

The background of the cover is a photograph of a mandioca (cassava) field. Numerous tall, slender, light-colored stems with green leaves are growing in rows. In the foreground, a large, harvested root system is visible, showing several thick, light-brown tubers branching out from a central point. The ground is dry and covered with some dry leaves and small green weeds.

Mandioca



Governador do Estado
Geraldo Alckmin

Secretária de Agricultura e Abastecimento
Mônika Bergamaschi

Secretário-Adjunto
Alberto José Macedo

Chefe de Gabinete
Henrique Machado Júnior

Coordenador/Assistência Técnica Integral
José Carlos Rossetti

Diretor/Departamento de Comunicação e Treinamento
Ypujucan Caramuru Pinto

Diretor/Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes
Edson Luiz Coutinho

Diretor/Divisão de Extensão Rural
José Alberto Martins



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI

Mandioca

Autor

José Osmar Lorenzi

Colaboradores

Aparecido Naloto

Claudio Hagime Funai

Fernando Martins Ribeiro

Flávio Buzachero Bandeira

João Luiz Buffo

João Pacheco de Almeida Prado

José Augusto Cassiano

Paulo Henrique Interliche

Victor Branco de Araújo

ISSN 0100-4417

Boletim Técnico CATI

Campinas (SP)

n.º 245

maio 2012



EDIÇÃO E PUBLICAÇÃO

Departamento de Comunicação e Treinamento – DCT

Diretor: Ypujucan Caramuru Pinto

Centro de Comunicação Rural – CECOR

Diretora: Roberta Lage

Editora Responsável: Cleusa Pinheiro

Revisora: Marlene M. Almeida Rabello

Designer gráfico: Paulo Santiago

Distribuição: Carmen Ivani Garcez

Esta publicação é dirigida aos
técnicos da CATI, produtores e/ou interessados.

É permitida a reprodução parcial, desde que citada a fonte.
A reprodução total depende de autorização expressa da CATI.

LORENZI, José Osmar.

Mandioca. 2.^a ed. Campinas, CATI 2012.
129p. ilus. 23cm (Boletim Técnico, 245)

CDD 633.68

APRESENTAÇÃO

Com cerca de 230 milhões de toneladas anuais, em 2010, a mandioca se coloca entre os dez produtos mais consumidos pela humanidade. Sua importância é ainda maior nas regiões tropicais onde é mais cultivada. Tradicionalmente, o Brasil, seu provável centro de origem, liderou, até 1991, a produção mundial e, atualmente, ocupa a segunda posição com cerca de 24 milhões de toneladas anuais.

A atual produção brasileira coloca a mandioca entre as principais explorações agrícolas do país, sendo cultivada especialmente por pequenos e médios produtores. Em valor da produção agrícola, a mandioca ocupa o sexto lugar depois da soja, milho, cana-de-açúcar, café e arroz. Estima-se que o setor mandioqueiro nacional apresentou, em 2009, uma receita bruta de 5,6 bilhões de reais (4% do valor da produção agrícola brasileira) e que, considerando a fase da produção primária e o processamento das raízes, são gerados cerca de um milhão de empregos diretos.

É cultivada em todos os estados brasileiros, sendo São Paulo o sexto colocado, contribuindo com uma produção de um milhão de toneladas por ano, das quais 85% são classificadas como mandioca industrial e destinam-se à indústria de transformação – principalmente, farinha e fécula – e 15% como mandioca de mesa comercializada in natura ou minimamente processada, especialmente na forma cozida e congelada.

O interesse pela cultura vem aumentando, especialmente pela sua alta adaptação às condições marginais de clima e solo, alta produção por unidade de área e por ser grande geradora de empregos.

Cumprindo seu papel de difundir e gerar conhecimento, a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) e o Instituto Agronômico de Campinas (IAC – Apta), elaboraram este Boletim Técnico com o propósito de reunir conhecimentos e inovações tecnológicas que possam contribuir para a capacitação de técnicos extensionistas e de todos aqueles que se interessam pelo assunto, oferecendo subsídios importantes para a organização da cadeia produtiva do setor mandioqueiro, bem como contribuir com o aumento da produtividade, da qualidade da produção e da rentabilidade da cultura.

Eng.º Agr.º José Carlos Rossetti
Coordenador da CATI

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	i
1. INTRODUÇÃO	1
2. TOXICIDADE	8
3. VARIEDADES	11
3.1. Variedades para indústria	11
3.1.1. Variedades industriais recomendadas para o Estado de São Paulo	13
3.1.1.1. Branca de Santa Catarina	13
3.1.1.2. Roxinha, Mico ou Chuamba	15
3.1.1.3. Fibra	17
3.1.1.4. IAC 12	18
3.1.1.5. IAC 13	20
3.1.1.6. IAC 14	21
3.1.1.7. IAC 15	22
3.1.1.8. Outras variedades para indústria	24
3.2. Variedades para mesa	25
3.2.1. Culturas de quintal	26
3.2.2. Culturas comerciais	27
3.2.2.1. IAC 24-2 – Mantiqueira	28
3.2.2.2. IAC 14-18 – Verdinha	29
3.2.2.3. IAC X-352-7 – Jaçanã	29
3.2.2.4. IAC 59-210 – Preta	30
3.2.2.5. IAC 576 – Amarela	31
3.2.3. Qualidade culinária	34
3.2.4. Deterioração pós-colheita	37
4. ECOLOGIA	39
4.1. Temperatura	39

4.2. Radiação solar e fotoperíodo	40
4.3. Regime hídrico	40
4.4. Solo	41
5. PREPARO E CONSERVAÇÃO DO SOLO	42
6. MATERIAL DE PLANTIO	43
6.1. Seleção de ramas	43
6.2. Corte e conservação de ramas	44
6.3. Tipo ou categoria de maniva	46
6.4. Tamanho da maniva	47
6.5. Preparo das manivas	48
6.6. Tratamento das manivas	49
7. PLANTIO	50
7.1. Posição das manivas	50
7.2. Profundidade de plantio	51
7.3. Época de plantio	52
7.4. Operação de plantio	53
8. ESPAÇAMENTO	56
9. TUBERIZAÇÃO E CICLO VEGETATIVO	58
10. CALAGEM E ADUBAÇÃO	63
10.1. Calagem	63
10.2. Adubação	66
10.2.1. Nitrogênio	67
10.2.2. Fósforo	68
10.2.3. Potássio	69
10.2.4. Micronutrientes	70
10.2.5. Recomendação de adubação	71
10.3. Sintomas de deficiência	72
11. TRATOS CULTURAIS	74
11.1. Controle do mato	75
11.2. Poda	84
12. DOENÇAS E MÉTODOS DE CONTROLE	87
12.1. Bacteriose	87
12.2. Doenças secundárias	90
12.2.1. Superalongamento	90
12.2.2. Podridões radiculares	92
12.2.3. Cercosporiose	93
12.2.4. Superbrotamento	94

12.2.5. Viroses	95
13. PRAGAS E MÉTODOS DE CONTROLE	97
13.1. Mandarová	97
13.2. Percevejo-de-renda	100
13.3. Mosca-branca	102
13.4. Cochonilhas	104
13.5. Pragas secundárias	105
13.5.1. Mosca-do-broto (<i>Neosilba perezii</i>)	105
13.5.2. Mosca-das-frutas (<i>Anastrepha pickeli</i>)	106
13.5.3. Verruga-da-mandioca (<i>Jatrophia brasiliensis</i>)	107
13.5.4. Broca-da-haste (<i>Coelosternus</i> spp. e outros)	107
13.5.5. Tripes (<i>Frankliniella williamsi</i>)	108
13.5.6. Ácaros (<i>Mononychellus tanajoa</i> e outros)	108
14. COLHEITA	109
14.1. Mandioca de mesa	111
14.2. Mandioca industrial	112
15. ROTAÇÃO DE CULTURAS	118
16. ALIMENTAÇÃO ANIMAL	120
16.1. Parte aérea	120
16.2. Raízes	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124

MANDIOCA

José Osmar Lorenzi¹

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta heliófila, perene, arbustiva, pertencente à família das Euforbiáceas.

A espécie é a única cultivada dentro do gênero *Manihot* e sua alta heterozigosidade, favorecida pelos cruzamentos naturais intraespecíficos, resultou em grande número de variedades com diferentes características morfológicas, permitindo sua adaptação às condições mais variadas de clima e solo, bem como resistência e/ou tolerância a pragas e doenças.

A parte mais importante da planta são as raízes tuberosas, ricas em amido, que são utilizadas na alimentação humana e animal ou como matéria-prima para diversas indústrias.

A parte aérea também é utilizada na alimentação animal e humana pelo seu conteúdo em proteínas, carboidratos, minerais e vitaminas. Na alimentação animal é mais frequente o uso da parte aérea integral (hastes e folhas) nas formas crua, ensilada e de feno.

¹ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Científico VI, Ex-Chefe da Seção de Raízes e Tubérculos, Instituto Agronômico de Campinas. Aposentado.

Nas regiões de cultivo mais intenso, onde a pecuária tem participação significativa, predomina o uso na forma de silagem para bovinos de corte e/ou leite, com consumo crescente nos últimos anos.

As folhas jovens, por sua vez, são utilizadas na alimentação humana em vários países da África e, em menor escala, no Brasil.

Originária do continente americano, provavelmente do Brasil Central, a mandioca já era amplamente cultivada pelos aborígenes, por ocasião da descoberta do Brasil. Eles foram os responsáveis pela sua disseminação por quase toda a América, e os portugueses e espanhóis, pela sua difusão por outros continentes, especialmente África e Ásia.

Atualmente, a mandioca é cultivada em muitos países compreendidos por uma extensa faixa do globo terrestre, que vai de 30° de latitude Norte a Sul. Com uma produção mundial de, aproximadamente, 230 milhões de toneladas anuais, está entre os 10 principais produtos alimentares da humanidade, em volume de produção. Nos trópicos, onde é mais cultivada, sua importância cresce significativamente.

Em 2007, o consumo *per capita* mundial de mandioca e seus derivados foi de 16,46kg/hab./ano, enquanto o Brasil apresentou um consumo de 46,39kg/hab./ano equivalente de raízes. Em 1999, o consumo era de 17,4 e 50,6kg/hab./ano, respectivamente, evidenciando uma tendência universal de substituição paulatina de alimentos carboidratados por outros considerados mais nobres como os proteicos.

O Brasil foi o maior produtor mundial até 1991, quando foi superado pela Nigéria, passando para o segundo lugar. Atualmente, essa posição vem sendo ameaçada pela Indonésia e Tailândia que são os países que apresentam as melhores produtividades (20,2 e 18,8t/ha, respectivamente).

