivos, quando a disponibilidade de nutrientes é baixa. Entretanto, a utilização dos mesmos requer os cuidados com a conservação do solo, considerando-se os de relevo ondulado, para evitar erosão. Deve ser observada também a acidez na camada de 20 a 40 cm de profundidade, pois, se estiver alta, pode prejudicar o desenvolvimento do sistema radicular da mandioca, característica esta que deverá ser corrigida com a aplicação da dosagem correta de gesso, indicada pela análise textural do solo. Limitações também ocorrem quando os teores de argila são muito elevados, prejudicando o desenvolvimento radicular da mandioca.

## Preparo do solo

O planejamento sobre o preparo da área deve ser feito com antecedência, de forma que haja um intervalo de tempo suficiente para que sejam realizadas todas as operações necessárias antes da época do plantio. A quantidade e os tipos das operações, bem como os equipamentos a serem utilizados, dependem das condições da área a ser preparada.

O preparo em si consiste basicamente em sua limpeza para fornecer condições favoráveis ao plantio, à brotação das manivas-semente, ao crescimento das raízes e aos tratos culturais no mandiocal. Dessa forma, é importante destacar que o solo deverá ser removido o mínimo possível, visando preservar suas características químicas, físicas e biológicas, como teor de matéria orgânica, estrutura granular e microbiota, principalmente, de micorrizas.

De um modo geral, nos solos de Cerrado, o mandiocal é instalado em áreas que precisam de desmatamento e destoca, naquelas com pastagens degradadas ou em outras com rotação de culturas anuais. Ainda, em casos especiais, em rotação com olericultura, com o plantio de variedades de mandioca de mesa.

O terraceamento é uma prática mecânica de conservação do solo e visa minimizar a velocidade de escoamento das águas, melhorar a infiltração da água no solo e, conseqüentemente, reduzir a erosão hídrica. A utilização dessa prática é imprescindível em áreas com declividade de 3 a 10%, mesmo porque não se recomenda a utilização daquelas com inclinação superior. Eles podem ser construídos em nível ou inclinados, com a utilização de trator de esteira ou com lâmina, terraceadores, arados de disco ou taipadeiras, sendo que os mais comuns são classificados como de base estreita, de base larga ou embutidos. O de base larga é o mais utilizado em virtude da pouca inclinação dos solos de Cerrado, principalmente do Latossolo, por permitir o plantio da mandioca com a utilização de plantadoras adaptadas, ou o plantio manual. Outra opção para evitar problemas de erosão é o plantio de espécies em faixas de curvas de nível. São utilizadas espécies perenes ou semiperenes que servem de quebra-vento (quandu, grevêlea, leucena, bananeira, cana-de-açúcar, gliricídia). Deve-se atentar para o espaçamento entre quebra-ventos, a fim de evitar sombreamentos no mandiocal.

Dessa forma, em áreas com rotação de culturas anuais, desmatadas e de pastagens onde já foram realizadas as curvas de nível e os terraceamentos ou plantios em faixas, quando necessários, as operações de uma aração e duas gradagens são suficientes para um bom preparo do solo. A aração deverá ser de 20 a 30 cm de profundidade, podendo ser utilizado o arado de disco, o arado de aiveca ou mesmo a grade aradora. O arado de disco ou o de aiveca é utilizado em área muito infestada de plantas daninhas ou mesmo com camadas compactadas na subsuperfície do solo (pé-de-grade). Vale ressaltar a necessidade de alternar os tipos desses equipamentos a cada preparo das áreas, visando evitar a compactação de camadas na subsuperfície do solo, bem como melhorar a infiltração de água, a aeração do solo e a incorporação do calcário no solo. Nas duas gradagens, é utilizada a grade niveladora de arraste ou a de engate no hidráulico, que deverão ser realizados cerca de 30 dias após a aração, com o objetivo de destorroar, controlar as sementes que germinaram e nivelar o terreno, deixando a área pronta para o sulcamento, o coveamento ou o plantio mecanizado.

Tem sido utilizado por alguns produtores em áreas de Cerrado, após aração e gradagens da área, a construção de canteiros ou camalhões, utilizando canteiradeira mecanizada para o plantio de variedades de mandioca de mesa, ou mesmo de variedades de mandioca para indústria, visando facilitar a colheita, tanto manual quanto mecanizada. Normalmente, esses canteiros possuem na base a largura 0,9 a 1,50 m e, no topo, de 0,70 a 1,35 m, com profundidade de 0,15 a 0,35 m.

Às vezes, em solos argilosos muito compactados ou com camada compactada na subsuperfície (pé-de-grade), é necessária a operação de subsolagem, que consiste na passagem de um subsolador a uma maior profundidade, 30 a 40 cm, visando quebrar essa compactação, e deverá ser feita antes da segunda e da última gradagem para nivelar o terreno.

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, ainda, 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 seus atributos físicos e químicos.

## 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.

A mandioca possui brotação e desenvolvimento lentos da planta 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 pouca fitomassa a ser incorporada ao solo, para reciclagem. Além desses aspectos, de um modo geral, os solos de Cerrado possuem baixa fertilidade química natural e são altamente propensos à lixiviação de nutrientes, erosão, compactação e espelhamento da superfície, que facilitam a sua degradação pelos efeitos das chuvas e enxurradas. Sendo assim, é importante que sejam adotadas práticas que preconizam a cobertura do solo, melhorem o teor de matéria orgânica e aumentem a retenção de umidade desses solos. Nesse particular, na condução de um mandiocal, os cuidados com a conservação do solo se revestem de maior importância e precisam ser considerados desde a escolha e o preparo da área até o enleiramento dos restos culturais, após a colheita.

Essas peculiaridades da cultura e das características físicas estruturais dos solos do Cerrado evidenciam o porquê da necessidade de utilização de alguma prática que venha a contribuir na conservação do solo em todas as fases do seu sistema de produção. Dessa forma, na escolha da área de plantio, temos a primeira preocupação com a conservação do solo, ou seja, não escolher áreas com declividade acima de 10%, e, naquelas com 3 a 10%, fazer as curvas de nível e os terraços necessários, além de utilizar práticas culturais conservacionistas, que venham a contribuir com essa conservação do solo.

No preparo da área (terraceamento, subsolagem, enleiramento, canteiramento, aração, gradagem, aberturas de sulcos ou covas, entre outras), no plantio e nas práticas culturais, todas as atividades deverão seguir as curvas de nível previamente marcadas e os solos deverão ser removidos o mínimo possível. Além disso, é imprescindível a utilização de prática ou conjunto de práticas conservacionistas, mesmo naqueles solos de relevo plano a suave-ondulado, que venham minimizar os efeitos das chuvas na degradação e na erosão desses solos, e garantam maior proteção e uso. Dentre essas, tem-se, por exemplo: cultivos em faixa, consorciação, consorciação em fileiras alternadas, plantio em canteiros (leirões ou camalhões), rotação de culturas, plantio de cordões de contorno, capina em linhas alternadas, capina nas linhas e roçagem nas entrelinhas, utilização de cobertura morta, enleiramento da fitomassa da cultura após a colheita, entre outras práticas que devem e precisam ser utilizadas.

A cultura da mandioca retira muitos nutrientes do solo e propicia pouca reciclagem destes, além de baixo desenvolvimento inicial que expõe o solo à erosão; fatos agravados, quando cultivada em solos de baixa disponibilidade de nutrientes do Cerrado. Portanto, nessas condições, não se recomenda o cultivo da mandioca por mais de dois anos consecutivos em uma mesma área, sendo imprescindível à realização de rotação de culturas.

Os solos de Cerrado, de um modo geral, possuem baixa disponibilidade de nutrientes e estão em relevos planos ou suave-ondulados, que favorecem a mecanização. Dessa forma, vale ressaltar, que um bom preparo da área, juntamente com a correção da acidez e dos nutrientes, conforme indicado pelas análises do solo, aliada ainda à utilização de uma variedade de mandioca adaptada à região, vai propiciar um bom desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, reduzir as perdas por erosão, em razão da maior proteção dada pelas plantas.

---

[1]Combinação das partículas de areia, silte e argila, formando unidades de grânulos ou pequenos blocos, fundamentais para facilitar a aeração e a retenção de água no solo.

**Autores deste tópico:**Fernando Antonio Macena Silva ,Josefino de Freitas Fialho,João Roberto Correia ,Eduardo Alano Vieira

## Calagem e adubação

**Djalma Martinhão Gomes de Sousa**

**Josefino de Freitas Fialho**

**João de Deus Gomes dos Santos Júnior**

**Thomaz Adolpho Rein**

**Eduardo Alano Vieira**

A mandioca possui a característica de se desenvolver e produzir em solos de baixa disponibilidade de nutrientes, sendo considerada tolerante à acidez destes. Embora seja uma planta rústica e adaptada a solos com baixos teores de nutrientes, 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-os nas raízes e parte aérea, pela ordem de exigência da planta: potássio, nitrogênio, cálcio, 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, são extraídos nas raízes e parte aérea 120 a 150 kg de N, 40 a 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150 a 180 kg de K<sub>2</sub>O. Dessa forma, a adubação da mandioca objetiva a reposição desses principais nutrientes extraídos pela cultura, nitrogênio, fósforo e potássio, bem como outros nutrientes eventualmente deficientes no solo.

Toda recomendação de corretivo e adubação do solo, independentemente da cultura a ser plantada, deverá ser feita com base na análise deste.

## Calagem

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, tem-se obtido boa produtividade da mandioca com a aplicação de calcário para elevar a saturação por bases do solo para 30%, confirmando a tolerância da cultura à acidez do solo. 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 dose de calcário (DC) 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:

$$DC \text{ (t/ha)} = (30 - V1) \times CTC / 100 \times f$$

Onde:

$$V1 = SB / CTC \times 100,$$

$$SB = (Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^{+} + Na^{+}), \text{ e } CTC = SB + (H + Al), \text{ expressos em cmol}_{c}/dm^{3},$$

f = 100/PRNT, onde: f = fator de correção do calcário para PRNT 100%.

Recomenda-se a utilização de calcário dolomítico (> 12% de MgO), magnesiano (5 a 12% de MgO) ou calcítico (< 5% de MgO). Quando o solo apresentar 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>, qualquer um dos calcários pode ser utilizado. 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, aumenta a disponibilidade de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e molibdênio, bem como melhora as condições para as atividades da microbiota do solo. Entretanto, têm sido observadas frequentemente em mandiocais em solos de Cerrado as deficiências de zinco e manganês, devido às dosagens excessivas de calcário associadas à má distribuição ou à incorporação desse insumo. Esses sintomas, principalmente o de deficiência do manganês, são denominados "amarelo".

## 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) melhorador das condições químicas do solo nas camadas subsuperficiais.

Quando o solo tem alguma limitação de cálcio e enxofre na camada superficial (0 a 20 cm), a utilização do gesso supre as plantas com esses nutrientes. Caso o solo tenha deficiência de cálcio e excesso de alumínio em profundidade (camada de 20 a 80 cm), fatores que limitam o desenvolvimento das raízes das plantas, a aplicação de gesso nas doses recomendadas corrige a acidez dessa camada aumentando os teores de cálcio e magnésio, reduzindo a toxidez de alumínio, propiciando melhores condições para o crescimento do sistema radicular em profundidade das culturas em geral. Assim, o uso do gesso possibilita maior uso da água da chuva ou da irrigação armazenada nas camadas mais profundas do solo, favorecendo a utilização mais eficiente dos fertilizantes aplicados na cultura. Isso leva as culturas a terem melhores rendimentos, como também aumenta a estabilidade de produção.

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 movimentação no perfil do solo. Mas o gesso pode ser aplicado também com a planta já estabelecida. Caso esteja sendo aplicado como fonte de enxofre, a lanço em área total, na cova ou no sulco de plantio ou em cobertura com a cultura estabelecida, são requeridas doses pequenas de gesso, 100 a 200 kg/ha/ano, suprimindo anualmente 15 a 30 kg/ha de enxofre. Se o gesso estiver sendo aplicado para melhorar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, doses maiores aplicadas uma única vez são requeridas, suprimindo também a cultura com enxofre por vários anos.

Para utilizar o gesso visando melhorar o desenvolvimento radicular, é necessário proceder à análise química do solo em profundidade (camadas de 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 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> ou a saturação de alumínio for maior que 20% em qualquer uma dessas camadas subsuperficiais.

A dose de gesso (DG) é quantificada em função do teor de argila das camadas inferiores, pela fórmula:

$$DG \text{ (kg/ha)} = 5 \times \text{argila (g/kg)}$$

Para que se tenha sucesso na utilização de qualquer insumo na agricultura, é imprescindível utilizar o produto necessário na dose correta. Para isso, é importante que a recomendação de gesso seja feita com base nos resultados das análises do solo, e que o equipamento a ser utilizado na sua distribuição 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 incorporação ao solo, pois sua dissolução com a água da chuva ou da irrigação é rápida, e, com isso, o processo de distribuição no perfil do solo é feito de forma uniforme. 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 15 anos, não é necessário reaplicar o gesso para melhoria do ambiente radicular.

## Adubação

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 química do solo, com o uso de fertilizantes minerais ou orgânicos.

É importante ressaltar também que, na 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 oito aos 14 meses de idade, a produção de 800 a 1.500 caixas de raízes comerciais por hectare (que corresponde aproximadamente a 20 a 37,5 t/ha); 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 orgânica é fundamental, não só como fonte de nutrientes para a mandioca, como o nitrogênio, mas também como condicionadora do solo, melhorando a disponibilidade dos nutrientes, estrutura e aeração. Os adubos orgânicos mais usados, que possuem composição muito variável, são esterco de gado, cama de frango, cama de galinha poedeira, compostos e tortas. A aplicação dos mesmos poderá ser nas covas ou nos sulcos de plantio, sendo ligeiramente incorporados com a enxada, ou a lança 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-semente ou o transporte de sementes de plantas daninhas.

Além desses adubos orgânicos, podem ser usados como fontes de nitrogênio, adubação verde e adubos minerais como ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio. A ureia, ao contrário dos demais fertilizantes nitrogenados, é susceptível a significativas perdas de nitrogênio por volatilização se for aplicada superficialmente e não houver chuvas nos dias subsequentes à aplicação. A adubação nitrogenada é feita com 40 a 60 kg de N/ha, aplicado em cobertura ao lado da planta, entre 30 e 60 dias após a brotação. Em solos com o teor de argila inferior a 15%, recomenda-se aplicar 50% do adubo nitrogenado aos 30 dias após a brotação das manivas e o restante (50%) aos 60 dias após a brotação. É bom ressaltar que, em solos já adubados com adubos químicos ou orgânicos, ou ricos em nutrientes, 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 com 40 a 60 kg de N/ha em mandiocais que apresentarem sintomas de deficiência de nitrogênio (amarelecimento das folhas, principalmente das inferiores) 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 química do solo. A interpretação dos resultados da análise para fósforo pelo método Mehlich-1, adotado pela maioria dos laboratórios da região, leva em conta o teor de argila do solo, conforme indicado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Interpretação dos resultados da disponibilidade de fósforo e potássio do solo extraídos pelo método de Mehlich-1 para a cultura da mandioca.

Classe de disponibilidade	Argila (g/kg)				Potássio (mg/dm <sup>3</sup> )
	> 600	360-600	160 - 350	< 160	
	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: Adaptado de Sousa e Lobato, 2004.

Embora o fósforo não seja extraído em grandes quantidades pela mandioca, a resposta da cultura à adubação fosfatada é, em geral, significativa em solos de Cerrado, com aumentos expressivos de produtividade. Deve-se salientar que os solos brasileiros, também considerados de uma forma geral e, em particular, os cultivados com mandioca, normalmente classificados como marginais, são pobres nesse nutriente. Também esses solos costumam apresentar teores de baixos a médios de potássio, resultando em baixa resposta da cultura à adubação potássica nos primeiros cultivos. Mas a resposta 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 fosfatada e potássica 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 (g/kg)				K <sub>2</sub> O (kg/ha)
	> 600	360 - 600	160 - 350	< 160	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (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.

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, ao contrário do nitrogênio. Quando utilizado em doses superiores a 150 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sugere-se aplicar o fertilizante a lança e incorporá-lo. O superfosfato simples (20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e o superfosfato triplo (45% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) são os adubos fosfatados mais

usados. O superfosfato 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 o fosfato monoamônico (48% de  $P_2O_5$  e 9% de N), que possui em sua fórmula o fósforo e o nitrogênio; os termofosfatos, que possuem em suas fórmulas, além do fósforo, magnésio e micronutrientes, como molibdênio, cobre, boro e zinco.

Já a adubação potássica é feita aplicando 30 kg/ha de  $K_2O$  no plantio e o restante em cobertura 30 dias após a brotação. Entretanto, quando o solo utilizado for arenoso (teor de argila menor que 150 g/kg), o potássio deve ser parcelado em duas vezes, 50% aos 30 dias após a brotação e 50% aos 60 dias após, sendo aplicado juntamente com o nitrogênio. Para a adubação potássica, tem sido mais utilizado o cloreto de potássio (60% de  $K_2O$ ), podendo, entretanto, ser utilizadas outras fontes existentes no mercado.

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 na dose aplicada, para que forneça cada nutriente em quantidade próxima à recomendada. 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, com exceção do zinco, os dados de resposta da mandioca ainda são escassos. Como referência para interpretação da análise química de solo, são apresentados os níveis críticos para culturas anuais na Tabela 3.

**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
<b>Recomendação de adubação no sulco (kg/ha)</b>				
Baixa	1	1	3	3
Média	0,3	0,3	0,8	0,8

Fonte: Adaptado de 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 NPK+Zn.

Em plantios de mandioca em solos de Cerrado, também têm sido frequentes a indução de deficiências dos micronutrientes zinco e manganês nas plantas pela dosagem excessiva de calcário, sua má distribuição ou incorporação, como mencionado anteriormente. A deficiência de manganês se evidencia com o "amarelão" das folhas de mandioca, sendo que as nervuras se mantêm verdes quando a deficiência é moderada, e descoloridas sob deficiência severa. A deficiência de zinco é caracterizada pelo estreitamento e pelo amarelecimento do limbo foliar, com as nervuras sempre verdes. Severa redução no crescimento da planta pode ser observada em ambas as situações.

Mandiocais pulverizados com solução contendo 2% de sulfato de zinco no caso da constatação de deficiência de zinco, ou 4% de sulfato de manganês quando constatada deficiência de manganês, têm apresentado boa resposta à adubação foliar, 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, e repetidas quinzenalmente ou assim que os sintomas da deficiência reapareçam nas folhas mais novas.

Nas condições de solos de Cerrado, também é comum a mandioca apresentar sintomas de deficiência e toxidez dos nutrientes, apresentados na Tabela 4.

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

Nutrientes	Sintomas de deficiência
<b>N</b>	Crescimento reduzido da planta; em algumas cultivares, ocorre amarelecimento uniforme e generalizado das folhas, iniciando nas folhas inferiores e atingindo toda a planta.
<b>P</b>	Crescimento reduzido da planta, folhas pequenas, estreitas e com poucos lóbulos, hastes finas; em condições severas, ocorre o amarelecimento das folhas inferiores, que se tornam flácidas e necróticas, e caem; diferentemente da deficiência de N, as folhas superiores mantêm sua cor verde escura, mas podem ser pequenas e pendentes.
<b>K</b>	Crescimento e vigor reduzido da planta, entrenós curtos, pecíolos curtos e folhas pequenas; em deficiência muito severa, ocorrem 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.
<b>Ca</b>	Crescimento reduzido da planta; folhas superiores pequenas, com amarelecimento, queima e deformação dos ápices foliares; escassa formação de raízes.
<b>Mg</b>	Clorose intervalar 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.

<b>S</b>	Amarelecimento uniforme das folhas superiores, similar ao produzido pela deficiência de N; algumas vezes, são observados sintomas similares nas folhas inferiores.
<b>B</b>	Altura reduzida da planta, entrenós e pecíolos curtos, folhas jovens verdes 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.
<b>Cu</b>	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.
<b>Fe</b>	Clorose uniforme das folhas superiores e dos pecíolos, os quais 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.
<b>Mn</b>	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.
<b>Zn</b>	Manchas amarelas ou brancas entre as nervuras nas folhas jovens, as quais 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.
<b>Sintomas de toxidez</b>	
<b>Al</b>	Redução da altura da planta e do crescimento da raiz; amarelecimento entre as nervuras das folhas velhas sob condições severas.
<b>B</b>	Manchas brancas ou marrons nas folhas velhas, especialmente ao longo dos bordos foliares, que posteriormente podem tornar-se necróticas.
<b>Mn</b>	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: Howeler, 1981.

**Autores deste tópico:** Djalma Martinhão Gomes de Sousa, Josefino de Freitas Fialho, João de Deus Gomes dos Santos Júnior, Thomaz Adolpho Rein, Eduardo Alano Vieira

## Cultivares

**Eduardo Alano Vieira**

**Josefino de Freitas Fialho**

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 um arbusto perene cultivado, 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 (alimentação humana *in natura*, indústria alimentícia, indústria em geral, alimentação animal, indústria química); 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 culinária, na alimentação animal e na indústria.

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 cultivares (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 mg/kg, ele é tóxico para o consumo humano *in natura* e necessita ser processado antes do consumo acontecer, 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 mg/kg 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 e fritos).

Portanto, as mandiocas mansas se destinam tanto ao consumo *in natura* quanto à indústria, e as bravas, necessariamente, se destinam à indústria de transformação. 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 mandiocas mansas podem ser usadas também na indústria, em especial de farinha e fécula.

Não é possível identificar as 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. Assim, a única forma segura de distinguir as cultivares mansas das bravas é a análise do teor de HCN na polpa das raízes, em laboratório especializado.

O primeiro passo da seleção das cultivares de mandioca a serem utilizadas é a definição do mercado a ser atendido, ou seja, se será dada ênfase para a 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 cultivares de mandioca de mesa ou de indústria devem apresentar o maior número possível dos caracteres: i) elevada produtividade de raízes; ii) elevada resistência às principais pragas e doenças da região (evitar perdas); iii) arquitetura favorável ao plantio mecanizado, consorciação, tratos culturais, colheita e aproveitamento de manivas-semente (sem ramificação ou com primeira ramificação alta); iv) 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; v) raízes lisas ou com poucas cintas (facilidade no descasque); vi) raízes bem distribuídas, uniformes e com tamanho comercial (facilitam a colheita e a venda); vii) rama com pequena distância entre os nós (aumento de rendimento de manivas-semente); viii) lenta deterioração pós-colheita (maior durabilidade das raízes); ix) raízes com tendência de distribuição horizontal (facilidade de colheita); x) elevada retenção foliar, relacionada à tolerância à seca e ao uso na alimentação animal; xi) curto período entre o plantio e a colheita (precocidade); xii) rápida brotação das manivas-semente e do crescimento inicial (vigor) relacionado à cobertura do solo e ao controle de plantas daninhas; xiii) facilidade na soltura do córtex (entrecasca) e da película (casca) da raiz.

Por sua vez, boas cultivares de mesa, além dos caracteres gerais citados anteriormente, devem apresentar também: i) baixo teor de ácido cianídrico (HCN) nas raízes (evitar intoxicação); ii) cor da película da raiz marrom (relacionado à maior conservação pós-colheita); iii) raízes com sabor apreciado pelos consumidores; iv) raízes com tempo para o cozimento inferior a 30 minutos; v) raízes com poucas fibras; vi) raízes com cor da polpa amarela ou rosada, relacionada à qualidade nutricional provitamina A e licopeno, respectivamente; vii) raízes uniformes e com tamanho comercial; e viii) boa qualidade da massa cozida (não encaroçada, plástica e não pegajosa).

Já boas cultivares de indústria, além dos caracteres gerais citados, devem aliar: i) raízes com teor de amido acima de 30% (maior rendimento de farinha e fécula); ii) tolerância à poda quando o objetivo for a colheita com dois ciclos.

Algumas cultivares têm sido bastante plantadas na região e, dentre estas, algumas apresentam moderada resistência à bacteriose ou murcha bacteriana (Tabelas 1 e 2). Além dessas, agricultores da região plantam outras cultivares com bons resultados e que apresentam elevada adaptação às condições locais específicas de cultivo. Cabe ressaltar que, normalmente, as cultivares de mandioca de mesa são colhidas entre os 8 e os 14 meses após o plantio, e, as de indústria, entre os 12 e os 18 meses após o plantio.

**Tabela 1.** Principais cultivares de mandioca de mesa plantadas no Cerrado e reação à bacteriose ou murcha bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*).

Nome Comum	Outros nomes	Reação à bacteriose <sup>1</sup>
BRS 396	272/08	MR
BRS 397	273/08	MR
BRS 398	446/08	MR
BRS 399	497/08	MR
BRS 400	341/08	MR
BRS 401	390/08	MR
Pioneira	BGMC 982, Iapar 19 e De Fritar	MR
Japonesinha	BGMC 753, IAC 756-70, Amarelinha e Precocinha	MR
Vassourinha	BGMC 1086	S
Cacau	BGMC 1132	S
Americana	BGMC 1118	S
Pão da China	BGMC 954	S
Manteiga	BGMC 824	S
Cacau Amarela	BGMC 1256	S
BRS Japonesa	BGMC 751	MR
BRS Moura	BGMC 1289 e Taquara Amarela	MR
Gostosa	BGMC 1022 e Gostosinha	MR
Pão Doce	BGMC 835 e Mandioca Pão	S
Palmeira	BGMC 791 e Palmeirinha	MS

<sup>1</sup>S: suscetível, MS: moderadamente suscetível, MR: moderadamente resistente.

**Tabela 2.** Principais cultivares de mandioca de indústria plantadas no Cerrado e reação à bacteriose ou à murcha bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*).

Nome Comum	Outros nomes	Reação à bacteriose <sup>1</sup>
IAC 12	BGMC 436 e IAC 12-829	MR
Castelinha	BGMC 901	MS
Joaquinzinha	BGMC 1128	MS
IAC 14	BGMC 788 e IAC 114-80	MR
Mucuruna	BGMC 1276	S
Jabuti	BGMC 1271	S

Sabará	BGMC 859	MR
Tapioquenta	BGMC 1319	MR
Periquita	BGMC 1324	S
Espeto	BGMC 1263	MR
Branca	BGMC 1323, Vassourinha Branca, Engana Tolo e Diamantina	S

<sup>1</sup>S: suscetível, MS: moderadamente suscetível, MR: moderadamente resistente.

**Autores deste tópico:** Eduardo Alano Vieira, Josefino de Freitas Fialho

## Mudas e sementes

**Josefino de Freitas Fialho**

**Eduardo Alano Vieira**

O plantio da mandioca é realizado com manivas ou manivas-semente, também denominadas manaíbas, estacas, toletes ou rebolos, que são pedaços das hastes ou ramos do terço médio da planta. A qualidade dessas manivas-semente é determinante na expressão do potencial genético do mandiocal, tanto na tolerância à ocorrência de pragas e doenças quanto no vigor das plantas e, conseqüentemente, no rendimento da produção. Essa qualidade reveste-se de maior importância nessas 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 densidade e no crescimento das plantas.

Vários fatores são condicionantes da qualidade da maniva-semente para o 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). Assim sendo, esses fatores deverão ser rigorosamente observados, quando da seleção e do preparo das ramas e das manivas, para o plantio da mandioca.

Nas condições de Cerrado, em virtude do longo período seco bem definido, não há uma coincidência das épocas de colheita e plantio do mandiocal, fazendo com que haja uma grande perda de ramas. Essa característica exige do produtor maior cuidado na coleta da quantidade necessária de ramas para o próximo plantio, e até mesmo uma estratégia para o armazenamento ou a obtenção de ramas com qualidade, para garantir um bom estabelecimento e vigor da lavoura.

## 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-semente para o plantio. Rama ou haste é a parte intermediária da planta, de onde são obtidas tais manivas-semente. Como mencionado anteriormente, alguns fatores fitossanitários e agrônômicos devem ser considerados para um bom preparo e e uma seleção dessas ramas.

Entre os fatores fitossanitários, existe a possibilidade de várias pragas e doenças serem transmitidas pelas manivas-semente e pelo efeito desses patógenos na brotação e no vigor das novas plantas. Assim sendo, vale ressaltar que a rama para o plantio deve estar sadia, ou seja, livre de pragas e doenças. É necessário, portanto, fazer a inspeção constante do mandiocal onde serão coletadas as ramas para avaliar sua sanidade, devendo ser evitados mandiocais com alta ocorrência de bacteriose, broca da haste, ácaros e percevejo-de-renda, ou que sofreram chuvas com granizos. Da mesma forma, nessa inspeção do mandiocal, é verificada a variedade utilizada, devendo ser evitado, caso haja mistura de muitas variedades no mesmo, o que irá acarretar o aumento de custo na retirada das ramas e o aumento no risco de nova mistura de variedades na área a ser plantada.

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 14 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 à metade de seu diâmetro.
2. Retirar as ramas da parte intermediária da planta (terço médio), cortando a uma altura de 5 cm a 10 cm do solo e eliminando a parte herbácea da planta ou o terço superior e as raízes.
3. Retirar as ramas com 2 cm a 3 cm de diâmetro, eliminando as muito finas ou as muito grossas.
4. Evitar coletar ramas de plantas secas.
5. Cortar a cepa ou maniva-mãe, eliminar o excesso de galhos e preparar os feixes com 60 a 80 ramas, amarradas com um ou dois filhinhos e colocadas em um mesmo sentido – quando as ramas não vão ser armazenadas. Para o armazenamento por período de 30 a 60 dias, observar as formas de preparo dos feixes, se o armazenamento dos feixes será feito na posição vertical ou horizontal, conforme especificado a seguir, no item “Armazenamento de ramas para plantio”.
6. Ter o cuidado de não “jogar” os feixes de ramas, a fim de não danificar as gemas durante o transporte.
7. Colocar os feixes de ramas em local fresco, sombreado e protegido de ventos quentes e secos, até o preparo da maniva-semente.
8. Retirar 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-semente. Uma parte de 1/5 (20%) de uma área fornece manivas-semente para o plantio da mesma área. Para o plantio de um hectare, são necessários cerca de 4 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 a 5 ha. Um metro cúbico de ramas pesa aproximadamente 150 kg e pode fornecer de 2.500 a 3.000 manivas-semente, com 20 cm de comprimento.

9. Vale ressaltar, no plantio mecanizado com plantadeira que corta e planta a maniva-semente as ramas devem ser preparadas o mais eretas possível, com a retirada dos galhos ou brotações excedentes.

## Seleção e preparo das manivas-semente

Maniva ou maniva-semente 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 determinante para o desenvolvimento de uma plantação produtiva e sem problemas fitossanitários. No preparo das manivas-semente, 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.
2. Cortar as ramas em manivas-semente 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 a melhor distribuição das raízes na maniva-semente. E deve-se evitar o corte chanfrado ou bisel. No caso do plantio mecanizado, o tamanho da maniva é definido normalmente pelo próprio mecanismo de corte da plantadeira, que varia entre 13 cm a 20 cm.
3. As manivas-semente podem ser preparadas com uso de facão, serra circular 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 (procedimento: 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).
4. As manivas-semente devem ser cortadas no mesmo dia do plantio, devendo-se eliminar aquelas com brocas, doentes, com a medula escurecida ou com danos mecânicos.

## Armazenamento de ramas para plantio

Nos cerrados, quando o plantio de mandioca visa à produção de raízes para a indústria de transformação de farinha ou polvilho/fécula e, algumas vezes, para 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, a utilização das ramas de mandioca na alimentação animal, devido ao período seco, bem como o plantio de manivas-semente de ramas armazenadas de forma inadequada (baixa brotação dessas manivas-semente).

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

**Ramas de local externo:** O produtor deve certificar-se da qualidade das ramas antes de levá-las ao plantio.

**Armazenar as ramas:** Quando as ramas não vão ser utilizadas para novos plantios imediatamente após a colheita, elas devem ser conservadas por algum tempo para não reduzir ou perder a viabilidade. Recomenda-se que a conservação ocorra o mais próximo possível da área a ser plantada, em local fresco, sombreado, portanto protegidas dos raios solares diretos e de ventos frios e quentes. O período de conservação deve ser o menor possível, podendo as ramas ser dispostas vertical ou horizontalmente.

Quando do armazenamento na vertical, normalmente utilizado em período mais longo de conservação (40 a 60 dias), as ramas são preparadas cortando-se as ramificações e a cepa ou maniva-mãe, e são armazenadas separadas ou através de feixes. Em ambos os casos, as ramas devem ter suas bases enterradas cerca de 5 cm, em solo previamente afogado e que permanecerá molhado durante o período do armazenamento. No caso de preparo dos feixes, deve-se cortar o excesso de ramificações e a cepa (maniva-mãe), colocar de 60 a 80 ramas em um mesmo sentido, com a parte basal ou pé em mesmo plano, e amarrar com um ou dois fitilhos. Da mesma forma, 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, proteger toda a lateral com capim seco, para evitar os raios solares diretos e os ventos frios ou quentes, mantendo o solo úmido. A desidratação é normalmente a maior causa de perda de qualidade das ramas para o plantio.

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.

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.

De qualquer que seja a forma, o local de armazenamento deverá ficar o mais próximo possível da área do novo plantio.

**Campo de produção de manivas-semente:** A qualidade da maniva-semente é fundamental para o sucesso da lavoura. Qualquer processo de armazenamento acarreta perda na qualidade das manivas-semente 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-semente, deve-se levar em consideração a quantidade de manivas-semente que serão necessárias para o plantio da nova área, tendo-se como base para o cálculo os parâmetros mencionados anteriormente.

**Autores deste tópico:**Josefino de Freitas Fialho, Eduardo Alano Vieira

## Plantio

Josefino de Freitas Fialho

Eduardo Alano Vieira

O plantio de mandioca pode ser manual ou mecanizado. Uma vez preparada a área, o plantio manual da mandioca pode ser feito em covas, sulco, camalhões (elevações contínuas de terra) ou em covas invertidas (matumbos) e as manivas-semente podem ser colocadas na horizontal (deitadas), na vertical ou inclinadas.

Nos solos de Cerrado, em geral, as covas são abertas manualmente, com enxadas, e os sulcos com sulcadores de tração animal ou mecanizados, com 10 cm de profundidade. O adubo é colocado na quantidade recomendada, no fundo das covas ou dos sulcos, e incorporado ao solo. As manivas-semente são alocadas na posição horizontal ou deitadas, evitando o contato direto com o adubo, e cobertas com uma camada de terra. É importante observar que as manivas-semente devem ser plantadas com a gema ou olho voltada(o) para o mesmo sentido ou direção, propiciando que a maioria das raízes cresça para um mesmo sentido, o que facilitará a colheita. Da mesma forma, as manivas-semente plantadas na posição horizontal facilitam o plantio e propiciam o desenvolvimento mais superficial das raízes, reduzindo a mão de obra na colheita.

Já o plantio das manivas-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-semente na posição vertical ou inclinada é recomendado somente para plantios em canteiros, camalhões ou matumbos. Camalhões são terraços feitos manualmente com enxada, tração animal, ou, às vezes, por meio de máquinas, tendo a base com cerca de 40 cm a 50 cm, e altura, entre 30 cm e 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-semente são plantadas na posição vertical ou inclinadas (inclinação de 45°). O plantio de mandioca em condições de solos mal drenados, Gleissolos, como já mencionado no tópico Aspectos edafoclimáticos, não é recomendado; entretanto, tem sido utilizado por alguns produtores em pequenas áreas. Assim sendo, com essas condições de manejo, é necessário melhorar a drenagem do solo, evitando-se o apodrecimento das raízes. Entretanto, nos plantios, com as manivas na posição vertical ou inclinada, deve-se atentar para a colocação destas com a base ou o pé voltados para baixo (ou com as gemas para cima), evitando-se o plantio com as manivas na posição invertida.