Dados consolidados pela FAO em 2011, referentes à produção de 2010 mostram, que os principais países produtores de mandioca, pela ordem, são: Nigéria, Brasil, Indonésia, Tailândia, República Democrática do Congo e Gana. A produção total desses países representa 60% da produção mundial (Tabela 1).

Tabela 1 – Área colhida, produção e rendimento de mandioca, em 2010, pelos principais países produtores.

Países	Área colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento (t/ha)
Nigéria	3.125	37.504	12,00
Brasil	1.773	24.354	13,74
Indonésia	1.183	23.908	20,20
Tailândia	1.168	22.006	18,83
República Democrática do Congo	1.855	15.050	8,11
Gana	875	13.504	15,43
Mundo	18.419	228.549	12,41

Fonte: FAO (2011)

A atual produção brasileira, cerca de 24 milhões de toneladas anuais, coloca-a entre as principais explorações agrícolas do país, sendo cultivada especialmente por pequenos e médios produtores.

A mandioca é cultivada em todas as Unidades da Federação e, entre as culturas temporárias e permanentes, ocupa a sexta posição em termos de valor da produção agrícola brasileira, sendo precedida pelas culturas da soja, cana-de-açúcar, milho, café e arroz (Figura 1).

Estima-se que o setor mandioqueiro nacional apresentou, em 2009, uma receita bruta de 5,6 bilhões de reais (4% do valor da produção agrícola brasileira) e, considerando a fase da produção primária e o processamento das raízes em farinha e fécula, são gerados cerca de um milhão de empregos diretos.

Os principais Estados produtores são: Pará, Paraná, Bahia, Maranhão, Rio Grande do Sul e São Paulo que, juntos, representam cerca de 62% da produção nacional. O Estado de São Paulo apresentou, na safra 2009/2010, uma produção de 1.080.944 toneladas, da qual 85% correspondente à mandioca industrial e 15% de mandioca de mesa. Nessa safra, o rendimento médio atingiu a marca de 23,5t/ha (Tabela 2).

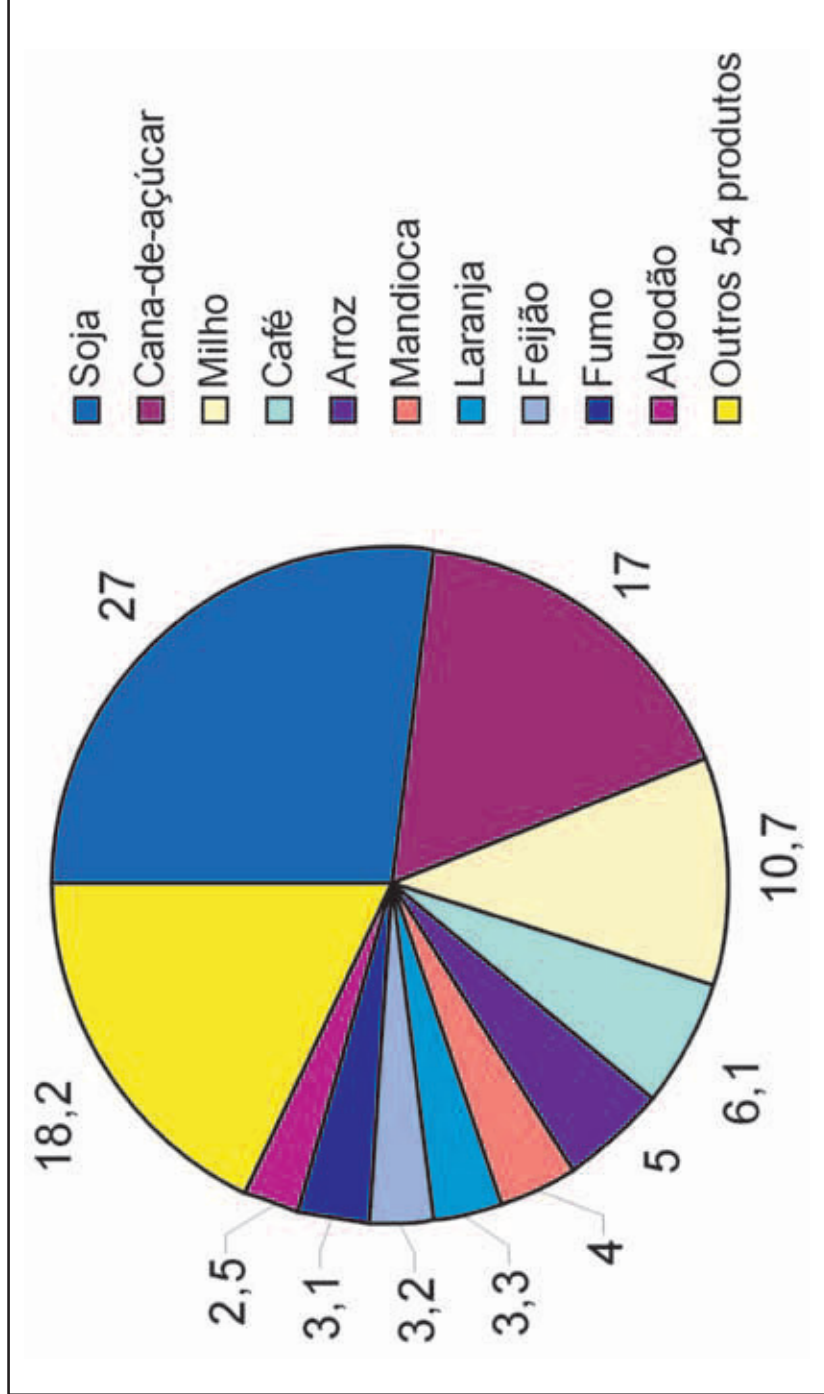


Figura 1 – Participação dos principais produtos, em porcentagem, no valor da produção agrícola brasileira.
Fonte: IBGE (2009)

Tabela 2 – Área colhida, produção e rendimento dos principais Estados brasileiros produtores de mandioca, em 2010.

Estado	Área colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento (t/ha)
Pará	281.936	4.429.192	15,7
Paraná	172.234	3.933.608	23,2
Bahia	262.025	3.211.278	12,3
Maranhão	201.288	1.473.878	7,3
Rio Grande do Sul	81.602	1.313.588	16,1
São Paulo	45.980	1.080.944	23,5
Brasil	1.791.059	24.831.364	13,9

Fonte: IBGE (2011)

No Brasil, a mandioca tem como principal derivado a farinha, que é consumida praticamente em todo o país, principalmente no Norte e Nordeste, porém a fécula é o derivado considerado mais nobre e mais versátil. A fécula é usada na forma bruta ou modificada (química, física ou biologicamente) e tende a crescer como insumo industrial de setores estratégicos, como a indústria alimentícia, química, têxtil, farmacêutica, entre outros. Na Tabela 3, são apresentados os diferentes derivados e formas de utilização da mandioca.

Uma característica marcante e negativa da cultura da mandioca tem sido a crônica oscilação do preço da raiz. É compreensível a sazonalidade dos preços recebidos pelos produtores, com maiores preços no período da entressafra. Esse período estende-se de novembro a fevereiro, especialmente nos Estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, onde a produção é predominantemente voltada para o mercado. Todavia, verifica-se um comportamento cíclico histórico dos preços em períodos de três a cinco anos, atingindo máximos e mínimos muito altos que comprometem o bom desenvolvimento de toda a cadeia produtiva e sua inserção mais destacada dentro do cenário agroindustrial nacional (Figura 2). Nessa mesma figura pode-se observar que, nos últimos 15 anos, os preços da raiz passaram por três grandes picos de alta, sendo o maior deles em 2004. Quando isso ocorre é comum a mandioca perder mercado para o milho, seu grande concorrente na produção de amido.

Tabela 3 – Derivados e formas de utilização da mandioca.

Partes aéreas	Folhas	Alimentação humana			
		Alimentação animal (silagem, feno e <i>in natura</i>)			
	Hastes	Material de plantio (1/5)			
		Alimentação animal (silagem, feno e <i>in natura</i>)			
Raízes	Alimentação humana	Cozidas, fritas, farinhas, bolos, biscoitos, pães, tortas, sopas, mingaus, beijos, suflês, empadas, cuscuz, roscas, cremes, pudins, nhoques etc.			
	Alimentação animal	Cruas			
		Desidratadas	Farinhas, raspas e pellets		
		Cozidas			
	Indústria	Amido	Uso alimentício	Glucose	
				Maltose	
				Fermentos	
				Gelatinas	
				Féculas	
				Dextrina	
			Uso industrial	Adesivos	
				Cervejarias	
				Têxtil	
				Papelarias	
				Lavanderias	
				Drogarias	
				Explosivos	
				Sapatarias	
			Perfuração de poços de petróleo		
		Amido fermentado	Confeitarias culinárias		
		Farinhas	Alimentação humana	De mesa e panificável	
			Alimentação animal	Alimentos balanceados	
		Raspas	Alimentação animal		
			Farinhas	Alimentação humana	
				Alimentação animal	
				Gomas para uso industrial	
		Álcool etílico	Combustível		
			Desinfetante		
Bebidas					
Perfumaria					
Acetona		Solvente			
		Fotografia			

Fonte: IAC

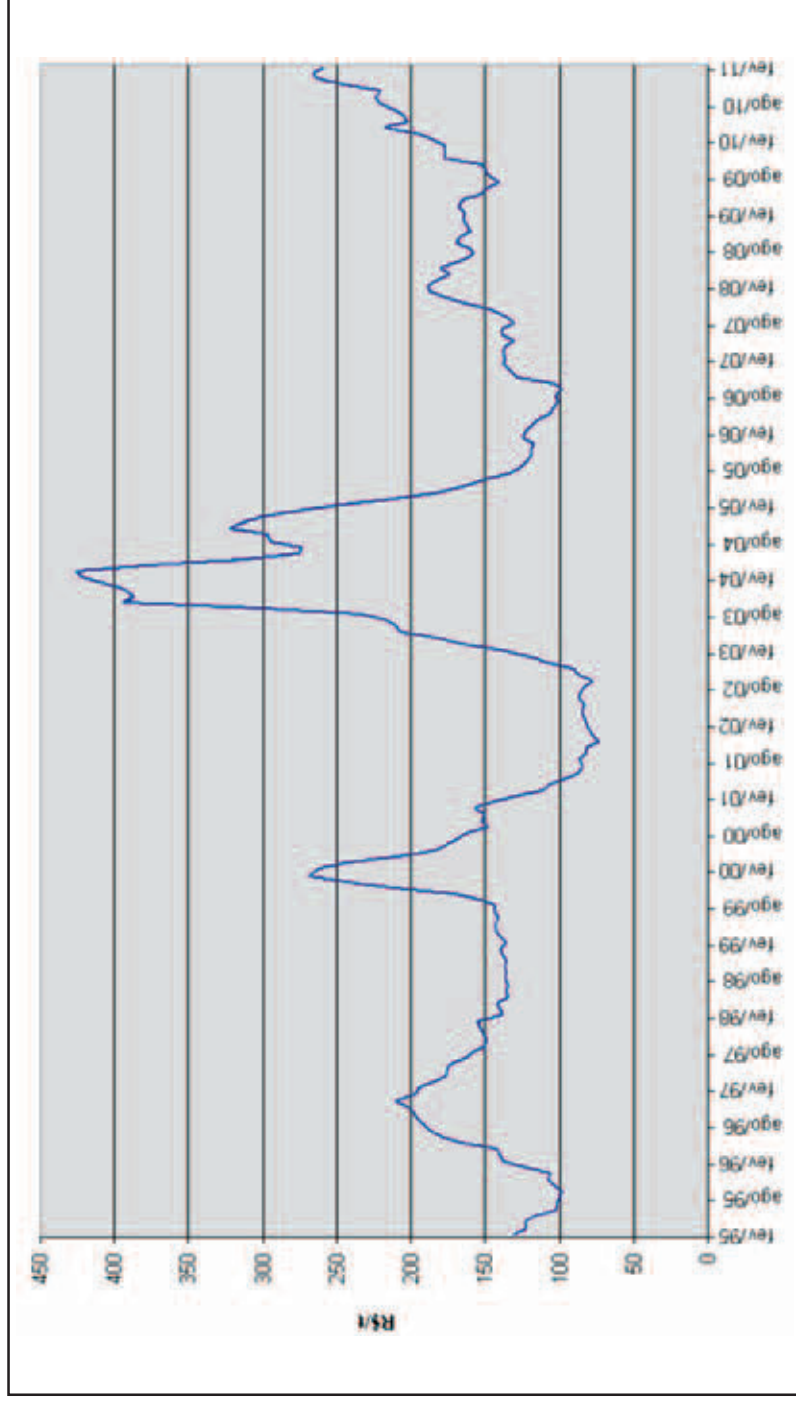


Figura 2 – Preços médios (em valores de fevereiro de 2011, corrigidos pelo IGP-DI da FGV), recebidos pelos produtores paulistas de mandioca industrial, 1995-2011.

Fonte: Silva *et al.* (2003). Dados atualizados pelo primeiro autor

2. TOXICIDADE

A mandioca é uma planta cianogênica, isto é, contém compostos ciânicos, comumente chamados de cianoglicosídeos, e também enzimas capazes de degradar esses compostos e liberar ácido cianídrico (HCN), que é o princípio tóxico dessa planta.

Os compostos ciânicos e as respectivas enzimas (linamarina e linamarase, principalmente) estão distribuídos por toda a planta, porém em concentrações variáveis (Tabela 4).

Tabela 4 – Distribuição da linamarina e atividade da linamarase em diferentes partes da planta.

Parte da planta		Variedade			
		A 13		TA 25	
		Linamarina ¹ Linamarase ²		Linamarina ¹ Linamarase	
		ppm ¹	µg HCN/min. ²	ppm ¹	µg HCN/min. ²
Folhas	Jovens	330	1.000	490	600
	Velhas	210	150	320	10
Pecíolos	Jovens	750	1.150	770	350
	Velhos	110	600	170	300
Hastes	Jovens	350	170	550	130
	Velhas	680	15	900	0
Casca haste	—	370	120	810	0
Casca raízes	—	540	480	890	160
Polpa raízes	—	55	13	210	6

Fonte: Bruijn (1973)

Entre outras funções, os compostos ciânicos produzidos pela mandioca podem ser considerados como parte dos mecanismos de defesa desenvolvidos pela espécie, ao longo de sua evolução, contra pragas e doenças. Assim, enzima e substrato devem estar separados de alguma forma, possivelmente pela membrana celular, e só entram em contato, liberando o HCN, mediante a ruptura da mesma, como ocorre com uma picada de inseto ou outra causa qualquer.

Disso resulta que os processos mais usuais de destoxificação da mandioca, para sua utilização mais segura como alimento, são obtidos por meio da simples fragmentação e secagem do material, volatilizando o HCN.

A destoxificação da planta também pode ser feita por meio de outros processos, como fermentação (promove o contato enzima-substrato), prensagem e lavagem (cianoglicosídeos são solúveis em água) e pelo calor. Nesse último caso, o composto cianico é degradado e libera o radical cianeto a temperaturas acima de 180°C.

Na fabricação de farinha ou outros derivados, pela ação desses fatores (enzima, prensagem, lavagem e calor), o produto final é quase isento de HCN, não apresentando riscos de intoxicação.

O cozimento não é um bom processo de destoxificação, porque a temperatura de cocção é suficiente para inativar a enzima, mas é insuficiente para degradar o composto. Assim, parte dos cianoglicosídeos fica na mandioca cozida e parte na água de cocção, em virtude da sua solubilidade. Por essa razão, a água de cocção da mandioca deve ser sempre eliminada no preparo dos alimentos.

O cianoglicosídeo sozinho parece que não tem efeito tóxico sobre os animais. Entretanto, sua ingestão poderá liberar HCN no organismo por outras vias, como a ácida (ácido clorídrico do aparelho digestivo) ou enzima exógena (outras plantas ingeridas cruas). Nesse caso, é praticamente impossível determinar a quantidade de HCN que pode ser liberada.

A questão da intoxicação fica ainda mais complexa, porque não depende somente da quantidade de HCN efetivamente absorvida pelo organismo. Depende, também, do peso vivo e da capacidade de desintoxicação.

O HCN atua, principalmente, no sistema respiratório e, como há correlação entre o peso vivo e o volume de sangue, conclui-se que animais menores são mais vulneráveis a uma mesma dose de HCN. No entanto, o cianeto absorvido pode ser eliminado pelo organismo.

A via metabólica mais importante é a da enzima rodanase, que catalisa a reação do cianeto com um aminoácido sulfurado, produzindo tiocianato que é eliminado pela urina. Naturalmente, organismos bem nutridos são menos sujeitos à intoxicação pela maior disponibilidade de aminoácidos sulfurados.

O teor de HCN na mandioca varia em função do genótipo (variedades), estado fisiológico da planta (idade, nutrição etc.), condições ambientais (solo, clima etc.) e métodos de cultivo (adubação, época de colheita etc.).

O componente genético é um dos principais fatores de variação do HCN e o que apresenta a maior estabilidade. Dessa forma, é possível classificar as variedades de mandioca quanto a sua toxicidade.

Normalmente, as variedades de mandioca são classificadas em mansas ou bravas. Não é possível distinguir variedades mansas de bravas pelo aspecto exterior da planta, porque o teor de ácido cianídrico, princípio tóxico da mandioca, não se correlaciona com as características morfológicas da planta.

Na prática, a separação entre elas é feita pela degustação da polpa crua das raízes. Em geral, as bravas são amargas e as mansas são doces. Infelizmente, esse método é subjetivo e a correlação não é exata, tornando essa classificação de uso muito limitado.

É importante ressaltar que essa classificação, em mansas e bravas, é válida para a polpa das raízes, mas não é estritamente correta para outros órgãos da planta.

Uma classificação objetiva é baseada em padrões de segurança e na quantidade total de HCN que uma determinada amostra é capaz de liberar. Nas raízes, o limite normal encontrado é de 15 a 400, mais comumente entre 30 e 150mg.kg⁻¹. Não se conhecem variedades sem cianoglicosídeos.

Há uma crença generalizada entre produtores de que as variedades com altos níveis de cianoglicosídeos são mais produtivas, entretanto, até o momento, essa relação não foi observada em condições experimentais.

O Instituto Agronômico de Campinas, baseado em muitas análises químicas de raízes de variedades de mandioca cultivadas no Estado de São Paulo, estabeleceu, para mandioca de mesa, o limite máximo de 100ppm na polpa crua das raízes. Outras instituições adotam o limite de 50ppm. Assim, a classificação que representa melhor a realidade do território paulista é a seguinte:

- **mansas** – menos de 100ppm de HCN na polpa crua das raízes;
- **intermediárias** – de 100 a 200ppm;
- **bravas** – mais de 200ppm.

3. VARIEDADES

A produtividade e a qualidade dos derivados de mandioca são dependentes da capacidade produtiva e das características do material genético utilizado. Todavia, o sucesso da atividade depende do manejo correto da cultura, utilizando práticas e insumos que permitam que a variedade expresse todo seu potencial produtivo.

Dos diversos fatores que interferem na produtividade de uma variedade, o mais contundente e de mais fácil compreensão é a densidade de plantio ou o número de plantas a ser utilizado por unidade de área. Por sua vez, o número ideal de plantas depende de outros fatores, como o porte da variedade, a arquitetura da parte aérea e a fertilidade do solo, principalmente.

3.1. Variedades para indústria

As variedades industriais, em geral, são colhidas mais tardiamente (9 a 24 meses) e utilizadas na produção dos diversos derivados de mandioca, como a farinha, a fécula, as raspas etc. São também chamadas de amargas, ou tóxicas, porque normalmente apresentam altas concentrações de HCN em suas raízes. O teor de HCN não é importante para as variedades industriais, porque ele é eliminado durante o processamento.

Embora existam vários fatores que afetam o rendimento industrial e a qualidade dos produtos, a variedade utilizada exerce grande influência. Assim, variedades com película da raiz de cor clara conferem

melhor qualidade à farinha, enquanto variedades de alto teor de amido propiciam melhores rendimentos industriais.

Admite-se que existam variedades precoces, médias e tardias. Todavia, esse é um assunto complexo, por ser a mandioca uma planta perene e de acumulação contínua de carboidratos em suas raízes. Normalmente, uma variedade que produz bem com um ciclo vegetativo também produz bem com dois ciclos, desde que não ocorram anormalidades como podridões de raízes, por exemplo. Então, parece ser uma questão mais de produtividade do que precocidade.

O que não se pode confundir é produção física de raízes com produção de fécula por unidade de área. Tudo indica que há uma alta correlação negativa entre esses dois fatores, isto é, quanto maior o teor de fécula, menor é a produção física.

Na prática, diz-se que uma variedade é precoce quando ela apresenta alta produtividade com um ciclo vegetativo, não se importando muito com seu teor de fécula.