Mesmo em outras classes de solos bem drenados, com exceção daqueles de textura arenosa, o plantio em canteiros ou camalhões, construídos manualmente ou mecanizados com encanteiradora, arado de disco ou taipadeira, apresenta a vantagem de facilitar a colheita manual ou mecanizada. Essa metodologia tem sido utilizada por alguns produtores em áreas de Cerrado, por exemplo, no Distrito Federal, com o plantio de variedades de mandioca de mesa em rotação com hortaliças, e, no Estado de Goiás, com variedades de mandioca de indústria, visando facilitar a colheita com colhedoras mecanizadas. Vale ressaltar que esses canteiros são construídos em nível, seguindo as curvas de nível previamente marcadas, e os plantios são realizados manualmente, em covas ou sulcos, com as manivas-semente plantadas na posição horizontal ou inclinadas; ou mecanicamente, com as manivas-semente plantadas na posição horizontal, com o uso de plantadeiras adaptadas pelos próprios produtores.

Em grandes áreas, normalmente, o plantio é mecanizado com a utilização de plantadeiras, que executam simultaneamente sulcamento, adubação, plantio e cobertura das manivas-semente. As plantadeiras podem ser de dois tipos: uma que faz o plantio das manivas-semente previamente serradas ou cortadas, e a outra, comumente denominada de "plantadeira de rama", que serra ou corta a rama durante o plantio. Esta tem a vantagem de fazer um plantio uniforme, com as gemas voltadas para um só lado. Já a plantadeira que utiliza as manivas-semente já serradas tem como vantagem o fato de permitir uma boa seleção dessas manivas para o plantio, porém traz o inconveniente do custo de mão de obra para serrar e selecionar tais manivas.

Vale ressaltar que, nas condições de solos de Cerrado, o plantio do mandiococal deverá ser sempre em nível, respeitando as curvas previamente marcadas no terreno preparado, independentemente do sistema ou do modo de plantio a ser utilizado.

## Época de plantio

A época de plantio é de extrema importância para garantir boa produção da mandioca, principalmente por estar relacionada à existência de ramos de boa qualidade e às condições de umidade do solo e temperatura ambiente, que favoreçam brotação, enraizamento, vigor inicial e produção da cultura.

No Cerrado, de modo geral, as condições climáticas se caracterizam por períodos chuvoso (setembro/outubro a março/abril) e seco (abril/maio a setembro/outubro) bem definidos (Figura 1, capítulo 2). A falta de umidade nos primeiros cinco meses após o plantio causa perdas na brotação, no enraizamento, na tuberização e na produção de raízes tuberosas de mandioca, enquanto que o excesso de umidade prejudica a brotação e favorece a podridão de raízes. Em condições favoráveis de umidade, após o sétimo dia do plantio, as manivas-semente, passam pela fase de brotação quando surgem as primeiras raízes nos nós e nas extremidades das manivas. Essa fase é muito afetada pelas condições de umidade do solo. Tais condições restringem muito as épocas com condições mais favoráveis ao plantio da mandioca, principalmente nas áreas de menor oferta pluviométrica.

Por isso, recomenda-se que o plantio seja realizado, preferencialmente, no início da estação chuvosa, quando a umidade e o calor se tornam elementos essenciais para brotação, enraizamento e estabelecimento das plantas no campo. Experiências têm mostrado que, quanto mais cedo o plantio, ou seja, logo no início do período chuvoso, melhor a reação da cultura em relação à ocorrência de bacteriose e de pragas, como a mosca do broto, os ácaros e o percevejo-de-renda, e melhores as condições para o controle de plantas daninhas.

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; e as condições climáticas com períodos seco e chuvoso bem definidos, característicos das regiões do Bioma Cerrado, a escolha correta da época de plantio reveste-se de maior importância, principalmente em áreas de menor oferta pluviométrica, como o centro-sul do Piauí e parte do Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais.

Dessa forma, deve-se ressaltar que, de um modo geral, para as regiões do Bioma Cerrado, nos plantios realizados durante os meses de setembro a janeiro, o suprimento de água tem sido adequado para o desenvolvimento e a produção da cultura. Entretanto, ressalta-se também,

que, para a escolha da época adequada para o início do plantio, é importante considerar as condições climáticas de cada local, principalmente com relação à umidade adequada do solo, para a brotação, o enraizamento e o desenvolvimento inicial da cultura durante os primeiros cinco meses; e evitar o período com excesso de umidade, que pode prejudicar a brotação das manivas, causando desuniformidade na lavoura com baixas populações de plantas, podridões e baixo rendimento de raízes.

Além disso, há situações nas quais é necessário o plantio escalonado, em épocas de baixa oferta pluviométrica, para alongar o período de colheita e, conseqüentemente, de oferta do produto no mercado, a irrigação pode ser uma prática técnica e economicamente viável, para o suprimento adequado de água, principalmente durante os cinco primeiros meses após o plantio, uma vez que a falta de água nessa fase causa prejuízos irrecuperáveis no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção da cultura. 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 o ano todo.

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

## 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 o 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:** Na utilização de variedades com plantas de porte alto ou baixo e muito ramificadas; o espaçamento entre plantas tem que ser aumentado, diminuindo a população, devido à ocupação de maior área por planta; ao contrário, se a variedade for pouco ramificada ou sem ramificação, as plantas podem ser mais adensadas, com a redução do espaçamento entre elas.
- **Tratos culturais:** Nos plantios de mandioca onde os tratos culturais, como o modo de controle das plantas daninhas ou as pulverizações serão mecanizados, o espaçamento entre as plantas terá que ser maior, de forma a possibilitar a passagem do trator sem danificá-las.
- **Método de colheita:** Em pequenas áreas, onde a colheita é realizada manualmente, utilizando o enxadão, alavanca de arranquio ("jacaré") ou picareta, o tamanho dos espaçamentos não influencia a cultura, ou seja, são aqueles normalmente utilizados para o cultivo em fileira simples ou em fileiras duplas. Entretanto, em grandes áreas onde os plantios são realizados com plantadeiras com regulagem no sistema de espaçamento e a colheita é realizada com colhedeira ou afofador mecanizados, os espaçamentos utilizados variam em função do equipamento a ser utilizado. Quando a colhedeira ou afofador for de uma linha, o espaçamento entre linhas tem que ser aumentado, normalmente, de 1,10 m a 1,50 m; mas quando de duas linhas, em geral são utilizados espaçamentos de fileiras duplas, nos quais se adensam duas linhas, com o espaçamento entre elas de 0,80 m a 0,90 m, e deixa-se um espaço de 1,10 m a 1,20 m entre as fileiras duplas, que permitem a passagem do arrancador sem prejudicar as linhas arrancadas ou a serem arrancadas. Outra forma de arranjo no espaçamento de plantio, em função da colheita, é no plantio nos canteiros feitos com canteiradeiras mecanizadas, que normalmente possuem, na base, as dimensões de 0,90 m a 1,50 m na largura; 0,70 m a 1,35 m no topo; e 0,15 m a 0,35 m de profundidade, com o plantio de uma linha de mandioca no meio do topo do canteiro.
- **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, normalmente com 0,90 m a 1,00 m entrelinhas x 0,60 m na linha de plantio. 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 (1,00 m x 0,80 m). Por outro lado, se o plantio é de mandioca de mesa, em que 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 (oito a 14 meses) (1,20 m x 0,80 m). Já nos plantios cujo objetivo é atender a alimentação animal, a população de plantas deve ser aumentada, com redução dos espaçamentos visando à maior produção da parte aérea (0,80 m x 0,50 m).

No Cerrado, de um modo geral, os espaçamentos recomendados e mais utilizados nos sistemas de fileiras simples, cultura solteira ou monocultivo são os de 0,9 m a 1,20 m entrelinhas e 0,60 m a 1,0 m entre plantas. 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 0,90 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. O sistema de plantio em fileiras duplas apresenta como vantagens facilitar a mecanização e a consorciação, aumentar a produtividade, reduzir o consumo de manivas-semente e fertilizantes, permitir a rotação de culturas pela alternância das fileiras, facilitar a inspeção e a aplicação de agrotóxicos e a capina, aumentar o índice de uso da terra e a rentabilidade da cultura.

Dessa forma, vale ressaltar que os espaçamentos e os arranjos da população de plantas a serem utilizados no mandiocal ficarão em função das condições locais e, principalmente, dos equipamentos e das práticas culturais a serem utilizados no sistema de produção, de forma a maximizar a rentabilidade da lavoura através da otimização da utilização da mão de obra e do maior aproveitamento dos fatores de produção pela cultura.

**Autores deste tópico:** Eduardo Alano Vieira, Josefino de Freitas Fialho

## Irrigação

Nas condições do bioma Cerrado, ocorre uma estação climática chuvosa (setembro/outubro a março/abril) e uma estação seca, marcada por profunda deficiência hídrica, causada pela redução drástica da oferta pluviométrica, que se inicia entre os meses de abril/maio e se estende até meados dos meses de setembro/outubro, caracterizando, dessa maneira, cinco a seis meses de deficiência hídrica.

Em condições favoráveis de umidade, após o sétimo dia do plantio, as manivas-semente passam pela fase de brotação, quando surgem as primeiras raízes nos nós e nas extremidades das estacas. Após a brotação das manivas-semente, inicia-se a formação do sistema radicular e de tuberização de suas raízes (translocação do excesso de carboidratos produzidos pela fotossíntese da parte aérea para deposição nas raízes), cerca de 80 a 90 dias após o plantio; e uma alta taxa de crescimento das plantas, que atingem o máximo de desenvolvimento, propiciadas pelas condições elevadas de umidade, temperatura e radiação solar. Paralelamente, ocorre o armazenamento de amido nas raízes tuberosas, porém em menor intensidade devido à competição com a parte aérea da planta (5 a 7 meses). Essas fases são responsáveis pela definição do potencial produtivo da cultura, uma vez que definem o porte aéreo, o número e o comprimento máximo das raízes tuberosas por planta. Um déficit hídrico severo durante essas fases, nos primeiros 5 a 7 meses após o plantio, causa a morte da planta ou mesmo prejuízos irrecuperáveis na taxa de crescimento da cultura e, conseqüentemente, na produção de raízes. Nessas condições, é importante adequar a época de plantio para que não ocorra deficiência de água nos primeiros cinco meses do ciclo do cultivo, ou mesmo fazer o uso de sistemas de irrigação para atender as necessidades da cultura.

Da mesma forma, em plantios realizados em épocas de baixa oferta pluviométrica, a irrigação pode ser uma prática viável para o suprimento adequado de água, principalmente nas fases de enraizamento e tuberização, que vão do primeiro ao quinto mês após o plantio, uma vez que a falta de água, nessas fases, causa prejuízos irrecuperáveis ao desenvolvimento e, conseqüentemente, à produção da cultura. Condições de precipitação bem distribuída resultam em vigor do crescimento da cultura da mandioca sem necessidade de irrigação; entretanto, em condições que apresentam restrição hídrica, culturas irrigadas podem apresentar rendimentos 150% a 200% maiores.

Posteriormente, em virtude da baixa temperatura (< 20 °C), da diminuição na intensidade solar e da redução da precipitação pluviométrica em função do período seco, iniciam-se as quedas das folhas e a redução da atividade vegetativa, porém com uma alta migração do amido para as raízes tuberosas. Dessa forma, a planta concentra o máximo de reservas nas raízes, entra em repouso, com a perda total das folhas, o secamento natural dos ponteiros das hastes de cima para baixo, e completa o seu primeiro ciclo vegetativo, de 09 a 12 meses.

Caso não haja o arranquio e a colheita das raízes, com o início da elevação da temperatura e da precipitação pluviométrica, ocorre a rebrota das plantas, reconstituindo e intensificando o crescimento da parte aérea, armazenando fotoassimilados provenientes desta parte aérea (amido) para as raízes já formadas a fim de, posteriormente, com a entrada de novo período de inverno/seca, quando ocorre a redução da temperatura e a precipitação pluviométrica, ela entrar novamente em repouso, completando o segundo ciclo entre 15 e 24 meses, e assim sucessivamente, por ser uma planta de ciclo perene.

Na rebrota das plantas, no final do primeiro ciclo, dos 10 a 12 meses após o plantio, prioriza-se o redirecionamento das reservas para um crescimento vegetativo mais intenso da parte aérea da planta, 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, uma vez que estas param de cozinhar, o que reduz sua qualidade culinária, prejudicando o período de tempo em que o produtor deve atender o mercado consumidor. Características que poderão ser recuperadas no tempo em que ocorrer o restabelecimento do direcionamento das reservas para as raízes, que será muito influenciado pelas condições edafoclimáticas e pelo material genético utilizado.

Nesse contexto, para não prejudicar o atendimento ao mercado consumidor de mandioca de mesa com raízes de boa qualidade culinária, é recomendada a utilização de irrigação complementar no mandiocal. Essa irrigação deve ser realizada desde o início do déficit hídrico, causado pela redução na precipitação pluviométrica, evitando que as plantas percam todas as folhas e entrem em fase de repouso até o término da colheita do mandiocal ou mesmo no início do período chuvoso. O volume de água aplicado fornecerá condições à planta de manter parte de suas folhas e continuar seu ciclo vegetativo, sem prejudicar a continuidade da partição e do direcionamento das reservas para as raízes e, conseqüentemente, mantendo o cozimento e a qualidade culinária das mesmas. De igual forma, os produtores têm utilizado a irrigação do mandiocal durante os veranicos que são comuns na região do Cerrado, ao longo da estação chuvosa.

Outro aspecto que deve ser considerado pelo produtor é a utilização de irrigação no mandiocal com fim industrial (farinha, fécula ou polvilho), durante os meses de estação seca, evitando, assim, a paralisação no crescimento da cultura e, conseqüentemente, aumentando a produção de raízes tuberosas. Além disso, a irrigação poderá ser utilizada para antecipação ou prolongamento da época de plantio, ou mesmo durante os veranicos, que são comuns na região do Cerrado, durante a estação chuvosa.

Em situações em que é necessário plantar escalonado para alongar o período de colheita e a oferta do produto no mercado, a irrigação é uma prática que viabiliza esse manejo do sistema produtivo. 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 em qualquer época do ano.

Quanto aos sistemas de irrigação, são utilizados a aspersão (pivô-central, aspersão convencional, canhão hidráulico e autopropelido), a irrigação por superfície (sulcos, bacias em nível, inundação e faixas) e a irrigação localizada (gotejamento e microaspersão). De um modo geral, nas condições edafoclimáticas do bioma Cerrado, é recomendada a utilização de irrigação por aspersão e gotejamento.

O conhecimento da quantidade de água requerida pelas culturas, constitui-se em aspecto importante na agricultura irrigada para que haja programação adequada do manejo de irrigação. Existem várias metodologias e critérios para estabelecer programas de irrigação, que vão desde simples turnos de rega a completos esquemas de integração do sistema solo-água-planta-atmosfera. Entretanto, reconhece-se que, ao agricultor, devem ser fornecidas técnicas simples, mas com precisão suficiente para possibilitarem, no campo, a determinação criteriosa do momento e da quantidade de água a ser aplicada.

No caso da cultura da mandioca, deve-se adotar, sempre que possível, o turno de rega variável. Este procedimento permite a adequação da irrigação às diferentes fases do desenvolvimento vegetativo, bem como ao aporte de chuvas e à variação da demanda evapotranspirométrica ao longo do ciclo da cultura. A primeira irrigação deve ser feita logo após o plantio, com lâmina de água suficiente para elevar a umidade do solo, na profundidade efetiva do sistema radicular (Per), à condição de capacidade de campo. A partir deste procedimento, a decisão de quando irrigar é tomada com base no balanço da água no solo, estimando, diariamente, a lâmina de água disponível remanescente do dia  $i$  ( $Lr_i$ ).

$$Lr_i = Lr_{i-1} + ETc_i - Pe_i$$

Onde,  $Lr_{i-1}$  é a lâmina de água remanescente disponível no solo até o dia anterior em mm.  $ETc_i$  é a estimativa da evapotranspiração da cultura no dia  $i$  em mm.  $Pe_i$  é a precipitação efetiva do dia  $i$  em mm. Considera-se precipitação efetiva, apenas, parte da precipitação total ( $P$ ) que contribuiu para a reposição da umidade do solo até atingir o limite da água total disponível (ATD). Caso a chuva do dia  $i$  tenha uma lâmina precipitada igual ou menor ao valor da diferença entre ATD e  $Lr_{i-1}$  ela será considerada totalmente efetiva.

Quando  $LR_i$  atinge um valor pré-estabelecido, aplica-se a irrigação. Este valor dependerá ATD e  $Per$ .

Para obter o valor da ATD expressa em altura de lâmina de água, na  $Per$ , em mm é necessário realizar análises físico-hídrica do solo para determinar a capacidade de campo ( $Cc$ ) em  $cm^3/cm^3$  e o ponto de murcha permanente ( $Pmp$ ) em  $cm^3/cm^3$ .

$$ATD = (Cc - Pmp) \times Per$$

No caso da mandioca, considera-se uma profundidade efetiva de 400 mm e permite-se um esgotamento de 20% da ATD nessa profundidade ( $f = 0,2$ ) até 60 dias após o plantio. No restante do ciclo da cultura, é permitido um esgotamento de 60% ( $f = 0,6$ ). Dessa forma, a lâmina de água remanescente a ser estabelecida ( $Lr$ ) para indicar o momento de irrigação é calculada por:

$$Lr = ATD \cdot f$$

A  $ETc$  é estimada em função da evapotranspiração de referência ( $ETo$ ) e do coeficiente de cultivo ( $Kc$ ). A  $ETo$  pode ser obtida pela equação de Penman-Monteith, Hargreaves Samani ou pelo Tanque Classe A. O coeficiente de cultivo da mandioca para o primeiro ciclo, fase inicial, nos primeiros 60 dias é 0,5. Para a fase intermediária, de 60 a 150 dias, é 1,0 e, no final do primeiro ciclo, até a cultura atingir 330 dias após o plantio, é 0,8. No segundo ciclo, após 210 dias, na fase intermediária, o  $Kc$  é 1,1.

$$ETc = ETo \cdot Kc$$

Nas condições edafoclimáticas do Cerrado, com o plantio em meados de outubro, o consumo de água da cultura, na fase inicial do primeiro ciclo, até 60 dias após o plantio, é de cerca de 115,5 mm. Na fase intermediária, quando a planta atinge um maior índice de área foliar (60 a 150 dias), o consumo de água atinge cerca de 342 mm, e, na fase final (150 a 330 dias), o consumo aproxima-se de 547,2 mm. Dessa forma, o requerimento de água para o ciclo completo da cultura é cerca de 1.004,2 mm. No entanto, para atender as necessidades hídricas da mandioca de mesa, no final do primeiro ciclo, evitando que ela perca as folhas e, conseqüentemente, a qualidade culinária das raízes, é necessário irrigar a cultura, durante os meses de déficit hídrico que, normalmente, ocorrem entre abril e setembro. Considerando as características climáticas normais desse período e o plantio realizado no mês de outubro, o requerimento de água de irrigação complementar é de aproximadamente 454 mm, o que poderá ser atendido com irrigações processadas de acordo com o balanço de água no solo.

A Tabela 1 simula o plantio escalonado, com irrigação complementar, de mandioca de mesa com ciclo de onze meses, para as condições climáticas do Distrito Federal. A quantidade de água requerida pela cultura foi estimada em função dos dados médios mensais de chuva, evapotranspiração de referência e do coeficiente de cultivo relativo ao ciclo fenológico da cultura. Por outro lado, no cultivo de variedades de mandioca para a indústria, plantadas no início do período chuvoso, a irrigação é recomendada apenas nos meses de déficit hídrico do final do primeiro ciclo.

Entretanto, vale ressaltar, ainda, que a decisão de uso da irrigação do mandiocal, a escolha, o dimensionamento e o manejo do tipo de sistema de irrigação a ser utilizado vão depender das condições locais do empreendimento, como localização da área, disponibilidade de recursos hídricos, tipo de solo e sistemas de plantio. Da mesma forma, essa decisão deverá estar pautada principalmente em resultados de estudos evidenciando as viabilidades técnica e econômica do empreendimento.

**Tabela 1.** Estimativa de lâminas de água de irrigação requeridas por mês (LA mm/mês) e durante o ciclo (LA Total) pela cultura da mandioca, com base na média mensal de precipitação e evapotranspiração de referência (Eto mm/dia), considerando o coeficiente de cultivo (Kc) de cada fase de desenvolvimento, diferentes épocas de plantio e variedades de mandioca de mesa colhidas aos onze meses após o plantio, no Distrito Federal.

Mês de plantio	Mês	Mês											Mês					LA total (mm)						
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr		Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
	ETo (mm/dia)	3,9	4,0	3,7	3,6	3,3	3,3	3,6	4,2	4,5	4,2	3,8	3,7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,4	3,4	3,4	4,5	4,5	4,5	
	Chuva (mm/mês)	251	184	214	93	27	5	5	16	41	129	188	230	251	184	214	93	27	5	5	16	41	129	
	Dias/mês	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	
Jan	Kc	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8												
	LA mm/mês	0	0	0	15	76	74	84	89	67	0	0												405
Fev	Kc		0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8											
	LA mm/mês		0	0	15	76	94	84	89	67	0	0	0											425
Mar	Kc			0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8										
	LA mm/mês			0	0	76	94	106	89	67	0	0	0	0										432
Abr	Kc				0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8									
	LA mm/mês				0	25	94	106	115	67	0	0	0	0	0									407
Maio	Kc					0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8								
	LA mm/mês					25	44	106	115	94	0	0	0	0	0	0								385
Jun	Kc						0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8							
	LA mm/mês						44	50	115	94	1	0	0	0	0	0	0							306
Jul	Kc							0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8						
	LA mm/mês							50	49	94	1	0	0	0	0	0	0	0	58					253
Ago	Kc								0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8				
	LA mm/mês								49	27	1	0	0	0	0	0	0	0	58	77				212
Set	Kc									0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		
	LA mm/mês									27	0	0	0	0	0	0	0	0	58	77	79			240
Out	Kc										0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		

	LA mm/mês	0	0	0	0	0	0	0	58	77	79	95		308	
<b>Nov</b>	Kc		0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		
	LA mm/mês		0	0	0	0	0	0	58	77	79	95	67	375	
<b>Dez</b>	Kc			0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
	LA mm/mês			0	0	0	0	0	58	77	79	95	67	0	375

**Autores deste tópico:** Eduardo Alano Vieira ,Josefino de Freitas Fialho,Jorge Cesar dos Anjos Antonini

## ConSORCIAÇÃO e rotação de culturas

**Josefino de Freitas Fialho**

**Eduardo Alano Vieira**

Os solos de Cerrado possuem baixa fertilidade natural e são altamente propensos à lixiviação de nutrientes e erosão, os quais facilitam a degradação desses solos pelos efeitos das chuvas e enxurradas. Assim, ao se utilizarem os solos com o cultivo da mandioca, é importante que sejam adotadas práticas conservacionistas que preconizem a cobertura do solo, melhorem o teor de matéria orgânica e aumentem o aproveitamento da água das chuvas ou irrigação, dentre as quais se preconizam a utilização dos sistemas de consorciação com culturas anuais, florestas ou fruteiras (cultivos múltiplos, policultivos, agroflorestais, agrossilvipastoris) e a prática de rotação de culturas.

ConSORCIAÇÃO 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. Objetiva-se, além da proteção do solo contra erosão, maior índice de uso da terra (ou Índice de Equivalência de Área – IEA), o que expressa seu aproveitamento em relação à unidade de área. Da mesma forma, visa aumentar a produção pelo uso mais eficiente do solo e pelo melhor aproveitamento dos fatores de produção, como água, luz e nutrientes. Outro fator importante dessa diversidade de culturas nos sistemas de consórcios múltiplos é o equilíbrio do ambiente criado no sistema, que propicia melhores condições para o controle biológico de insetos, pragas e doenças, e o fato de as plantas atuarem como barreiras na disseminação desses patógenos. Tem-se ainda que a utilização dos sistemas de consorciação possui como vantagens em relação aos monocultivos a de promover maior estabilidade da produção, melhorar a utilização da força de trabalho, aumentar a eficiência no controle de plantas daninhas, e disponibilizar mais de uma fonte alimentar (humana ou animal) e de renda, como, por exemplo, no período de imaturidade das culturas perenes, como também esses sistemas permitem a diversificação da produção, fator responsável pela redução dos riscos de produção no mercado e pela proteção frente às oscilações sazonais de preços assim como pela geração de renda em curto, médio e longo prazo.

No Brasil, estima-se que cerca de 90% das raízes de mandioca sejam produzidas por estabelecimentos do tipo familiar, e que as áreas dos pequenos produtores respondam por aproximadamente 86% da produção nacional da cultura. Nessas condições, em que a força de trabalho é composta basicamente pela mão de obra familiar e as áreas são minifúndios, os cultivos múltiplos revestem-se de maior importância porque otimizam o uso mais intensivo dos recursos escassos, representados por mão de obra, terra e capital, além de constituírem componentes importantes na segurança alimentar e como fonte de renda para esses pequenos agricultores.

Nesse contexto, as culturas a serem consorciadas ou os sistemas a serem utilizados pelo produtor são determinados por aspectos econômicos regionais e pelas próprias atividades produtivas na sua propriedade. Mesmo porque, na maioria das vezes, o maior desempenho do sistema de cultivo múltiplo utilizado pelo produtor é determinado pelo valor comercial das espécies adotadas.

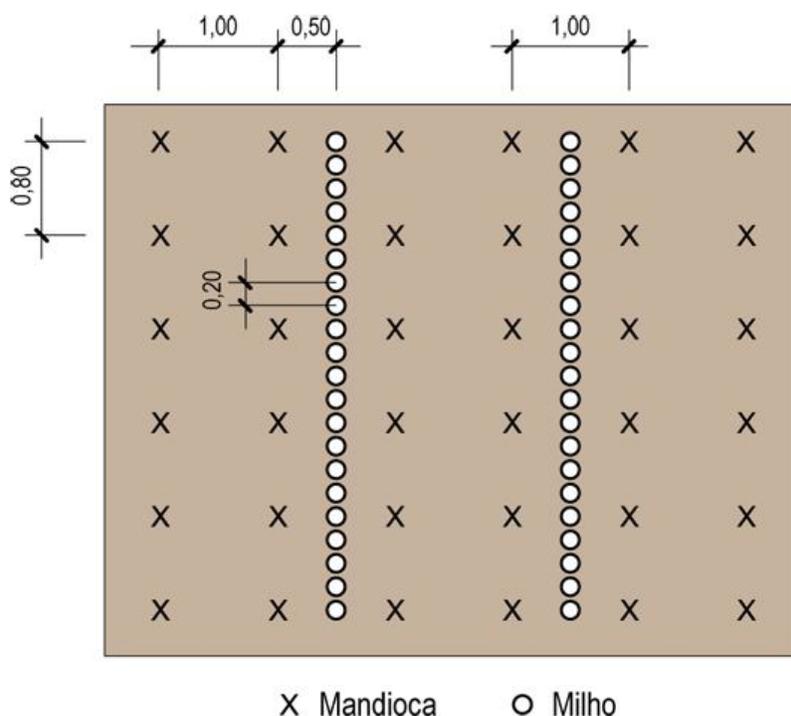
A mandioca pode ser utilizada em policultivos com culturas anuais, perenes, agroflorestais e agrossilvipastoris. Como cultura principal, a mandioca pode ser consorciada com uma série de outras culturas anuais (milho, feijão, amendoim, soja, batata-doce, hortaliças, leguminosas

para adubação verde, entre outras), tanto em sistemas de plantio de fileiras simples quanto em fileiras duplas. O plantio dessas culturas associadas em policultivos numa mesma área deve ser feito procurando distribuir o espaço da lavoura o mais convenientemente possível, buscando uma baixa competição entre plantas pelos fatores de produção, como luz, água e nutrientes. Essa distribuição das linhas de plantio dependerá das características agrônômicas de cada uma das culturas envolvidas na consorciação, especialmente o ciclo vegetativo, as épocas de cultivo distintas e o porte das plantas.

Vale ressaltar que, quanto menor o ciclo vegetativo da cultura consorte a mandioca, melhores serão os resultados positivos advindos da utilização do sistema. Nas condições de Cerrado, de um modo geral, os sistemas mais comuns utilizados pelos pequenos produtores têm sido o consórcio da mandioca com o milho ou o feijão.

Nas fileiras simples, indica-se a distribuição das plantas em forma retangular, com espaçamento de 1,00 m a 1,20 m entre linhas e 0,60 m a 1,00 m entre plantas, sendo que a cultura intercalar é plantada entre duas fileiras simples ou, preferencialmente, entre duas fileiras alternadas com as de mandioca. Ou seja, o plantio de uma a duas fileiras da cultura intercalar alternada com duas linhas de cultivo da mandioca.

Um arranjo, por exemplo, que pode ser utilizado pelo pequeno produtor, é o plantio de uma linha de milho entre duas fileiras alternadas com as de mandioca (Figura 1), ou seja, uma linha de milho a cada duas entrelinhas de plantio da mandioca, para produção de milho verde ou milho grão seco, sendo que os plantios das culturas podem ser simultâneos ou, preferencialmente, o milho plantado cerca de 20 a 30 dias após o plantio da mandioca; ou mesmo outro arranjo, em que uma linha de milho safrinha é plantada alternada em relação a duas entrelinhas da mandioca durante o período do seu segundo ciclo. Nesses arranjos, após a colheita do milho, a palhada poderá ser utilizada na alimentação animal ou distribuída nas entrelinhas da mandioca como protetora e fonte de reciclagem de nutrientes para o solo. Da mesma forma, como exemplo de outros arranjos que poderão ser utilizados é o plantio alternado de uma a duas linhas de feijão intercalar a cada duas entrelinhas de mandioca (Figura 2); ou mesmo o plantio intercalar de uma ou duas linhas de feijão entre duas linhas de mandioca, em que é importante que o espaçamento entre as duas linhas de mandioca seja de pelo menos 1,20 m de distância (Figuras 3 e 4). É importante frisar, também, que, nesses sistemas de plantio, a depender dos objetivos do produtor, e, como já foi mencionado, das condições de mercado, tem-se utilizado sistemas com até cinco ou mais linhas de feijão ou milho, entre as linhas de plantio de mandioca, que são distanciadas em função dos espaçamentos utilizados pelas culturas do feijão ou milho (Figuras 5 e 6).



**Figura 1.** Croqui de sistema de plantio de uma linha de milho alternada em relação às entrelinhas de mandioca (1,00 x 0,80 m).

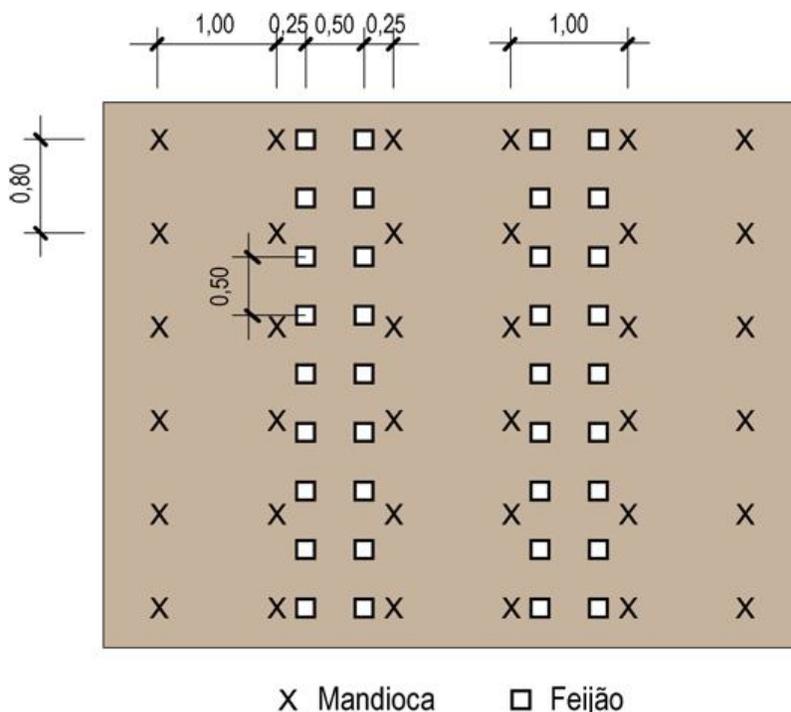


Figura 2. Croqui de sistema de plantio de duas linhas de feijão alternada em relação às entrelinhas de mandioca (1,00 x 0,80 m).

Nesses arranjos de plantio de culturas consorciadas com a mandioca plantada em sistemas de fileira simples, de um modo geral, ocorre uma redução no rendimento de produção das culturas no sistema. Entretanto, existe uma compensação quanto aos aspectos de aumento no índice de aproveitamento da terra, em virtude da maior utilização dos fatores climáticos de produção; maior diversificação de produtos como fonte alimentar e alternativa de renda; além dos aspectos de conservação do solo.

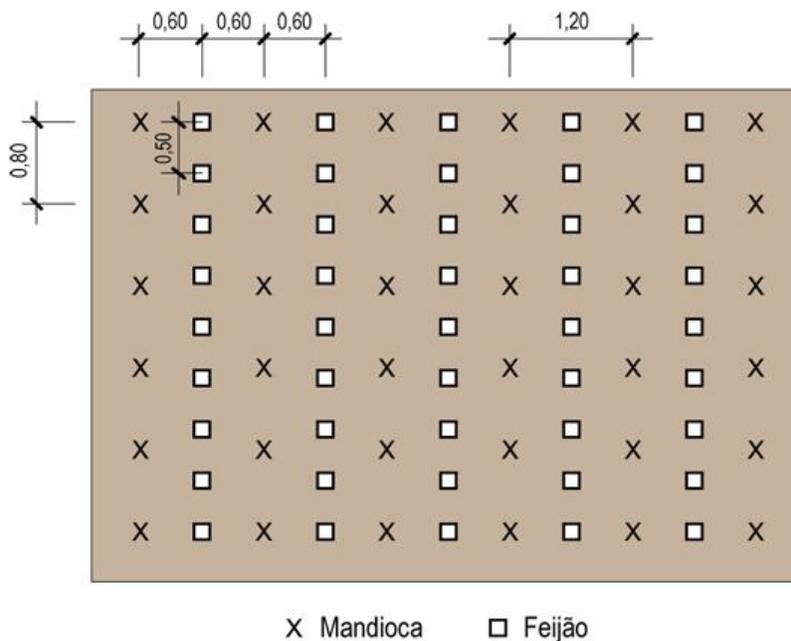


Figura 3. Croqui de sistema de plantio de uma linha de feijão entre duas linhas de mandioca (1,20 x 0,80 m).

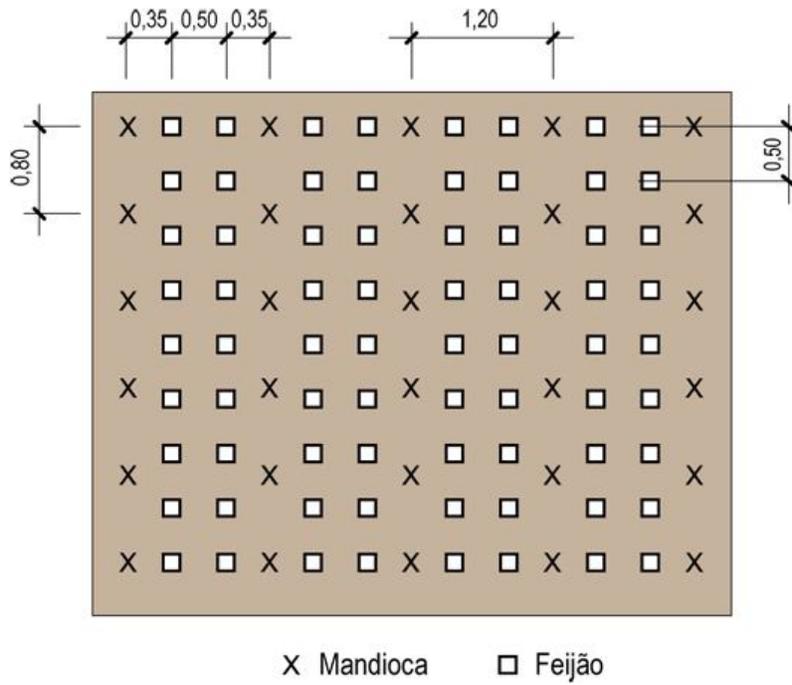


Figura 4. Croqui de sistema de plantio de duas linhas de feijão entre duas linhas de mandioca (1,20 x 0,80 m).