As variedades precoces são importantes, porque viabilizam a colheita antecipada por razões de outra ordem, como o rendimento e a facilidade da operação, pois o arranquio fica menos oneroso quando a produtividade é maior. Permitem também manejar melhor a disponibilidade de área da propriedade e contribuir para que o fluxo de matéria-prima para a indústria seja mais adequado.

A precocidade também pode ser obtida mediante práticas adequadas de manejo, especialmente com relação à densidade populacional. É por essa razão que a mandioca de mesa é plantada em espaçamento maior que a mandioca industrial, pois, nesse caso, as raízes têm que atingir o tamanho comercial e a colheita tem de ser feita com um ciclo vegetativo por questões de qualidade do produto.

Em síntese, a escolha de cultivares deve ser feita de acordo com sua finalidade (industrial, forrageira ou de mesa) e o fluxo da produção a ser adotado. Inicialmente, depende do destino da cultura, havendo, no entanto, as cultivares que podem ter dupla finalidade.

Para fins industriais, além da resistência às principais pragas e doenças e alta adaptabilidade às variadas condições edafoclimáticas, os seguintes aspectos também são considerados importantes.

- **Quanto às raízes tuberosas:** alta produtividade; alto teor de fécula ou amido; baixo teor de fibras; coloração da película, feloderma e polpa. Na maioria dos casos, a preferência é pela cor branca; bom tamanho, aspecto e boa forma, sem estrangulamentos ou cintas; fácil colheita, com pedúnculos fortes, porém curtos; boa resistência à deterioração pós-colheita.
- **Quanto à parte aérea:** arquitetura favorável aos tratos culturais. Preferência por variedades linheiras ou ramificadas, desde que a altura da primeira ramificação seja alta e em ângulo agudo; de uma a três hastes principais, com muitas gemas, que oferecem maior facilidade de preparo e melhor qualidade do material de plantio.

3.1.1. Variedades industriais recomendadas para o Estado de São Paulo

3.1.1.1. Branca de Santa Catarina

Introduzida no Instituto Agrônomo em 1935 e coletada em Volta Grande, Estado de Santa Catarina, é considerada de origem autóctone. Pela sua produtividade, qualidade das raízes e resistência à bacteriose tornou-se, a partir da década de 1940, a variedade mais importante do Estado de São Paulo, chegando a ocupar 95% da área cultivada, por mais de 25 anos.

Atualmente, a área ocupada no Estado tem pouca expressão, sendo cultivada somente por alguns produtores, mas pela importância que teve no passado e, principalmente, pelo que pode representar para os programas de melhoramento genético, justifica plenamente seu registro nesta publicação.

É considerada macho estéril, característica importante e facilitadora para condução de cruzamentos dirigidos. A sua queda na área plantada deveu-se, principalmente, à “quebra” da resistência à bacteriose, possivelmente em razão da má seleção do material de plantio e/ou do aumento do potencial de inóculo ao longo dos anos, associado ou não com algum tipo de alteração do próprio patógeno. Todavia, acredita-se que a “limpeza” dessa variedade e a produção de ramas sadias, em viveiros, possam permitir seu cultivo com maior segurança. Seu potencial

e a estabilidade de produção podem ser melhor avaliados pelos dados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Produção média das principais variedades antigas de mandioca em diversas localidades do Estado de São Paulo. Colheita com dois ciclos vegetativos.

Variedade	Média t/ha	Número de ensaios	Intervalo de confiança a 5%	Período de experimentação
1. Branca de Santa Catarina	34,0	71	30,6 - 37,4	1940-75
2. Vassourinha Paulista	24,6	24	19,1 - 30,1	1939-52
3. Roxa de Galho	26,2	13	16,8 - 35,6	1939-47
4. Cafelha	33,3	23	26,4 - 40,2	1942-52
5. Brava de Itu	28,9	20	21,9 - 35,9	1942-52
6. Itu	26,5	24	22,3 - 30,7	1942-52
7. Tatu	32,8	12	24,6 - 41,0	1942-49
8. Pitanga	26,9	11	18,3 - 35,5	1942-47
9. Orindi	30,1	10	19,0 - 41,2	1942-47
10. Raiz Comprida	28,2	10	16,6 - 39,8	1942-47
11. Marion	26,1	11	18,0 - 34,2	1950-54
12. Guaxupé	20,8	11	15,0 - 26,6	1949-54

Fonte: Relatórios da Seção de Raízes e Tubérculos, IAC.

• Características principais

Broto roxo-esverdeado; haste jovem vermelha; hastes maduras de cor cinza-prateada; pecíolo vermelho; lóbulo foliar obovado e liso; altura média da primeira ramificação; película suberosa da raiz fina, lisa e branca, com anéis arroxeados; feloderma e polpa brancos. Teor de ácido cianídrico acima de 200ppm na polpa crua das raízes (alta toxicidade). Raízes de bom aspecto com teor médio a baixo de matéria seca, ao redor de 30%. Fácil colheita (Figura 3).



Figura 3 – Branca de Santa Catarina, com um ciclo vegetativo.
Foto: IAC

3.1.1.2. Roxinha, Mico ou Chuamba

Variedade autóctone, introduzida de Santa Catarina, região do Alto Vale do Itajaí, em 1976, por produtores do Médio Vale do Paranapanema (Município de Cândido Mota, especialmente).

Dois fatores principais concorreram para sua introdução: a forte geada de 1975, que dizimou grande parte do material de plantio da região, e o descontentamento dos produtores com a Branca de Santa Catarina, pelo assédio da bacteriose com consequente baixa na produção.

A Roxinha estabeleceu-se pela sua resistência à bacteriose, precocidade e alta produtividade. Entretanto, pelo menos duas características negativas, como película da raiz marrom e aderente e o baixo teor de matéria seca, quase provocaram o colapso da agroindústria da região pelos baixos rendimentos industriais e má qualidade dos derivados, especialmente da farinha.

Já ocupou cerca de 60% da área cultivada do Estado e, atualmente, ocupa área inexpressiva, com forte tendência de desaparecimento. Ainda, tanto quanto a Branca de Santa Catarina e a Fibra, seu registro

nesta publicação também se justifica porque ela faz parte da história das destacadas variedades autóctones cultivadas em amplas áreas da região Centro-Sul do Brasil.

- **Características principais**

Broto roxo; haste jovem vermelha; hastes maduras de cor marrom-avermelhada; pecíolo vermelho; lóbulo foliar obovado e liso; altura média para baixa da primeira ramificação; película da raiz fina, lisa e marrom; feloderma e polpa brancos; teor de ácido cianídrico entre 100 e 150ppm na polpa crua das raízes (toxicidade intermediária). Raízes de aspecto regular, com baixo teor de matéria seca (25-30%). Presença de pedúnculos grossos e longos. Tendência de chochamento das raízes no segundo ciclo da cultura. Fácil colheita (Figura 4).



Figura 4 – Roxinha, Mico ou Chuamba, com um ciclo vegetativo.
Foto: IAC

3.1.1.3. Fibra

Introduzida por produtores, no Estado de São Paulo, em meados da década de 1980. De origem autóctone do norte do Paraná, região de Paranavaí, essa variedade é indicada especialmente para a produção de farinha, pois, em razão da película fina e branca e polpa branca com baixo teor de fibras de suas raízes, possibilita alta qualidade desse derivado. Adapta-se melhor a solos arenosos de média a alta fertilidade e tem uma arquitetura da parte aérea diferente das demais.

As ramas são linheiras, isto é, não se ramificam ou se ramificam tardiamente. Se de um lado essa característica facilita alguns tratos culturais proporcionados pelo livre trânsito na cultura e no preparo fácil do material de plantio, de outro não cobre bem o solo, provocando maior infestação de plantas daninhas e menor controle da erosão.

Naturalmente, pela própria arquitetura da planta, a densidade populacional deve ser maior que as variedades esgalhadas para obter a máxima produtividade. É considerada precoce e reage mal à poda, dificultando o cultivo no segundo ciclo vegetativo.

Já ocupou cerca de 20 a 30% da área cultivada, mas sua participação diminuiu paulatinamente e, hoje, está próximo de 5%, com tendência de declínio. Embora possua características altamente desejáveis para a indústria de farinha, as dificuldades de seu cultivo, principalmente, pela exigência de solos mais férteis e pela baixa capacidade de competição com o mato, aceleraram sua substituição.

É moderadamente resistente à bacteriose. Quase todas as culturas estão contaminadas pelo vírus do mosaico-comum, todavia as perdas provocadas por essa virose não estão ainda bem determinadas.

• Características principais

Broto verde-arroxeados; haste jovem verde; hastes maduras de cor cinza-prateada, com gemas próximas entre si; pecíolo vermelho; lóbulo foliar estreito, linear e pouco sinuoso; ramificação tardia ou ausente; película suberosa da raiz fina, lisa e branca com anéis arroxeados; feloderma e polpa brancos. Teor de ácido cianídrico entre 100 e 150ppm

na polpa crua das raízes (toxicidade intermediária). Raízes de bom aspecto, com médio teor de matéria seca (30-35%).

Quanto ao tamanho, as raízes não são uniformes, com tendência à formação de algumas raízes cônicas e curtas ou globosas, especialmente quando em solos argilosos (Figura 5).



Figura 5 – Fibra, com um ciclo vegetativo.
Foto: IAC

3.1.1.4. IAC 12

Selecionada a partir de cruzamentos realizados na década de 1960, seu cultivo comercial teve início na década de 1980. Foi a primeira variedade industrial obtida por cruzamento não aleatório, com alguma expressão no cenário mandioqueiro paulista.

No Estado ocupa de 5 a 10% da área cultivada. É mais utilizada nos estados vizinhos, especialmente em Minas Gerais e algumas áreas de cerrados do Brasil Central.

É indicada, principalmente, para fécula em virtude do alto teor de matéria seca das raízes. Com grande estabilidade dessa característica, especialmente no segundo ciclo, permite colheitas durante todo o ano.

Essa variedade resiste bem à podridão de raízes e oferece melhores produções com dois ciclos vegetativos. De película suberosa da raiz de cor marrom, porém grossa e não aderente, podendo também ser usada para farinha com alto rendimento industrial. É resistente à bacteriose e mais tolerante ao complexo ácaro-tripes, tornando-a recomendada para regiões mais secas e quentes.

Apresenta arquitetura da parte aérea esgalhada, com alta densidade foliar, propiciando boa cobertura do solo com consequentes vantagens no controle de plantas daninhas e da erosão.