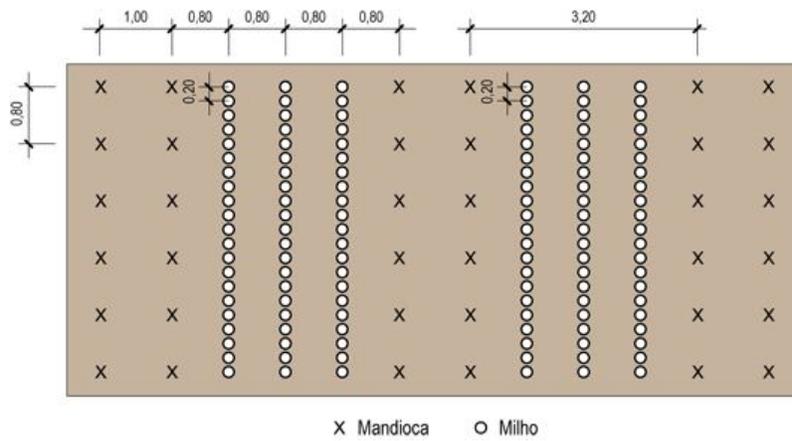


Figura 5. Croqui de sistema de plantio de três linhas de milho alternadas em relação às entrelinhas de mandioca (1,00 x 0,80 x 3,20 m).

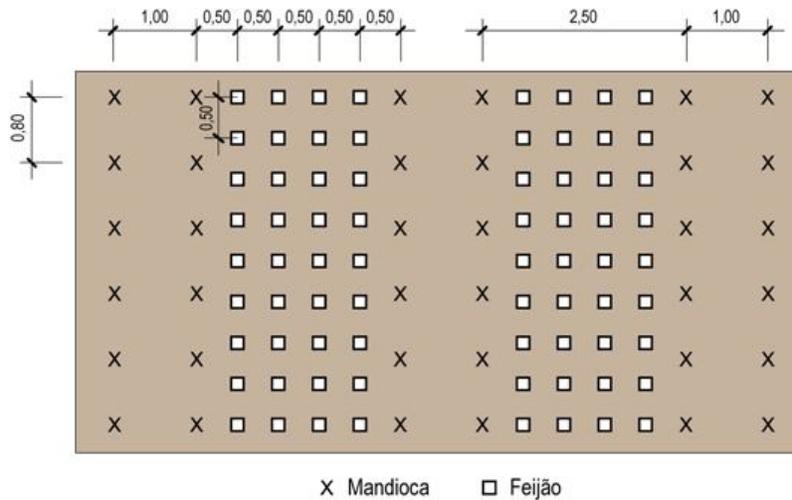


Figura 6. Croqui de sistema de plantio de quatro linhas de feijão alternadas em relação às entrelinhas de mandioca (1,00 x 0,80 x 2,50 m).

Já o sistema de plantio em fileiras duplas é o mais indicado para os arranjos de consórcios de culturas anuais com a cultura da mandioca. Nesse sistema, a distribuição das plantas de mandioca é realizada reduzindo o espaçamento entre duas fileiras simples para 0,60 m ou 0,80 m, deixando um espaço maior (2,00 m a 3,00 m) até as outras duas fileiras simples, também espaçadas de 0,60 m ou 0,80 m, em que o espaçamento das fileiras duplas é formado por 0,60 m x 0,60 m a 0,80 m x 2,00 m a 3,00 m. Nesse caso, recomenda-se de duas ou mais fileiras e, até mesmo, de um a dois cultivos da cultura consorciada, a depender do ciclo e do porte da planta. Como exemplo de arranjo de consórcio que pode ser utilizado é o plantio de uma linha de milho entre as fileiras duplas de mandioca no espaçamento de 0,60 m x 0,80 m x 2,00 m (Figura 7); ou mesmo o plantio de duas linhas de milho, desde que haja uma redução no espaçamento entre as linhas de milho (mantendo a mesma densidade de plantas, por exemplo, e, ao invés do espaçamento convencional de 0,80 m x 0,20 m, utilizar o de 0,40 m x 0,40 m) (Figura 8). A produção poderá ser para milho verde ou grão seco, tanto na safra como na safrinha, e os restos culturais também poderão ser aproveitados na alimentação animal ou na cobertura do solo. Outros exemplos de arranjos que poderão ser utilizados são o consórcio com feijão (Figuras 9 e 10) ou com batata-doce. Para o feijão, é indicado o plantio de duas ou três linhas entre as fileiras duplas de mandioca. No caso da batata-doce, o plantio é feito com mudas em covas divergentes, ou triangular em duas linhas, sobre a leira, camalhão ou canteiro construído entre as fileiras duplas de mandioca.

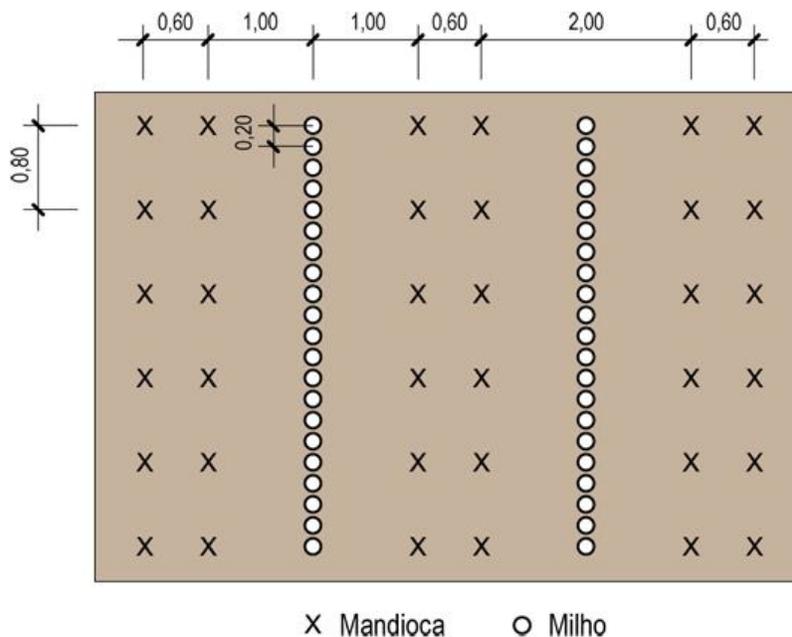


Figura 7. Croqui de sistema de plantio de uma linha de milho entre as fileiras duplas de mandioca (0,60 x 0,80 x 2,00 m).

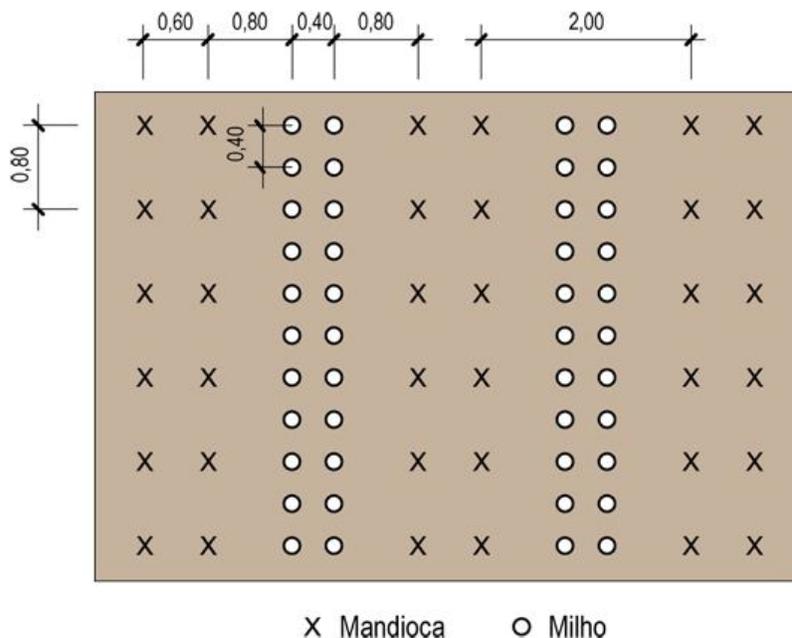
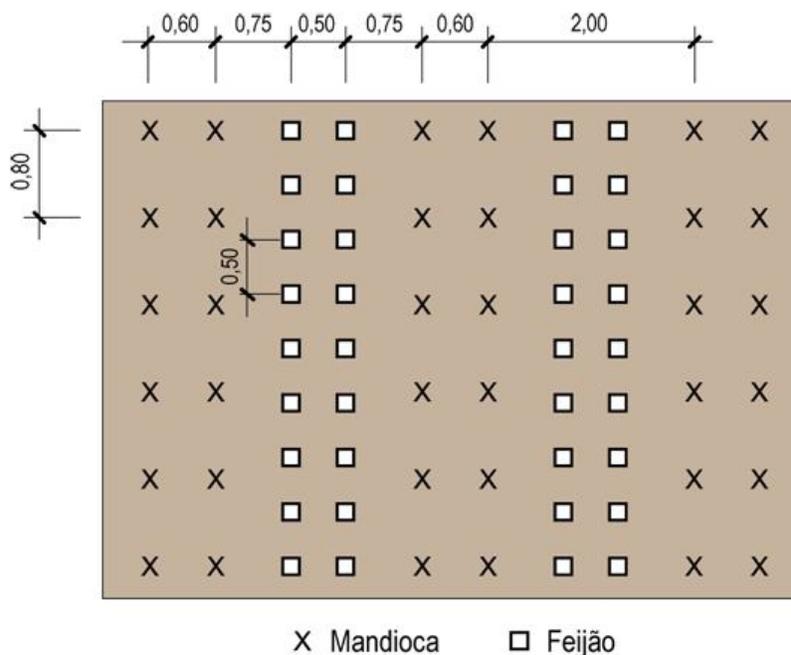
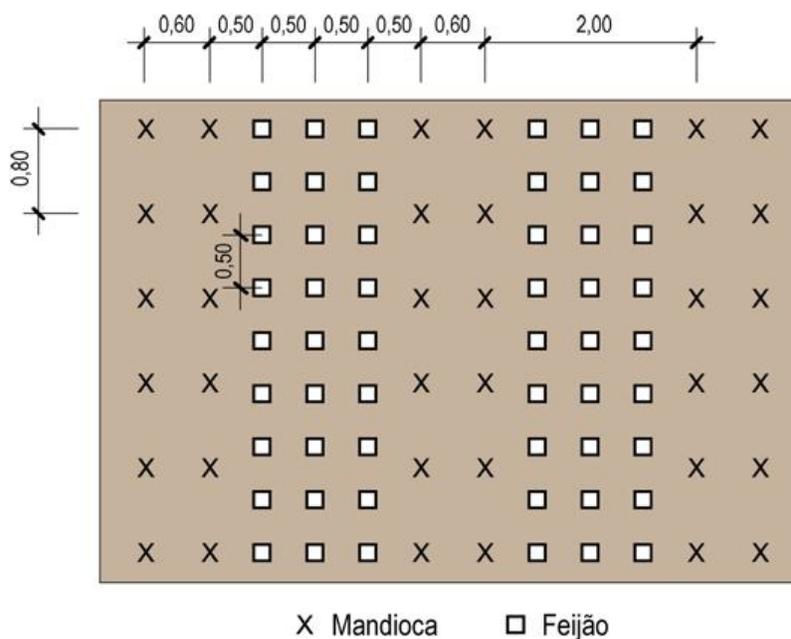


Figura 8. Croqui de sistema de plantio de duas linhas (0,40 x 0,40 x 2,00 m) de milho entre as fileiras duplas de mandioca (0,60 x 0,80 x 2,00 m).



**Figura 9.** Croqui de sistema de plantio de duas linhas de feijão entre as fileiras duplas de mandioca (0,60 x 0,80 x 2,00 m).



**Figura 10.** Croqui de sistema de plantio de três linhas de feijão entre as fileiras duplas de mandioca (0,60 x 0,80 x 2,00 m).

Ainda no sistema de fileira dupla, o arranjo que pode ser utilizado é o plantio de duas a três linhas de leguminosas para adubação verde entre as fileiras duplas da mandioca. Nesse caso, é importante que a leguminosa consorte seja roçada durante a sua floração e a massa verde deixada sobre o solo; e que a espécie a ser utilizada seja de porte rasteiro ou baixo, podendo ser volúvel, mas não trepadeira, como, por exemplo, as crotalárias e o feijão-de-porco.

A mandioca também pode ser usada como cultura consorte em sistemas com culturas perenes ou florestas. Nesses sistemas de consorciação, temos os denominados agroflorestais e agrossilvipastoris. Nos sistemas agroflorestais (SAFs), 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 agrossilvipastoris, a associação tem como elementos consortes as culturas perenes ou florestais, agrícolas anuais ou semiperenes, e gramíneas ou leguminosas como pastagens. Nesses dois arranjos, as culturas anuais entram não só como parte do equilíbrio, mas também como proteção do solo contra erosão e, principalmente, como fonte alimentar e de renda para os agricultores, durante o tempo de imaturidade das culturas perenes e florestais. Nessas condições, a mandioca é utilizada como cultura intercalar, em que o número de fileiras a ser utilizado estará em função da cultura perene e do espaçamento e arranjo espacial de plantio. Assim, a mandioca pode ser associada nas entrelinhas em diferentes sistemas, com culturas perenes como fruteiras tropicais, fruteiras nativas e outras florestais, como eucalipto, pinheiro, seringueira, mogno, teca, entre outras; e em sistemas agrossilvipastoris, com eucalipto e outras.

Nas fruteiras tropicais (manga, coco, laranja, limão, tangerina, abacate, graviola, banana, caju, goiaba e outras) ou nas fruteiras nativas do Cerrado (pequi, baru, cagaita, jatobá, mangaba, araticum e outras), geralmente, os plantios são realizados em linhas ou renques e com espaços

convencionais amplos nas entrelinhas, que são temporariamente ociosos, demandando recursos com práticas de manejo para o controle de erva-daninha, da erosão e de queimadas durante o período seco, tornando interessante seu aproveitamento em SAFs com outras culturas.

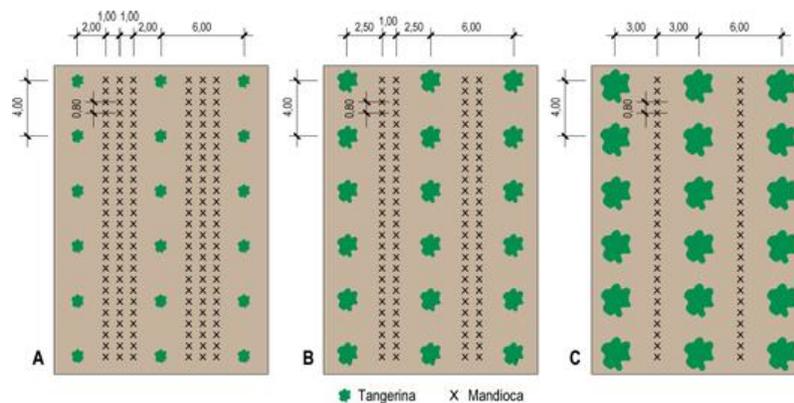
No aproveitamento dessas entrelinhas com a mandioca, como uma das culturas componentes do SAF, é importante que a orientação dessas linhas de plantio seja no sentido leste-oeste, que, além de promover menor sombreamento na cultura da mandioca (e das outras culturas sucessivas que poderão ser utilizadas em rotação), normalmente coincide com a direção dos ventos dominantes, favorecendo a ventilação nas culturas e propiciando a redução na ocorrência de pragas e doenças. Outro aspecto a ser considerado é o número de fileiras de mandioca a serem plantadas nas entrelinhas, uma vez que a cultura da mandioca é exigente em luz solar, e o consórcio deixa de ser importante quando o sombreamento, imposto pela cultura perene, passa a reduzir o rendimento produtivo da mandioca.

Dessa forma, considerando que os espaçamentos a serem utilizados nos plantios das culturas, no sistema consorciado, são os mesmos convencionais recomendados para os plantios em monocultivo, o número de linhas de plantio de mandioca a ser utilizado vai depender do espaçamento das entrelinhas da cultura principal. Entretanto, vale ressaltar a indicação de que a primeira linha de mandioca (espaçamento de 0,90 m a 1,20 m x 0,60 m a 0,80 m) seja plantada a uma distância de pelo menos 1,50 m da área de projeção da copa da cultura perene ou florestal.

Como exemplo de arranjo de consórcio que pode ser utilizado pelo pequeno produtor, há o plantio de três linhas de mandioca para indústria (1,00 m x 0,60 m) entre as fileiras da tangerina ponkan, plantadas estas no espaçamento de 6,00 m x 4,00 m, durante o primeiro ano da cultura; ou o plantio de duas linhas de mandioca nas estrelinhas da tangerina, durante o segundo ano de plantio; ou mesmo o plantio de uma linha de mandioca nas estrelinhas da tangerina, durante o terceiro ano de plantio (Figura 11). Ou seja, à medida que vai aumentando a área de projeção da copa da cultura perene principal, também vai reduzindo o número de linhas consortes de mandioca. Entretanto, vale ressaltar um aspecto importante a ser observado, que é o fato de não se recomendar o cultivo da mandioca em uma mesma área por mais de duas a três vezes consecutivas, como forma de evitar a degradação do solo e o acúmulo de pragas e doenças. Outro exemplo de arranjo é o plantio de uma linha de mandioca entre as fileiras de eucalipto ou mesmo de banana nanica, plantado-a no espaçamento de 3,00 m x 2,00 m somente durante o primeiro ano.

Como forma de ampliar a duração dos SAFs com a cultura da mandioca em rotação com outras culturas anuais de interesse econômico, ou mesmo com leguminosas ou gramíneas, visando ao enriquecimento ou equilíbrio do solo, tem-se utilizado aumentar o espaçamento entre o plantio das fileiras duplas das culturas perenes ou florestais; ou até mesmo aumentando o espaçamento entre renques com três a quatro linhas de plantio das culturas perenes ou florestais. Também nesses arranjos, deve-se atentar para a recomendação de que a primeira linha de mandioca (espaçamento de 0,90 m a 1,20 m x 0,60 m a 0,80 m) seja plantada a uma distância de pelo menos 1,50 m da área de projeção da copa da cultura perene e, conseqüentemente, a variação do número de linhas de mandioca nas entrelinhas das culturas perenes em função do tempo após o plantio.

Vale ressaltar que a escolha das culturas perenes e anuais ou florestais e suas proporções de participação nos sistemas agroflorestais ou agrossilvipastoris deve ficar a critério do produtor, levando-se em conta sua tradição agrícola, o valor relativo dos produtos, as perspectivas e as características do mercado e os aspectos técnicos existentes sobre as culturas. Destaca-se, mais uma vez, que plantios de culturas associadas nesses policultivos, em uma mesma área, deve ser feito procurando distribuir o espaço da lavoura o mais conveniente possível, buscando uma baixa competição entre plantas pela luz, água e nutrientes, além da necessidade de serem utilizadas as tecnologias recomendadas para cada cultura componente do sistema, como adubação, correção do solo e tratamentos culturais.



**Figura 11.** Croqui de sistemas de plantios de consorciação de tangerina ponkan com mandioca durante o primeiro (A), o segundo (B) e o terceiro (C) ano após o plantio.

Quanto à rotação de culturas, ela consiste em alternar o plantio de mandioca com outra cultura em uma mesma área. Considerando que as culturas possuem diferentes exigências nutricionais, estruturas de plantas, profundidade de raízes, capacidade de resistência a pragas e a doenças, a rotação de culturas aproveita essas diversidades em benefício do sistema, tendo entre os principais objetivos melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo; reduzir a incidência de plantas daninhas; e quebrar o ciclo biológico de pragas e doenças. Nesse contexto, a rotação de culturas com o cultivo da mandioca, nas condições de Cerrado, também contribui expressivamente no controle de doenças como bacteriose e superbrotamento, e pragas como ácaros, cochonilhas e percevejo-de-renda, e pela depauperação do solo, inclusive com o aproveitamento da adubação residual da cultura anterior pela cultura da mandioca.

Sendo assim, indica-se que essa prática seja realizada, pelo menos, a cada dois a três cultivos da mandioca, utilizando outras culturas como gramíneas (milho, sorgo, milheto, trigo, cevada) ou leguminosas para produção de grãos (soja e feijão), ou leguminosas para adubação verde (feijão bravo do Ceará, mucuna preta, mucuna anã, crotalárias, feijão-de-porco, feijão guandu, entre outras), ou ainda deixando a área em pousio.

Entretanto, deve-se atentar para as práticas de manejo utilizadas com a cultura anterior, principalmente sobre três aspectos: i) quanto à espécie a ser utilizada, visando evitar culturas que possuem pragas ou doenças comuns com a cultura da mandioca; ii) as leguminosas para adubação verde deverão ser roçadas durante a floração, antes da produção de sementes, e, posteriormente, incorporadas ou deixadas como cobertura morta sobre o solo; principalmente com o feijão bravo do Ceará ou as mucunas; iii) e, principalmente, no que se refere à utilização de herbicidas, uma vez que alguns princípios ativos desses produtos têm apresentado fitotoxicidade na cultura da mandioca quando utilizada em plantio subsequente.

Nas condições de Cerrado brasileiro, como já mencionado, é expressiva a produção de mandioca em estabelecimentos do tipo familiar, onde predominam complexos sistemas de produção, com cultivos múltiplos incluindo culturas anuais e perenes. Sistemas esses que se revestem de maior importância para a utilização de recursos escassos como mão de obra, mas também por constituírem componentes importantes na segurança alimentar e fonte de renda para esses pequenos agricultores. Entretanto, tais sistemas são constituídos, na maioria das vezes, com base nas experiências dos saberes e fazeres do produtor rural e nos conhecimentos teóricos dos técnicos sobre as culturas componentes, uma vez que existem pouquíssimos trabalhos científicos, que demonstrem a viabilidade técnico-financeira desse tipo de sistema. Esse fato salienta, tanto para os sistemas de cultivos múltiplos, quanto para os agroflorestais e as rotações de culturas com a mandioca, a necessidade do incremento de estudos, como também de difusão de iniciativas dessa natureza, para que os agricultores possam adaptar resultados positivos já obtidos às condições de sua região, seu poder econômico e sua possibilidade de comercialização dos produtos finais.

**Autores deste tópico:**Josefino de Freitas Fialho,Eduardo Alano Vieira

## Tratos culturais

**Josefino de Freitas Fialho**

**Eduardo Alano Vieira**

**José Eduardo Borges de Carvalho**

A mandioca é propagada vegetativamente pelo plantio de manivas-semente. 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 plantas daninhas. Estas competirão 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, a densidade e o tempo de convivência das plantas daninhas estabelecidas na área. Competição esta que também estará em função das condições edáficas e das práticas de manejo ou tratos culturais utilizados para a implantação do mandiocal. Sendo assim, estima-se que 50% dos custos de mão de obra para condução de um mandiocal são utilizados para o controle de plantas daninhas, o que representa cerca de 30% a 45% do custo total de produção.

A mandioca é sensível à competição das plantas daninhas nos primeiros quatro a cinco meses do seu ciclo, exigindo que, a partir de 20 a 30 dias após o plantio, ela fique livre da interferência das plantas daninhas por um período de 80 a 100 dias, para se obter boa produção, dispensando, daí em diante, as limpas até a colheita. Esse período é importante para o enraizamento e a tuberização, 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 competição das plantas daninhas 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 das plantas daninhas.

Portanto, é importante que, desde o planejamento do plantio do mandiocal, algumas atividades sejam previstas para reduzir a incidência ou mesmo controlar as plantas daninhas na área, no início de estabelecimento da cultura, e, conseqüentemente, reduzir o uso de mão de obra e os custos de produção. Entre essas atividades, destacam-se: 1) Conhecimento detalhado do tipo (folha larga ou estreita) e intensidade das plantas daninhas, que ocorrem na área a ser plantada, de forma a planejar o tipo de capina ou manejo dessas plantas; 2) Preparo do solo, de forma a inibir a germinação das sementes das plantas daninhas; 3) Práticas culturais recomendadas do mandiocal (seleção de manivas-semente, época adequada de plantio, variedade adaptada, adequado espaçamento e densidade de plantio), visando a uma brotação, a um vigor inicial e ao cobrimento rápida do solo pelas plantas de mandioca; 4) Rotação de culturas, ou seja, evitar repetir o plantio do mandiocal na mesma área, de forma a reduzir a germinação de sementes, reduzindo a densidade e o número de algumas espécies daninhas; 5) Consorciação de culturas, que aumenta o índice de aproveitamento da terra e reduz os espaços e o crescimento das plantas daninhas, devido à competição pelos fatores de produção com a cultura consorte; 6) Uso de plantas para adubação verde em áreas de pouso que prejudicará a germinação de sementes das plantas daninhas, reduzindo a densidade e o número de espécies infestantes da área.

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

O controle manual pela capina com enxada ainda tem sido o mais utilizado em pequenas áreas de plantio ou em áreas de agricultura familiar, 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 das carpideiras de tração animal ou tratorizada nas entrelinhas e da enxada nas linhas de plantio tem sido o mais viável para as pequenas áreas. Outras formas de controle da planta daninha são a capina nas linhas de plantio e a roçagem das plantas daninhas nas entrelinhas; bem como a utilização de cobertura morta nas linhas e na roçagem nas entrelinhas ou a cobertura morta na área total.

A rotação de culturas, como mencionado, reduz a incidência de plantas daninhas no mandiocal e o uso de consorciação com outras culturas ou leguminosas para adubo verde contribui para a redução da incidência de plantas daninhas. Em plantio de mandioca em fileiras duplas, uma prática que contribui para o controle de plantas daninhas e para a incorporação de matéria orgânica ao solo (controlando a umidade e a temperatura e melhorando os atributos físico-químicos do solo), em benefício da produtividade e da qualidade da mandioca, é o plantio de leguminosas (feijão-de-porco, guandu, crotalaria ou leucena) para adubo verde nas entrelinhas. Elas serão podadas no florescimento e colocadas como cobertura nas linhas e nas entrelinhas do mandiocal.

O uso do controle químico, por meio da aplicação de herbicidas, tem sido muito difundido para os plantios em médias e grandes áreas. Na Tabela 1, são apresentados os herbicidas para a cultura da mandioca, registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Vê-se que os herbicidas são seletivos para alguns tipos específicos de plantas daninhas, sendo de folhas estreitas ou largas, daí a importância do conhecimento prévio do tipo e da 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). Vê-se, também, que a maioria dos herbicidas recomendados é aplicado em pré-emergência da cultura da mandioca e das plantas daninhas, portanto deverá ser aplicada em no máximo três dias após o plantio, e, em solos com certa umidade, deve ser evitada a aplicação em solos secos. Entretanto, vale ressaltar que alguns recomendados em pós-emergência deverão ser aplicados em jato dirigido, evitando atingir as folhas da mandioca, e têm ação de pré-emergência para algumas plantas daninhas.

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

Ingrediente ativo	Nome comercial	Dose do produto comercial (L ou kg/ha) <sup>2</sup>	Modo de aplicação	Plantas daninhas
Ametrina	Ametrex WG*	2,0 a 3,0	Pré-emergência	Folhas largas e algumas de folhas estreitas
	Herbipak WG		Pré-emergência da cultura e pré e pós-emergência da planta daninha	
Carfentrazona-etílica	Aurora, Aurora 400 EC	0,05 a 0,075 + 0,5% de óleo mineral	Pós-emergência da cultura e das plantas daninhas com 3 a 4 folhas (jato dirigido)	Folhas largas
Clomazona	Gamit, Clomazone 500 EC	2,0 a 2,5	Pré-emergência	Folhas estreitas e algumas folhas largas
	Gamit 360 CS	2,8-3,5		
Ametrina + Clomazona	Sinerge EC	4,0 – 5,0	Pré-emergência	Folhas estreitas e algumas folhas largas
Metribuzim	Coronelbr, Sencor	0,75 – 1,0	Pré-emergência	
Isoxaflutol	Provence 750 WG	0,10 – 0,125	Pré-emergência	
Flumioxazina	Flumyzin 500, Sumyzin 500	0,12 a 0,20	Pré-emergência e pós-emergência da cultura e das plantas daninhas (jato dirigido)	Folhas largas e algumas folhas estreitas
Fluazifope-P-butílico	Fusilade 250 EW, Pilot	0,50 a 0,75	Pós-emergência	Folhas estreitas
Cletodim	Lord, Select 240 EC, Cletodim Nortox, Cletodim CCAB 240 EC, Poquer	0,35 a 0,45	Pós-emergência	Folhas estreitas

<sup>1</sup>Consulta feita no Agrofit ([http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons) em 20 jun. 2017). Para recomendação e aplicação de agrotóxicos, segundo a legislação em vigor, é necessário receituário agrônomo preenchido e assinado por responsável técnico. O registro de agrotóxicos é dinâmico e as informações do Agrofit devem ser verificadas constantemente. Recomenda-se seguir a bula do produto. <sup>2</sup>Líquido ou em pó.

Tanto em pré como em pós-emergência, o sucesso da aplicação depende do conhecimento da comunidade infestante presente na área, seu estágio de desenvolvimento, escolha do herbicida mais indicado, condições ambientais, condições do equipamento e da sua regulagem.

Vale ressaltar que as informações da Tabela 1 são dos herbicidas indicados e atualmente registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para a cultura da mandioca e foram obtidas na página do AGROFIT, quando consultada em junho de 2017. ([http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons) em 20 jun. 2017). Entretanto, o registro de agrotóxicos é dinâmico e as informações do Agrofit devem ser verificadas constantemente. Da mesma forma, a recomendação e todas as formas de utilização de produto químico na lavoura deverão ser realizadas com base nas bulas de recomendações técnicas de cada produto e ser recomendada por um responsável técnico especializado (RT) e, tanto no preparo da calda como na aplicação desta, sempre deverão ser utilizados os equipamentos de proteção individual (EPIs).

## Podas

A prática cultural de poda na mandioca tem sido questionada por técnicos e produtores, uma vez que, de modo geral, esta reduz a produção e o teor de matéria seca da raiz, aumenta o teor de fibras nas raízes, possibilita a infestação de plantas daninhas, além de propiciar a disseminação de pragas e doenças. Entretanto, em condições especiais, especificada a seguir, ela pode ser feita e classificada como poda total e/ou 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 a 12 meses de idade.

Mandiocais 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 plantas daninhas:** A competição com as plantas daninhas é prejudicial ao mandiocal durante os primeiros 90 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 e facilitar a colheita.

Em mandiocais com área acima de 10 ha e alta infestação por plantas daninhas, a poda total, feita manualmente ou com roçadeira mecânica, tem sido usada para facilitar o controle dessas plantas por meio da aplicação de herbicidas de pós e pré-emergentes (aplicados entre dois a três 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 para 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 quando a planta perde todas as folhas), as plantas se fecham, não permitindo a entrada de luz e, conseqüentemente, reduzindo as plantas daninhas. Assim, não há necessidade da poda total da parte aérea das plantas. Caso a poda seja feita, invariavelmente vai aumentar a quantidade de plantas daninhas na área, o que exigirá maior atenção do produtor e controle mais rigoroso. Esse controle inicial das plantas daninhas logo após a poda permite um desenvolvimento mais vigoroso da parte aérea das plantas, reduzindo a perda no rendimento de raízes, possibilitando maior aproveitamento para alimentação animal na colheita.

2) **Retirada de ramos para manivas-semente:** A obtenção das manivas-semente para o plantio de novas áreas quase sempre é feita pela poda do mandiocal, uma vez que o armazenamento de ramos por longos períodos 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 ramos de uma planta, ou seja, o mínimo necessário para atender a demanda de manivas-semente do novo plantio. É preferível retirar uma rama de uma planta que tem três hastas, deixando duas, do que retirar uma rama de uma planta que tem duas hastas.

3) **Controle de pragas e doenças:** Em alguns casos, a poda tem sido usada como controle e, principalmente, para a redução do inóculo ou da população de pragas e de 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 ou cochonilhas. 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-semente, 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-semente 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, cerca de 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 estivessem aptas para a comercialização e as que o produtor optasse por destinar à formulação de rações.

**Autores deste tópico:**Josefino de Freitas Fialho, Eduardo Alano Vieira,  
Jose Eduardo Borges de Carvalho

## Principais doenças

**Saulo Alves Santos Oliveira**

**José de Ribamar N. dos Anjos**

## Podridão radicular

A podridão das raízes afeta severamente a cultura da mandioca implantada, em particular, em áreas com solos compactados ou sujeitos a encharcamento, por apresentarem má drenagem. Quando as estratégias de controle adequadas não são empregadas, as perdas podem chegar a até 100% nos plantios onde os diferentes patógenos estão presentes.

As podridões radiculares em mandioca são causadas principalmente pelos patógenos *Phytophthora drechsleri* Tucker e *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., não somente pela abrangência geográfica, mas principalmente pelas severas perdas na produção. Alguns estudos mostram que a ocorrência de *Phytophthora* spp. é mais acentuada em plantios de mandioca implantados em áreas sujeitas a encharcamento, com textura argilosa e de pH neutro ou ligeiramente alcalino. No caso de *Fusarium* spp., acredita-se que sua sobrevivência está relacionada a solos ácidos e compactados. Em áreas favorecidas por um microclima, outros agentes causais como *Diplodia* sp, *Neoscytalidium hyalinum*, *Lasiodiplodia* spp. e *Sclerotium rolfsii* Sacc. podem tornar-se patógenos prejudiciais à cultura.

Os sintomas da podridão radicular são bastante distintos em função dos agentes causais. Normalmente, *Phytophthora* spp. infecta a cultura na fase adulta, causando podridões “moles” (Figura 1A) nas raízes, com odores muito fortes, semelhantes ao de matéria orgânica em

decomposição. O aparecimento de sintomas visíveis é mais frequente em raízes maduras; entretanto, existem casos de manifestação de sintomas na base das hastes jovens ou em plantas recém-germinadas, causando murcha e morte total.

No caso do *Fusarium* spp., os sintomas podem ocorrer em qualquer fase do desenvolvimento da planta. A infecção ocorre no ponto da haste junto ao solo, muitas vezes obstruindo totalmente os tecidos vasculares, impedindo a livre circulação da seiva e, conseqüentemente, provocando podridão indireta das raízes. Ao contrário de *Phytophthora* spp., os sintomas provocados nas raízes em função da infecção por *Fusarium* spp. são caracterizados por uma podridão de consistência seca e sem aparente destruição dos tecidos (Figura 1B). No caso das podridões causadas por fungos dos gêneros *Neoscytalidium* e *Lasiodiplodia*, os sintomas mais comuns são lesões escuras (podridões negras) nas raízes e nas hastes de mandioca (Figura 1C).

Foto: Camila Santiago Hohenfeld

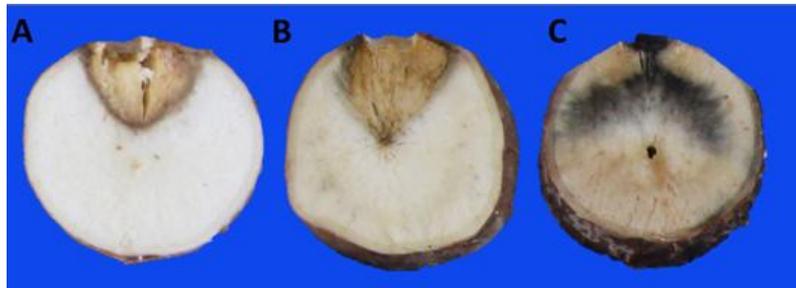


Figura 1. Raízes de mandioca com sintomas de (A) podridão mole; (B) podridão seca; (C) podridão negra.

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

As medidas de controle da podridão radicular envolvem o uso de práticas culturais como rotação de culturas, manejo físico e químico do solo, e sistemas de cultivo. Em áreas mal drenadas e sujeitas a encharcamento, o cultivo em camalhões (leiras) é indicado, principalmente no controle das podridões moles.

## 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 1.200 mm acompanhada de oscilação brusca de temperatura entre o dia e a noite (amplitude superior a 10 °C) durante cinco dias ou mais.

Essa bactéria ataca 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. A bacteriose apresenta um amplo espectro de sintomas, tais como: murcha de folhas jovens (Figura 2), manchas foliares irregulares de aspecto aquoso nos folíolos (Figura 3), cancro e exsudação de goma (ou pus) nas hastes (Figura 4), morte descendente das folhas (Figura 5), culminando com a 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 pelos gêneros *Phytophthora*, *Fusarium*, *Pythium*, *Rosellinia* e *Diplodia*, que ocorrem especialmente em áreas de solos argilosos, mal drenados e com elevado teor de matéria orgânica.

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 as sadias. A entrada da bactéria na planta sadia ocorre por meio de estômatos foliares ou ferimentos causados pelo trânsito de pessoas e animais, e pelo uso de ferramentas e equipamentos contaminados. Por isso, o uso de ferramentas desinfestadas e a restrição do trânsito de pessoas das áreas afetadas para as sadias 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 ou moderadamente resistentes (ver tópico "Cultivares") é o método de controle mais eficiente. Contudo, é recomendada a adoção de medidas complementares de controle, tais como plantio de manivas-semente sadias e originadas de regiões onde a bacteriose não ocorre; 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; uso de ferramentas desinfestadas e restrição do trânsito de pessoas das áreas afetadas para as sadias; rotação de culturas ou pousio da área por até seis meses, eliminando os restos culturais.

Foto: Marília Santos Silva



**Figura 2.** Sintomas de murcha de folhas jovens em mandioca, causados por *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*.

**Foto:** Marília Santos Silva



**Figura 3.** Sintomas de manchas foliares irregulares de aspecto aquoso em folíolos de mandioca, causados por *X. axonopodis* pv. *manihotis*.

**Foto:** Marília Santos Silva



**Figura 4.** Sintomas de cancro e exsudação de goma em hastes de mandioca, causados por *X. axonopodis* pv. *manihotis*.

**Foto:** Marília Santos Silva



**Figura 5.** Sintomas de morte descendente das folhas de mandioca, causados por *X. axonopodis* pv. *manihotis*.

## Superalongamento

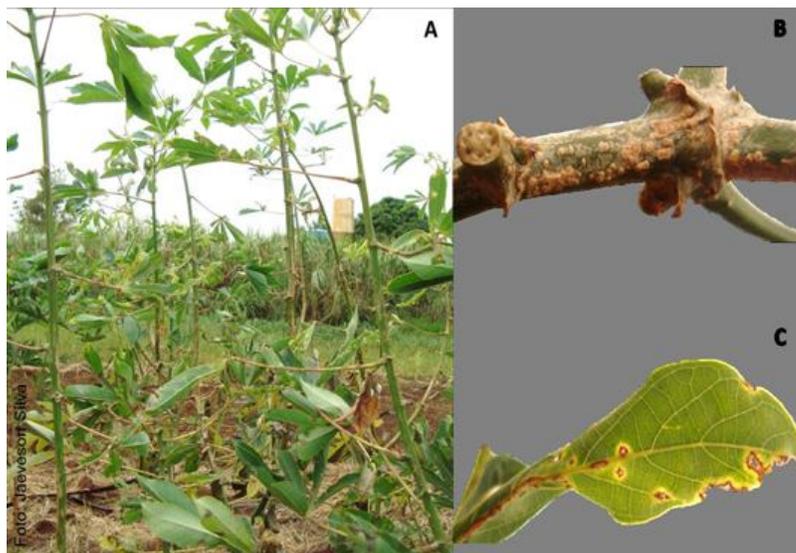
O superalongamento causado pelo fungo *Sphaceloma manihoticola* Bitancourt e Jenkins, entre as doenças causadas por fungos, é uma das mais importantes da cultura da mandioca. A sua ocorrência no Brasil foi constatada pela primeira vez em 1977, nos estados do Amazonas e do Pará; após quase dez anos, foi detectado no Mato Grosso, atacando grandes cultivos comerciais, e também foi observado no Paraná, em São Paulo, no Mato Grosso do Sul, em Santa Catarina, no Distrito Federal e, por último, na Bahia. Na região Centro-Sul, a importância dessa doença vem aumentando ao longo do tempo, sendo comumente encontrada em áreas de cultivos no Paraná e no Mato Grosso do Sul.

Os principais sintomas da doença caracterizam-se pelo alongamento exagerado das hastes jovens devido ao aumento na produção do hormônio giberelina induzido pelo patógeno, formando ramos finos com longos entrenós (Figura 6A). Em casos severos, as plantas afetadas podem ser identificadas pelas lesões típicas de verrugoses nas hastes, pecíolos e nervuras (Figura 6B); também é comum observar retorcimento das folhas; lesões necróticas com presença de halo amarelo e, muitas vezes, com perfurações no centro, além de desfolhamento e morte dos tecidos (Figura 6C). A disseminação da doença é bastante rápida durante a estação chuvosa, pois os esporos são facilmente transportados a longas distâncias pelo vento e pela chuva. Seu estabelecimento em áreas livres ocorre principalmente por meio de manivas-semente contaminadas.

Os prejuízos causados pelo superalongamento dependem da quantidade de inóculo inicial, da suscetibilidade das cultivares utilizadas e das condições climáticas. Em cultivar suscetível originada de plantação afetada, e, com ocorrência de condições ambientais favoráveis à doença, as perdas de produção podem atingir até 70%, enquanto que, em cultivar tolerante, sob as mesmas condições, a perda chega ao máximo a 30%.

As medidas de controle do superalongamento são basicamente a seleção de manivas saudáveis para o plantio, a eliminação de plantas infectadas e a rotação de culturas nas áreas anteriormente afetadas. O fungo do superalongamento só foi encontrado causando doenças em mandioca, por isso, não há restrição quanto à rotação.

**Fotos:** Jaeveson da Silva



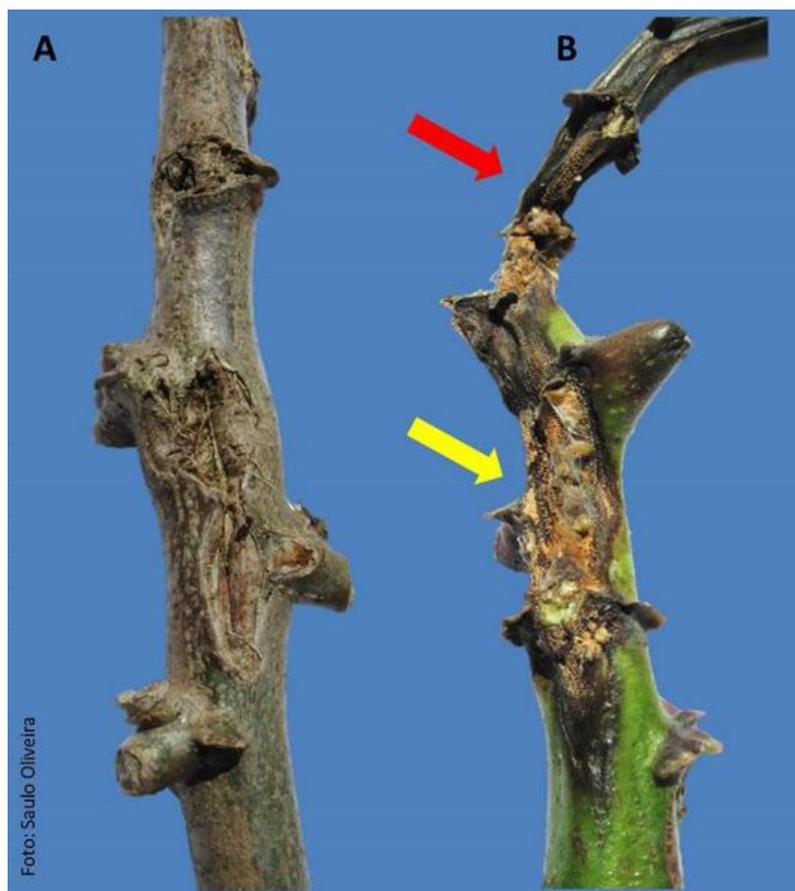
**Figura 6.** Sintomas de superalongamento da mandioca, causado por *Sphaceloma manihoticola*. (A) Plantas de mandioca com presença de alongamento dos entrenós (superalongamento). (B) "Verrugas" em hastes infectadas. (C) Sintomas de manchas foliares com perfurações e halo clorótico.

## Antracnose

Em função das condições ambientais favoráveis ao patógeno e da suscetibilidade das variedades utilizadas, a antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *manihotis* Henn (Penn.) pode causar prejuízos esporádicos ou temporários na mandioca; em determinadas épocas, ela ocorre de maneira mais intensiva, causando perdas significativas na produção de raízes e na redução da qualidade dos produtos. As condições favoráveis à doença são períodos longos de chuva e temperaturas entre 18 °C e 28 °C. A disseminação dos esporos dentro de um cultivo é grandemente favorecida pela chuva.

Sua sintomatologia inclui requeima das folhas afetadas, presença de cancrios elipsoidais nas hastes e pecíolos (Figura 7A), murcha das folhas, morte descendente (*dieback*) e lesões necróticas nos frutos. Em condições ideais para o patógeno, ele produz suas estruturas de reprodução (acérvulos e conídios), que são caracterizados por uma mucilagem róseo-alaranjada em cima das lesões (Figura 7B). As medidas de controle da antracnose são basicamente a seleção de manivas saudáveis para o plantio e a eliminação das partes afetadas das plantas.

**Foto:** Saulo Oliveira



**Figura 7.** Hastes de mandioca com sintomas típicos de antracnose, causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. (A) Cancro em haste de mandioca. (B) Lesão necrótica com centro deprimido; [seta amarela] presença de esporulação característica do patógeno (mucilagem róseo-alaranjada); [seta vermelha] seca de ponteiro

## Superbrotamento

O superbrotamento é uma doença causada por fitoplasma, que tem sido encontrada atacando a cultura da mandioca no Brasil; diferentes casos já foram identificados e possui potencial para se tornar importante nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil.

Em condições altamente favoráveis ao desenvolvimento da doença, pode provocar uma redução de até 100% no rendimento de raízes. O superbrotamento também causa perdas na produção de manivas-semente, tendo em vista que, nas plantas afetadas, as hastes apresentam-se com um tamanho muito reduzido e um excesso de brotação das gemas. Além disso, em hipótese alguma se deve utilizar como material de plantio as manivas oriundas de plantas com sintomas de superbrotamento, em função da sua colonização sistêmica.

Os sintomas da doença caracterizam-se pela emissão exagerada de brotações a partir da haste principal, também chamados de envassouramento (Figura 8) ou vassoura de bruxa, além de provocar raquitismo e amarelecimento generalizado das plantas afetadas (Figura 9). Possivelmente a disseminação da doença ocorre principalmente por meio de manivas-semente contaminadas utilizadas para o plantio, além de vetores transmissores, normalmente insetos de hábito sugador.

O método de controle mais eficiente para o superbrotamento é evitar a introdução de material de plantio de áreas afetadas, por meio de seleção rigorosa do material de plantio. Em áreas de ocorrência da doença deve-se realizar a eliminação de plantas doentes dentro do cultivo (*roguing*).

**Foto:** Marília Santos Silva



**Figura 8.** Sintoma de superbrotamento em mandioca (direita); planta sadia (esquerda).

Foto: Saulo Oliveira



**Figura 9.** Planta de mandioca com sintomas de superbrotamento (fitoplasma), caracterizado pela emissão exagerada de brotações a partir da haste principal.

## Viroses

Pelo menos 17 vírus são descritos infectando mandioca, dos quais oito ocorrem na África e três no Brasil: o mosaico comum, o mosaico das nervuras e o 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 o RNA de fita simples (ssRNA).

Os sintomas descritos são de mosaico típico (alternância de manchas claras com áreas verdes normais) (Figura 10), normalmente leve nas folhas jovens ou de meia-idade. A disseminação do vírus ocorre pelo plantio de manivas infectadas ou por meio de instrumentos de corte (facão, facas da plantadora) contaminados. Nenhum inseto vetor foi relatado até o momento. As medidas recomendadas para o controle da doença são a utilização de manivas sadias para o plantio e a desinfecção dos instrumentos de corte para o preparo das manivas-semente e das plantadoras.

Foto: Paulo E. Meissner Filho



Figura 10. Sintomas de mosaico comum da mandioca, causados pelo *Cassava common mosaic virus*.

### Mosaico das nervuras

Ocorre na Venezuela e no Brasil, é disseminada no Nordeste, mas ocorre 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). As partículas do vírus são isométricas, medindo 50 nm-60 nm de diâmetro, e o genoma é DNA de fita dupla (dsDNA).

Os sintomas caracterizam-se pelo clareamento das nervuras (Figura 11) e pelo enrolamento dos bordos dos folíolos para baixo. Em condições de estiagem prolongada, os sintomas podem desaparecer (fase latente), voltando a se expressarem 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 sadias para o plantio e o uso de ferramentas desinfestadas para o preparo das manivas.

Foto: Paulo E. Meissner Filho



**Figura 11.** Sintomas de mosaico das nervuras da mandioca, causados pelo *Cassava vein mosaic vírus*.

### Couro de sapo

Ocorre em mandiocais 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 sua epiderme torna-se corticosa e fendilhada (Figura 12).

Pode acarretar perdas de rendimento da ordem de 50% a 100%, por isso, é considerada uma das doenças mais importantes da América do Sul. O couro de sapo da mandioca ("cassava frogskin disease", CFSD) é uma enfermidade cuja etiologia é atribuída a um complexo de vírus de dsRNA das famílias *Reoviridae*, *Secoviridae*, *Alphaflexiviridae* e *Luteoviridae*, e fitoplasmas do grupo 16SrIII. Sua disseminação ocorre eficientemente pelas manivas infectadas ou por enxertia, mas diversos estudos indicam também a possibilidade de transmissão pela mosca branca *Bemisia tuberculata*, embora a eficiência desta 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 a queima das plantas infectadas.

**Foto:** Eduardo C. Andrade



**Figura 12.** Sintomas de "couro de sapo" em raízes de mandioca, causados por um vírus ainda sem posição taxonômica definitiva.

### Oídio

O oídio, causado pelo fungo *Oidium manihotis* Henn., apesar de amplamente disseminado em 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 por esporos do fungo (Figura 13), cuja disseminação ocorre principalmente pelo vento. Pela pequena importância da doença, não são recomendadas medidas de controle.

**Foto:** José de Ribamar N. dos Anjos



**Figura 13.** Sintomas de oídio da mandioca, causados pelo fungo *Oidium manihotis*.

## Outras doenças

Doenças de importância secundária estão constantemente presentes em plantios comerciais de mandioca, como é o caso da mancha-marrom, causada por *Passalora henningsii* (= *Cercosporidium henningsii*); queima-das-folhas, cujo agente etiológico é *P. vicosae* (= *Cercospora vicosae*); e mancha-branca, incitada por *P. manihotis* (= *Phaeoramularia manihotis*), sendo que, sob condições de umidade e temperatura elevadas, e na presença de hospedeiro suscetível, essas enfermidades podem causar prejuízos para a cultura. Geralmente, essas doenças não afetam a produtividade final das raízes, entretanto podem ter sua significância aumentada quando se aproveitam folhas e talos de mandioca, por exemplo, para a alimentação animal, já que essas doenças reduzem a qualidade da parte aérea, podendo levar à perda parcial ou total das folhas afetadas. Devida à pequena importância econômica, não se justificam medidas específicas de controle para o complexo *Passalora* spp.

**Autores deste tópico:** Saulo Alves Santos de Oliveira, José de Ribamar N. dos Anjos

## Pragas e métodos de controle

**Charles Martins de Oliveira**

**Rudiney Ringenberg**

Embora a mandioca seja considerada uma cultura rústica, sendo relativamente tolerante ao ataque de pragas, reduções na produção podem ocorrer quando as populações de pragas são altas e as condições ambientais favoráveis. Apenas no continente americano são relatadas cerca de duas centenas de insetos e outros artrópodes associados ao cultivo da mandioca. Cultivada em todas as regiões do País, a mandioca apresenta um conjunto de pragas que ocorre em todas as áreas de cultivo e em outras que apresentam contornos regionais. A região de Cerrado apresenta particularidades no que diz respeito ao clima e à vegetação, e a recente expansão do cultivo da mandioca nesse bioma tem esbarrado em uma série de problemas relacionados ao ataque de pragas. A seguir, são apresentadas as principais pragas que ocorrem nos cultivos de mandioca no Cerrado brasileiro e as principais medidas para seu controle.

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

Os adultos do percevejo-de-renda têm cerca de 3 mm de comprimento, coloração cinza e asas rendadas. A longevidade dos adultos varia de 23 a 90 dias. As ninfas (fase jovem) são de coloração branca, não apresentam asas e são menores que os adultos. A fase ninfal passa por cinco estádios, com duração total de 11 a 13 dias (Figura 1). A oviposição é realizada dentro do tecido foliar, sendo o número de ovos por fêmea variável de 61 a 94. O período embrionário varia de 8 a 15 dias. Ambas as fases do ciclo (jovem e adulto) são encontradas na face inferior das folhas basais e medianas da planta, podendo chegar às folhas apicais em ataques severos. É uma praga de hábito sugador que, no Brasil Central, ocorre no início da estação seca, mantendo-se até o final dessa estação, sendo que a maior infestação ocorre no primeiro semestre do ano, até a desfolha das plantas, concentrando-se no período de fevereiro a maio.

**Fotos:** Silvana Vieira de Paula-Morais



A



B

**Figura 1.** Percevejo-de-renda na face inferior das folhas de mandioca. (A) Adultos (cor cinza) e (B) ninfas (coloração branca).

Os danos são causados tanto pelas ninfas como pelos adultos. Os sintomas do ataque são pontuações amarelas pequenas nas folhas, que se tornam de cor marrom-avermelhada. Na face inferior das folhas, aparecem inúmeros pontos pequenos, de cor preta, que correspondem aos excrementos dos insetos. Pode haver redução na fotossíntese e queda prematura das folhas inferiores. Quando a infestação é severa, pode ocorrer o desfolhamento completo da planta. Perdas no rendimento podem ocorrer, dependendo da cultivar utilizada, idade da cultura, intensidade e duração do ataque. Reduções de 21% e 50%, respectivamente, na produção de raízes e massa verde do terço superior, foram verificadas para diferentes cultivares de mandioca avaliadas nas condições do Distrito Federal. Nesse estudo, as cultivares mansas foram mais infestadas do que as cultivares bravas.

Como formas de controle, recomenda-se a destruição dos restos culturais e o plantio de manivas-semente obtidas de áreas isentas de infestação da praga. Como essa espécie só se alimenta de mandioca, podem-se recomendar também os plantios consorciados e a rotação de culturas, visando quebrar o ciclo da praga. Atenção especial deve ser dada ao período da seca, quando a ocorrência da praga é favorecida. Não existem produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle do percevejo-de-renda na cultura da mandioca, até o momento da publicação deste documento, embora o registro de agrotóxicos seja dinâmico e deva ser consultado o *site* do Agrofit/MAPA para verificação da informação no momento da consulta.

### Ácaros - *Mononychellus tanajoa* (Bondar) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

Na cultura da mandioca no Cerrado, os ácaros mais importantes são o ácaro verde ou ácaro do tanajoá (*M. tanajoa*) e o ácaro rajado (*T. urticae*). Esses ácaros apresentam tamanho reduzido (< 0,5 mm), não possuem asas e passam por cinco fases de desenvolvimento (ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto). Quando adultos, apresentam quatro pares de pernas. O ácaro do tanajoá apresenta coloração geral verde, e o

ácaro rajado também é esverdeado, porém com duas manchas escuras na parte dorsal. O ácaro rajado tem o hábito de tecer finas teias. Vivem em grande número na face inferior das folhas, principalmente na época seca do ano.

Os ácaros ocorrem com frequência em cultivos de mandioca no Cerrado e no Nordeste brasileiros, e atacam a cultura de maneira bastante severa. Alimentam-se do tecido foliar, causando manchas cloróticas, pontuações e deixam a folha com aspecto bronzeado (Figura 2), 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. Esse 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, o seu 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, que são ásperas e de cor marrom, desfolhamento e morte, iniciando-se em sua parte apical.

O ácaro rajado 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 muito reduzidas e os ácaros tecem uma grande quantidade de teias, semelhantes às teias de aranha. As folhas então secam e caem, podendo ocorrer a morte das plantas.

O ataque inicial dos ácaros se dá em plantas isoladas, que posteriormente colonizam grupos de plantas próximas formando focos de infestação ou reboleiras, por fim passando a se distribuir em toda a lavoura. A disseminação dos ácaros dentro da lavoura se dá por vários mecanismos: pelo vento (o mais importante), tráfego de pessoas e animais, e por movimento próprio de planta a planta. Para outras lavouras, a dispersão se dá pelo transporte de material vegetal (principalmente manivas-semente). Os principais fatores que determinam o crescimento populacional desses ácaros são os climáticos, e essas pragas são favorecidas por baixa umidade relativa do ar e altas temperaturas. Além desses fatores, outros, como 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, a eclosão, a sobrevivência das larvas e provoca o aparecimento de inimigos naturais, e as chuvas que concorrem para diminuir a população dos ácaros lavando as folhas, derrubando e matando os indivíduos.

Foto: Charles Martins de Oliveira



Figura 2. Danos provocados por ácaros (seta indica a presença de teias).

Com relação ao controle, 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 são capazes de 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. O uso de extratos vegetais, como o nim, pode resultar em efeitos de mortalidade e declínio da população do ácaro do tanajoá; por exemplo, em testes de laboratório, o uso de extrato feito com o pó de sementes de nim na concentração de 1% pode causar até 84% de mortalidade nas fases jovens dessa espécie de ácaro, podendo chegar a 100% de mortalidade em extratos aquosos a 5% de concentração.

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

São mariposas de hábito noturno, com cerca de 8 cm a 9 cm de envergadura. Apresentam coloração geral cinza, asas posteriores avermelhadas com borda inferior preta e abdome listrado de preto e cinza (Figura 3). Os ovos têm, no início, coloração verde e, depois, tornam-se amarelados, sendo colocados isoladamente nas folhas. As lagartas, única fase do inseto que causa dano à cultura da mandioca, passam, em geral, por cinco estádios de desenvolvimento. A fase larval dura cerca de 15 a 22 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 4). Após a fase de lagarta, o inseto se dirige para o solo e se transforma em pupa. A fase pupal dura entre 15 e 30 dias. O ataque do mandarová é mais comum no início da estação chuvosa, contudo, pode ocorrer em qualquer época do ano. É uma praga de ocorrência esporádica, podendo levar alguns anos para que ocorram novos ataques severos.

Foto: Charles Martins de Oliveira



**Figura 3.** Adulto do mandarová-da-mandioca.

**Fotos:** Charles Martins de Oliveira



**Figura 4.** Lagartas do mandarová-da-mandioca exibindo coloração variada.

Apresentando ampla distribuição no Brasil, o mandarová é considerado uma das principais pragas da cultura da mandioca. As lagartas se alimentam das folhas com grande capacidade de consumo. Uma lagarta no último estágio (cerca de 10 cm comprimento) pode consumir cerca 830 cm<sup>2</sup> de área foliar, o que equivale a nove folhas bem desenvolvidas. Em ataques severos, podem causar a desfolha completa das plantas (Figura 5) diminuindo a produção de raízes entre 50% e 60%, bem como o teor de amido das raízes. A redução na produção de raízes depende de vários 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).

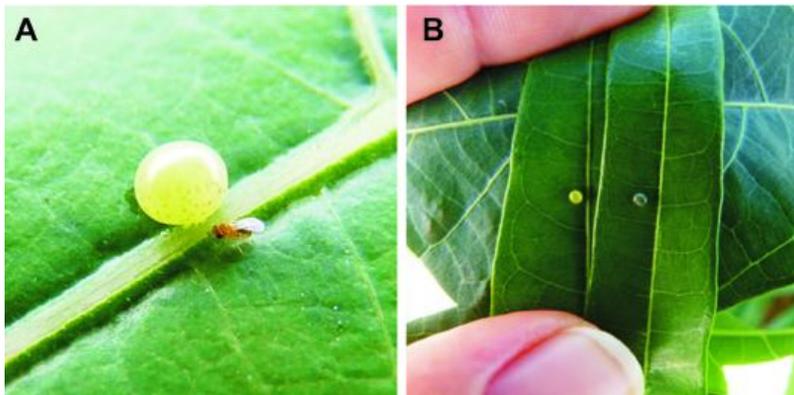
**Foto:** Charles Martins de Oliveira



**Figura 5.** Desfolha provocada pelo mandarová-da-mandioca.

Para cultivos pequenos, a inspeção da cultura permite detectar a presença de lagartas pequenas ou de ovos, que podem ser verdes ou amarelos (ovos viáveis), brancos ou transparentes (eclodidos) ou escuros, indicando que estão parasitados, provavelmente por vespinhas do gênero *Trichogramma* (Figura 6). No caso da detecção de ovos ou larvas pequenas, recomenda-se a catação manual e a destruição. Outra medida que pode ser adotada é a realização de aração do solo para a instalação da cultura, o que proporciona a destruição ou a exposição das pupas aos raios solares e a predadores, e mesmo o enterrio profundo dessa fase do inseto pode provocar a morte da praga. Recomenda-se também evitar plantio próximo de espécies de plantas da família Euphorbiaceae (mesma família da mandioca, como a mamona ou a seringueira), que podem ser hospedeiras da praga, e a rotação de culturas, pois a ausência da planta hospedeira pode auxiliar a quebra do ciclo da praga. Como o acasalamento nessa espécie ocorre à noite nas primeiras 24 horas após a emergência dos adultos, o monitoramento dos adultos pode ser realizado utilizando-se armadilhas de luz instaladas em local alto, em torno de cinco metros (Figura 7), para tornar possível a captura dos insetos logo no início das revoadas. Essas armadilhas 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.

**Fotos:** Vanda Pietrowski



**Figura 6.** Ovos do mandarová-da-mandioca. (A) Parasitoide (*Trichogramma* spp.) próximo a ovo do mandarová; (B) ovos de mandarová nas cores verde (não parasitado) e preta (parasitado).

**Foto:** Rudiney Ringenberg



**Figura 7.** Armadilha luminosa para monitoramento de adultos do mandarová-da-mandioca.

O controle biológico por meio do uso de bioinseticidas à base de *Baculovirus erinnyis* e de *Bacillus thuringiensis* tem se apresentado como uma alternativa para o manejo do mandarová. O baculovirus representa um método viável, seletivo, econômico e seguro, podendo causar mortalidade de até 100% das lagartas. Contudo, sua eficiência depende de alguns cuidados que devem ser observados: 1) qualidade do bioinseticida: está diretamente ligada à fase em que se coleta a lagarta doente para o preparo da calda. A fase adequada é quando a lagarta perde os movimentos, porém antes que haja o escurecimento do tegumento (Figura 8); 2) momento de aplicação: deve ser feita quando as lagartas do mandarová ainda estiverem pequenas (3 cm a 4 cm), aproximadamente 3 a 5 dias após a observação da presença de ovos na lavoura; 3) tecnologia de aplicação: o baculovirus deve ser aplicado com a calda com pH ácido, próximo a 6,0, no final do dia (baixa incidência de luz ultravioleta) e com volume de calda que proporcione molhamento completo da planta. As lagartas podem ser maceradas manualmente ou em liquidificador em um pequeno volume de água, depois o material deve ser coado em gaze ou pano fino e o líquido obtido é então misturado com água no pulverizador. A dosagem ideal a ser utilizada depende muito da qualidade do bioinseticida, mas, em geral, recomenda-se de 50 ml a 100 ml do macerado de lagartas (5 a 10 lagartas) por hectare. As lagartas não usadas devem ser imediatamente conservadas em congelador e descongeladas somente antes da próxima aplicação.

**Fotos:** Vanda Pietrowski



**Figura 8.** Lagarta de mandaróvã morta pelo baculovirus. (A) Momento ideal para coleta; (B) em fase adiantada da infecção, inadequada para coleta e preparo da calda.

O bioinseticida à base de *B. thuringiensis* também apresenta boa eficiência e é altamente seletivo aos inimigos naturais, tendo a vantagem de possuir formulações comerciais (Dipel WP, Thuricide e Bac-Control WP) registradas no MAPA, cuja recomendação é de 250 a 500 gramas por hectare, até o momento dessa publicação. Na aplicação desse bioinseticida devem-se tomar os mesmos cuidados recomendados para o baculovirus.

Os inseticidas utilizados devem ser registrados no MAPA para a cultura. É proibida a utilização de produtos sem o devido registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portanto, para evitar informações desatualizadas em relação a produtos a serem utilizados, consultar sempre o Agrofit ([http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)), na página do MAPA. O registro de agrotóxicos é dinâmico, e as informações do Agrofit devem ser verificadas constantemente. Para recomendação e aplicação de agrotóxicos, segundo a legislação em vigor, é necessário receituário agrônomo preenchido e assinado por responsável técnico.

Na escolha do método de controle, deve-se considerar que o mandaróvã tem um número expressivo de inimigos naturais, principalmente parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma*, que, quando preservados, podem parasitar até 100% dos ovos a partir da segunda geração da praga, recomendando-se, para isso, no controle da primeira geração da praga, o uso dos produtos biológicos (*B. erinnyis* e *B. thuringiensis*).

### **Moscas-brancas – *Bemisia tuberculata* (Bondar) e *Trialeurodes variabilis* (Quaintance) (Hemiptera: Aleyrodidae)**

No Cerrado, as espécies de moscas-brancas mais comuns são *B. tuberculata* e *T. variabilis*; entretanto, *Aleurothrixus aepim* (Goeldi) e *B. tabaci* (Gennadius) também podem ser encontradas em mandiocais nessa região. Em geral, são insetos pequenos (cerca de 1 mm a 2 mm de comprimento), cujos adultos apresentam asas membranosas cobertas com uma pulverulência branca (Figura 9). São bastante ágeis e localizam-se principalmente na parte superior das plantas de mandioca. Quando estão 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 cerca 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. Para *B. tuberculata*, criada sobre mandioca em condições de laboratório ( $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ ; fotofase de 12 horas), o período embrionário foi de 8,8 dias, a fase ninfal de 23,3 dias e o ciclo total do inseto foi, em média, de 32,1 dias.

**Foto:** Charles Martins de Oliveira



**Figura 9.** Adulto de mosca-branca.

Tanto adultos como ninfas sugam a face inferior das folhas, 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 a consequente redução na produtividade e na 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 o aparecimento de um fungo (*Capnodium* sp.) que causa a fumagina, o qual reduz a capacidade fotossintética das plantas.

Visando à redução das populações da praga, recomenda-se o plantio de espécies vegetais não hospedeiras das moscas-brancas, como algumas gramíneas (milho ou sorgo) intercaladas com as plantas de mandioca. O uso de inseticidas não é recomendado por ser ineficiente e por não haver registro de inseticidas para essa praga na cultura da mandioca no MAPA, até a data dessa publicação. 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. As pulverizações devem ser iniciadas logo após a constatação dos primeiros surtos e/ou focos da praga. Outras práticas também devem ser observadas, como: manter a cultura sem mato; não abandonar a cultura afetada para não servir de criatórios das moscas-brancas; destruir os restos culturais após a colheita; adquirir estacas ou manivas-semente isentas da praga; evitar o plantio próximo às áreas infestadas; evitar tráfegar em áreas infestadas; não aproveitar manivas de áreas com a presença da praga.

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

São pequenas moscas (cerca de 4 mm a 5 mm) que apresentam coloração preto azulada com brilho metálico e dois pares de asas transparentes. Os ovos são colocados, de forma isolada, nas partes mais tenras dos brotos das plantas. Esses ovos dão origem a pequenas larvas brancas sem pernas, dentro das brotações (Figura 10). Após a fase larval, os indivíduos abandonam as plantas e passam à fase de pupa no solo. O ciclo completo do inseto (ovo a adulto) dura cerca de 40 dias. Essa praga pode ocorrer durante todo ano, porém alguns estudos têm demonstrado que as maiores populações ocorrem em janeiro, durante o período chuvoso.

**Foto:** Vanda Pietrowski



**Figura 10.** Larvas da mosca-do-broto em ponteiro atacado.

As larvas que se desenvolvem nas brotações se alimentam dos tecidos tenros e provocam a morte dos pontos de crescimento (Figura 11). O dano causado pela praga manifesta-se por meio de uma exsudação amarelada (quando o ataque é recente) ou marrom (quando o ataque é mais antigo), no ponto de crescimento da planta afetada. 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. Os maiores prejuízos podem ser observados quando o ataque ocorre nos primeiros dois meses após o plantio, ocorrendo a diminuição da qualidade e da quantidade de manivas, que, neste último caso, pode chegar a 71%.

**Foto:** Josefino de Freitas Fialho



**Figura 11.** Danos provocados pela mosca-do-broto.

As práticas culturais são as mais indicadas. Depois de detectado o problema, deve-se cortar o broto da planta que contenha as larvas do inseto, e eliminá-lo, para reduzir a população. 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. Plantios fora da época de maior ocorrência da mosca-do-broto diminuem a incidência da praga. Não há inseticidas registrados no MAPA para o controle dessa praga, até a data desta publicação.

## Broca-das-hastes – *Cryptorhynchus rugicollis* (Boheman) e *Cophes granicollis* (Pierce) (Coleoptera: Curculionidae)

Os adultos, chamados de bicudos, são besouros de cerca de 8 mm (*C. granicollis*) a 12 mm (*C. rugicollis*) de comprimento, coloração geral parda e corpo recoberto de escamas. Apresentam o aparelho bucal como um prolongamento em forma de tubo. Os ovos são depositados em orifícios realizados na casca, em ramos primários, próximos ao tronco. Após a eclosão, as larvas penetram na medula da planta e dirigem-se para a base sem, entretanto, atingir a parte subterrânea. As larvas apresentam coloração amarelada, cabeça marrom avermelhada e não possuem pernas (Figura 12). 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, que é a fase que ocasiona os danos, dura entre 54 e 67 dias. As larvas transformam-se em pupas no interior da planta. O ciclo completo do inseto é de 79 a 94 dias.

Foto: Charles Martins de Oliveira



Figura 12. Larva da broca-das-hastes.

O ataque pode ocasionar, principalmente em épocas mais secas, a perda das folhas e a seca da planta. Os danos ocasionados no interior desta podem diminuir a qualidade do material para plantio. Estudos demonstraram que manivas-semente provenientes de plantas atacadas pela broca apresentaram, em média, redução de 41% na brotação e mortalidade progressiva das plantas. As plantas sobreviventes não apresentam crescimento normal (raquíticas). Quando utilizado material de plantio proveniente de área afetada, a mortalidade de plantas pode chegar a até 57%.

O controle com inseticidas é dificultado, já que o inseto vive no interior do tronco da planta, além do que não existe registro de produtos para essa praga no MAPA, até a data desta publicação. As práticas de controle mais recomendadas são a destruição dos restos culturais por meio da queima, da eliminação das partes das plantas com sintomas de ataque da praga ou mesmo das plantas inteiras, a utilização de manivas sadias provenientes de áreas isentas do ataque da broca e utilização de cultivares menos preferidas pela praga. Todavia, nem sempre essas medidas são eficazes para reduzir as populações do inseto, resultando em perdas muitas vezes irrecuperáveis. Neste sentido, recomenda-se, para monitoramento e controle por catação, a utilização da armadilha CNPMF, que usa atrativo alimentar natural (raízes de mandioca).

A armadilha CNPMF é um método eficiente para detecção, monitoramento e controle das broca-das-hastes da mandioca, sendo, até o momento, um dos únicos métodos de controle efetivos descrito para este inseto-praga. A facilidade na implementação desse método o situa como uma ferramenta de aplicação imediata tanto para pequenos quanto para grandes produtores. Para a confecção da armadilha, raízes de mandioca (variedade local atacada) são cortadas longitudinalmente e colocadas sob uma telha de barro, para que sirvam de sítios de alimentação e acasalamento dos adultos. A armadilha é instalada próxima à haste da planta, e deve ser protegida da ação do sol utilizando cobertura vegetal (ex. capim seco) sobre a telha (Figura 13). A coleta de adultos atraídos deve ser realizada a cada dois ou três dias, a depender do nível de infestação da área, sendo as raízes substituídas por ocasião da coleta de adultos a cada 2-3 dias ou, no mais tardar, semanalmente. Os adultos coletados devem ser eliminados. Com o decorrer do tempo, haverá redução populacional da praga na área infestada, devido às coletas de adultos e à interrupção do ciclo biológico da praga.