• Características principais

Broto verde-arroxeadado; haste jovem verde-arroxeadada; hastes maduras arroxeadas; pecíolo roxo-esverdeado; folíolo com lóbulo obovado e liso; altura da primeira ramificação média para baixa; película suberosa da raiz grossa, semirrugosa e marrom; feloderma e polpa brancos. Teor de ácido cianídrico entre 100 e 150ppm na polpa crua das raízes (toxicidade intermediária). Raízes de bom aspecto e tamanho, com alto teor de matéria seca (de 35 a 40%). Facilidade regular de colheita (Figura 6).



Figura 6 – IAC 12, com um ciclo vegetativo
Foto: IAC

3.1.1.5. IAC 13

A IAC 13 foi selecionada dentro de uma população de 180 mil clones, formada pela recombinação de nove variedades-elite: Vassourinha Paulista, Branca de Santa Catarina, Roxinha, Taquari, Engana Ladrão, IAC 14-18, IAC 12, Aipim Bravo e IAC Caapora. Lançada em 1995, juntamente com a IAC 14, pela sua alta produtividade (Tabela 6) e adaptação a solos de baixa fertilidade.

Tabela 6 – Produção média e frequência de maior produtividade de variedades de mandioca industrial, no período de 1985 a 1994, em nove localidades do Estado de São Paulo. Colheitas com um ciclo vegetativo.

Variedade	Número de ensaios	1.º lugar		Produção média (t/ha)
		Número	Frequência (%)	
Branca de Santa Catarina	22	2	1,0	20,8
Fibra	17	1	0,6	20,8
Roxinha	22	3	1,4	21,2
IAC 12	22	1	0,5	21,8
IAC 13	15	7	46,7	22,6
IAC 14	16	8	50,0	26,1

Fonte: Lorenzi *et al.* (1996)

De película da raiz de cor branca e medianamente resistente à bacteriose, com alto vigor de crescimento, oferece boa cobertura do solo e pode ser uma alternativa de substituição da variedade Fibra.

Na indústria de farinha, embora com alto rendimento industrial, a IAC 13 mostrou-se com alto teor de fibras, reduzindo um pouco o interesse em seu cultivo. Outro fator negativo que a prejudicou foi sua suscetibilidade ao superalongamento, doença causada pelo fungo *Sphaceloma manihoticola* que, até então, não se constituía em problema para a cultura no Estado de São Paulo. Em regiões livres dessa doença, vem sendo cultivada para farinha ou fécula, ocupando cerca de 15 a 20% da área total.

• Características principais

Broto verde; haste jovem verde; hastes maduras de cor cinza- prateada; pecíolo verde; lóbulo foliar obovado e liso; altura média da primeira ramificação; película suberosa da raiz fina, lisa e branca; feloderma e polpa brancos. Teor de ácido cianídrico entre 100 e 150 ppm na polpa crua das raízes (toxicidade intermediária). Raízes de bom aspecto, levemente cônicas, com alto teor de matéria seca (de 35 a 40%). Fácil colheita (Figura 7).



Figura 7 – IAC 13, com um ciclo vegetativo.
Foto: IAC

3.1.1.6. IAC 14

A variedade IAC 14 foi selecionada a partir da recombinação dos mesmos parentais da IAC 13 e também é recomendada para solos de baixa fertilidade. Apresenta crescimento vigoroso, o que dificulta seu manejo em solos de média a alta fertilidade, isto é, a densidade populacional teria de ser muito baixa (espaçamento maior) para maximizar a produção de raízes. Densidade baixa de plantio exige estande próximo a 100% e, mesmo assim, apresenta efeito negativo no controle da erosão e maior incidência de plantas daninhas, até ocorrer o “fechamento” da cultura.

Essa variedade é produtiva (Tabela 6) e tem alta resistência à bacteriose e ao superalongamento. As raízes possuem alto teor de matéria seca e a película é de cor marrom-escura, limitando, em parte, seu uso para produção de farinha.

A IAC 14 foi lançada em 1995 com o propósito principal de substituir parcialmente a variedade Roxinha, especialmente quando cultivada em solos arenosos. Atualmente, vem sendo cultivada em cerca de 30 a 40% da área total, destinada precipuamente para a indústria feculeira.

• Características principais

Broto roxo-esverdeado; haste jovem verde; hastes maduras arroxeadas; pecíolo verde-arroxeadado; lóbulo foliar obovado e liso; altura média para alta da primeira ramificação; película suberosa da raiz fina, lisa e marrom-escura; feloderma e polpa brancas. Teor de ácido cianídrico entre 100 e 150ppm (toxicidade intermediária). Raízes de bom aspecto, irregular quanto ao tamanho e alto teor de matéria seca (de 35 a 40%). Regular quanto à facilidade de colheita (Figura 8).



Figura 8 – IAC 14, com um ciclo vegetativo.
Foto:IAC

3.1.1.7. IAC 15

A IAC 15 foi selecionada dentro de uma população de cerca de 25 mil clones originários do cruzamento da variedade Branca de Santa Catarina (SRT 59) com a variedade Rainha (F1228) e seu lançamento foi feito em 2000.

Trata-se de uma variedade produtiva (Tabela 7), precoce e resistente à bacteriose e ao superalongamento.

Tabela 7 – Produtividade média da IAC 15 comparada a outras variedades, no período de 1994 a 1999. Colheita com um ciclo vegetativo, em t/ha.

Variedade	Assis ⁽¹⁾	Santa Maria da Serra ⁽²⁾	Cândido Mota ⁽³⁾	Média
IAC 15	28,4	23,4	26,9	26,2
IAC 12	24,3	20,3	18,2	20,9
Branca Sta. Catarina	24,7	20,2	18,6	21,2
Fibra	20,7	10,3	21,5	17,5

(1) Média do período 1994-1999

(2) Média do período 1994-1996

(3) Média de 1997-1998

Fonte: Lorenzi *et al.* (2000)

Apresenta raízes com película branca e médio teor de matéria seca, podendo atender à demanda das indústrias de farinha e fécula.

A arquitetura da parte aérea é favorável aos tratos culturais, em virtude de sua ramificação ocorrer em ângulo agudo. As hastes têm internódios curtos, consequência do elevado número de folhas, oferecendo bom material de plantio e boa cobertura do solo no período de vegetação.

Como quase toda variedade precoce, a IAC 15 pode apresentar podridão de raízes no segundo ciclo vegetativo. É indicada para solos de baixa a média fertilidade.

Principalmente pelo menor teor de amido em relação às outras variedades, sua área cultivada não se expandiu, ficando em torno de 5% do total.

• Características principais

Broto verde-arroxeadado; haste jovem verde-avermelhada; hastes maduras de coloração castanho-clara; pecíolo vermelho-esverdeado; folíolo com lóbulo obovado e liso; altura média da primeira ramificação;

película suberosa da raiz fina, lisa e branca; feloderma e polpa brancos. Teor de ácido cianídrico entre 100 e 150ppm na polpa crua das raízes (toxicidade intermediária). Raízes de bom aspecto com teor médio de matéria seca, ao redor de 30%. Fácil colheita (Figura 9).



Figura 9 – IAC 15, com um ciclo vegetativo.

Foto: IAC

3.1.1.8. Outras variedades para indústria

No Estado de São Paulo, outras variedades também vêm sendo recentemente cultivadas comercialmente. Pela ordem de área cultivada são: Fécula Branca, recém-introduzida do sudoeste do Estado do Paraná; IAC Caapora, variedade descendente da Branca de Santa Catarina, lançada pelo IAC na década de 1970, cuja característica principal era a alta resistência à bacteriose; Espeto, originária do sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul.

Essas três variedades têm película da raiz de cor clara, tendo a Fécula Branca maior teor de amido que as demais.

O Paraná é o estado onde se concentra a maior área plantada do Brasil para atendimento de indústrias de grande porte, especialmente para produção de fécula. A Fécula Branca e a Olho Junto são as duas principais variedades cultivadas naquele estado. A primeira, de película clara da raiz, é a mais plantada e destina-se às indústrias de farinha e

fécula (Figura 10). A segunda, de película da raiz de cor marrom, tem maior teor de amido e destina-se principalmente para indústria de fécula. Apesar da pequena distância entre as principais regiões produtoras do Paraná e de São Paulo, essas duas variedades são pouco plantadas em São Paulo. A Fécula Branca porque perde uma de suas principais características que é o hábito de ramificação (no sudoeste do Paraná suas ramas são eretas e em São Paulo são esgalhadas, fenômeno que é atribuído às diferenças de fotoperíodo e à pouca estabilidade dessa característica nessa variedade) e a Olho Junto pela maior incidência da doença chamada bacteriose.



Figura 10 – Fécula Branca, final do primeiro ciclo vegetativo.
Foto: José Osmar Lorenzi

3.2. Variedades para mesa

Mandioca de mesa, também chamada de aipim, mandioca-mansa ou doce, ou ainda macaxeira, são variedades que contêm baixos teores de ácido cianídrico, princípio tóxico da mandioca (menos de 100ppm na polpa crua das raízes). São também colhidas precocemente (de 7 a 14 meses) em razão da melhor qualidade culinária nessa idade. Nesse caso, há dois tipos distintos de culturas a considerar.

3.2.1. Culturas de quintal

São culturas desenvolvidas com baixo nível tecnológico e caracterizam-se pelas pequenas áreas cultivadas em “fundo de quintal” ou terrenos adjacentes. Normalmente, não têm características comerciais ou, se tem, são restritas às próprias localidades.

Nessas condições, a mandioca é plantada e colhida nas mais diversas épocas do ano e a produtividade é extremamente variável.

Considerando-se que são áreas de cultivo pequenas, plantadas em solos normalmente de boa fertilidade, os problemas fitossanitários são quase desprezíveis, permitindo o cultivo de variedades menos resistentes a pragas e doenças. Nesse tipo de cultivo, utilizam-se centenas de variedades, em sua grande maioria autóctones.

Por meio de levantamentos realizados, no início da década de 1980, em 126 municípios paulistas, coletaram-se 714 dessas variedades que, depois de identificadas, foram exaustivamente estudadas (Figura 11).



Figura 11 – Vista do campo das variedades coletadas em quintais do Estado de São Paulo.

Foto: IAC

Os principais resultados desse trabalho mostraram que existe diversidade genética para fatores considerados importantes, como qualidade culinária, resistência à perecibilidade pós-colheita e à toxicidade. No entanto, nenhuma das variedades coletadas reunia um conjunto necessário de características que permitisse sua recomendação para plantios comerciais. Atualmente, essas variedades são mantidas no banco de germoplasma do Instituto Agronômico.

As principais variedades cultivadas, no Planalto, por ocasião desse levantamento, foram a Vassourinha Paulista, Guaxupé (polpas brancas), Ouro do Vale e Vassourinha Amarela (polpas amarelas). No litoral de São Paulo, predominou a variedade Santa, sinonímia de Santista e Cacau.

Atualmente, depois de diversas ações da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, além dessas variedades, a IAC 576 tornou-se muito difundida nesse tipo de cultivo.

3.2.2. Culturas comerciais

São aquelas que destinam sua produção aos mercados organizados e feiras livres para consumo humano in natura ou para processamento industrial, especialmente na forma congelada.

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. A produtividade chega a mil caixas de 22kg a 25kg por hectare, aos 8-12 meses de idade.

Antigamente, a variedade Vassourinha Paulista era a mais plantada, porém com o aumento da área cultivada e consequentes problemas fitossanitários, especialmente da doença denominada bacteriose, houve uma sequência de substituição de variedades. A primeira a substituí-la foi a Guaxupé, selecionada pelo Instituto Agronômico, e outras, que não tiveram a mesma expressão, como a Pirassununga e a Vassourão.

A partir do final da década de 1950, foram lançadas as variedades melhoradas obtidas por cruzamento e que predominam, até hoje, nas áreas de cultivo. É natural que os últimos lançamentos tendam a substituir as variedades mais antigas, pois acrescentam novas vantagens

agronômicas e tecnológicas. Nesse sentido, a variedade predominante é a IAC 576. A seguir, são apresentadas, em ordem cronológica de lançamento, as variedades recomendadas.

Na Tabela 8 (página 34) estão apresentados os dados de produção e tempo de cozimento culinário dessas principais variedades.

3.2.2.1. IAC 24-2 – Mantiqueira

Foi a primeira variedade melhorada por cruzamento obtida pelo Instituto Agronômico, em 1957, tendo como parental feminino a SRT 120-Santa. Seleccionada nas condições do Vale do Paraíba (SP), logo se incorporou às áreas plantadas da região para atender às culturas de mesa e de forragem dessa bacia leiteira do Estado.

No Planalto não teve a mesma expressão em vista da má qualidade culinária nessas condições. Variedade resistente à bacteriose, produtiva e de ampla adaptação às diferentes condições edafoclimáticas. Por essa razão, talvez seja a variedade mais difundida, cultivada em vários países das Américas do Sul e Central. Por longos anos, foi considerada testemunha nos ensaios realizados pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia (CIAT), com a sigla de CMC 40.

• Características principais

Broto roxo-esverdeado; haste jovem avermelhada; pecíolo vermelho; lóbulo foliar obovado e liso; altura da primeira ramificação média para alta; película suberosa da raiz semirrugosa e marrom; feloderma róseo e polpa branca (Figura 12).



Figura 12 – IAC 24-2 Mantiqueira.
Foto: IAC

3.2.2.2. IAC 14-18 – Verdinha

Obtida também por cruzamento, em 1958, tendo como parental feminino a SRT 454 – Guaxupé. Variedade resistente à bacteriose, produtiva, com alto teor de matéria seca, gerando uma massa cozida mais farinácea. Exigente quanto à fertilidade do solo, possivelmente em razão do seu número elevado de raízes que, para atingir tamanho comercial, necessita de bom desenvolvimento vegetativo.

• Características principais

Broto verde-arroxeados; haste jovem verde; pecíolo roxo-esverdeado; lóbulo foliar obovado e liso; altura da primeira ramificação baixa; película suberosa da raiz semirrugosa e marrom; feloderma e polpa brancos (Figura 13).



Figura 13 – IAC 14-18 – Verdinha

Foto: IAC

3.2.2.3. IAC X-352-7 – Jaçanã

Obtida por cruzamento da SRT 524 – Aipim Paraguaio Preto x IAC 5-166, em 1959. A Jaçanã chegou a ocupar áreas expressivas de cultivo no Planalto, porém logo foi substituída por outras variedades. Variedade produtiva, resistente à bacteriose, de fácil cozimento, mas com massa cozida um tanto aguada. Seu maior defeito é a ausência

de pedúnculo na raiz que, por ocasião de seu despençamento, deixa exposta a base da raiz facilitando sua deterioração.

- **Características principais**

Broto roxo-esverdeado; haste jovem avermelhada; pecíolo vermelho; lóbulo foliar obovado e liso; altura da primeira ramificação média; película suberosa da raiz semirrugosa e marrom; feloderma e polpa brancos (Figura 14).



Figura 14 – IAC X-352-7 – Jaçanã
Foto: IAC

3.2.2.4. IAC 59-210 – Preta

Obtida por cruzamento, em 1969, tendo como parental feminino a IAC Mantiqueira. Variedade resistente à bacteriose, produtiva, raízes com tamanho e forma de bom aspecto. Substituiu rapidamente a IAC Jaçanã especialmente na região de Campinas, SP. Entretanto, sua qualidade culinária irregular provocou sua substituição.

- **Características principais**

Broto roxo-esverdeado; haste jovem avermelhada; pecíolo vermelho; lóbulo foliar obovado e liso; altura da primeira ramificação média

para alta; película suberosa da raiz semirrugosa e marrom; feloderma e polpa brancos (Figura 15).



Figura 15 – IAC 59-210 – Preta
Foto: IAC

3.2.2.5. IAC 576 – Amarela

Obtida por cruzamento da SRT 797 – Ouro do Vale x IAC 14-18, em 1970. O lançamento da IAC 576, em 1984, foi um marco histórico no setor de mandioca de mesa no Estado de São Paulo. Até então, eram cultivadas diversas variedades, a maioria de polpa branca, que resultavam em grande diversidade e heterogeneidade do produto comercializado, principalmente quanto à qualidade culinária.

A rápida aceitação da IAC 576, por produtores e consumidores, fez com que surgisse o mercado de mandioca de mesa processada, especialmente na forma cozida e congelada, em razão da oferta regular de um produto mais homogêneo e de melhor qualidade. Após seu lançamento, intensificaram-se os estudos sobre essa variedade e diversas ações foram desenvolvidas pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento, que a tornou, nos dias de hoje, a principal variedade de mesa do Estado de São Paulo.

Essa variedade tem alta produtividade e excelentes qualidades sensoriais, ambas as características bastante estáveis.

É medianamente resistente à bacteriose e ao superalongamento. A arquitetura é favorável aos tratos culturais; a primeira ramificação ocorre na metade da altura da planta; as ramificações são tricotômicas e formam ângulos agudos.

As raízes tuberosas são uniformes, superficiais (que facilitam a colheita), têm película marrom, formato cilíndrico e tamanho exigido pelo mercado. A polpa das raízes é de cor creme quando crua e amarela após o cozimento.

Os impactos principais, pela adoção dessa variedade, foram: a área plantada e a produtividade aumentaram em cerca de 40% e 30%, respectivamente; os descartes na colheita diminuíram em cerca de 10%; aumentou o consumo na forma de raízes frescas; propiciou o surgimento de indústrias de mandioca processada, especialmente na forma cozida congelada e de *chips*; despertou interesse pela exportação; aumentou o consumo nas classes de população de maior renda pela melhor apresentação e qualidade do produto; agregou valor nutritivo beneficiando, principalmente, as classes de menor renda, grandes consumidoras de mandioca e carentes de vitamina A; aumentou a rentabilidade dos produtores pela maior produtividade, estabilidade da produção e facilidade de comercialização; despertou o interesse pela adoção de tecnologias modernizantes, ampliando a participação dos setores de máquinas, embalagens, armazenamento e transporte.

• Características principais

Broto verde-arroxeadado; haste jovem verde; pecíolo verde-arroxeadado; lóbulo foliar obovado e liso; altura da primeira ramificação média; película suberosa da raiz semirrugosa e marrom; feloderma e polpa creme (Figuras 16 e 17).



Figura 16 – IAC 576 – Amarela (vista parcial da colheita)
Foto: IAC



Figura 17 – IAC 576 – Amarela (vista parcial da colheita)
Foto: IAC

Tabela 8 – Produção de raízes, tempo de cozimento culinário, teor de ácido cianídrico (HCN) e cor da polpa de variedades superiores de mandioca de mesa.

Variedades	Raízes (t/ha)	Cozimento (minuto)	HCN (ppm)	Cor da polpa
Guaxupé	17,8	49	50	branca
IAC Mantiqueira	26,1	46	80	branca
IAC Jaçanã	21,2	32	136	branca
IAC 14-18	20,0	34	62	branca
IAC 59-210	25,4	42	64	branca
IAC 576	29,9	32	84	amarela

Fonte: Lorenzi *et al.* (1990)

3.2.3. Qualidade culinária

Entende-se por boa qualidade culinária um conjunto de características da massa cozida que, após amassada, se apresente plástica, não pegajosa e não encaroçada, além de baixa toxicidade, sabor, cor e aroma agradáveis.

A baixa toxicidade, desejada por motivos óbvios, correlaciona-se bem com o sabor, isto é, quanto menor a toxicidade, maior o gosto adocicado das raízes. No entanto, altas concentrações de açúcares redutores prejudicam a qualidade do produto, quando frito, pela caramelização destes durante o processo de fritura.

A cor da polpa das raízes varia de branca à rósea, passando pelas cores creme, amarela e alaranjada, sendo as cores branca e amarela, com intensidade variável, as mais preferidas, de acordo com hábitos e costumes locais. A tonalidade amarela é dada por pigmentos carotenoides (alguns precursores de vitamina A), que não ocorrem em raízes de polpa branca. A cor acentua-se com o cozimento das raízes, em virtude da gelatinização do amido, que se torna transparente e os pigmentos ficam mais visíveis.

O tempo de cozimento correlaciona-se bem com os principais fatores que determinam a qualidade culinária, isto é, quanto menor

o tempo de cozimento, melhor a qualidade da massa gerada. Desse modo, para inferir a qualidade de uma amostra, tornou-se comum, por ser mais prático, avaliar seu tempo de cozimento.

Até bem pouco tempo acreditava-se que a variedade era o fator responsável e único pela qualidade culinária, porém, recentemente, sabe-se que a influência do ambiente nessa questão é fundamental e que a variedade responde somente em parte por esse comportamento. Assim, uma série de outros fatores tem efeitos significativos na qualidade, dentre os quais destacam-se o tipo de solo, a época de colheita e a idade das plantas.

Há que se considerar ainda que existe uma variação natural no tempo de cozimento dentro de uma mesma raiz e entre raízes de uma mesma planta por causa das diferenças na sua composição, inerentes à fisiologia da própria espécie. Nas Tabelas 9 e 10 são apresentados dados de tempo de cozimento para as principais variedades recomendadas para o Estado de São Paulo, em função do tipo de solo e da época de colheita.