Fotos: Romulo da Silva Carvalho



**Figura 13.** Instalação da armadilha em campo. (A) e (B) Detalhe de raízes cortadas sob uma telha de barro para que sirvam de sítio de alimentação e acasalamento de adultos; (C) e (D) Colocação da telha sobre a raiz cortada e capim seco sobre a telha para evitar a incidência direta do sol.

### **Cochonilha-das-Raízes – *Protortonia navesi* Fonseca (Hemiptera: Monophlebidae)**

Espécie nativa do Brasil, os adultos dessa cochonilha medem cerca de 8 mm de comprimento, 4 mm de largura e não possuem asas. Apresentam coloração marrom-avermelhada, corpo elíptico com diversas rugas transversais (Figura 14). 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). Nessa espécie, os machos não são conhecidos, havendo no campo apenas fêmeas que, por partenogênese, dão origem somente a outras fêmeas. A praga ocorre durante todo ano. Após o plantio de manivas-semente 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 15). 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. A sua disseminação na lavoura pode ocorrer principalmente por meio do plantio de manivas-semente contaminadas e/ou por meio do transporte dos indivíduos, aderidas a implementos ou mesmo no vestuário de pessoas que circularam em áreas contaminadas.

**Foto:** Charles Martins de Oliveira



**Figura 14.** Adulto da cochonilha-das-raízes da mandioca.

Foto: Charles Martins de Oliveira



Figura 15. Colônia de *Protortonia navesi* nas raízes da mandioca.

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. Estudos registraram a diminuição do poder de germinação de manivas-semente provenientes de plantas atacadas em até 30%. Como dano qualitativo, tem se observado que a intensa sucção dos insetos pode provocar pequenas manchas nas raízes, depreciando o produto.

A utilização de manivas-semente de boa procedência e isentas da praga é a melhor estratégia para se evitar que esses insetos sejam introduzidos em uma 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 tem produzido 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 os meses de novembro e dezembro. A eliminação de plantas daninhas e das plantas voluntárias depois da colheita da mandioca também pode ser um meio importante para se evitar a sobrevivência da cochonilha e a reinfestação da cultura.

## Cupins

São insetos sociais que vivem em colônias. Os operários apresentam corpo delicado de coloração branco-leitoso, não possuindo asas. Os soldados também são ápteros e apresentam cabeça quitinizada e mandíbulas bem desenvolvidas (Figura 16). As formas reprodutivas apresentam dois pares de asas transparentes, que possibilitam a revoada, geralmente no início da estação chuvosa.

Foto: Charles Martins de Oliveira.



Figura 16. Cupins (soldados).

Os cupins atacam as manivas-semente 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-semente sob o solo, faz galerias entre a medula e o córtex, impedindo 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 as quais se localizam os cupins. Podem também afetar o estabelecimento do cultivo, especialmente durante épocas de secas prolongadas.

Recomenda-se manter a área limpa, eliminando-se os restos culturais. Não existem produtos registrados no MAPA para controle de cupins na cultura da mandioca, até a data desta publicação.

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

Dois gêneros de formigas podem ocorrer em mandioca. No gênero *Atta* (saúvas), os indivíduos são maiores e apresentam três pares de espinhos no tórax, e, no gênero *Acromyrmex* (quenquém), os indivíduos apresentam quatro pares (Figura 17). Os formigueiros das quequéns são pequenos e constituídos de poucas panelas. Os ninhos das saúvas são maiores e apresentam um monte de terra solta na superfície, resultado das escavações.

Fotos: Charles Martins de Oliveira

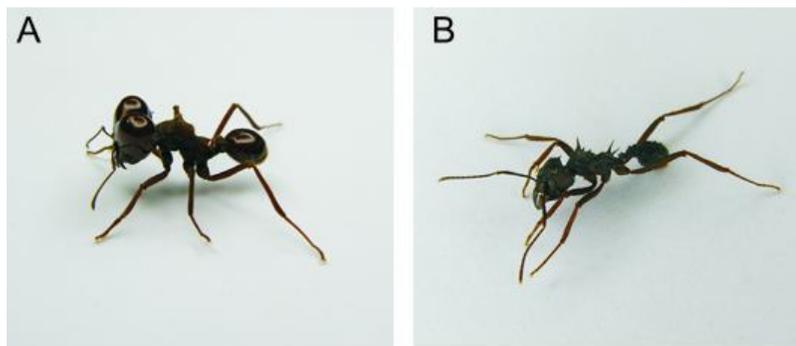


Figura 17. Formigas cortadeiras. (A) Gênero *Atta* e (B) gênero *Acromyrmex*.

Cortam as folhas e os ramos mais tenros, podendo destruir completamente as plantas. Os cortes têm um 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 reflete na redução do armazenamento de carboidratos nas raízes, prejudicando a produção da cultura. Perdas de até 22% em produções já foram relatadas.

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, este se desorganiza e morre. O primeiro passo é identificar os ninhos da praga, observando-se para onde as folhas cortadas estão sendo levadas. Após identificado o formigueiro, o controle pode ser feito utilizando-se inseticidas (formicidas) líquidos, recomendados para 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 também o acompanhamento de profissional legalmente habilitado. A eficiência de 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.

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

Os corós são larvas de besouros. Apresentam corpo de coloração branca-leitosa e formato recurvado (em forma de C), três pares de pernas, cabeça de coloração escura (Figura 18) 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, acasalam-se e colocam pequenos ovos esféricos de coloração branca. Os adultos apresentam coloração geral marrom avermelhada e o corpo recoberto por pelos brancos amarelados (Figura 19). Apresentam corpo ligeiramente alongado e medem cerca de 1,8 cm de comprimento e 0,9 cm de largura. O ciclo completo do inseto é de 1 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.

Foto: Charles Martins de Oliveira



**Figura 18.** Larva de terceiro instar do coró *Phyllophaga capillata*.

Os corós, no Brasil Central (Distrito Federal e Goiás), causam danos à cultura de outubro a março; nesse período, as larvas se alimentam das manivas-semente utilizadas para o plantio, causando injúrias na casca. As brotações também são atacadas e apresentam um anelamento próximo à base ou são completamente seccionadas. As plantas de mandioca apresentam crescimento retardado, amarelecimento e morte, levando à necessidade de replantios nas áreas mais atacadas.

**Foto:** Charles Martins de Oliveira



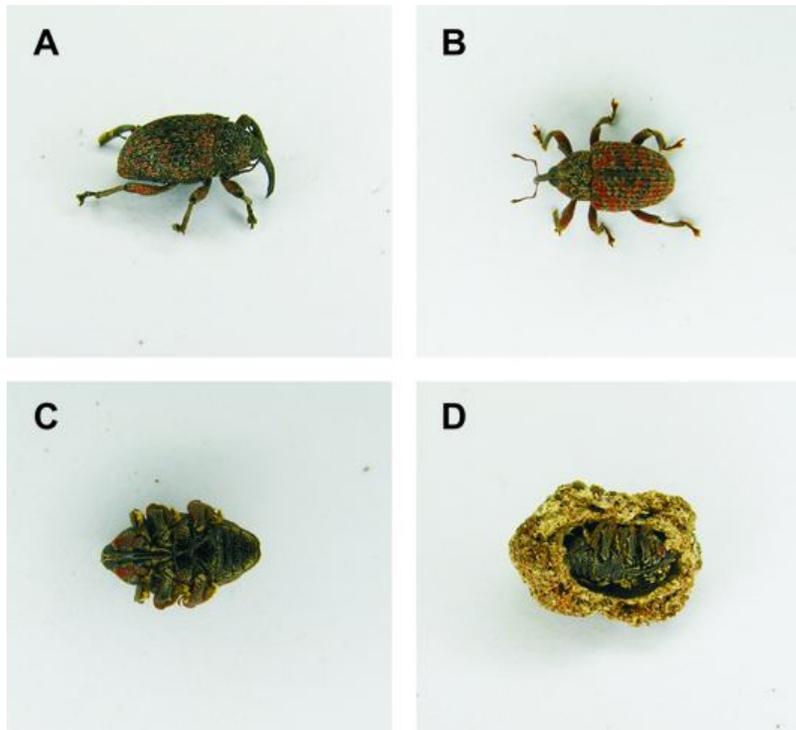
**Figura 19.** Adulto de *Phyllophaga capillata*.

Na região do Distrito Federal e Goiás, onde os problemas com corós são mais comuns, o procedimento mais indicado para o controle dessa praga é o plantio da cultura fora da época (com uso de irrigação, por exemplo) de ataque mais intenso, que ocorre entre novembro e março. 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.

## Broca-das-raízes da mandioca

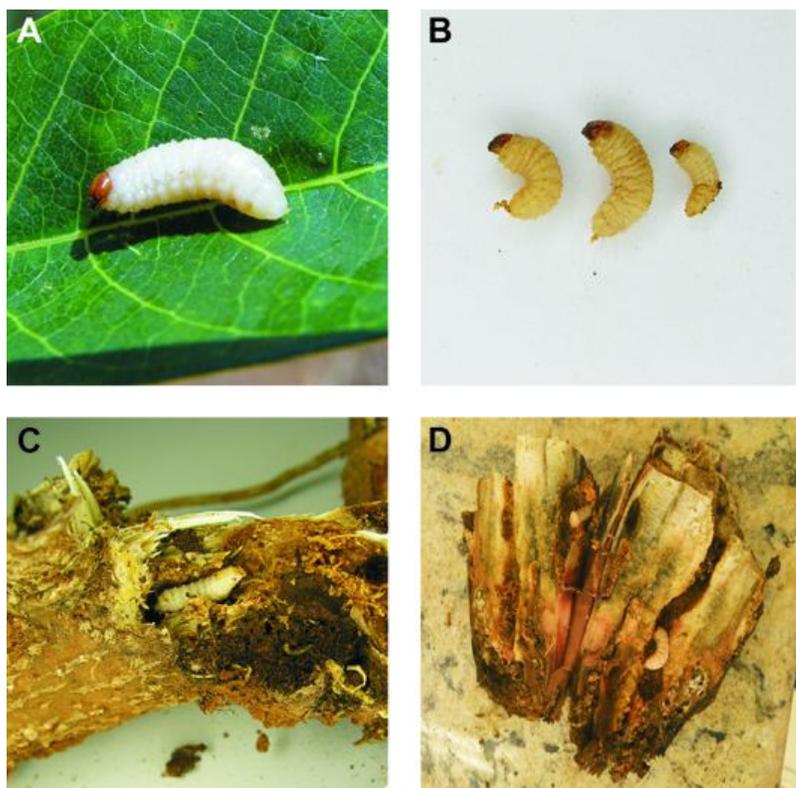
Recentemente, cultivos de mandioca no Cerrado têm sido alvo do ataque de uma nova praga, a broca-das-raízes da mandioca, cuja espécie encontra-se em fase de identificação taxonômica específica. Os adultos dessa nova praga apresentam cerca de 8 mm a 10 mm de comprimento, aparelho bucal alongado em forma de tubo, exibem coloração escura e possuem o corpo recoberto de pelos vermelho alaranjados e brancos (Figura 20). As larvas são do tipo curculioniforme (cabeça distinta, ápoda e levemente encurvada), tem coloração branca, cabeça marrom e aparelho bucal mastigador (Figura 21). No Cerrado, os adultos têm sido coletados por meio de armadilhas iscadas (álcool, abacaxi em fermentação ou melaço), durante todo ano, porém com maior frequência entre os meses de fevereiro e maio.

Foto: Charles Martins de Oliveira



**Figura 20.** Adulto da broca-das-raízes da mandioca.(A) vista lateral; (B) vista dorsal; (C) vista ventral; e (D) adulto no interior da câmara pupal.

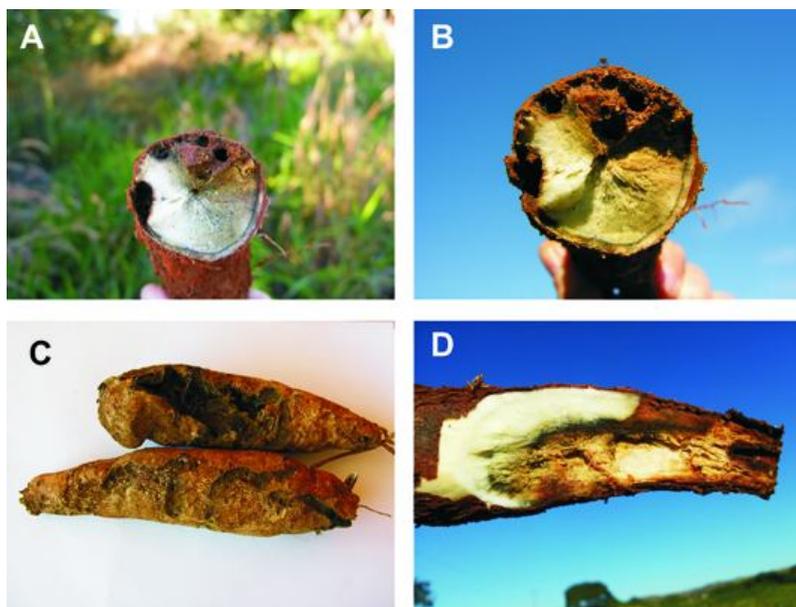
Fotos: A, B e C - Charles Martins de Oliveira; D – Isabela Cristinne Spindola



**Figura 21.** Larvas da broca-das-raízes da mandioca. (A) e (B) larvas em diferentes estádios; (C) larva no interior do coleto de planta de mandioca; e (D) larva no interior da raiz da mandioca.

As larvas da broca se alimentam das raízes da mandioca e, durante esse processo, abrem inúmeras galerias em seu interior. Essas galerias permitem que microrganismos oportunistas invadam as raízes, provocando o total apodrecimento, tornando-as impróprias para o consumo (Figura 22). Perdas de até 100% dos cultivos têm sido comuns em muitas áreas do Cerrado. Ainda no interior das raízes, a broca se transforma em pupa e, posteriormente, em adultos que irão infestar outras plantas.

**Fotos:** Charles Martins de Oliveira



**Figura 22.** Danos provocados pela broca-das-raízes em mandioca. (A) e (B) galerias abertas no interior das raízes; (C) e (D) sintomas de apodrecimento provocados pela broca-das-raízes.

Estudos com a broca-das-raízes da mandioca estão sendo conduzidos na Embrapa Cerrados, porém nenhum método de controle eficiente foi desenvolvido até o momento para o controle dessa nova praga.

**Autores deste tópico:** Charles Martins de Oliveira , Rudiney Ringenberg

## Colheita, pós-colheita e processamento

**Maria Madalena Rinaldi**

**Luciana Alves de Oliveira**

### Colheita e manuseio da matéria-prima

Na colheita de raízes de mandioca de mesa, além da produtividade, devem ser considerados a uniformidade do tamanho das raízes, o tempo de cozimento e a vida útil pós-colheita. Essas qualidades têm sido obtidas, de maneira geral, em raízes oriundas em um ciclo de oito a 14 meses de idade, sendo que essas características são muito influenciadas pela variedade e pelas condições edafoclimáticas. Para as variedades destinadas à indústria (fecularias e farinheiras), a melhor época de colheita tem sido determinada pela produtividade e o teor de amido das raízes. De maneira geral, essas características são obtidas em mandiocais com dois ciclos ou com 18 a 24 meses de plantio. A colheita das raízes de mandioca é uma etapa importante do processamento, sendo uma das fases mais onerosas do sistema de produção, responsável por quase metade do custo da produção. Quanto à época de colheita, a mais indicada é no período de repouso da planta, 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.

A colheita de raízes de mandioca pode ser realizada de forma manual, semimecanizada ou mecanizada. A colheita manual tem sido a mais utilizada em função da predominância de pequenas áreas de plantio. Normalmente é feita uma poda da parte aérea da planta para facilitar o arranquio das raízes ou faz-se o arranquio direto da planta sem a poda. Geralmente, são utilizados enxada, enxadão, picareta ou o "jacaré" (alavanca para arranquio de mandioca) para facilitar o trabalho e evitar a quebra das raízes. Na semimecanizada, é realizada a poda da parte aérea das plantas manualmente ou com roçadeiras mecanizadas e são utilizados fofadores, que facilitam o arranquio manual das raízes; esse manejo é mais empregado em áreas de mandioca para indústria, uma vez que o equipamento pode danificar as raízes. Na mecanizada, existem máquinas que realizam a poda da parte aérea e arrancam as raízes, sendo ainda pouco utilizadas por estar em testes e ajustes.

Para as variedades de mesa ou de indústria, a colheita 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. Outros cuidados importantes devem ser tomados, tais como: evitar danificar as raízes no arranquio e na separação da raiz da cepa; evitar bater ou jogar as raízes, pois isso propicia o apodrecimento e o sabor amargo; para variedades de mandioca de mesa para venda *in natura*, também se deve evitar a utilização das raízes que tenham soltado a película externa, selecionando-se as raízes de tamanho e formato adequados para o armazenamento e o transporte, preferencialmente em caixas plásticas retornáveis ou mesmo 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 é resfriar o produto para retirar o calor de campo em água fria ou em câmara fria. Como na maioria das propriedades rurais ainda não é possível realizar essa operação, 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 são, 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 ou processado o mais rápido possível devido à durabilidade baixa. A raiz de mandioca é um produto vivo e, por isso, após a colheita, irá consumir suas reservas para manter-se nessa condição. Quanto mais adequado for o manuseio do produto, maior será a sua durabilidade (vida útil ou de prateleira).

### Conservação, cozimento das raízes e concentração de compostos cianogênicos

Devido à elevada concentração de água, a conservação das raízes de mandioca no período de pós-colheita é um dos principais problemas. Os fatores que afetam essa conservação consistem no escurecimento das raízes, que está diretamente associado aos danos mecânicos (compressão, impacto, vibração), que ocorrem durante a colheita e o manuseio inadequado após a colheita, sendo que essa alteração se inicia nos locais onde ocorrem esses danos e se espalham por toda a raiz. 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 a 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 a armazenagem das raízes, sendo que a composição química e a concentração de enzimas (que fazem parte da própria raiz) e substratos (nesse caso, o oxigênio do ar atmosférico e compostos presentes na mandioca), provavelmente, são os principais responsáveis. 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 da ação enzimática.

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. Avaliações de cocção em raízes de mandioca são muito variáveis, pois esse fator depende da cultivar, idade da planta, práticas de cultivo, condições ambientais durante o período de cultivo ou que antecede a colheita e o grau de deterioração fisiológica 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. O tempo de cozimento é uma característica importante na seleção de um cultivar de mesa, sendo preferida àquela que apresente menor tempo de cozimento, sabor característico e textura macia.

A mandioca possui glicosídeos específicos, potencialmente hidrolisáveis, que liberam cianeto. Contudo, ela é uma das poucas plantas cuja quantidade de cianeto possível de ser liberado pode causar problemas de toxicidade. Os glicosídeos acumulados na mandioca são a linamarina, que representa 95% do conteúdo total de compostos cianogênicos, e a lotaustralina, representando 5%. Esses compostos variam substancialmente em razão da variedade, das condições de cultivo, da época de colheita e de condições ambientais. O teor de compostos cianogênicos deve ser baixo, sendo a mandioca classificada em dois grupos, em relação ao teor desses compostos. O grupo de variedades de

mandioca mansa (também conhecida como mandioca de mesa, doce, aipim ou macaxeira) caracteriza-se por apresentar teores de compostos cianogênicos abaixo de 50 mg de HCN por kg de polpa de raízes frescas. As variedades com concentrações na raiz fresca acima de 100 mg de HCN por kg de polpa são denominadas bravas ou venenosas. Geralmente o mesmo está relacionado a um sabor amargo das raízes. Porém, há casos em que raízes com baixo teor de compostos cianogênicos podem apresentar sabor amargo.

## Produtos da industrialização

As diferentes alternativas de processamento das raízes de mandioca têm 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.

### Farinha

Segundo a legislação brasileira, farinha é o produto obtido da parte comestível de vegetais ou espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas, por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos. As etapas para a obtenção da farinha de mandioca consistem em colheita, transporte, lavagem das raízes, descascamento e lavagem, ralação ou moagem, prensagem, esfarelamento, torrefação ou secagem, classificação, embalagem e armazenamento sob condição ambiente. A legislação brasileira reconhece dois tipos de farinha: 1) simples: obtida de apenas uma espécie vegetal que deve ser citada precedida da qualificação de sua origem; e 2) mista: obtida com duas ou mais espécies vegetais.

De maneira geral, no Brasil, a farinha de mandioca é classificada em: farinha seca (Figura 1); farinha d' água (Figura 2); farinha de raspa ou apara; farinha do Pará; e farinhas temperadas.



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



**Figura 2.** Fluxograma do processo de obtenção de farinha d'água de mandioca.

A farinha seca é a mais comum no Brasil, a qual é obtida de raízes lavadas, descascadas, raladas, prensadas, peneiradas (esfareladas) e secas em forno, em processo lento ou rápido.

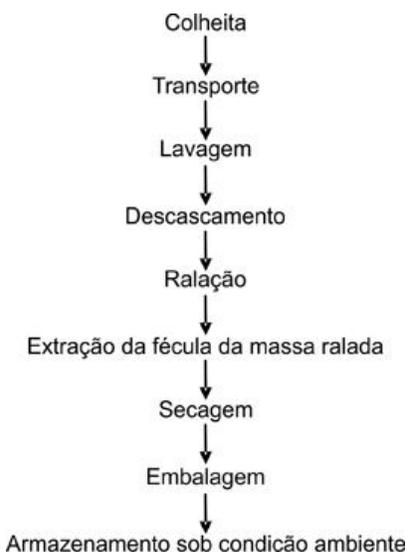
Para a produção de farinha d'água, as raízes são colocadas na água para fermentar por tempo variado, descascadas ou com casca. Depois de amolecidas, as raízes são descascadas com facilidade, caso não o tenham sido anteriormente. Após o descascamento, a mandioca pode ser prensada, essa operação é possível porque as raízes se tornaram muito macias com a fermentação. O processo mais frequente é o de prensagem seguida de duas ralações, a massa deve ser esfarelada em uma peneira e seca em forno quente. A alta temperatura de secagem proporciona à farinha uma granulometria grossa. A farinha do Pará é elaborada a partir de uma mistura de raízes de mandioca não fermentadas e fermentadas, em diferentes proporções.

A farinha de raspa é produzida pela secagem solar ou em secador das raspas de raízes de mandioca, não sendo realizado o processo de torração. As raspas são pedaços ou fatias de mandioca desidratadas que podem ser conservadas por um período mais longo que as raízes frescas. A farinha é obtida a partir da trituração das raspas usualmente em moinhos, seguido do peneiramento. As raspas secas de mandioca podem ser processadas na forma de farinha panificável ou para a alimentação animal (nesse caso, as raízes são cortadas com casca).

A farinha temperada, ou farofa, é produzida por uma mistura da farinha com outros ingredientes. Pode ser feita com qualquer tipo de farinha, dependendo da preferência local. Os ingredientes básicos para a sua elaboração são cebola, alho, sal, pimenta, glutamato de potássio e corante, que pode ser açafrão ou coloral. A quantidade de cada ingrediente é determinada pelo gosto local.

## Fécula ou polvilho

De acordo com a Legislação Brasileira, o amido é um produto amiláceo extraído de partes comestíveis de cereais, tubérculos, raízes ou rizomas, e os amidos extraídos de tubérculos, raízes e rizomas podem ser designados de fécula (Portaria RDC 263 de 22/09/2005). A RDC nº 263 fixa o padrão de umidade para o amido de mandioca em um valor limite de 18% (g por 100 g). A fécula de mandioca recebe também a denominação de polvilho. O polvilho, de acordo com a acidez, é classificado em polvilho doce (Figura 3) ou azedo (Figura 4). O polvilho azedo é um tipo de fécula de mandioca modificado por processo de fermentação e secagem solar, apresentando características bem diversas do polvilho doce. Para a obtenção de polvilho doce, as raízes de mandioca são submetidas ao processo de colheita, transporte, lavagem, descascamento, ralação, extração da fécula da massa ralada, secagem, embalagem, e armazenamento sob condição ambiente. Para a obtenção do polvilho azedo, as raízes são submetidas a colheita, transporte, lavagem, descascamento, ralação, extração da fécula, fermentação, secagem e esfarelamento, embalagem e armazenamento, também sob condição ambiente.



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



**Figura 4.** Fluxograma do processo de obtenção de polvilho azedo.

## Agregando valor à mandioca de mesa

Além da pequena vida útil pós-colheita, as raízes de mandioca, quando fornecidas de forma *in natura*, não garantem 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 à terra aderida, variação de tamanho e rápida deterioração.

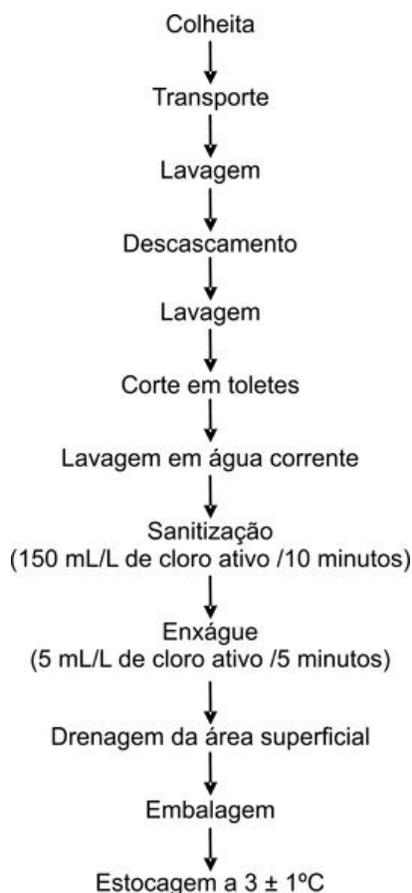
As principais formas de processamento das raízes de mandioca de mesa são: pré-cozida e congelada (toletes e palitos), fritas (“chips”), minimamente processada, esterilizada e embalada a vácuo, descascadas e armazenadas em água e bolinhos de mandioca.

Para todos os processos citados, devem-se utilizar raízes de mandioca 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 com remoção da casca e entrecasca, seleção, lavagem e recepção das raízes são comuns a todos os processos.

### Mandioca minimamente processada

A mandioca minimamente processada (Figura 5) consiste em submeter as raízes de mandioca de mesa às etapas de colheita, transporte, lavagem em água corrente, pesagem, descascamento (casca e entrecasca), lavagem, seleção (descartar as raízes ou partes de raízes que apresentem alguma alteração), lavagem (novamente em água corrente), pesagem (cálculo de rendimento do processo), corte, lavagem em

água corrente, sanitização em solução com hipoclorito de sódio na concentração de 150 mL/L de cloro ativo por 10 minutos, enxágue com o mesmo sanitizante na concentração de 5 mL/L de cloro ativo por 5 minutos, drenagem (escorrimento) da água superficial sobre as raízes por 5 minutos, embalagem em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade com 100 µm de espessura, armazenamento sob refrigeração na temperatura de  $3\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  e 90% de umidade relativa e comercialização do produto. A mandioca minimamente processada deve ser fornecida ao consumidor sob refrigeração, a qual pode ser submetida a vácuo em embalagem adequada com o objetivo de aumentar a vida útil do produto. A mandioca minimamente processada também pode ser comercializada imersa em água. Os resíduos obtidos no processamento mínimo das raízes de mandioca, por sua vez, podem ser utilizados para a alimentação animal.



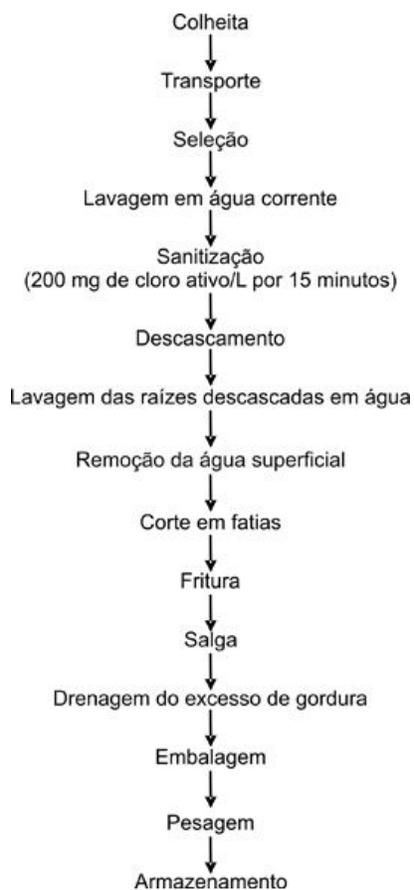
**Figura 5.** Fluxograma do processo de obtenção de raízes de mandioca minimamente processadas.

### Mandioca congelada

O processamento da mandioca congelada segue as mesmas etapas da mandioca minimamente processada. A alteração do processo se dá na diminuição da temperatura de armazenamento, o que acarreta o aumento de vida útil do produto. A mandioca congelada é comercializada nas formas de palito, toletes ou minitoletes. O produto é congelado e mantido em congeladores horizontais ou verticais, na temperatura de  $-18\text{ °C}$ .

### Mandioca chips

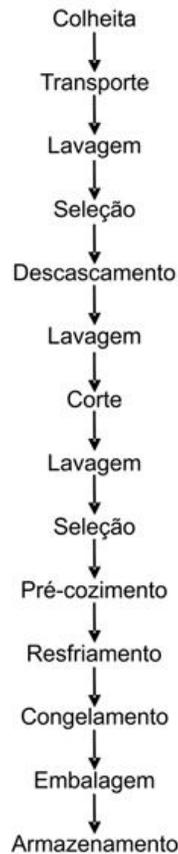
O processamento da mandioca *chips* consiste em colheita, transporte, seleção das raízes, com base no formato e no tamanho (raízes com o formato cilíndrico apresentam maior rendimento de processo), lavagem em água corrente tratada, sanitização com solução de hipoclorito de sódio (200 mg de cloro ativo por litro de solução) por 15 minutos, descascamento (casca e entrecasca), lavagem novamente com água tratada para remoção de resíduos de cascas aderidos, drenagem (remoção) da água superficial, corte em fatias de aproximadamente 0,8 mm, fritura, salga, drenagem do excesso de óleo, embalagem, pesagem e armazenamento (Figura 6).



**Figura 6.** Fluxograma do processo de obtenção de mandioca *chips*.

### **Mandioca pré-cozida e congelada (toletes e palitos)**

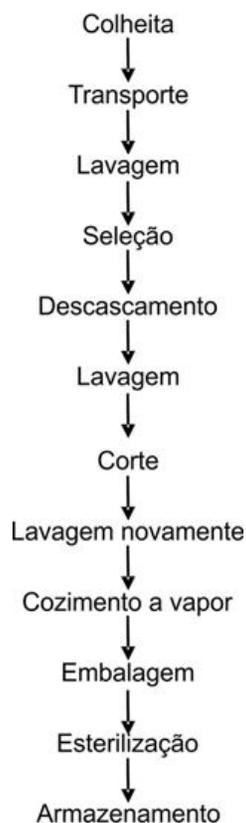
Consiste na submissão das raízes de mandioca de mesa aos processos de colheita, transporte, lavagem, seleção, descascamento, lavagem, corte, lavagem novamente, seleção, pré-cozimento, resfriamento, congelamento, embalagem e armazenamento em temperatura de manutenção do produto congelado (Figura 7).



**Figura 7.** Fluxograma do processo de obtenção de mandioca pré-cozida e congelada (toletes e palitos).

### **Mandioca esterilizada e embalada a vácuo**

Os produtos minimamente processados permitem baixo tempo de armazenamento, sendo que dificilmente se ultrapassam 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, embalado a vácuo (Figura 8).



**Figura 8.** Fluxograma do processo de obtenção de mandioca esterilizada e embalada 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 e lavadas novamente, as raízes são cozidas a vapor, em cozedor contínuo, de acordo com tempo e temperatura definidos pelos fabricantes, e então embaladas a vácuo. Depois de embalados, os produtos devem ser esterilizados, o que permite uma conservação de até seis meses em temperatura ambiente. Para melhorar a conservação e diminuir os riscos de contaminação, é adicionado metabisulfito de sódio de acordo com concentração definida e não fornecida pelas empresas fabricantes do produto.

### Mandioca descascada e armazenada em água

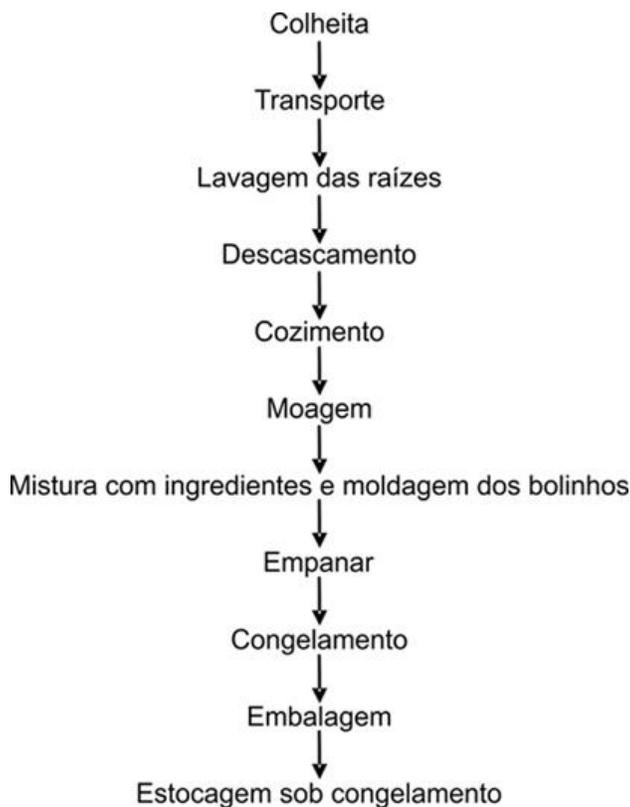
É comum a oferta de raízes de mandioca de mesa descascadas imersas em água. As raízes são submetidas a um processo simples, sem dificuldades adicionais (Figura 9). As etapas consistem em colheita, transporte, seleção, lavagem das raízes em água corrente, descascamento, lavagem, imersão em água no interior 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. Esse 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 desse 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 por insetos, poeira e outros.



**Figura 9.** Fluxograma do processo de obtenção de raízes de mandioca descascadas e armazenadas em água.

### Bolinhos de mandioca

Os bolinhos de mandioca (Figura 10) podem ser fabricados com as aparas da industrialização dos palitos e toletes e das pontas descascadas, ou a partir de raízes de mandioca de mesa inteiras. Nesse último caso, as raízes devem ser submetidas às operações de colheita, transporte, lavagem das raízes, descascamento, cozimento, conforme descritas para a obtenção de palitos e toletes (Figura 7). 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. A operação é facilitada após a mandioca esfriar, pois as raízes ficam menos pegajosas.



**Figura 10.** Fluxograma do processo de obtenção de bolinhos de mandioca.

Após a moagem, a massa é misturada com os ingredientes e a moldagem dos bolinhos. 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 requieijão. 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, o que aumenta a barreira à absorção de gordura no processo de fritura e a crocância. Essa etapa pode ser realizada em uma máquina automática, na qual os bolinhos atravessam o processo de empanar sobre uma esteira metálica. Após essa etapa, os bolinhos podem ser submetidos a outra máquina, esta revestida internamente com *teflon*, para evitar a adesão do produto. Essa etapa tem o objetivo de deixar os bolinhos mais regulares. A próxima 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.