A época de melhor qualidade é a que coincide com a senescência da planta que ocorre desde o desfolhamento do terço inferior da planta até seu desfolhamento completo, do primeiro ciclo vegetativo. Nas condições subtropicais do hemisfério Sul, esse período vai de meados de março a meados de julho.

Aceita-se que a influência negativa na qualidade está associada aos variados estresses, especialmente hídrico, que a planta pode sofrer durante seu desenvolvimento. Por essa razão, o manejo adequado de culturas de mandioca de mesa deve levar em consideração, além de uma boa variedade, as condições de solo e clima. Daí resulta que a produtividade se associa à qualidade, evidenciando que condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas são essenciais para o sucesso dessa atividade. O escalonamento das épocas de plantio e o da colheita são também práticas importantes para melhorar o perfil do fluxo de fornecimento do produto ao mercado.

Completado o primeiro ciclo vegetativo, a mandioca, por ser uma planta perene, entra novamente em brotação. Como isso ocorre com a utilização das reservas, em grande parte das raízes, provocando alteração na sua composição, mas não de forma homogênea, acentuam-se as diferenças no seu tempo de cozimento. Passado esse período inicial do

segundo ciclo vegetativo, a qualidade pode voltar a melhorar, mas nunca retorna aos patamares do primeiro ciclo. Isso se deve provavelmente a muitos fatores, dentre os quais aos mecanismos de mobilização e reposição do amido nas raízes.

Em outras palavras, a perda de amido, convertido em açúcares solúveis para atender à demanda energética da brotação, é repostada, mais tarde, em novas camadas concêntricas na parte externa da raiz, estabelecendo, no sentido radial, composição bem diferente entre raízes de um ciclo e de dois ciclos. Por essa razão, é comum observar que raízes de dois ciclos apresentam cozimento irregular, especialmente entre as partes externa e interna da raiz.

Tabela 9 – Efeito do tipo de solo no tempo de cozimento das raízes para cinco variedades comerciais de mandioca de mesa.

Variedades	Tipo de solo		Média
	Latossolo roxo	Latossolo Vermelho-Amarelo	
IAC Mantiqueira	56	39	48
IAC 14-18	56	37	47
IAC Jaçanã	50	34	42
IAC 59-210	57	39	48
IAC 576	45	32	39
Média	53	36	45

Média de cozimentos mensais do 7.º ao 15.º mês de idade das plantas.

Fonte: Lorenzi (1994)

Tabela 10 – Tempo de cozimento (minutos) e produção média (t/ha) de raízes de mandioca de mesa em função da idade das plantas e do tipo de solo.

Tipo de solo	Idade das plantas (meses)										Média
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	
LVA	Minutos	30	31	26	32	37	33	42	45	51	36
	t/ha	12,4	19,5	18,8	23,2	26,1	24,1	24,0	25,1	27,0	22,3
LR	Minutos	52	47	46	50	51	54	58	59	59	53
	t/ha	5,5	6,8	8,7	10,8	12,4	11,8	9,7	12,4	13,1	10,1
Média	Minutos	41	39	36	41	44	44	50	52	55	45

Fonte: Lorenzi (1994)

3.2.4. Deterioração pós-colheita

As raízes de mandioca são consideradas um produto perecível. A deterioração pode ser de ordens microbológica e fisiológica. Em geral, a deterioração fisiológica ocorre antes e logo após as 48-72 horas depois da colheita, e os sintomas concentram-se mais no córtex, manifestando-se na forma de estrias escuras, levemente azuladas ao longo de toda a raiz (Figura 18).



Figura 18 – Níveis de deterioração fisiológica, após 7 dias da colheita.

Foto: IAC

A deterioração fisiológica é mais importante para a mandioca de mesa do que para a industrial, porque deprecia a aparência do produto, acarretando perdas que podem ser totais. Exige, portanto, mais cuidados na colheita, com consequente aumento direto nos custos e indiretos pelos riscos de perdas na comercialização.

Os sintomas dessa deterioração são o resultado de um mecanismo de defesa da planta contra a deterioração mais séria que é a microbológica. Colhida a planta, inicia-se imediatamente uma série de reações enzimáticas que levam à produção de uma substância chamada escopoletina, que é fosforescente à luz ultravioleta (Figura 19). Seguem-se vários outros passos metabólicos que resultam numa substância de coloração escura com propriedades antibióticas. Tais reações são aceleradas ou retardadas em função de vários fatores, como temperatura, umidade, oxigênio e presença de precursores da escopoletina.

Em condições naturais, uma vez produzida a escopoletina, fica difícil paralisar o processo de tal forma que qualquer tentativa de inibir a deterioração tem de ser feita preventivamente.

Plantas jovens, com alta atividade enzimática e altas temperaturas, podem mostrar sintomas de deterioração até em 12 horas após a colheita. Ferimentos, muitas vezes não visíveis, como ocorrem em colheitas com solo seco, também aceleram as reações e promovem mais rapidamente a deterioração.

Refrigeração e congelamento de raízes cruas retardam, enquanto o cozimento, inativando as enzimas, paralisa o processo. Imersão em água, pela exclusão do oxigênio, também tem efeito prático de retardar o escurecimento.

Em condições de campo, a poda das plantas alguns dias (desejável de 15 a 20 dias) antes da colheita é praticamente a única técnica conhecida que contribui para diminuir a deterioração e aumentar o tempo de prateleira do produto. Isso ocorre porque os substratos precursores que seriam utilizados na produção de escopoletina são consumidos em outras rotas metabólicas, como a do ácido indolacético e outros hormônios necessários para a regeneração e brotação da parte aérea. Por ocasião da colheita, a produção de escopoletina fica reduzida, o que compromete o processo de deterioração. O problema é que, nas épocas frias do ano, esse processo já é retardado naturalmente pelas baixas temperaturas e, nas épocas quentes, a mobilização intensa do amido das raízes pode comprometer a qualidade culinária.

Outro método é o acondicionamento das raízes inteiras em bolsas plásticas. A embalagem impermeável impede a perda da umidade e oferece condições propícias à cicatrização dos ferimentos com consequente diminuição da produção de escopoletina. O mesmo ocorre quando as raízes são acondicionadas em serragem úmida ou em pequenos silos subterrâneos cobertos com terra. O problema agora passa a ser as podridões microbiológicas. No caso das bolsas plásticas, isso pode ser contornado parcialmente com a aplicação de fungicidas do grupo thiabendazole que são praticamente inócuos ao homem, porém, para a deterioração bacteriana, ainda não se encontrou uma solução satisfatória.



Figura 19 – Fosforescência da escopoletina à luz ultravioleta.
Foto: IAC

4. ECOLOGIA

A mandioca é considerada uma planta rústica e com ampla capacidade de adaptação às condições mais variadas de clima e solo. Em que pese a variabilidade genética e sua interação com o ambiente, os principais parâmetros ecológicos para a mandioca são os descritos a seguir.

4.1. Temperatura

A temperatura afeta a brotação das manivas, a emissão e o tamanho das folhas, a longevidade foliar e a formação das raízes tuberosas.

A faixa considerada ideal é de 25° a 29°C, como média anual, todavia tolera bem limites maiores como 16° a 38°C. Diversos estudos têm mostrado que há uma interação significativa entre variedade e temperatura, isto é, maiores produções podem ser obtidas em diferentes temperaturas de acordo com a variedade utilizada (Tabela 11).

Tabela 11 – Produção de raízes, em t/ha, de quatro variedades de mandioca cultivadas em três regimes de temperatura.

Variedade	Temperatura (°C)		
	20°	24°	28°
	t/ha		
M Col 22	9,3	27,7	39,4
M Mex 59	22,8	38,8	30,4
M Col 113	24,2	26,1	23,9
Popayán	28,9	15,7	9,4

Fonte: Irikura *et al.* (1979), citado por Alves (2002)

4.2. Radiação solar e fotoperíodo

A mandioca requer boa luminosidade para se desenvolver bem. Redução na radiação solar provoca aumento no comprimento dos internódios e diminuição da área foliar, com consequente redução na produção de raízes tuberosas.

Fotoperíodo acima de 12 horas afeta a tuberização, a partição dos fotoassimilados e o florescimento. Nos trópicos, o comprimento do dia durante o ano varia pouco, de 10 a 12 horas, e há pouca interferência desse fator na produção. Aumentando a latitude, as variações tornam-se maiores, portanto a mandioca plantada nas regiões subtropicais está mais sujeita a alterações dessa ordem.

4.3. Regime hídrico

É muito comum o cultivo da mandioca em regiões com menos de 800mm de chuva por ano e estação seca de quatro a seis meses, aproveitando-se de sua alta tolerância a déficits hídricos. O principal mecanismo da mandioca de tolerância à seca é o fechamento rápido dos estômatos, reduzindo a transpiração e impedindo a dessecação dos tecidos.

Em caso extremo, a planta perde as folhas, para diminuir a superfície de transpiração, e recupera seu aparato foliar quando as condições se tornarem novamente favoráveis.

O efeito negativo na produção pela falta de água é mais acentuado quando esta ocorre nos cinco primeiros meses após o plantio, coincidindo com os estágios de enraizamento e tuberização das plantas.

A faixa de chuva mais adequada para a cultura da mandioca está entre 1.000mm e 1.500mm, bem distribuídos durante o ano, muito embora possa ser cultivada, com relativo sucesso, em condições de regime hídrico variando de 600mm a 4.000mm por ano.

4.4. Solo

A mandioca é cultivada nos mais variados tipos de solo. A capacidade de se desenvolver e produzir relativamente bem em solos de baixa fertilidade talvez seja a principal característica dessa planta.

Supera os problemas de baixos teores de fósforo, no solo, por meio de uma eficiente associação com micorrizas. Solos pobres em nutrientes reduzem o tamanho das plantas, mantendo, entretanto, a concentração desses nutrientes em nível ótimo. Essa característica permite maior eficiência na utilização dos elementos nutritivos.

Tolera bem os solos ácidos, porque suporta altos níveis de saturação de alumínio, porém é muito suscetível à salinidade, A faixa de pH ideal, entretanto, deve estar entre 5 e 6.

Do ponto de vista físico, desenvolve-se melhor em solos profundos, com boa circulação de ar e água. Em solos muito argilosos pode ocorrer má formação das raízes tuberosas e nos maldrenados pode haver apodrecimento. Quando isso ocorre, as plantas se desfolham e as raízes morrem por asfixia, daí a necessidade de se plantar em leiras, nos solos sujeitos a encharcamentos temporários.