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

**Autores deste tópico:** Maria Madalena Rinaldi, Luciana Alves de Oliveira

## Mandioca na alimentação animal

**Francisco Duarte Fernandes**

**Roberto Guimarães Júnior**

**Josefino de Freitas Fialho**

**Eduardo Alano Vieira**

A alimentação representa a maior parte dos custos de produção animal. A redução dos custos dos sistemas de produção vem despertando o interesse por pesquisas de alimentos alternativos que substituam de maneira eficiente as fontes de energia (milho) e de proteína (farelo de soja), ingredientes que mais oneram a produção da ração para os animais. As pesquisas indicam que o produtor poderá reduzir os custos com a produção de ração aproveitando integralmente a planta de mandioca.

A planta de mandioca integral é um alimento apropriado para todas as classes de animais, ruminantes (bovinos, bubalinos, caprinos e ovinos) ou não ruminantes (aves e suínos). São muitas suas possibilidades para suplementar os animais. Raízes e seus subprodutos, parte aérea fresca, feno e silagem da parte aérea, estão entre as opções. As raízes são grande fonte de energia para alimentar todas as espécies de animais. A parte aérea, ou rama, é rica em proteínas, concentradas principalmente nas folhas. Estudos indicam que a raiz de mandioca e seus subprodutos podem ser incluídos na formulação de rações para todos os animais domésticos, para substituir cereais como o milho, porém devem ser complementadas com fontes de proteínas, que podem ser a própria parte aérea da mandioca.

No Brasil, no sistema tradicional de produção de mandioca, apenas 20% do total da parte aérea produzida numa área é aproveitada para o replantio, restando no campo 80% de um produto de alto valor nutricional para a alimentação animal, especialmente de bovinos, caprinos e ovinos (ruminantes). Isso equivale a, mais ou menos, 14 a 16 milhões de toneladas de parte aérea da mandioca deixada no campo anualmente. Experimento realizado em Planaltina, Distrito Federal, mostrou rendimento de massa fresca da parte aérea de mandioca de mesa de 27 t/ha, correspondendo a 22% do terço superior, 31% de folhas e 47% dos dois terços inferiores.

Todo esse produto deixa de ser aproveitado para alimentação animal. Como volumoso, a parte aérea da mandioca possui altos valores de proteínas, açúcares, vitaminas e minerais, além de excelente aceitabilidade pelos animais. Trabalhos de pesquisa têm mostrado que a parte aérea total contém entre 12% e 18% de proteína bruta, na matéria seca, enquanto só as folhas podem atingir de 28% a 32%.

A planta de mandioca apresenta glicosídeos cianogênicos que, quando degradados, geram o ácido cianídrico que pode causar intoxicação aguda, com risco de morte para os animais. As variedades de mesa, denominadas "mansas", apresentam baixo teor de ácido cianídrico nas raízes tuberosas, mas as variedades para indústria, as "bravas", apresentam teor elevado desse princípio tóxico. As experiências mostram que o produtor deve ser prudente quando pensar em fornecer produtos de mandioca na forma fresca aos animais, mesmo que sejam provenientes de variedades de mandioca mansa. Tecnologias já existentes têm potencial para evitar a intoxicação dos animais alimentados com mandioca. A desidratação (secagem) ao sol ou à sombra, por exemplo, é um processo simples e eficiente para reduzir a concentração do ácido cianídrico e que pode ser realizado na propriedade rural, quando as condições climáticas são favoráveis, por um período de um a três dias. O processo de ensilagem também reduz o potencial tóxico do ácido cianídrico e assim pode ser fornecida aos animais sem riscos. Trabalhos realizados avaliando a parte aérea de mandioca ensilada e fenada comprovam que esse material tem boa conservação e pode ser uma boa opção para a alimentação de ruminantes nas regiões em que a mandioca é cultivada, diminuindo, assim, os custos da produção animal, além de reduzir o potencial tóxico do ácido cianídrico.

## Raspas de mandioca

As raízes da mandioca são extremamente perecíveis, devido ao seu elevado teor de umidade, e normalmente não podem ser armazenadas por mais de três a quatro dias sem cuidados especiais. As raízes podem ser transformadas em raspas e armazenadas e, dessa forma, podem ter um maior aproveitamento. A raspa de mandioca pode ser produzida em nível de fazenda. O processo de produção consiste, basicamente, em lavar e triturar as raízes e posterior secagem ao sol, conforme segue:

**Lavagem:** o primeiro passo, após a colheita, para a produção das raspas é a lavagem das raízes, que deverá ser realizada de maneira simples, por meio de uma caixa de fundo perfurado, ou simplesmente em uma superfície cimentada, onde se possa jogar água com pressão.

**Trituração:** após a lavagem, as raízes deverão ser trituradas, com o objetivo de facilitar a secagem. A trituração poderá ser feita com faca ou facão e, quando o volume a ser processado é grande, com moinho de martelo (acoplado somente com facões) ou com fatiador de raízes. Nessa fase, é importante lembrar que, seja qual for o maquinário ou a ferramenta utilizada para a trituração das raízes, a produção de raspas será possível, porém a influência no rendimento operacional e na eficiência da secagem será de importância fundamental nos custos da produção.

**Secagem:** a secagem se realiza mediante sistemas naturais (energia solar) ou artificiais, empregando outras fontes de energia. Essa é a operação mais importante no processo de preparação de raspa, em razão da necessidade de baixar o teor de umidade de 60%-70% nas raízes para 14% nas raspa. No processo de secagem ao sol, deve-se espalhar de oito (8) a dez (10) quilos do material triturado por metro quadrado (m<sup>2</sup>) em uma área cimentada ou sobre lona plástica, ou ainda bandejas com fundo de tela. Para acelerar o processo de secagem, o material deve ser uniformemente espalhado e revirado de seis a oito vezes ao longo do dia. A secagem é um processo importante para conservar a qualidade das raízes após a colheita, facilita seu uso na composição das rações, eleva a concentração de nutrientes e facilita a conservação dos alimentos, além de ser um dos métodos mais eficientes na redução da toxicidade.

**Rendimento, armazenamento e utilização:** o índice de eficiência na produção de raspa de raízes de mandioca situa-se de 30%-40%; isto é, para cada 100 quilogramas de raízes são produzidos de 30 a 40 quilogramas de raspa, dependendo da variedade, da idade da planta, da umidade inicial, da densidade e das condições climáticas. Após o processo de secagem, a raspa pode ser armazenada diretamente a granel ou em sacos de rafia. O local de armazenamento deve ser seco e bem ventilado.

## Feno da parte aérea

O processo de produção de feno consiste basicamente no corte da parte aérea, na trituração e na exposição ao sol para secagem, quando as condições climáticas são favoráveis; ou seja, boa insolação, alta temperatura e baixa umidade relativa. **Corte:** poderá ser manual, empregando-se tesoura, facão, ou com o auxílio de máquinas. **Trituração:** a parte aérea das plantas é passada em máquina forrageira, que tritura o material em pedaços de dois a três centímetros. Quando não tem forrageira, o produtor pode cortar a parte aérea com a faca ou o facão. A trituração deverá ser iniciada logo após o corte, para que se acelere a perda de umidade. **Secagem:** a secagem do material é uma das etapas mais importantes no processo de fenação, pois dela dependerá, em grande parte, a qualidade do feno. Deve ser rápida e criteriosa, para que sejam mantidos todos os princípios nutritivos do material original. O material triturado deve ser colocado sobre lona plástica ou área cimentada, com área suficiente para espalhar o material em camada de até dez centímetros, para permitir uma secagem uniforme e facilitar o revolvimento. O revolvimento, ou viragem, deverá ser realizado de quatro a cinco vezes por dia, principalmente nas primeiras horas após a trituração, para expor uniformemente o material aos raios solares. Recomenda-se que o produtor disponha de uma lona plástica para a proteção do material por ocasião do orvalho e das chuvas. A secagem também poderá ser realizada em galpões cobertos e arejados. Nesse caso, o ponto de feno é alcançado com maior tempo de exposição e conseqüentemente maior número de viragens. O ponto de feno é alcançado quando a umidade do material atingir de 10% a 20%, sendo que o período de secagem para obtenção desse ponto depende das condições de temperatura, vento, umidade relativa do ar, presença de nuvens, número de viradas, entre outras.

**Rendimento, armazenamento e utilização:** a taxa de eficiência na produção situa-se entre 20% e 30%, isto é, para cada 100 quilogramas da parte aérea são produzidos de 20 a 30 quilogramas de feno, dependendo da variedade cultivada, da idade da planta, da densidade de plantio e das condições climáticas. O feno deve ser conservado em sacos de aniagem ou rafia e, em seguida, estocado sobre estrados de madeira em local bem arejado, alta temperatura, baixa umidade relativa e protegido de chuvas. O material ensacado ocupa menor espaço, tem melhor conservação, facilita o transporte e o fornecimento, como também possibilita o controle da disponibilidade do feno. O feno da parte aérea de mandioca pode ser fornecido para ruminantes como única fonte de volumoso (silagem).

## Silagem da parte aérea

A produção de silagem é um dos processos mais importantes na conservação de plantas forrageiras, para servir como alimento, principalmente durante o período de escassez de pastagens, processo este de grande importância econômica para a maioria dos países do mundo, inclusive o Brasil, em virtude da produção irregular das plantas forrageiras durante as estações do ano. O processo de ensilagem tem também seus problemas; mas, comparado com o de fenação, apresenta algumas vantagens. Além de não depender muito dos fatores climáticos, conserva melhor os valores nutritivos e evita a excessiva perda de folhas. Há evidências científicas de que a parte aérea da mandioca apresenta características adequadas para o processo de ensilagem, sendo possível produzir uma silagem de boa qualidade, sem a inclusão de aditivos.

O processo de ensilagem consiste basicamente em corte da parte aérea, trituração, enchimento do silo, compactação e vedação do silo. **Colheita:** cortar a parte aérea da planta 15 cm acima do solo, quando a planta estiver com a idade de, pelo menos, seis meses. Neste período, a parte aérea já está desenvolvida, com teor de MS entre 25% e 30%. **Trituração:** triturar em partículas de 1 (um) a 2 (dois) centímetros de comprimento, diretamente dentro do silo. As máquinas têm de estar preparadas para fazer o corte da forragem com o tamanho de partícula adequado. A trituração do material visa facilitar a compactação, bem como o rompimento das células, permitindo uma atuação imediata dos microrganismos. **Enchimento do silo:** o enchimento do silo deve ser feito o mais rápido possível. O material deve ser distribuído por todo o silo, em camadas de, aproximadamente, 20 centímetros. **Compactação:** após a colocação de cada camada de 20 centímetros no silo, deve-se fazer a compactação. A compactação é fundamental para a qualidade final: ao expulsar o ar presente entre as partículas de forragem, são minimizadas as perdas por respiração, é melhorada a estabilidade aeróbica da silagem e também é aumentada a capacidade de estocagem do silo. **Vedação do silo:** a vedação é feita com uma lona de plástico, e posterior colocação de uma camada de terra. A vedação do silo é importante, pois evita a penetração de ar e água. Deve-se também fazer uma valeta no entorno do silo para proteção da silagem contra as águas de chuva. O silo pode ser aberto 30 dias após o término do seu enchimento. As operações devem ser realizadas com rapidez para que se obtenha uma silagem de boa qualidade. A silagem também pode ser feita com as raízes, mas o ideal é fazer com a parte aérea, para não desperdiçar um excelente material. A silagem da parte aérea da mandioca pode constituir-se na única fonte de material ensilado ou pode ser consorciado com capim, assim como o seu fornecimento também pode ser em substituição à silagem de milho, por exemplo, ao nível de 60% para vacas leiteiras.

**Autores deste tópico:**Francisco Duarte Fernandes ,Roberto Guimarães Júnior ,Josefina de Freitas Fialho,Eduardo Alano Vieira

## Mercado e comercialização

**Carlos Estevão Leite Cardoso**

## Caracterização da cadeia produtiva: mercado e comercialização

Apesar da grande diversidade, o sistema produtivo da cadeia da mandioca apresenta três tipologias básicas: a unidade doméstica, a unidade familiar e a unidade empresarial. Essa tipologia leva em consideração a origem da mão de obra, o nível tecnológico, a participação no mercado e o grau de intensidade do uso de capital na exploração.

A unidade doméstica é caracterizada por usar mão de obra familiar, não utilizar tecnologias modernas, pouco participar do mercado e dispor de capital de exploração de baixa intensidade. A unidade familiar já adota algumas tecnologias modernas, tem uma participação significativa no mercado e dispõe de capital de exploração em nível mais elevado. A contratação de mão de obra de terceiros é a característica marcante da unidade empresarial que, juntamente com as unidades do tipo familiar, responde pela maior parte da produção de raízes no Brasil.

O segmento de processamento da cadeia da mandioca está intimamente relacionado com o uso das raízes: farinha ou fécula (polvilho doce ou azedo). A escala de operação das indústrias de processamento de farinha vai desde as pequenas unidades artesanais de processamento (comunitárias ou privadas), existentes em todo o Brasil, até as unidades de grande porte que processam, em média, 300 sacas de farinha por dia, passando pelas unidades de médio porte (100 sacas por dia). A maioria das fecularias possui capacidade operacional para moer, no mínimo, 150 toneladas de mandioca por dia. Na cadeia da mandioca existem, ainda, outros produtos de importância econômica regional e que são comercializados de maneira informal, como é o caso da raspa de mandioca e da parte aérea.

As etapas de processamento e distribuição às vezes são realizadas por um mesmo ator. Esta situação pode acontecer no mercado de farinha, de raízes frescas e de fécula, ou seja, um mesmo produtor/empresa processa e distribui os produtos. Nesse caso, a farinha e as raízes frescas (no caso dos aipins) são comercializadas diretamente nas feiras livres ou são repassadas para os supermercados. Já no caso da fécula, ocorre a comercialização diretamente com as empresas que irão usá-la como insumo em diversos processos industriais. Apesar do crescimento da comercialização via associações e cooperativas, ainda prevalece a figura do intermediário como principal agente de comercialização na cadeia. Essa função é exercida por agentes esporádicos (caminhoneiros) e por comerciantes regularmente estabelecidos nos centros urbanos.

O sistema de embalagem depende do produto (farinha ou fécula) e do mercado a que se destina. A farinha é comercializada nas feiras livres, geralmente, embalada em sacas de 50 kg, ou em supermercados, embalada em pacotes de 500g, um ou dois quilos e comercializada em fardos de 30 kg. No caso da fécula, o produto é embalado em sacas de 25 Kg ou 50 kg, para atender tanto ao mercado atacadista como ao mercado das indústrias; para atender a esse último mercado, a fécula é também comercializada em embalagens de maior capacidade.

O segmento de consumo da cadeia da mandioca é caracterizado por consumidores que absorvem a própria produção, ou seja, são agricultores que definem os produtos em função de suas preferências e hábitos regionais. No caso dos demais consumidores, que adquirem os produtos no mercado, o padrão de consumo depende do produto, do nível de renda, dos costumes regionais e dos hábitos de compra. No tocante à farinha comum, às farinhas temperadas, à farinha tipo beiju, à mandioca fresca e a outros produtos tradicionais, identificam-se, pelo menos, dois tipos de consumidores que podem ser caracterizados em função dos hábitos de compra: o consumidor de feira livre e o consumidor de supermercado. Com relação aos consumidores de fécula, todos podem ser classificados como consumidores intermediários, isto é, adquirem o produto para ser utilizado como insumo nos diversos processos industriais. Enquadram-se nessa categoria os consumidores que compram pequenas quantidades, que podem ser encontradas no comércio varejista e no mercado atacadista, como é o caso de padarias, confeitarias, tapiocarias e pequenas indústrias de processamento de carne. Além disso, incluem-se também os consumidores que transacionam grandes volumes, diretamente negociados com as fecularias, visando obter melhores preços e condições de pagamento. Nesse segmento da cadeia, inserem-se, também, os importadores.

## Sazonalidade e formação de preço

Quanto à sazonalidade dos preços das raízes, que influencia diretamente o preço dos produtos, é importante considerar, pelo menos, dois principais corredores de comercialização, ou seja, a região de Paranavaí (PR), como centro de produção, e a região Nordeste, como centro de produção/consumo. Independentemente do corredor considerado, as flutuações nos preços são diretamente influenciadas por mudanças na oferta, haja vista que as mudanças na demanda se processam mais lentamente.

Na região de Paranavaí e em praticamente todo o Centro-Sul, a oferta de mandioca é concentrada nos meses de maio a agosto, em que o preço alcança o nível mínimo. Na região Nordeste, além das localidades em que o período de maior oferta de raízes coincide com o do Centro-Sul, geralmente onde as chuvas são concentradas no verão, há localidades em que o nível mínimo de preço ocorre nos meses de julho a março, com uma ligeira reação dos preços nos meses de outubro e novembro, sem, contudo, superar a média anual.

Quanto à formação dos preços, há uma série de fatores que interferem nesse processo: 1) aspectos relacionados ao ciclo da cultura, que é função direta da combinação das variedades cultivadas e das condições ambientais; 2) aspectos inerentes à estrutura de mercado enfrentada pelos produtores de mandioca, em que o processo de formação de preço se aproxima de uma estratégia concorrencial, ou seja, os produtores de matéria-prima concorrem em preço. Além disso, as informações incompletas ou mesmo a falta de informação a respeito do mercado favorecem a ação dos intermediários, que atuam como agentes determinantes no processo de formação de preço; 3) praticamente não há barreiras à entrada no mercado de farinha; em função da simplicidade da tecnologia, os investimentos não precisam ser altos, inclusive a farinha pode ser produzida artesanalmente. Consequentemente, quando o preço do produto está atrativo, ocorrem entradas de agricultores no negócio e a produção de raízes e farinha aumenta rapidamente, reduzindo os preços; 4) a quantidade ofertada de matéria-prima independe de uma relação mais forte com as agroindústrias, isto é, a oferta de matéria-prima local não leva em consideração a capacidade instalada das unidades de processamento, havendo assim períodos de excesso e de escassez, com reflexos diretos no processo de formação de preços. A inexistência de contratos de fornecimento de longo prazo nas unidades individuais concorre para a não existência de volume e regularidade desejada de produção, fazendo com que a cadeia perca competitividade, dado o inadequado grau de coordenação entre os seus segmentos; 5) a interdependência entre os mercados das regiões Centro-Sul e Nordeste faz com que, no caso de quebra de safra no Nordeste, haja estímulo ao aumento da produção de farinha no Centro-Sul, o que acarreta aumento da demanda de raízes para a produção de farinha e, consequentemente, uma competição entre os mercados de matéria-prima para a produção de farinha e de fécula, com reflexos diretos no preço da fécula no Centro-Sul, influenciando na sua competitividade frente ao amido de milho; e 6) os fatores relacionados a questões culturais de cada localidade influenciam no aumento da oferta de matéria-prima, como uma necessidade para se fazer caixa, visando à aquisição de bens e serviços de demanda imediata. Além disso, é importante ressaltar o aumento de oferta de matéria-prima que geralmente acontece no final de cada mês como uma alternativa para recompor a renda, sobretudo dos agricultores que dependem de fontes de renda tais como a aposentadoria.

**Autores deste tópico:** Carlos Estevao Leite Cardoso

## Coeficientes técnicos

**Tito Carlos Rocha de Sousa**

**Jozeneida Lúcia Pimenta de Aguiar**

**Camilla Ferreira Lôbo**

**José da Silva Souza**

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 as tendências do comportamento do consumidor no que se refere ao ato de consumo do que é produzido.

O produtor rural, mesmo o familiar, tem que pensar na produção e no mercado e, como consequência, vai ficando mais clara para ele a necessidade de conciliar métodos tradicionais de produção e técnicas modernas. Nesse cenário, um valioso aliado é a informação, ou seja, conhecimentos que orientem o agricultor, dentro de um espaço exigente em produto e dominado pela competição, com vistas a obter adequada remuneração e garantir uma renda 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. A análise econômica, ao permitir que o produtor conheça os resultados financeiros obtidos num determinado ano ou safra, torna-se fundamental para nortear as decisões a serem tomadas no momento do planejamento da atividade para o ano seguinte, e para orientar nas decisões relativas aos investimentos. Assim, é essencial conhecer bem o sistema de produção praticado, o custo da unidade produzida a cada safra e os coeficientes técnicos de cada etapa do processo produtivo.

## Sistema de produção

Uma compreensão importante está relacionada à noção de sistema de produção. Que pode ser entendido como um conjunto de atividades que um grupo humano - uma família, por exemplo - organiza, dirige e realiza, tendo por base seus objetivos, cultura e recursos. Para isso, o grupo adota práticas específicas, em resposta ao meio ambiente no qual está inserido.

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 âmbito da propriedade rural, principalmente a familiar, existem vários sistemas de cultivo (ex. mandioca, arroz, feijão, hortaliças) e/ou criação (gado de leite, galinhas e porcos), 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.

Em termos práticos e considerando as especificidades do setor agropecuário, define-se sistema de produção a partir do processo que organiza, que articula um conjunto de insumos utilizados e produtos gerados. Fixados os produtos, o que diferencia dois sistemas de produção é a lista de insumos utilizada. Mudanças qualitativas de insumos implicam em novos sistemas de produção. Alterações nas quantidades utilizadas de insumos, sem alterar qualitativamente a lista, não modificam o sistema.

Os sistemas de produção são considerados para servir de referencial para a configuração das planilhas de custo, representando, em detalhes físicos, monetários e humanos, os sistemas e os níveis tecnológicos. Essas planilhas são constituídas por uma matriz de coeficientes técnicos e um rol de preços de insumos e fatores de produção consumidos no processo produtivo e pagos pelos produtores.

## Coeficientes Técnicos

Essencialmente, a atividade de uma empresa ou unidade produtiva agrícola consiste em empregar homens, fornecendo-lhes equipamentos e os demais instrumentos de trabalho para que processem a elaboração de insumos que, transformados, destinam-se a outras empresas ou ao consumo da família ou da comunidade. 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 coeficientes técnicos para se conhecer: Quais as quantidades necessárias de fatores de produção para obter um determinado nível de produto? Quanto de capital (tratores, implementos, ferramentas) deve ser utilizado? Qual a quantidade de recursos naturais (terra, água), de trabalho (mão de obra) e insumos (fertilizantes, corretivos, agrotóxicos) é necessária para obter determinada quantidade de um produto?

Coeficientes técnicos são indicadores de consumo de insumos e fatores de produção utilizados nos sistemas de produção. Esse item entra no cálculo do custo de produção de um determinado produto agrícola, fornecendo informação básica sobre combinação de insumos e serviços utilizados ao longo das etapas do processo produtivo, podendo ser expresso em: tonelada, quilograma ou litro no caso dos corretivos, fertilizantes, sementes e agrotóxicos; em horas para os serviços com máquinas e equipamentos; e, em dia de trabalho para os serviços prestados pelas pessoas (dia/homem) ou animais (dia/animal). Essa combinação é conhecida como "pacote tecnológico de produção" ou simplesmente "pacote tecnológico", que indica a quantidade de cada um desses itens, em particular, que são utilizados na produção de determinada cultura por unidade de área (hectare), resultando num determinado nível de rendimento.

Os coeficientes técnicos são a expressão em valores numéricos da quantidade de insumos e serviços gastos para produzir certa quantidade de produto final. Esses coeficientes se relacionam com o tipo de solo e sua aptidão, fertilidade, topografia, 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 ocorre no ambiente institucional.
- **Ambiente organizacional:** é o apoio direto e o 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 o ambiente competitivo, as estratégias individuais e agir diretamente em desempenho, competitividade, sobrevivência e crescimento dos membros da cadeia produtiva.

Os coeficientes técnicos são estabelecidos para cada uma das etapas do processo produtivo considerado. As planilhas de custo deverão estar formatadas em conformidade com essa segmentação. Cabe ressaltar que os coeficientes técnicos são baseados na quantidade mínima de insumos e serviços necessários para produzir, por exemplo, 20 toneladas de mandioca por hectare. Ainda que haja disponibilidade de um insumo em abundância na propriedade, para que o sistema seja eficiente, deve-se empregar a percepção otimizada desse insumo.

Na Tabela 1, são apresentados os coeficientes técnicos para um sistema de plantio de mandioca, com espaçamento de 1,00 x 0,60 m (16.666 plantas por hectare). Nesse sistema, são utilizados insumos (fertilizantes, agrotóxicos e mecanização), mas o plantio, os tratos culturais e fitossanitários, e a colheita são realizados manualmente.

**Tabela 1.** Coeficientes técnicos para produção de um hectare de mandioca, para produtividade de 20 t/ha/ano.

Especificação	Unidade	Quantidade
<b>1. Insumos</b>		
Maniva-semente	m <sup>3</sup>	5
Calcário	t	1
Ureia (40 kg de N)	kg	67
Superfosfato simples (80 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg	444
Cloreto de potássio (60 kg de K <sub>2</sub> O)	kg	83
Sulfato de zinco (4 kg de zinco)	kg	20
Formicida	kg	1
<b>2. Preparo do solo</b>		
Aração	h/tr	3
Gradagem	h/tr	1,5
Sulcamento	h/tr	3
<b>3. Adubação</b>		
Aplicação de fertilizantes	d/h	4
<b>4. Plantio</b>		
Transporte de manivas	d/h	1
Seleção e preparo de manivas	d/h	5
Plantio em sulcos	d/h	4
<b>5. Tratos culturais e fitossanitários</b>		
Capinas manuais (03)	d/h	36
Aplicação de formicida	d/h	1
<b>6. Colheita</b>		
Colheita	d/h	25

Fonte: Dados de pesquisa/Documentação Técnica.

## Custo de Produção e Custo de Oportunidade

A determinação do custo de produção é um importante instrumento na tomada de decisão no setor rural. Nesse processo, estão envolvidos aspectos que não podem ser avaliados de forma eficiente para todos os produtores (empresários). Por exemplo, torna-se extremamente difícil, nessas condições, saber qual o custo de oportunidade, associado a cada fator de produção assumido pelos diferentes tomadores de decisão nas diversas regiões produtoras de mandioca. Portanto, os valores apresentados na Tabela 1 para os diferentes sistemas de produção referem-se a coeficientes médios.

Entende-se por custo de produção a soma de todos os recursos (insumos) e operações (serviços) utilizados de forma econômica no processo produtivo, a fim de obter determinada quantidade de produto com o mínimo dispêndio. Nesse sentido e para fins de análise econômica, custo de produção é a compensação que os donos dos fatores de produção (terra, trabalho e capital) e dos recursos financeiros de custeio utilizados por uma empresa para produzir determinado bem devem receber para que esses fatores continuem sendo fornecidos. A utilidade dos custos é permitir verificar o valor dos recursos empregados por unidade produzida e compará-lo com preço do produto. A partir da comparação entre esses dois valores, é possível inferir sobre a rentabilidade da atividade e, consequentemente, sobre a viabilidade econômica. Ressalte-se que o objetivo do cálculo de custo de produção é justamente determinar o custo mínimo.

Na administração de qualquer negócio, seja pequeno, médio ou grande, decisões são tomadas diariamente. Como os recursos são limitados, optar por um conjunto de gastos significa deixar de realizar outro conjunto de gastos. Isso gera o **custo de oportunidade**. Assim, o custo total (o custo de produção é um tipo de custo total) é a soma de um conjunto de custos de oportunidades. O preço do fertilizante representa o seu custo de oportunidade. O mesmo ocorre com o preço do aluguel de tratores, da terra, de benfeitorias, da mão de obra, enfim, de todos os recursos (insumos) e operações (serviços) utilizados (Tabela 1).

## Sistemas de Produção de Mandioca no Brasil/Cerrado: Tradição e Modernidade

Os sistemas de produção servem também como indicadores do estágio de evolução tecnológica da produção agrícola (REINHARDT, 2013).

No caso dos sistemas de mandioca brasileiros, configura-se, nas regiões Norte e Nordeste, a predominância de sistemas produtivos tradicionais intensivos em mão de obra própria (familiar), utilizando ferramentas manuais (pouca tecnologia), pouco capital, produção em pequena escala orientada para o fabrico de farinha e mercado local.

No Sul e Sudeste, predominam sistemas produtivos modernos, mecanizados, usando mais insumos (adubos, fertilizantes e produtos fitossanitários) tratores, plantadeiras, mão de obra de terceiros, intensivos em capital, produção em maior escala para finalidades industriais (farinha e amido), orientado para diversos mercados (Figura 1).

Na região Centro-Oeste, onde predomina o bioma Cerrado, é possível encontrar situações intermediárias de sistemas produtivos de mandioca, uma transição entre o tradicional e o moderno, estes mais próximos dos grandes centros urbanos da região.

São apresentados, em seguida, dois sistemas de produção de mandioca, um tradicional, adotado pelos produtores, e um sistema moderno, recomendado pela pesquisa, mas que apresenta evidências de adoção, no Distrito Federal, cujo território é constituído integralmente pelo bioma Cerrado.

## Coeficientes técnicos: sistema produtivo tradicional de raiz de mandioca

Os coeficientes técnicos de produção da mandioca foram obtidos mediante pesquisa de campo, utilizando a técnica de entrevistas semiestruturadas, com 62 produtores de mandioca, equivalente a 12,4% do total de produtores da cultura no Distrito Federal, em 2006. No Distrito Federal, o cultivo de mandioca se restringe basicamente à produção de mandioca de mesa.



**Figura 1.** Mandioca no Brasil (Sistemas de Produção - Características).

**Fonte:** Adaptado de Reinhardt (2013)

Nessa Unidade Federativa, praticamente não existem indústrias para absorver a produção de mandioca industrial. A produção de farinha e fécula de mandioca acontece de forma artesanal, em pequena escala, muitas vezes utilizadas somente para consumo doméstico, diferentemente das principais regiões produtoras do país. No Distrito Federal, a mandioca utilizada para se produzir farinha é a mesma mandioca de mesa utilizada para consumo *in natura* e, também, de primeiro ciclo vegetativo.

O rendimento médio é de 16,1 t/ha, variando de 2,2 t/ha a 39,6 kg/ha. As cultivares Cacau, Pioneira e IAC 576-70 são as preferidas pelos produtores, devido à alta produtividade, aceitação pelo mercado, menor perecibilidade e qualidade da raiz.

## Insumos

As manivas-semente utilizadas para plantio são, geralmente, doadas ou aproveitadas de cultivos anteriores desde que os interessados paguem a mão de obra para coletá-las no caso daquelas que ainda estão plantadas.

Os produtores utilizam em média 5 metros cúbicos de manivas-semente por hectare. O nível tecnológico para a cultura é baixo: Apenas um produtor (1,6%) declarou ter aplicado calcário em 3 t/ha. Aproximadamente 16% utilizam agrotóxicos/inseticidas para controle de cupins e formigas, que foram considerados como os principais problemas quanto à sanidade do cultivo. Os produtores não adubam, geralmente aproveitam áreas que foram utilizadas com outras culturas, como: hortaliças, feijão ou milho. Um percentual de 20% dos produtores afirmou colocar esterco de porco ou de gado na lavoura.

## Preparo do solo

Os equipamentos utilizados pelos produtores são tratores com os seguintes implementos: arado de disco (3,0 h/tr), grade niveladora (1,5 h/tr) e sulcador (3,0 h/tr), para formar o sulco de plantio.

## Tratos culturais e fitossanitários

Os tratos culturais se distribuem em três capinas manuais (36 d/h) ao longo do ciclo da planta. O uso de herbicida se restringiu a um único produtor. Alguns também relataram o ataque de bacteriose (*Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*), mas em nenhum dos casos o dano foi muito severo. Não foi relatada nenhuma medida de controle para essa doença.

## Colheita

A colheita é feita manualmente (25 d/h). O processo de classificação limita-se em retirar apenas as raízes muito pequenas, chamadas de restos.

Na Tabela 2, são apresentados os coeficientes técnicos para um sistema de plantio de mandioca, cultivares Pioneira/IAC 576-70/Cacau.

**Tabela 2.** Coeficientes técnicos para produção de raiz mandioca (1 ha) - Distrito Federal (1 ciclo). Cultivares: Pioneira/IAC 576-70/Cacau, rendimento médio (16,1 t/ha/ano).

Especificação	Unidade	Quantidade
	<b>1. Insumos</b>	
Maniva-semente	m <sup>3</sup>	5
Embalagem	cx	93
	<b>2. Preparo do solo</b>	
Aração	h/tr	3
Gradagem	h/tr	1,5
Sulcamento	h/tr	3
	<b>3. Plantio</b>	
Tratamento/preparo de manivas	d/h	5
Mão de obra (plantio)	d/h	3
	<b>4. Tratos culturais e fitossanitários</b>	
Capinas manuais (3)	d/h	36
	<b>5. Colheita</b>	
Colheita/Classificação/Acondicionamento	d/h	30

**Fonte:** Dados de pesquisa/Documentação Técnica.

Os coeficientes técnicos predominantes nesse sistema de produção:

- 5,0 metros cúbicos de maniva-semente;
- 74 dias homem trabalhados, distribuídos em operações de capinação (36 d/h), colheita (30 d/h), tratamento e preparo da maniva-semente (5 d/h), plantio (3 d/h);
- 7,5 horas de trator distribuídas em operações de gradagem, nivelamento e sulcagem.

Esse sistema de cultivo da mandioca no Distrito Federal se caracteriza como semimecanizado ou convencional (tradicional), pois somente se utiliza de máquinas e implementos no início do cultivo, mais precisamente no preparo do solo. O uso de insumos agrícolas é baixo, pois praticamente não são utilizados. O restante das operações é realizado por meio de mão de obra braçal, que pode ser o trabalho do agricultor proprietário em conjunto com a mão de obra familiar, ou então a mão de obra ser efetuada através do pagamento de diárias a trabalhadores que disponibilizem sua força de trabalho. As operações realizadas com máquinas agrícolas no processo produtivo da mandioca se restringem ao trator e aos implementos: arado de discos, grade niveladora e sulcador.

## Coeficientes técnicos: sistema produtivo moderno de raiz de mandioca

Os coeficientes técnicos de produção se basearam, principalmente, em publicações e documentos técnicos das unidades de pesquisa da Embrapa que compõem o Programa Nacional de Melhoramento Genético de Mandioca, envolvidas com o bioma Cerrado. A cultivar recomendada pela pesquisa, a BRS 398, apresenta potencial em decorrência do elevado desempenho agrônomico e da aceitação por parte dos produtores, coparticipantes do processo de melhoramento.

## Insumos

As manivas sementes utilizadas para plantio são, geralmente, multiplicadas e doadas pelos produtores que participaram do programa de melhoramento. O produtor adquirente arca com as despesas de coleta das manivas. Estimado um custo de R\$ 60,00 por metro cúbico de manivas. Os produtores utilizam em média 5 metros cúbicos de manivas-semente (tratadas) por hectare. O nível tecnológico requerido é alto: a partir da análise de solo, são previstas as correções necessárias (calagem e gessagem), adubação (formulados 05-30-10 e 25-00-20), utilização de herbicidas e formicida. O plantio é mecanizado, sendo a colheita manual com utilização do afofador.

## Preparo do solo

O rendimento da grade aradora é de 0,82 hectares p/hora, logo, são necessárias 1,22 horas de trator.

## Adubação

Aplicação de 400 kg de adubo (formulado 05-30-10) para um hectare distribuídos pela plantadeira durante o plantio, correspondendo a 45 kg de ureia, 667 kg de superfosfato simples e 69 kg de cloreto de potássio.

Adubação de cobertura após 30 dias de plantio com de 150 kg de adubo (formulado 25-00-20) para um hectare, correspondendo a 85 kg de ureia e 52 kg de cloreto de potássio. Uso de 0,13 d/h para mão de obra de adubação.

## Plantio

O plantio é realizado em uma plantadeira com duas linhas, sendo que, em 1 hectare, são necessários 5 metros cúbicos de manivas-semente ou, em espaçamento simples, apresentando 1,0 metro entre linhas e 0,8 metros entre plantas, serão plantadas 12.500 manivas, gastando uma hora de trator. Serão necessários 4 dias/homens para o corte das manivas, a seleção e a embalagem do produto.

## Tratos culturais e fitossanitários

No preparo do solo, na área gradeada e arada, é aplicado o herbicida (Ametrina) com dose de 3,0 litros/ha, usando trator por 2,5 horas.

Na Tabela 3, são apresentados os coeficientes técnicos para um sistema de plantio de mandioca, cultivar BRS 398.

**Tabela 3.** Coeficientes técnicos para produção de raiz mandioca (1 ha) - Distrito Federal (1 ciclo). Cultivar: BRS 398 com rendimento médio (31,6 t/ha/ano), espaçamento: 1,0 m x 0,8 m.

Especificação	Unidade	Quantidade
<b>1. Insumos</b>		
Maniva-semente	m <sup>3</sup>	5
Ureia	kg	130
Superfosfato simples	kg	667
Cloreto de potássio	kg	121
Formicida	kg	1
Herbicida (Ametrina)	L	3
Herbicida (Clomazona)	L	2
Herbicida (Cletodim)	L	0,45
<b>2. Preparo do solo</b>		
Grade aradora	h/tr	1,22
<b>3. Adubação</b>		
<b>No plantio</b>		
Aplicação de adubos (05-30-10)	h/tr	0,5
<b>Em tratos culturais e fitossanitários</b>		
Aplicação de adubos (25-00-20)	h/tr	0,5
<b>4. Plantio</b>		
Plantadeira 2 linhas	h/tr	1
Tratamento/preparo de manivas	d/h	4
<b>5. Tratos culturais e fitossanitários</b>		
Aplicação herbicida (Clomazona)	h/tr	2,50
Aplicação herbicida (Ametrina)	h/tr	2,50
Aplicação herbicida (Cletodim)	h/tr	3,63
Mão de obra (aplicações de herbicidas)	d/h	1
Aplicação de formicida	d/h	1
<b>6. Colheita</b>		
Colheita	d/h	30
Afofador	h/tr	3

Fonte: Dados de pesquisa/Documentação Técnica.

O manejo de plantas daninhas é realizado por meio de controle químico até três dias após o plantio, com a utilização de 3 litros/ha de herbicida (Ametrina), utilizando trator por 2,5 horas.

Em pós-emergência na ocorrência de ervas daninhas, é usado o herbicida (Cletodim) com dose 0,45/L/há, consumindo 3,63 horas de trator. A aplicação manual do formicida gasta um dia/h.

## Colheita

A colheita é feita manualmente (30 d/h), com auxílio do afofador para dar maior celeridade ao processo. Nessa fase, fatores importantes são: padrão uniforme das raízes, que devem ser arrancadas, armazenadas à sombra e em locais frescos e transportadas o mais rápido possível para o local de comercialização.

Os coeficientes técnicos predominantes nesse sistema de produção:

- 5,0 metros cúbicos de manivas-semente;
- 36 dias/homem trabalhados, distribuídos em operações de tratamento e preparo de manivas (4 d/h), aplicação de herbicidas/formicida (2 d/h), colheita (30 d/h);

- 14,48 horas/máquina trabalhadas, distribuídas em operações de gradeamento (1,22 h), aplicação de adubos (0,63 h), plantio (1,0 h), aplicação de herbicidas (8,63 h), afofamento/colheita (3,0 h).

Os insumos utilizados são: 130 kg de ureia; 667 kg de superfosfato simples; 121 kg de cloreto de potássio; 7,45 litros de herbicida; e 1,0 kg de formicida.

Na Tabela 4, são apresentados os custos do sistema de produção praticado pelos produtores.

**Tabela 4.** Custos do sistema praticado pelos produtores.

Especificação (Sistema Praticado pelos Produtores)	Unidade de medida	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	Participação percentual (%)
<b>1. Insumos</b>					
Manivas-semente	m³	5	60,00	300,00	5,39
Subtotal insumos	R\$	-	-	300,00	5,39
<b>2. Preparo do Solo</b>					
Aração	h/tr	3	110,00	330,00	5,93
Gradagem	h/tr	1,5	110,00	165,00	2,96
Sulcamento	h/tr	3	110,00	330,00	5,93
Subtotal preparo do solo	R\$	-	-	825,00	14,82
<b>3. Adubação</b>					
-	-	-	-	-	-
Subtotal Adubação	-	-	-	-	-
<b>4. Plantio</b>					
Mão de obra (plantio)	d/h	3	60,00	180,00	3,23
Tratamento/preparo das manivas-semente	d/h	5	60,00	300,00	5,39
Subtotal plantio	R\$	-	-	480,00	8,63
<b>5. Tratos culturais e fitossanitários</b>					
Capinação (1ª limpa)	d/h	12	60,00	720,00	12,94
Capinação (2ª limpa)	d/h	12	60,00	720,00	12,94
Capinação (3ª limpa)	d/h	12	60,00	720,00	12,94
Subtotal tratos culturais e fitossanitários	R\$	-	-	2.160,00	38,81
<b>6. Colheita</b>					
Colheita	d/h	30	60,00	1.800,00	32,35
Subtotal colheita	R\$	-	-	1.800,00	32,35
Custo variável (1 ha)	R\$/ha	-	-	5.565,00	100,00
Produção de raiz	t/ha	-	-	16,1	-
Custo variável	R\$/t	-	-	345,65	-

**Fonte:** Dados de pesquisa/Documentação Técnica.

Na Tabela 5, são apresentados os custos do sistema de produção recomendado.

**Tabela 5.** Custos do sistema recomendado.

Especificação (Sistema recomendado)	Unidade de medida	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	Participação percentual (%)
<b>1. Insumos</b>					
Manivas-semente	m³	5	60,00	300,00	6,51
Ureia	kg	130	1,20	156,00	-
Superfosfato simples	kg	667	0,35	233,45	-
Cloreto de potássio	kg	121	1,60	193,60	-
Formicida	kg	1	2,00	2,00	-
Herbicida (Ametrina)	L	3	55,00	275,00	-
Herbicida (Clomazona)	L	2	22,00	44,00	-
Herbicida (Cletodim)	L	0,45	84,00	37,80	358,8
<b>Subtotal Insumos</b>	<b>R\$</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.241,85</b>	<b>26,97</b>
<b>2. Preparo do Solo</b>					
Grade aradora	h/tr	1,22	85,78	104,65	2,27
Subtotal Preparo do Solo	R\$	-	-	104,65	2,27
<b>3. Adubação</b>					
<b>No plantio</b>					
Aplicação de adubos (05-30-10)	h/tr	0,5	84,89	42,45	0,92
<b>Em tratos culturais e fitossanitários</b>					
Aplicação de adubos (25-00-20)	h/tr	0,13	80,89	10,52	0,23

<b>Subtotal Adubação</b>	-	-		<b>52,96</b>	<b>1,15</b>
<b>4. Plantio</b>					
Plantadeira 23 linhas	h/tr	1	84,60	84,60	1,84
Tratamento/preparo das manivas-semente	d/h	4	60,00	240,00	5,21
<b>Subtotal plantio</b>	<b>R\$</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>324,60</b>	<b>7,05</b>
<b>5. Tratos culturais e fitossanitários</b>					
Aplicação herbicida (Clomazona)	h/tr	2,5	82,83	207,08	4,50
Aplicação herbicida (Ametrina)	h/tr	2,5	82,83	207,08	4,50
Aplicação herbicida (Cletodim)	h/tr	3,63	82,83	300,67	6,53
Mão de obra (aplicações de herbicidas)	d/h	1	60,00	60,00	1,30
Aplicação de formicida	d/h	1	60,00	60,00	1,30
<b>Subtotal tratos culturais e fitossanitários</b>	<b>R\$</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>834,82</b>	<b>18,13</b>
<b>6 - Colheita</b>					
Colheita	d/h	30	60,00	1.800,00	39,09
Afofador	h/tr	3	82,03	246,09	5,34
Subtotal Colheita	R\$	-	-	2.046,09	44,43
<b>Custo variável (1 ha)</b>	<b>R\$/ha</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4.604,98</b>	<b>100,00</b>
<b>Produção de raiz</b>	<b>t/ha</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>31,6</b>	<b>-</b>
<b>Custo variável</b>	<b>R\$/t</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>145,73</b>	<b>-</b>

Fonte: Dados de pesquisa/Documentação Técnica.

De acordo com a Tabela 6, o custo variável de produção de um hectare de raiz de mandioca, produzida no sistema recomendado é 17,3% menor, comparado com o custo da mandioca produzida no sistema praticado. Ao mesmo tempo, considerando o custo variável de produção de uma tonelada de raiz de mandioca, essa redução de custo eleva-se para 57,8%, originada pela variação da produtividade do sistema recomendado em relação ao sistema praticado que cresceu 96,3%.

**Tabela 6.** Comparação dos custos variáveis de produção de raiz de mandioca.

Especificação	Unidade de Medida	Sistema Praticado		Sistema Recomendado		Variação (R%)	Variação (R%)
		Valor (R\$)	Peso (%)	Valor (R\$)	Peso (%)		
Insumos	R\$	300,00	5,39	1.241,85	26,97	941,85	314,0
Plantio	R\$	480,00	8,63	324,60	7,05	-155,40	-32,4
Tratos culturais	R\$	2.160,00	38,81	834,82	18,13	-1.325,18	-61,4
Colheita	R\$	1.800,00	32,35	2.046,09	44,43	246,09	13,7
<b>Custo variável (1 ha)</b>	<b>R\$/ha</b>	<b>5.565,00</b>	<b>100,00</b>	<b>4.604,98</b>	<b>100,00</b>	<b>-960,02</b>	<b>-17,3</b>
<b>Produção de raiz</b>	<b>t/ha</b>	<b>16,1</b>		<b>31,6</b>		<b>15,50</b>	<b>96,3</b>
<b>Custo variável</b>	<b>R\$/t</b>	<b>345,65</b>		<b>145,73</b>		<b>-199,93</b>	<b>-57,8</b>

Fonte: Dados de pesquisa/Documentação Técnica

O sistema recomendado apresenta também custos menores para os itens plantio e tratos culturais da ordem de 32,4% e 61,4%, respectivamente. No entanto, para os itens insumos e colheita, o sistema recomendado apresenta-se com custo mais elevado, da ordem 314% e 13,7%, respectivamente, em relação ao sistema praticado.

## Estudo de caso

Para avançar na abordagem dos coeficientes técnicos, é apresentada uma situação que compara os dois sistemas de produção de mandioca no Distrito Federal (DF) descritos anteriormente: um sistema dito tradicional (praticado pelos produtores) segundo pesquisa realizada; e outro, de características modernas, recomendado pela pesquisa. As duas situações serão comparadas por meio de tabelas de custo, articulando custo de produção e coeficientes técnicos cujo elemento mediador é o preço de cada coeficiente.

Sendo o objetivo realçar os coeficientes técnicos, esses preços serão apresentados apenas como elemento de transformação em valor monetário de custo, o que reduz a diversidade de coeficientes a um denominador comum. Portanto, os valores de preços e custos estão presentes nas planilhas, mas o foco de análise são os coeficientes técnicos.

A apresentação se faz em dois momentos, de forma comparada, sobre a situação nos dois sistemas em análise.

Num primeiro momento, a Tabela 7 **descreve** os coeficientes técnicos (coeficiente e unidade física) e os valores relativos aos custos dos insumos e serviços utilizados na produção de um hectare de raiz de mandioca nos dois sistemas em estudo (Praticado e Recomendado), destacando suas diferenças em valor monetário (R\$/ha) e a variação percentual de cada diferença (%).

Em seguida, a Tabela 8 mostra a **comparação** dos custos por **coeficientes técnicos, (dia/homem, hora de trator, agrotóxicos, adubos e corretivos)**. O exercício de comparação é completado fazendo-se, separadamente, a análise por cada coeficiente técnico.

**Tabela 7.** Comparação dos custos por coeficientes técnicos.

## Custo variável de produção de raiz de mandioca

## Sistema Recomendado - SR X Sistema Praticado - SP

Coefficiente	Unidade	Sistema Praticado (R\$/ha)	Sistema Recomendado (R\$/ha)	Comparação (R\$/ha)	%
Dia Homem	d/h	4.440,00	2.160,00	-2.280,00	-51,4
Hora de trator	h/tr	825,00	1.203,13	378,13	45,8
Agrotóxicos	L	0,00	358,80	358,80	-
Adubos e corretivos	t	0,00	583,05	583,05	-
Manivas	m <sup>3</sup>	300,00	300,00	0,00	0,00
<b>Custo variável (1ha)</b>	R\$/ha	5.565,00	4.604,98	-960,02	-17,3
<b>Produção de raiz (1 ha)</b>	t/ha	16,10	31,60	15,50	96,3
<b>Custo variável (1 t)</b>	R\$/t	345,65	145,73	-199,93	-57,8

Fonte: Dados de pesquisa/Documentação Técnica.

## Dia/Homem

O sistema recomendado apresenta um custo total por hectare de mandioca 51,4% menor com relação à mão de obra.

Os gastos com mão de obra (dia/homem) são os mais dispendiosos de todo o custo variável de produção: 79,8% no caso do sistema praticado e 48,7% para o sistema recomendado, resultando num custo menor do sistema recomendado, da ordem de 51,4%. Dessa forma, a utilização da quantidade de mão obra é maior no sistema praticado. O valor do dia/homem utilizado para os dois sistemas (R\$ 60,00/dia) foi obtido por meio de consulta a 12 produtores na região, em que ocorreu o levantamento de dados da pesquisa (Tabela 7).

O sistema praticado consome 38 dias/homem por hectare de mandioca a mais do que o sistema recomendado: 74 dias/homem trabalhados distribuídos em operações de capinação (36 d/h), colheita (30 d/h), tratamento e preparo da maniva-semente (5 d/h), plantio (3 d/h), (Tabela 7).

O sistema recomendado consome 36 dias/homem, distribuídos em operações de tratamento e preparo de manivas (4 d/h), aplicação de herbicidas/formicida (2 d/h), colheita (30 d/h), (Tabela 8).

**Tabela 8.** Comparação entre dias homem utilizados (recomendado x praticado).

Sistema	Transp./Preparo de Maniva Plantio	Tratos Culturais	Capinação	Colheita	Total
<b>Praticado</b>	8	0	36	30	74
<b>Recomendado</b>	4	1	1	30	36
<b>Diferença</b>	4	+ 1	- 35	0	- 38

Fonte: Dados de pesquisa/Documentação Técnica.

Na Tabela 8, observa-se que o sistema recomendado utiliza menos dias/homem nas operações de transporte, preparo de manivas-semente e plantio (-4), capinação (-35), apresentando acréscimo de um dia/homem na etapa de tratos culturais. A colheita permanece o mesmo número (30 d/h) para os dois sistemas em análise.

## Horas/Máquina

O sistema recomendado apresenta um custo total por hectare de mandioca 45,8% maior no que se refere a horas de trator e a implementos agrícolas:

As horas/máquina ocupam a segunda posição no custo de produção de mandioca dos dois sistemas em análise: 14,8% no caso do sistema praticado e 26,1% no custo do sistema recomendado. Conforme a Tabela 9, o sistema praticado utiliza 7,5 horas de trator, enquanto o sistema recomendado utiliza 14,48 horas; portanto, o sistema recomendado utiliza 6,98 horas de trator a mais que o sistema praticado.

**Tabela 9.** Comparação entre horas de trator utilizadas (recomendado x praticado).

Sistema	Aração Gradagem Sulcagem	Plantio	Aplicação Adubos	Aplicação de Herbicidas	Afofamento	Total
<b>Praticado</b>	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
<b>Recomendado</b>	1,22	1,0	0,63	8,63	3,0	14,48
<b>Diferença</b>	- 6,28	+ 1,0	+ 0,63	+ 8,63	+ 3,0	+ 6,98

Fonte: Dados de pesquisa/Documentação Técnica.

O sistema praticado utiliza a mecanização no preparo do solo (7,5 h/tr), distribuídas em aração (3,0 h/tr), gradagem (1,5 h/tr), e sulcagem (3,0 h/tr). No preparo do solo, o sistema recomendado usa 1,22 h/tr na operação de gradagem, portanto, usava 6,28 h/tr a menos. As demais operações com trator e implementos agrícolas são realizadas no sistema recomendado, em que 13,26 horas de trator estão distribuídas em plantio (1,0 h), aplicação de adubos (0,63 h), aplicação de herbicidas (8,63 h), afofamento (3,0 h). O valor médio da hora máquina e dos implementos cobrado nos Núcleos Rurais do Distrito Federal para um trator de médio porte (4 x 2, 75 CV), segundo os produtores consultados, é da ordem de R\$ 110,00/hora trabalhada, sendo esse valor utilizado nos cálculos do sistema praticados. Já para o sistema recomendado, foram calculadas as taxas horas para o trator e o implemento agrícola correspondente listando depreciação, abrigo e seguro, juros

(custo/oportunidade), combustível, salários e encargos do tratorista, manutenção e lubrificantes, cujos valores variam do mínimo de R\$ 79,35 para a hora de trator sem implemento agrícola até o valor R\$ 85,78 com implemento de gradeamento.

## Agrotóxicos

O sistema recomendado apresenta um custo total por hectare de mandioca de R\$ 358,80 maior em valores monetários absolutos visto que no sistema praticado esse custo é zero, pois não são utilizados agrotóxicos (Tabela 10).

No sistema praticado, o uso de herbicida se restringiu a um único produtor. Alguns também relataram o ataque de bacteriose (*Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*), mas em nenhum dos casos o dano foi muito severo. Somente 16% dos produtores utilizam inseticidas para controle de cupins e formigas, que foram considerados como os principais problemas quanto à sanidade do cultivo. Não foi relatada nenhuma medida de controle para essa doença.

No sistema recomendado, são utilizados 5,45 litros de herbicida e 1 kg de formicida. Os preços dos herbicidas estão entre R\$ 22,00; R\$ 55,00, R\$ 84,00 por litro. O formicida custa R\$ 2,00/L.

**Tabela 10.** Comparação entre os agrotóxicos utilizados (recomendado x praticado).

Sistema	Formicida (kg)	Herbicida (L)
<b>Praticado</b>	0	0
<b>Recomendado</b>	1,0	5,45
<b>Diferença</b>	+ 1,0	+ 5,45

Fonte: Dados de pesquisa/Documentação Técnica.

## Adubos e Corretivos

O sistema recomendado apresenta um custo total por hectare de mandioca de R\$ 583,05 maior em valores monetários absolutos visto que, no sistema praticado, esse custo é zero, pois não são utilizados adubos e corretivos.

No sistema praticado, os produtores aproveitam áreas que foram cultivadas com outras culturas como hortaliças, feijão ou milho.

No sistema recomendado são utilizados 130 kg de ureia (R\$ 1,20/kg), 667 kg de superfosfato simples (R\$ 0,35/kg) e 121 kg de cloreto de potássio (R\$ 1,60/kg) (Tabela 11).

Os preços dos herbicidas estão entre R\$ 22,00, R\$ 55,00, R\$ 84,00 por litro. O formicida custa R\$ 2,00/L.

**Tabela 11.** Comparação entre os adubos e corretivos utilizados (recomendado x praticado).

Sistema	Ureia (kg)	Superfosfato simples (kg)	Cloreto de potássio (kg)	Total (kg)
<b>Praticado</b>	0	0	0	0
<b>Recomendado</b>	130	667	121	918
<b>Diferença</b>	+ 130	+ 667	+ 121	+ 918

Fonte: Dados de pesquisa/Documentação Técnica.

**Autores deste tópico:** Tito Carlos Rocha de Sousa, Jozeneida Lúcia Pimenta de Aguiar, Camilla Ferreira Lôbo, Jose da Silva Souza

## Referências

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agrofloreais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, Campinas-SP, p. 49-59, 2008.

AGUIAR, J. L. P.; SOUSA, T. C. R.; LÔBO, C. F. A importância da mandioca. In: Fialho, J. F.; Vieira, E. A. **Mandioca no cerrado: orientações técnicas**. 2.ed. ver. e amp. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 13-26.

ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; ALVES, J. M. A.; SILVA, A. A.; UCHÔA, S. C. P. Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciados realizado em Coimbra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 3, p. 532-538, jul-set, 2012.

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

ALCÂNTARA, E. N. de; CARVALHO, J. E. B. de; LIMA, P. C. Determinação do período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: EPAMIG. **Projeto Mandioca**: relatório 76/79. Belo Horizonte, 1982. p.127-129.

- ALCÂNTARA, E. N. de; SOUZA, I. F. D. Herbicidas na cultura da mandioca (*Manihot esculenta*) In: EPAMIG. **Projeto Mandioca**: relatório 76/79. Belo Horizonte, 1982. p.136-141.
- ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J. R. **A mandioca na alimentação animal**. Salvador: EBDA, 2007. 25p (EBDA. Circular Técnica, 11).
- ALVAREZ, E.; MOLINA, M. L. Characterizing the *Sphaceloma* fungus, causal agent of superelongation disease in cassava". **Plant disease**. v. 84, p. 423-428, 2000.
- ALVES, E. R. de A.; VEDOVOTO, G. L. (Ed.). **A Indústria de amido da mandioca**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 201p (Embrapa Informação Tecnológica. Documentos, 6) 2003.
- 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.
- ANDERSON, W. P. **Weed Science**: principles.2. ed. New York: West Publishing Company, 1983. 655 p.
- ARMANDO, M. S.; BUENO, Y. M.; ALVES, E. R. da S.; CAVALCANTE, C. H. **Agrofloresta para Agricultura Familiar**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 11 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Circular Técnica,16).
- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Amido de Mandioca – ABAM. **Produção**. Disponível em . Acesso em: 13 Jun. 2015.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca ABAM. (Paranavaí, PR). **Dossiê sobre mandioca e seus derivados**. Paranavaí, 1998. 34 p.
- AZEVEDO, C. L. L. **Estudo da interferência das plantas infestantes na cultura da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz), em um ecossistema Semi-Árido do estado da Bahia**. 1998. 68 f. Dissertação (Dissertação Mestrado) – Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas. 1998.
- AZEVEDO, C. L. L.; CARVALHO, J. E. B. de; LOPES, L. C.; ARAÚJO, A. M. de A. Levantamento de plantas daninhas na cultura da mandioca, em um ecossistema Semi-Árido do Estado da Bahia. **Magistra**, v. 12, n.1/2, p. 41-49, 2000.
- BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 187 p.
- BALOTA, E. L. COLOZZI FILHO, A.; SQUILLACE, V. R.; LOPES, E. S.; HUNGRIA, M.; DOBEREINER, J. Efeito da inoculação de bactérias diazotróficas e de fungos MVA na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Resumos...** Goiânia, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. v.1, p.319-320.
- BARROS, G. S. C. **Agricultura Familiar**. Especial AgroCepea\_9.doc, Julho, 2006. Disponível em: [https://www.google.com.br/search?q=especial+agrocepea\\_9.doc&ie=utf8&oe=utf8&gws\\_rd=cr&ei=BqqLVVoAIMmpwATO76vIDQ#q=especialagrocepea\\_9.do](https://www.google.com.br/search?q=especial+agrocepea_9.doc&ie=utf8&oe=utf8&gws_rd=cr&ei=BqqLVVoAIMmpwATO76vIDQ#q=especialagrocepea_9.do). Acesso em: 15 dez. 2015.
- BELLOTTI, A.; REYES, Q.J.A.; ARIAS, V.B.; VARGAS, H.O. Insetos y acaros de la yuca y su control. In: DOMINGUEZ, C.E., comp. **Yuca**: investigación, producción y utilización; programa de yuca. Cali, CIAT, 1982. p. 367-75.
- BELLOTTI, A. C. Control integrado de las plagas de la yuca. In: REYES, J.A. (Ed.). **Yuca**: Control integrado de plagas. Cali: CIAT, 1983. p. 200-324.
- BELLOTTI, A. C.; REYES, J. A.; VARELA, A. M. Observaciones de los piojos harinosos de la yuca en las Americas: su biología, ecología y enemigos naturales. In: REYES, J.A. (Ed.) **Yuca**: Control integrado de plagas, Colômbia: CIAT, 1992. p. 313-339.
- BENTO, J. M. S.; CARVALHO, J. E. B. de. Função ecológica de plantas daninhas e leguminosas no manejo de pragas de mandioca. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5, 1996, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Foz do Iguaçu: COBRAFI, 1996. p. 187.
- BIFFE, D. F.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; FRANCHINI, L.H.M.; RIOS, F.A.; BLAINSKI, E.; ARANTES, J.G.Z.; ALONSO, D.G.; CAVALIERI, S.D. Período de interferência de plantas daninhas em mandioca (*Manihot esculenta*) no noroeste do Paraná. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 471-478, 2010.
- BORCHARDT, I. **Desenvolvimento de metodologia para elaboração de custos de produção das principais culturas exploradas em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Instituto Cepa, 2004. 67 p.
- BORRERO, H. M.; BELLOTTI, A. C. Estudio biológico en el chinche de encaje *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae) y de uno de sus enemigos naturales *Zelus nugax* Stal (Hemiptera: Reduviidae). In: REYES, J.A., comp. **Yuca**: control integrado de plagas. Cali, PNUD/CIAT, 1983. p. 163-167.
- CARDOSO, C. E. L. **Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil**. 2003. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- CARDOSO, C. E. L. **Competitividade na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil. Uma proposta de análise**. Piracicaba: USP-ESALQ, 2001.
- CARDOSO, C. E. L.; 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 agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 41-70.

CARDOSO, C. E. L. **Efeitos de políticas públicas sobre a produção de mandioca no Brasil**. Piracicaba, ESALQ-USP, 1995. 180p. (Dissertação de Mestrado) – ESALQ-USP, 1995.

CARDOSO, C. E. L.; SOUZA, J. da S. Aspectos econômicos da cultura da mandioca. **Conjuntura & Planejamento**, Salvador, n. 50, p. 15-16, 1998.

CARNEIRO, R. G.; MORITIZ, M. P.; MÔNACO, A. P. A.; LIMA, A. C. C.; SANTIAGO, D. C. Reação de cultivares de mandioca às raças 1 e 3 de *Meloidogyne incognita*, *M. paranaensis* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**. v. 30, n. 3, p. 275-279, 2006.

CARVALHO, J. E. B. de. **Controle de plantas daninhas em mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1990. 38p., Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1990a. Trabalho apresentado no 7. Curso Intensivo Nacional de Mandioca

CARVALHO, J. E. B. de. Controle químico de plantas daninhas em mandioca. In: EMBRAPA. **Práticas culturais da mandioca: anais**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1984. 245 p. (EMBRAPA-DDT. Documentos, 14).

CARVALHO, J. E. B. de; CALDAS, R. C.; ARAÚJO, A. M. de A.; LOPES, L. C. Interferência de plantas daninhas no acúmulo de matéria seca pela cultura da mandioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 10, 1999, Manaus, AM. **Resumos...** Manaus: SBM, 1999. p. 49.

CARVALHO, J. E. B. de; CALDAS, R. C.; COSTA NETO, A. de O.; CARDOSO, S. da S.; MASCARENHAS, L.; BARBOSA, C. V. Período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura da mandioca em um ecossistema do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, BA, v.12, n.1/2, p.85-93, 1993.

CARVALHO, J. E. B. de; PERESSIN, V.A.; ARAÚJO, A.M. de A. Manejo e de plantas daninhas. In: SOUZA, L. da S. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa, 2006. p. 560-590.

CARVALHO, J. E. B. de; REZENDE, G. de O.; CALDAS, R. C. Competição e seletividade de herbicidas pré-emergentes no controle das plantas daninhas na cultura da mandioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 6, 1990, Londrina, PR. **Resumos...** Londrina: SBM, 1990c. p. 78.

CARVALHO, J.E.B. de; REZENDE, G. de O.; SOUZA, J. da S. Estudo econômico de métodos integrados de controle de plantas daninhas na cultura da mandioca em fileiras simples e duplas. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 9, n. 1/2, p. 51-59, 1990b.

CARVALHO, J. E. B.; ARAÚJO, A. M. de A.; AZEVEDO, C. L. L. **Período de controle de plantas infestantes na cultura da mandioca no Estado da Bahia**. Cruz das Almas: Embrapa, 2004. 7 p. (Comunicado Técnico,109).

CARVALHO, L. C. S. **Produção de Mandioca no Distrito Federal**: planejamento, aspectos técnicos e análise financeira. 2015 (Trabalho de Conclusão de Curso de Agronomia) – UPIS. Planaltina: DF, 2015.

CAVALCANTE, M. L. S.; LIMA, H. A.; FUKUDA, C.; LOZANO, J. C.; FUKUDA, W. M. G. Avaliação de resistência de genótipos de mandioca ao superbrotaamento da mandioca causado por micoplasma na Microrregião da Ibiapaba, CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 7., 1992, Recife. **Resumos**. Recife, SBM, 1992. p. 61.

CEPEA. CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - ESALQ/USP. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/mandioca/#>>. Acesso em 28 set. 2012.

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

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção agrícola**: a metodologia da Conab. -- Brasília: Conab, 2010. 60 p

COSTA, A. M.; COHEN, C. O.; TUPINAMBÁ, D. D.; BRANDÃO, L. S.; SILVA, D. C.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Propriedades físicas e físico-químicas de maracujás cultivados nos sistemas orgânico e convencional, em consórcio com mandioca**. Planaltina,DF: Embrapa Cerrados, 2008. 6 p. (Embrapa Cerrados, Comunicado Técnico, 158)

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**, Turrialba, v. 34, n. 4, p. 530-534, 1994.

COSTA, I. R. S.; PERIM, S. **Variedades de mandioca-brava resistente à bacteriose, para a região Geoeconômica de Brasília**. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1988, 4 p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 31)

DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; MACHADO, J. A. R. Consórcio de espécies nativas da floresta estacional semidecidual com mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para restauração de mata ciliar. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 2, p. 291-299, 2012.

DEVIDE, A. C. P. **Culturas anuais para sistemas agroflorestais com guanandi em várzea e terraço fluvial**. Seropédica, RJ: UFRRJ, 2013. 34 p. (Revisão de literatura).

DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. M. Mandioca: múltiplos usos na transição agroecológica. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 7, n. 2, Jul. / Dez. 2010.

DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. M., RIBEIRO, R. D. L. D.; VALLE, T. L. (2009). Experiências com produção orgânica de mandioca e transição agroecológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13., 2009. Botucatu-SP, 2009. **Anais...** Botucatu, SP: CERAT/UNESP, 2009.

DEVIDE, A. C. P.; RIBEIRO, R. L. D.; VALLE, T. L.; ALMEIDA, D. L.; CASTRO, C. M.; FELTARN, J. C. Produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 145-153, 2009.

DINIZ, M. de S.; GOMES, J. de C.; CALDAS, R. C. Sistemas de adubação na cultura da mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 13, n. 2, p. 157-160, 1994.

- DOLL, J. D.; PIEDRAHITA, W. C. **Metodos de control de malezas en Yuca**. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1976. 12 p. (CIAT Série ES-21).
- EMATER. Custos de produção de mandioca. Disponível em: Acesso em: 15 jul. 2015.
- FACHINI, C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARROS, V. L. N. P.; LUCHESI JUNIOR, V. Viabilidade econômica das culturas de feijão, abóbora e mandioca para indústria em consórcio com Eucalipto, região de Capão Bonito, Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13. Botucatu-SP, 2009. **Anais...** Botucatu-SP: CERAT; UNESP, 2009.
- FAO. **Faostat Data base**. Disponível em: < <http://www.faostat.org>>. Acesso em: jun. 2015.
- FARIAS, A. R. N. Biologia de *Vatiga illudens* (Drake, 1992) (Hemiptera: Tingidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 6, n. 1, p. 17-19, 1987.
- FARIAS, A. R. N. **Controle biológico do mandarová da mandioca com *Baculovirus erinnyis***. Cruz das Almas, BA, EMBRAPA-CNPMPF, 1991. (EMBRAPA-CNPMPF. Mandioca em Foco, 7)
- FARIAS, A. R. N. **Controle dos ácaros da mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1991 (EMBRAPA-CNPMPF. Mandioca em Foco, 25)
- FARIAS, A. R. N. **Espécies de "mosca branca"; situação atual e perspectivas de controle**. Cruz das Almas, EMBRAPA-CNPMPF, 1990. 9 p. Trabalho apresentado no 7. Curso Intensivo Nacional de Mandioca, Cruz das Almas, BA, 1990.
- FARIAS, A. R. N. **Insetos e ácaros pragas associados à cultura da mandioca no Brasil e meios de controle**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1991. 47 p. (EMBRAPA-CNPMPF. Circular Técnica, 14)
- FARIAS, A. R. N. **Pragas da cultura da mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1991. 26 p. Trabalho apresentado na Semana Especial sobre a Cultura da Mandioca, Estância, SE, 1991.
- Farinha de mandioca registra maior índice de produção nos últimos sete a nos**. Disponível em . Acesso em: 11 mar. 2010.
- FERREIRA FILHO, J. R.; MATTOS, P. L. P.; GOMES, J. C. **Feno da parte aérea da mandioca**. Cruz das Almas, BA. EBDA/CAR; EMBRAPA. 2004.
- FIALHO, J. de F., PEREIRA, A. V. **Importância do controle da bacteriose na cultura da mandioca**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002. 2 p. (Embrapa Cerrados. Guia Técnico do Produtor, 32)
- FIALHO, J. de F.; PEREIRA, A. V.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Pioneira: nova opção de mandioca de mesa na agricultura familiar do Distrito Federal**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2000. 3 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 33)
- FIALHO, J. de F.; FUKUDA, W. M. G.; OLIVEIRA, M. A. S.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVIANO, A.; NASSER, L. C. B. Desenvolvimento de germoplasma de mandioca para as condições de Cerrado. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). **Relatório técnico anual de Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - 1991-1995**. Planaltina, 1997. p. 157.
- FIALHO, J. de F.; OLIVEIRA, M. A. S.; ALVES, R. T.; PEREIRA, A. V.; JUNQUEIRA, N. T. V.; GOMES, A. C. **Danos do percevejo-de-renda na produtividade de mandioca no Distrito Federal**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2001. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 48)
- FIALHO, J. de F.; OLIVEIRA, M. A. S.; PEREIRA, A. V. **O cultivo da mandioca no Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1998. 2 p. (Embrapa Cerrados. Guia Técnico do Produtor Rural, 16)
- FIALHO, J. de F.; OLIVEIRA, M. A. S.; PEREIRA, A. V.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Danos do percevejo-de-renda na produtividade da mandioca no Distrito Federal**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 48)
- FIALHO, J. de F.; PEREIRA, A. V. **Importância do controle da bacteriose na cultura da mandioca no Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 2 p. (Embrapa Cerrados. Guia Técnico do Produtor, 18)
- FIALHO, J. de F.; PEREIRA, A. V.; FERNANDES, F. D.; OLIVEIRA, M. A. S. Avaliação da produção de raízes e da matéria seca da parte aérea e sua qualidade em cultivares de mandioca no cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 10., 1999, Manaus. **Resumos...** Cruz das Almas: SBM, 1999. p. 55.
- 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, SP: Edufscar, 2005.
- FRANÇA, C. G., **O Censo Agropecuário de 2006 e a Agricultura Familiar no Brasil**. Brasília: DF. MDA, 96p, ISBN 978-85-60548-57-6, 2009. Disponível em: . Acesso em: 04 jan. 2016.
- FUKUDA, C. **Bacteriose da mandioca (*Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*): resistência varietal e alguns possíveis pré-infeccionais de resistência do hospedeiro**. 1982. 58f (Tese de Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1982.
- FUKUDA, C. Doenças da mandioca. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. **Instruções práticas para o cultivo da mandioca**. Cruz das Almas, Embrapa-CNPMPF, 1993. p. 53-56.
- FUKUDA, C.; FUKUDA, W. M. G.; SOUZA, A. da S. Seleção de cultivares e clones de mandioca resistentes a antracnose. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1., 1979, Salvador. **Anais**. Brasília: EMBRAPA-DID/SBM, 1981. p. 503-512.
- FUKUDA, C.; MONTENEGRO, E. E.; FUKUDA, W. M. G. **Primeiros híbridos resistentes ao superbrotamento são gerados no CNPMPF**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1995. 2 p. (EMBRAPA-CNPMPF. Mandioca em Foco, 6)

- FUKUDA, W. M. G. Melhoramento de mandioca no Brasil. In: REUNIÓN PANAMERICANA DE FITOMEJORADORES DE YUCA, 2., 1992, Cali, Colômbia. **Memórias**. Cali: CIAT, 1991. p. 15-31. 1992. (CIAT. Documento de Trabajo, 112).
- FUKUDA, W. M. G.; BORGES, M. de F. **Cultivares de mandioca de mesa**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1989. 4 p. (EMBRAPA-CNPMPF. Comunicado Técnico, 15)
- FUNDAÇÃO CASA DO CERRADO; FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Integração lavoura, pecuária, floresta**. Brasília: Fundação Casa do Cerrado & Fundação, [19-?]. 47 p.
- GARRIDO, M. S.; COIMBRA, J. L.; SOARES, A. C. F.; ALMEIDA, N. S.; SOUSA, S. S. Fitonematóides associados à rizosfera e raízes da mandioca cultivada em rotação com inhame cv. da costa. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 2, p. 181-182, 2008.
- GOMES, J. de C. **Adubação da mandioca**. In: CURSO INTERNACIONAL DE MANDIOCA PARA PAÍSES AFRICANOS DE LÍNGUA PORTUGUESA, 1., 1998, Cruz das Almas. [Anais...]. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1998. 73 p.
- GOMES, J. de C.; CARVALHO, P. C. L. de; CARVALHO, F. L. C.; RODRIGUES, E. M. Adubação orgânica na recuperação de solos de baixa fertilidade com o cultivo da mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 2, n. 2, p. 63-76, 1983.
- GOMES, J. de C.; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R. C. Doses, modos e épocas de aplicação de potássio. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura - 1982**. Cruz das Almas, 1983. p. 120-123.
- GONÇALVES, M. E. C.; OLIVEIRA, J. V., BARROS, R.; TORRES, J. B. Efeito de extratos vegetais sobre estágios imaturos e fêmeas adultas de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p. 305-309, 2001.
- GONÇALVES, M. E. C.; OLIVEIRA, J. V.; BARROS, R.; LIMA, M. P. L. Extratos aquosos de plantas e o comportamento do ácaro verde da mandioca. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 3, p. 475-479, 2001.
- GROXKO, M. **Análise da Conjuntura Agropecuária: mandiocultura: safra 2014/15**. Disponível em: . Acesso em: 21 nov. 2015.
- GUIDUCCI, R. C. N.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. (Ed.) **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 535 p.
- HOWELER, R. **Nutrición mineral y fertilización de la yuca (Manihot esculenta Crantz)**. Cali, Colômbia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981. 55 p.
- IBGE. **Mapa Biomas do Brasil**. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: < [ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/biomas.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/biomas.pdf) >. Acesso em: 15 fev.2016.
- IBGE, PAM. **Produção agrícola municipal 2014**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 21 fev. 2016.
- IBGE. SIDRA. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 11 fev. 2012.
- KANASHIRO, M.; BALOTA, E. L. HUNGRIA, M.; DOBEREINER, J. Ocorrência de bactérias diazotróficas e de fungos MVA na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. v. 1, p. 361-362.
- KERALA AGRICULTURAL UNIVERSITY. **Package of practices recommendations: crops**. 12.ed. Trichur: Kerala Agricultural University, 2002. 278 p.
- LAGO, A.; LENGELER, L.; CORONEL, D. A.; SILVA, T. N. Agricultura familiar de produtos orgânicos: Um olhar sobre a ótica do marketing. **Revista Extensão Rural**, DEAER; CPGExRCCR-UFSM, v. 13, jan./dez. de 2006.
- LIBERALI, L. Sistemas agroflorestais: alternativa de renda para agricultura familiar do município de Corumbataí do Sul-Paraná. **Rev. GEOMAE**, Campo Mourão, v. 4 n. 1 p. 58/9, 2013.
- LORENZI, J. O. **Mandioca**. Campinas: CATI, 2003. 116 p. (CATI. Boletim Técnico, 245)
- LORENZI, J. O.; DIAS, C. A. C. **Cultura da mandioca**. Campinas: CATI, 1993. 39 p. (CATI. Boletim Técnico da CATI, 211)
- LOZANO, J. C.; BELLOTI, A.; REYES, J. A.; HOWELER, R.; LEIHNER, D.; DOLL, J. **Problemas no cultivo da mandioca**. 2.ed. Brasília, EMBRATER, 1985. 207 p.
- MACEDO, M. C. M.; MATTOS, P. L. P. de. **Normaniva**: um implemento simples e eficiente para o preparo de "manivas-semente" de mandioca a baixo custo. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1980. 10 p. (EMBRAPA-CNPMPF. Comunicado Técnico, 6)
- MACIEL, M. E. Identidade Cultural e Alimentação. In: **Antropologia e Alimentação: um diálogo possível**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2005. 306 p. (Fiocruz. Coleção Antropologia e Saúde)
- MAGALHÃES, W. M. **Sistemas agroflorestais com eucalipto, amendoim, mamona e mandioca, no Norte de Minas Gerais**. 2008. 47f. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG: UFLA, 2008.
- MAKUMI-KIDZA, N. N.; SPEIJER, P. R.; SINKORA, R. A. Effects of *Meloidogyne incognita* on growth and storage-root formation of cassava *Manihot esculenta*. **Jornal of Nematology**. v. 32, Supl., n. 48, p. 475-477, 2000.

- MARGOLIS, E.; CAMPOS FILHO, O. R. Determinação dos fatores da equação universal de perdas de solo num Podzólico Vermelho-Amarelo de Glória do Goitá. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3., 1980, Recife. **Anais...** Recife, UFRPE, 1981. p. 239-250.
- MARGOLIS, E.; MELLO NETTO, A. V. de. **Perdas por erosão em diferentes sistemas de plantio de mandioca**. Recife: UFRPE, [198-?] 14 p. (Trabalho apresentado no IV Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, Campinas, SP, 1982).
- MARINIS, G. de. Ecologia das plantas daninhas. In: CAMARGO, P. N. (Coord.). **Texto básico de controle químico de plantas daninhas**. 4.ed. Piracicaba: ESALQ, Universidade de São Paulo, 1972. p. 1-74.
- MARQUES, J. Q. A.; BERTONI, J.; BARRETO, G. B. Perdas por erosão no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 20, n. 47, p. 1143-1182, 1961.
- MATSUURA, F. C. A. U. Amido de mandioca (fécula). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 10., 1999, Manaus. **Curso**. Manaus: EMBRAPA-CPAA; SBM, 1999. p. 33-55.
- MATSUURA, F. C. A. U. Mandioca como matéria-prima industrial. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIAS PARA O PROCESSAMENTO AGROINDUSTRIAL DA MANDIOCA, 1998, Cruz das Almas. **Curso**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1998. p. 31-32.
- MATTOS, P. L. P. de; CALDAS, R. C.; SOUZA, A. da S. Mandioca plantada em fileiras duplas consorciada com milho. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 2, n. 1, p. 55-58, 1983.
- MATTOS, P. L. P. de; CALDAS, R. C.; SOUZA, A. da S. Consórcio de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) plantada em fileiras duplas com milho (*Zea mays*). **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 7, n. 1, p. 23-35, 1988.
- MATTOS, P. L. P. de; CALDAS, R. C. Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) consorciada com milho (*Zea mays*) no sistema de fileiras duplas. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 6, n. 1, p. 49-53, 1987.
- MATTOS, P. L. P. de; CALDAS, R. C. **Mandioca em consorciação no Brasil**; problemas, situação atual e resultados de pesquisa. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1981. 51 p. (EMBRAPA-CNPMPF. Documento, 1)
- MATTOS, P. L. P. de; CALDAS, R. C. Mandioca plantada em fileiras duplas consorciada com feijão. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 4, n. 2, p. 69-74, 1985.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R. C. Adaptação de espaçamentos na consorciação de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) plantada em fileiras duplas com caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 8, n. 1, p. 47-53, 1989.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R. C. Avaliação do cultivo da mandioca em fileiras duplas e simples consorciada com soja. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 47-59, 1994.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R. C. Consorciação de mandioca com amendoim. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 5, n. 1, p. 71-76, 1982.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R. C. Consorciação de mandioca plantada em fileiras duplas com feijão. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 9, n. 1/2, p. 83-90, 1990.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R. C. Consorciação de mandioca em fileiras duplas com *Vigna*. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 1, n. 1, p. 61-65, 1982.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R. C. Cultivo consorciado de mandioca com caupi. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 5, n. 2, p. 7-11, 1986.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R. C. Cultivo da mandioca e amendoim em sistemas consorciado e monocultivo. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 29-45, 1994.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R. C. Cultivo da mandioca e caupi em sistemas consorciado e monocultivo. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 8, n. 2, p. 47-59, 1989.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R. C. **Mandioca consorciada com feijão e milho**. Cruz das Almas, EMBRAPA-CNPMPF, 1998. 2 p. (EMBRAPA-CNPMPF. Mandioca em Foco, 12)
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R. C. Mandioca consorciada com milho. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 4, n. 2, p. 61-67, 1985.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R. C. Mandioca e feijão em consorciação e em monocultivo. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 11, n. 1, p. 41-53, 1992.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R. C. Mandioca e feijão em consorciação e monocultivo. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 11, n. 1, p. 41-53, 1992.
- MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S.; DANTAS, J. L. L.; CALDAS, R. C. Influência da rotação de culturas sobre a produtividade da mandioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MANDIOCA, 2., 1981, Vitória. **Anais...** Cruz das Almas, EMBRAPA-CNPMPF; SBM, 1982. v. 1, p. 175-180.

MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da. S.; CALDAS, R. C. Adaptação de espaçamentos em fileiras duplas para a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 2, n. 2, p. 13-22, 1983.

MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R. C. Sistemas de plantio de mandioca em fileira dupla no Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE PRÁTICAS CULTURAIS DA MANDIOCA, 1980, Salvador, BA. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA-DDT, 1984. 245 p. il. (EMBRAPA-DDT. Documentos, 14). Traduzido por Antonio Carlos Naves. p. 87-94.

MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, L. da S.; SOUZA, J. da S.; CALDAS, R. C.; CRUZ, J. L. Mandioca consorciada com feijão e milho. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 15, n. 1/2, p. 81-88, 1996.

MELO, F. H. de. **A Liberalização Comercial e a Agricultura Familiar No Brasil**. 2001. USP (monografia) - Departamento de Economia da FEA, 2001.

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

OLIVEIRA, J. L.; MENEZES, S. S. M. A. Tapioca e suas reinvenções: tradição e inovação como estratégia de reprodução social e econômica de grupos familiares na Grande Aracaju. In: FÓRUM IDENTIDADES E ALTERIDADES. 5.; Itabaiana 2011. **Anais...** Itabaiana: GEPIADDE; UFS; 2011.

OLIVEIRA M. A. S.; FIALHO, J. de F.; ALVES, R. T.; OLIVEIRA, J. N. S.; GOMES, A. C. **Dinâmica populacional do percevejo-de-renda *Vatiga illudens* (Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae) na cultura da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) no Distrito Federal**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2001. 13 p. (Embrapa Cerrados. Boletim Técnico, 5)

OLIVEIRA M. A. S.; FIALHO, J. de F.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ALVES, R. T. **Patogenicidade de fungos entomopatógenos sobre o percevejo-de-renda da mandioca no Distrito Federal**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 6 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 45)

OLIVEIRA M. A. S.; FIALHO, J. de F.; ALVES, R. T. Proteção fitossanitária da cultura da mandioca nos Cerrados. In: EMBRAPA. **Relatório técnico anual de Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - 1991-1995**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1997. p. 186.

OLIVEIRA, M. A. S.; FIALHO, J. de F.; ALVES, R. T.; OLIVEIRA, J. N. S.; GOMES, A. Comportamento populacional do percevejo-de-renda *Vatiga illudens* (Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae) na cultura da mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ) no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 1, n. 1, p. 25-31, 1998.

OLIVEIRA, M. A. S.; FIALHO, J. de F.; ICUMA, I. M. **Ocorrência de *Hyaliodes beckeri* (Carvalho, 1945) (Heteroptera: Miridae) predando percevejo-de-renda *Vatiga Illudens* (Drake, 1922) (Heteroptera: Tingidae) na cultura da mandioca no Distrito Federal**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 52)

OLIVEIRA, M. A. S.; FIALHO, J. de F.; OLIVEIRA, J. N. S.; ALVES, R. T. **Percevejo-de-renda: praga da mandioca no Distrito Federal**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2000 2 p. (Embrapa Cerrados. Recomendações Técnicas, 11)

OLIVEIRA, M. A. S.; FIALHO, J. de F.; OLIVEIRA, J. N. S.; ALVES, R. T.; GOMES, A. C. **Flutuação populacional do percevejo-de-renda *Vatiga illudens* (Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae) na cultura da mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ) no Distrito Federal**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2000. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 49)

OLIVEIRA, M. N. **Cultivos consorciados de espécies hortícolas e arbóreas em agroflorestas sucessionais biodiversas**. 2014. 82 f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Brasília, Brasília, DF: UnB, 2014.

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

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, n. 1, p. 98 –104, 2006.

PACHECO, E. P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21 p. (Embrapa Acre. Documentos, 58)

PERESSIN, V. A. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da mandioca**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2010. 54 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**, Cruz das Almas, 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 Ciência do Solo**, Campinas, v. 4, p. 107-110, 1980.

PERIM, S.; TAKATSU, A. Seleção de variedades de mandioca resistente à bacteriose para a região dos Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1., 1979, Salvador. **Anais**. Salvador, EMBRAPA, 1981. v.1, p. 513-522.

PERIM, S.; TAKATSU, A.; COSTA, I. R. S. Níveis de resistência a bacteriose (*Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*) em variedades de mandioca pelo método de inoculação por palito. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 3., 1983, Brasília. **Resumos...** Brasília, Sociedade Brasileira de Mandioca, 1983, p. 76.

PERIM, S.; TAKATSU, A. L.; FUKUDA, S. Triagem de variedades de mandioca visando resistência à bacteriose. **Fitopatologia Brasileira**, v. 5, n. 1, p. 21-24, 1980.

PORTAL EMBRAPA. **Novas cultivares de mandioca procuram atender demanda de produtores e consumidores.** Disponível em: . Acesso em: dez. 2015.

PRATISSOLI, D.; ZANÚNCIO, J. C.; BARROS, R.; OLIVEIRA, H. N. D. Leaf consumption and duration of instars of the cassava defoliator *Erinnyis ello* (L., 1758) (Lepidoptera, Sphingidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 3, p. 251-254, 2002.

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

REINHARDT, D. H. R. Mandioca – **A Raiz do Brasil** “O pão do Brasil”. Um símbolo da identidade cultural brasileira. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/capadr/audiencias-publicas/audiencias-publicas-2013/audiencia-publica-16-de-abril-de-2013-embrapa-mandioca>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

RIBEIRO, M. R. O desenvolvimento sustentável e a agricultura. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 16-17, 1998.

RICHETTI, A.; SAGRILO, E. **Custo de produção de mandioca industrial:** safra 2007. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. 5 p.

RINALDI, M.; BENEDETTI, B. C.; VIEIRA, E. A.; MORETTI, C. L.; FIALHO, J. F. **Processamento mínimo:** uma alternativa para os produtores de mandioca de mesa do Cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 48 p (Embrapa Cerrados. Documentos, 277)

ROSA NETO, C.; MARCOLAN, A. L. Estudo exploratório acerca do comportamento de consumo de mandioca e derivados no Brasil, com ênfase na Região Norte. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande, MS. Tecnologias, desenvolvimento e integração social. Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2010.

SANTANA, D. P.; BAHIA FILHO, A. F. C. A ciência do solo e o desafio da sustentabilidade agrícola. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 23, n. 2, p. 19-23, 1998.

SANTOS, J. A. G.; TRIVELIN, P. C.; GOMES, J. C.; SANTOS, D. B. dos. Utilização do N da uréia pela mandioca *Manihot esculenta* Crantz como revelado pela técnica do 15N. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1985, Viçosa. **Resumos expandidos...** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1995. v. 2, p. 690-691.

SANZONOWICZ, C.; FIALHO, J. de F.; PEREIRA, A. V.; GOMES, A. C. Correlação dos resultados das análises de solo e de folha com os de produção e crescimento de mandioca num LE de Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 10., 1999, Manaus. **Resumos...** Cruz das Almas, SBM, 1999. p. 21.

SARMENTO, S. B. S. Produtos atuais e potenciais da mandioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 10., 1999, Manaus. **Mandioca:** sua importância frente à globalização da economia: resumos. Cruz das Almas: SBM, 1999. 97 p. 1-27. Curso.

SCHONS, A.; STRECK, N. A.; STORCK, L.; ADELIBURIOL, G.; ZANON, A. J.; PINHEIRO, D. G.; KRAULICH, B. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 155-167, 2009.

SHAW, W. Terminology Committee Report, Weed Society of America. **Weeds**, Bethesda, v. 4, p. 1-276, 1956.

SILVA, A. R.; SOUSA, S. A.; SOUZA, D. J. A.T.; LEMOS, A. S.; COLLIER, L. S. Fertilidade do solo em agrofloresta após sucessão leguminosas: Consórcio mandioca e caupi, no Sul do Tocantins. **J. Biotec. Biodivers.** v. 2, n. 2, p. 44-51, 2011.

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

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; STEINKE, E. T.; MÜLLER, A. G. Clima do Bioma Cerrado. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (Ed.). **Agricultura Tropical:** quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 93-147.

SILVA, J. J.; DANIEL, O.; CREMON, T.; NOGUEIRA, I. M. B. Modelos de sistemas agroflorestais para a mesorregião sudoeste de Mato Grosso do Sul. **Revista Extensão Rural**, v. 17, n. 19, p. 49-74, jan./jun. 2010.

SILVA, K. C.; SOUSA, A. J. F.; SILVA FILHO, V. C.; BARROS, D. I. Sistema agroflorestal, alternativa sustentável de produção para agricultura familiar. In: CONGRESSO NORTE E NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, CONNEPI. Palmas, TO, 2012. **Anais...** Palmas, TO: Instituto Federal de Tocantins, 2012.

SILVEIRA, G. M. Mecanização: custo horário das máquinas agrícolas. DBO **Agrotecnologia**, São Paulo, p. 26-29, 2005.

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

SOUZA, A. da S.; DANTAS, J. L. L.; GOMES, J. de C.; CALDAS, R. C.; SOUZA, J. da S.; SOUZA, L. da S. Adubação verde na cultura da mandioca. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura - 1982.** Cruz das Almas, 1983, p. 140-142.

SOUZA, A. da S.; MATTOS, P. L. P. de; ALMEIDA, P. A. de. **Material de plantio:** poda, conservação, preparo e utilização. Cruz das Almas, EMBRAPA; CNPMF, 1990. 42 p. Trabalho apresentado n. 7. Curso Intensivo Nacional de Mandioca, Cruz das Almas, BA, 1990.

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

TAKATSU, A.; FUKUDA, C.; PERIN, S. Epidemiological aspects of bacterial blight of cassava in Brazil. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DISEASES OF TROPICAL FOOD CROPS HELD**, 1979, Louvain-la-Neuve, Belgium. p. 141-150.

TANAKA, R. T.; ROCHA, B. V. da; CORREA, H.; GUEDES, G. A. A.; ANDRADE, A. M. S. Estudo sobre aplicação de diferentes níveis de fósforo, potássio e calagem na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em solo sob vegetação de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1., 1979, Salvador. **Anais...** Brasília, EMBRAPA-DID; SBM, 1981. v. 1, p. 307-315.

TAVARES, I. Q. Farinhas de mandioca. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIAS PARA O PROCESSAMENTO AGROINDUSTRIAL DA MANDIOCA, 1998, Cruz das Almas. **Curso**. Cruz das Almas: EMBRAPA; CNPMF, 1998. p. 56-77.

TÁVORA, F. J. A. F.; MEIO, F. I. O; SILVA, F. P.; COSTA NETO, F. V. Consórcio da mandioca no primeiro e segundo ciclos com as culturas do feijão caupi, soja tropical e amendoim. **Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v. 21, n. 1/2, p.1-9, jun./dez., 1990.

URIAS LOPEZ, M. A.; CARRILLO SANCHEZ, J. L. Plagas principales de la yuca, *Manihot esculenta* Crantz, 1ª Sabana de Huimanguillo, Tabasco. **Agricultura Técnica de México**, México, v. 2, n. 1, p. 65-71, 1983.

VASCONCELOS, M. A. S. de; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

VILELA, E. R.; FERREIRA, M. E. Tecnologia de produção e utilização do amido de mandioca. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 145, p. 69-73, 1987.

VIRGENS FILHO, A. C. Sistemas agroflorestais com a seringueira como alternativa de renda. Disponível em: <[http://www.incaper.es.gov.br/congressos/congresso\\_seringueira/downloads/apresentacao\\_palestras/Adonias\\_Virgens/palestra.pdf](http://www.incaper.es.gov.br/congressos/congresso_seringueira/downloads/apresentacao_palestras/Adonias_Virgens/palestra.pdf)>. Acesso em: 21 mar. 2016.

ZANATTA, J. C.; SCHIOCCHET, M. A.; NADAL, R. **Mandioca consorciada com milho, feijão ou arroz de sequeiro no Oeste Catarinense**. Florianópolis: EPAGRI, 1993. 37 p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 64)

## Glossário

### A

**Ação sistêmica** – que se movimenta internamente na planta.

**Ácaros** – artrópodes aracnídeos da ordem acarina, de corpo não segmentado, abdome soldado ao cefalotórax quatro pares de patas com seis a sete segmentos, cuja respiração se faz por traqueias ou através da pele, podendo ter vida livre ou parasitária.

**Acesso** – amostra de germoplasma representativa de um indivíduo ou de uma população, diferenciada e identificada de maneira única. Em caráter mais geral, qualquer registro individual constante de uma coleção (uma plântula, uma maniva, uma semente de uma cultivar).

**Adesivo** – é um adjuvante que auxilia o defensivo ou o agrotóxico a aderir na superfície tratada.

**Adjuvante** – qualquer substância inerte adicionada a uma formulação de defensivo, para torná-lo mais eficiente. É o caso de adesivos, emulsificantes, penetrantes e espalhantes umidificantes.

**Agrotóxicos** – defensivo agrícola; substância utilizada na agricultura com a finalidade de controlar insetos, ácaros, fungos, bactérias e ervas daninhas.

**Análise foliar** – exame laboratorial das folhas com o fim de determinar o teor dos elementos fundamentais ao desenvolvimento da planta.

**Análise de solo** – exame laboratorial do solo, com a finalidade de determinar o teor dos elementos fundamentais ao desenvolvimento da cultura a ser plantada ou existente.

**Aração** – ato de lavrar, sulcar, revolver a terra.

**Áreas cloróticas** – sintomas que se revelam pela coloração amarela das partes normalmente verdes.

### B

**Bactérias** – organismos microscópicos unicelulares que podem parasitar vegetais.

**Bico** – é a parte final do circuito hidráulico de um pulverizador, que tem como funções transformar a calda em pequenas gotas, espalhando-as no alvo e controlar a saída de calda por unidade de tempo. No caso do combate às pragas e às doenças de um pomar, só são utilizados bicos tipo cone aberto, ou seja, bicos cujo jato têm formato de um cone vazio no seu centro.

**Brotação** – o mesmo que brotamento, isto é, saída de novos brotos, que darão origem a ramificações, folhas e flores.

### C

**Calagem** – método que consiste em adicionar substâncias cálcicas (cal, calcário) à terra para corrigir a acidez.

**Cochonilhas** – nome vulgar e genérico usado para designar insetos da ordem homóptera pertencentes à família dos coccídeos.

**Compatibilidade (de agrotóxicos)** – propriedade que dois ou mais agrotóxicos apresentam ao serem misturados sem que a eficiência de cada um seja alterada ou diminuída.

**CONAB** – Companhia Nacional de Abastecimento, órgão do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

**Controle biológico** – controle de uma praga, doença ou erva daninha pela utilização de organismos vivos.

## D

**Deficiências nutricionais** – carência de algum elemento químico fundamental ao desenvolvimento da planta.

**Deriva** – é o fenômeno de arrastamento de gotas de pulverização pelo vento.

**Disseminar** – espalhar por muitas partes; difundir, divulgar, propagar.

## E

**Erosão** – movimentação do solo causada pela água das chuvas e pelo vento.

**Espalhantes adesivos** – produtos adicionados em pequena proporção à solução de agrotóxicos com o fim de melhorar a dispersão e a adesão do produto sobre a planta.

**Estresse hídrico** – conjunto de reações da planta à falta de água que pode perturbar-lhe a homeostase.

**Evapotranspiração** – perda combinada de água de uma dada área e durante um período especificado, por evaporação através da superfície do solo e por transpiração das plantas.

**Exportação *in natura*** – ao natural.

**Exsudação** – é a liberação de líquido da planta através de ferimento em aberturas naturais (estômato, aquífero ou hidatódio).

## F

**Fertilização** – aplicação de fertilizantes ou adubos.

**Fitotóxico** – que é considerado tóxico, veneno para as plantas.

**Fungicidas** – produtos destinados à prevenção ou ao combate de fungos; agrotóxicos.

**Fungos fitopatogênicos** – fungos que causam doenças em plantas.

**Fungos** – grupo de organismos que se caracterizam por serem eucarióticos e aclorofilados; são considerados vegetais inferiores.

## G

**Gemas** – brotações que dão origem a ramos e a folhas (gemas vegetativas) e flores (gemas florais).

**Gradagem** – método que consiste em aplainar o solo por meio de grades puxadas por trator; também pode ser utilizada no combate às plantas daninhas.

## H

**Hospedeiros** – vegetal que hospeda insetos e microrganismos, patogênicos ou não.

## I

**Inflorescência** – nome dado a um grupo ou a um conjunto de flores.

**Ingrediente ativo** – é a substância química ou biológica que dá eficiência aos defensivos agrícolas. É também referida como molécula ativa.

**Inimigos naturais** – são os predadores e os parasitas de uma praga ou doença existente em um local.

**Intoxicação** – ato de intoxicar, envenenamento.

## L

**Lagartas** – forma larval dos lepidópteros e de alguns himenópteros (falsa-lagarta).

**Larvas** – segundo estágio do desenvolvimento pós-embriônico dos insetos.

**Limbo foliar** – a parte expandida da folha (lâmina).

**Luminosidade** – que indica o maior ou menor grau de luz.

## M

**Macronutrientes** – nutrientes que a planta requer em maior quantidade (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio).

**Materiais propagativos** – partes das plantas utilizadas na sua multiplicação (sementes, mudas, bulbos, estacas).

**Micronutrientes** – nutrientes que a planta requer em menor quantidade (boro, cobre, zinco, molibdênio, cloro, ferro), embora sejam também importantes para o seu desenvolvimento.

**Microrganismos** – forma de vida de dimensões microscópicas (fungos, bactérias, vírus e micoplasmas).

## N

**Necrose** – sintoma de doença de plantas caracterizado pela degeneração e pela morte dos tecidos vegetais.

## P

**Patógeno** – organismo capaz de produzir doença.

**Período de carência** – tempo mínimo necessário a ser esperado entre a última aplicação e a colheita do produto

**Pistola** – barra de metal leve que tem uma das extremidades acoplada à mangueira por meio de uma válvula e na outra um dispositivo para a colocação de bicos para a produção da pulverização desejada. A válvula de fechamento pode ser do tipo gatilho ou, mais comumente, do tipo rosca, com 350° de giro, o que faz o jato variar continuamente de sólido ou com gotas grosseiras de grande alcance, a cônico fino, de pequeno alcance.

**Plantas daninhas** – o mesmo que ervas invasoras; mato que cresce no pomar e compete por água, luz e nutrientes com a cultura principal.

**Pós-colheita** – período que vai da colheita ao consumo do fruto.

**Precipitação pluvial** – fenômeno pelo qual a nebulosidade atmosférica se transforma em água formando a chuva.

**Predador** – organismo que ataca outros organismos, geralmente menores e mais fracos, e deles se alimenta.

**Pulverização** – aplicação de líquidos em pequenas gotas.

**Pulverização de pistola** – são equipamentos para aplicação de agrotóxicos sob a forma líquida, que possuem bombas capazes de comprimir a calda a grandes pressões e assim expeli-la através da pistola, onde é fracionada em numerosas gotas de tamanho variável em função da regulação feita.

**Pupa** – estágio dos insetos com metamorfose completa; estágio normalmente inativo em que ele não se alimenta, e precede a fase adulta.

## R

**Regiões semiáridas** - regiões semi-desérticas com um período mínimo de seis meses secos e com índices pluviométricos abaixo de 800 mm anuais.

**Regiões subtropicais** - regiões que apresentam um inverno pouco rigoroso e temperaturas médias em torno de 30°C.

**Regiões superúmidas** - regiões com umidade relativa nunca inferior a 70% e temperaturas superiores a 25°C.

**Regiões tropicais** - regiões onde não ocorre inverno e as temperaturas médias são sempre superiores a 20°C.

**Resistência varietal** - é a reação de defesa de uma planta, resultante da soma dos fatores que tendem a diminuir a agressividade de uma praga ou doença; esta resistência é transmitida aos descendentes.

## S

**Seletividade (de agrotóxicos)** - é a propriedade que um agrotóxico apresenta quando, na dosagem recomendada, é menos tóxico ao inimigo natural do que à praga ou doença contra a qual é empregado, apesar de atingi-los igualmente.

**Subsolagem** - operação de rompimento das camadas compactadas de solo abaixo de 30 cm, por meio de um implemento chamado subsolador, tracionado por um trator.

## T

**Tratos culturais** - conjunto de práticas executadas numa plantação com o fim de produzir condições mais favoráveis ao crescimento e à produção da cultura.

## U

**Urticantes** - que queima ou irrita; que produz a sensação de queimadura; pelos urticantes das taturanas.

## V

**Variedade** - subdivisão de indivíduos da mesma espécie que ocorrem numa localidade, segundo suas formas típicas diferenciadas por um ou mais caracteres de menor importância.

**Vírus** - agente infectante de dimensões ultramicroscópicas que necessita de uma célula hospedeira para se reproduzir e cujo componente genético é DNA ou RNA.

## Todos os autores

**Carlos Estevas Leite Cardoso**

Engenheiro Agrônomo, D.sc. Em Economia Aplicada, Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura  
[carlos.estevas@embrapa.br](mailto:carlos.estevas@embrapa.br)

**Jose da Silva Souza**

Engenheiro Agrônomo, M.sc. Em Economia, Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura  
[jose.silva-souza@embrapa.br](mailto:jose.silva-souza@embrapa.br)

**Jose Eduardo Borges de Carvalho**

Engenheiro Agrônomo, D.sc. Em Manejo e Conservação do Solo, Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura  
[jose-eduardo.carvalho@embrapa.br](mailto:jose-eduardo.carvalho@embrapa.br)

**Eduardo Alano Vieira**

Engenheiro Agrônomo, Doutorado da Embrapa Cerrados, Fitomelhoramento  
[eduardo.alano@embrapa.br](mailto:eduardo.alano@embrapa.br)

**Thomaz Adolpho Rein**

Engenheiro Agrônomo, Ph.d. da Embrapa Cerrados, Ciência do Solo  
[thomaz.rein@embrapa.br](mailto:thomaz.rein@embrapa.br)

**João de Deus Gomes dos Santos Júnior**

Engenheiro Agrônomo, Doutorado da Embrapa Cerrados, Solos e Nutrição de Plantas  
[joao.jr@embrapa.br](mailto:joao.jr@embrapa.br)

**João Roberto Correia**

Engenheiro Agrônomo, Doutorado da Departamento de Transferência de Tecnologia, Agronomia  
[joao.roberto@embrapa.br](mailto:joao.roberto@embrapa.br)

**Josefino de Freitas Fialho**

Engenheiro Agrônomo, M.sc. Em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Centro-Oeste (excluir)  
[josefino.fialho@embrapa.br](mailto:josefino.fialho@embrapa.br)

**Fernando Antonio Macena Silva**

Engenheiro Agrônomo, Doutorado da Embrapa Cerrados, Engenharia Agrícola  
[fernando.macena@embrapa.br](mailto:fernando.macena@embrapa.br)

**Camilla Ferreira Lôbo**

Bacharel Administração, Estagiária da Embrapa Cerrados, Administração  
[camilla.lobo@gmail.com](mailto:camilla.lobo@gmail.com)

**Jozeneida Lúcia Pimenta de Aguiar**

Engenheiro Agrônomo, M.sc. Em Socioeconomia, Pesquisador da Embrapa Cerrados  
[joze@cpac.embrapa.br](mailto:joze@cpac.embrapa.br)

**Roberto Guimarães Júnior**

Engenheiro Agrônomo, Doutorado da Embrapa Cerrados, Ciência Animal  
[roberto.quimaraes-junior@embrapa.br](mailto:roberto.quimaraes-junior@embrapa.br)

**Jorge Cesar dos Anjos Antonini**

Engenheiro Agrícola, Doutorado da Embrapa Cerrados, Agronomia  
[jorge.antonini@embrapa.br](mailto:jorge.antonini@embrapa.br)

**Francisco Duarte Fernandes**

Engenheiro Agrônomo, Mestrado da Embrapa Cerrados, Zootecnia  
[francisco.fernandes@embrapa.br](mailto:francisco.fernandes@embrapa.br)

**José de Ribamar N. dos Anjos**

Engenheiro Agrônomo, Ph.d. da Embrapa Cerrados, Fitopatologia  
[jose.ribamar@embrapa.br](mailto:jose.ribamar@embrapa.br)

**Rudiney Ringenberg**

Engenheiro Agrônomo, Doutorado da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Entomologia  
[rudiney.ringenberg@embrapa.br](mailto:rudiney.ringenberg@embrapa.br)

**Luciana Alves de Oliveira**

Engenheira Química, Doutorado da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Engenharia Química  
[luciana.oliveira@embrapa.br](mailto:luciana.oliveira@embrapa.br)

**Maria Madalena Rinaldi**

Engenheira Agrônoma, Doutorado da Embrapa Cerrados, Ciência e Tecnologia de Pós-colheita  
[madalena.rinaldi@embrapa.br](mailto:madalena.rinaldi@embrapa.br)

**Charles Martins de Oliveira**

Engenheiro Agrônomo, Doutorado da Embrapa Cerrados, Entomologia  
[charles.oliveira@embrapa.br](mailto:charles.oliveira@embrapa.br)

**Tito Carlos Rocha de Sousa**

Economista, Mestrado da Embrapa Cerrados, Sociologia  
[tito.sousa@embrapa.br](mailto:tito.sousa@embrapa.br)

**Saulo Alves Santos de Oliveira**

[saulo.oliveira@embrapa.br](mailto:saulo.oliveira@embrapa.br)

**Djalma Martinhão Gomes de Sousa**

Química, Mestrado da Embrapa Cerrados, Ciência do Solo  
[djalma.sousa@embrapa.br](mailto:djalma.sousa@embrapa.br)

## Expediente

### Embrapa Mandioca e Fruticultura

#### Comitê de publicações

Francisco Ferraz Laranjeira Barbosa  
Presidente

Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro  
Secretário executivo

Clóvis Oliveira de Almeida, Áurea Fabiana Apolinário de Albuquerque Gerum, Eliseth de Souza Viana, Tullio Raphael Pereira de Pádua, Aldo Viçar Trindade, Leandro de Souza Rocha, Marcela Silva Nascimento e Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki.  
Membros

#### Corpo editorial

Ana Lucia

Borges

Editor(es) técnico(s)

Adriana Villar Tullio  
Marinho

Revisor(es) de texto

Lucidalva Ribeiro  
Gonçalves Pinheiro  
Normalização  
bibliográfica

Ana Lúcia Borges  
Editoração eletrônica

### Embrapa Informação Tecnológica

Fernando do Amaral Pereira  
Coordenação editorial

#### Corpo técnico

Claudia Brandão Mattos  
José Ilton Soares Barbosa  
Supervisão editorial

Karla Ignês Corvino Silva  
Projeto gráfico

### Embrapa Informática Agropecuária

José Gilberto Jardine  
Coordenação técnica

#### Corpo técnico

Adriana Delfino dos Santos  
Publicação eletrônica

Carla Geovana do N. Macário  
Suporte computacional

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa**  
Todos os direitos reservados, conforme [Lei nº 9.610](#)

**Embrapa Informação Tecnológica**  
Fone: (61) 3448-4162 / 3448-4155 Fax: (61) 3272-4168