A mandioca não tuberiza dentro d'água, mais propriamente em solução nutritiva, mesmo quando esta é bem suprida de oxigênio. No entanto, as raízes finas, absorventes, desenvolvem-se bem e a parte aérea fica normal. Isso sugere que a acumulação de amido nas raízes exige grandes quantidades de oxigênio livre.

5. PREPARO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

A mandioca, por ser uma planta em que se explora precipuamente suas raízes tuberosas, deve ser plantada em terreno bem preparado. Uma boa aração, seguida de gradagens, irá facilitar os trabalhos de abertura dos sulcos, do plantio, dos cultivos e das colheitas, assim como o controle de determinadas pragas.

O preparo do solo é uma operação extremamente importante, porque, de sua qualidade, depende o desempenho de outras práticas essenciais ao sucesso da atividade, especialmente dos herbicidas e do plantio propriamente dito (Figura 20).



Figura 20 – Vista Geral do preparo do solo.
Foto: José Osmar Lorenzi

O solo, particularmente quando arenoso e de topografia inclinada, deve receber práticas conservacionistas para evitar a erosão, sendo o plantio em nível e o terraceamento das glebas as mais comuns.

A mandioca é uma planta que protege mal o solo, especialmente no início de seu primeiro ciclo vegetativo. As perdas por erosão, no

segundo ciclo vegetativo, são bem menores que no primeiro. Em muitos casos, a consorciação com outras culturas pode ser usada com a dupla finalidade de auxiliar na conservação do solo e melhorar o desempenho econômico da atividade.

O plantio antecipado, em maio e junho, também diminui as perdas por erosão do solo, uma vez que as plantas estarão mais desenvolvidas na época de maior intensidade das chuvas (dezembro a fevereiro).

Recentemente, algumas tentativas de plantio direto ou de cultivo mínimo têm sido realizadas por produtores de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul. Os resultados, até o momento, são controvertidos, e pesquisas, nessa linha, necessitam ser implementadas.

6. MATERIAL DE PLANTIO

6.1. Seleção de ramas

A mandioca é uma planta de multiplicação vegetativa e a seleção das ramas é uma das exigências fundamentais para o êxito da cultura, uma vez que a maioria dos problemas da cultura tem sua origem na qualidade do material de plantio.

As ramas devem apresentar um ótimo estado fitossanitário e ser provenientes de lavouras sadias com idade entre 8 e 12 meses, época em que geralmente se encontram desenvolvidas, maduras e com bom diâmetro.

O terço médio da planta é o que fornece as melhores manivas. A parte basal apresenta gemas dormentes que, embora raramente não brotem, originam plantas com baixo vigor inicial. As hastes do terço superior, por serem mais jovens, apresentam predominância de medula e menor reserva nutritiva, sendo mais sujeitas a falhar. Além disso, são mais assediadas por pragas e agentes patogênicos, incluindo a bacteriose.

A escolha da gleba que fornecerá as ramas para o plantio deverá ser feita por meio de inspeções periódicas do mandiocal, especialmente

nos meses de plena vegetação (dezembro a fevereiro) que são mais indicados para avaliação de sua sanidade.

A queda natural das folhas, da base para o ápice das plantas, é indicador seguro de maturação das ramas, todavia a queda do ápice para a base indica problemas de sanidade.

Atualmente, a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, por intermédio do IAC, com participação do Instituto Biológico e do Polo Regional Centro Norte da Apta, vem desenvolvendo um trabalho de produção e venda de material de propagação de mandioca, livre da virose chamada mosaico-comum-americano, isento de bacteriose e com 100% de pureza varietal.

No início do programa, a produção do material básico era feita no litoral paulista, onde a predominância de altas temperaturas são desfavoráveis à bacteriose, principal doença da mandioca. Atualmente, o material básico é produzido em laboratório de biotecnologia, utilizando-se de modernas técnicas de termoterapia, cultura de meristema, indexação para viroses e adaptação das plântulas em casa de vegetação. Em seguida, a multiplicação é feita em condições de campo, em Pindorama, SP, em área de exclusão do patógeno *Xanthomonas axopodis* pv. *manihotis* e com monitoramento para viroses por meio de plantas indicadoras.

A multiplicação desses materiais no Planalto, em campos isolados, com inspeções constantes, normas de avaliação, prática de rouging e de classificação de ramas, seria o embrião de um futuro sistema de produção de material de plantio de alta qualidade e compatível com o estágio de desenvolvimento que a cultura da mandioca requer atualmente.

6.2. Corte e conservação de ramas

Embora no Estado de São Paulo e em outras regiões brasileiras a concentração da colheita coincida com o período mais interessante para o plantio, não é rara a necessidade de cortar e conservar as ramas a fim de aguardar a melhor oportunidade para fazê-lo. Por 30-60 dias, normalmente, utiliza-se o empilhamento horizontal das ramas,

ao relento, tendo-se o cuidado de cobrir as pilhas com capim ou outra cobertura morta, para protegê-las da incidência de raios solares ou geadas (Figura 21).



Figura 21 – Ramas armazenadas na posição horizontal.
Foto: IAC

O rendimento dessas operações (corte e empilhamento) é da ordem de 3m^3 a 5m^3 homem/dia.

Por mais de 60 dias, pode-se empregar o empilhamento vertical, no qual as bases das hastes são enterradas a 5cm de profundidade, em terra previamente afogada e umedecida.

Em ambos os casos, as perdas de material são variáveis por causa de diversos fatores, tais como condições ambientais, pragas e doenças, qualidade das ramas e, principalmente, tempo de armazenamento. No entanto, admite-se como normal um descarte de 20 a 30 por cento.

Há uma crença entre os produtores de que as ramas devem ser armazenadas por um certo tempo, para promover sua cura e, assim, quando plantadas, brotarem mais rapidamente. De fato, isso ocorre em virtude do estágio fisiológico mais avançado, mas, por outro lado, o armazenamento implica em perda de reservas provocada pela desidratação das ramas. Manivas originárias de ramas armazenadas por muito

tempo são mais sujeitas a falhas, se ocorrer um período de seca após o plantio, todavia são menos sujeitas a falhas causadas por podridões quando há excesso de umidade no solo.

O armazenamento das ramas tem sido mais estudado sob o aspecto de seu efeito sobre as perdas de material de plantio do que, propriamente, sobre as mudanças provocadas nas características agrônômicas da nova planta.

O armazenamento pode interferir na brotação das gemas, pela quebra da dominância apical e alteração na composição e/ou no balanço hormonal. Há indicações de que o armazenamento na posição horizontal provoca alterações fisiológicas na maniva, induzindo a produção de maior número de hastes primárias e maior número de raízes (Tabela 12).

Tabela 12 – Efeito de diferentes sistemas de armazenamento de ramas no número de hastes primárias e no número de raízes tuberosas, por planta, em duas variedades de mandioca.

Sistema de armazenamento	Número de hastes		Média	Número de raízes		Média
	IAC 12	Fibra		IAC 12	Fibra	
Sem armaz.	2,61	1,46	2,04	8,7	6,15	7,43
Armaz. vertical	2,36	2,13	2,24	8,84	6,46	7,65
Armaz. horizontal	3,40	2,91	3,16	9,64	9,36	9,50

Fonte: Monteiro *et al.* (1995)

Por sua vez, o número de hastes primárias afeta o índice de área foliar, o que implica em considerar a forma e o tempo de armazenamento das ramas, na definição da densidade populacional (espaçamento).

6.3. Tipo ou categoria de maniva

Ao estabelecer as suas áreas de plantio, o mandiocultor já adquiriu as noções para a escolha do material de multiplicação. Entretanto, não a ponto de ele mesmo perceber as diferenças, às vezes notáveis, entre o uso de diferentes tipos e a idade das manivas.

Assim, o material empregado é, quase sempre, heterogêneo no que se refere à maturação, ao diâmetro, ao número de gemas, à sanidade e ao ciclo da planta original que forneceu as hastes.

Tais fatos ocorrem, principalmente, nas plantações de subsistência, onde o plantador se satisfaz com qualquer resultado que venha a obter. No entanto, os agricultores que exploram áreas comerciais, pequenas ou grandes, devem estar conscientizados da necessidade de realizar uma seleção criteriosa, que resulte no plantio de estacas maduras, originárias de plantas de 8 a 12 meses de ciclo, sadias, provenientes dos terços médio e inferior das plantas, nos quais as folhas já caíram e onde, por sua grossura, as reservas nutritivas acumuladas poderão assegurar, com maior probabilidade, os melhores índices de brotação e sobrevivência da planta.

6.4. Tamanho da maniva

Por tradição mais do que centenária, o plantador brasileiro de mandioca não tem nenhuma tendência para empregar manivas mais longas que 10cm a 12cm, ou com poucas gemas, talvez porque, na realidade, esse material, em condições favoráveis, brote e produza raízes de maneira conveniente e satisfatória para os casos particulares de cada agricultor.

Entretanto, a pesquisa agrônômica já evidenciou que, de modo geral, a produção por planta aumenta até certo ponto com o aumento do tamanho da estaca plantada, tendo-se estabelecido, portanto, que em sistema de plantio em sulcos os tamanhos recomendados estejam em torno de 20cm, uma vez que isso propicia melhor estande e presença de maior número de gemas por estaca, ou seja, dos pontos de emissão de hastes e de raízes (Tabela 13).

Tabela 13 – Efeito do tamanho das manivas na produção de raízes de mandioca.

Comprimento das manivas (cm)	Um ciclo vegetativo (t/ha)	Dois ciclos vegetativos (t/ha)
5	7,9	22,9
10	13,1	24,9
15	14,7	36,3
20	15,6	30,6
25	16,7	36,8
30	17,7	39,6

Fonte: Normanha e Pereira (1950)

6.5. Preparo das manivas

Manivas são pedaços de ramas maduras, com mais ou menos 20cm de comprimento, usados para o plantio. Devem ser sadias e devem ter de 2cm a 3cm de diâmetro e de cinco a sete gemas.

O preparo das manivas, embora relativamente simples, apresenta detalhes importantes que podem ser fatores negativos da produção, se não forem levados em consideração. Esses detalhes dizem respeito, principalmente, ao ângulo de corte, que deve ser perpendicular ao comprimento da haste, e às injúrias provocadas pela ferramenta cortante.

Em geral, é frequente o uso do facão para preparar as manivas. Nesse caso, recomenda-se segurar a haste com uma mão, dando-lhe um pequeno golpe com a ferramenta e, em seguida, girá-la 180 graus e, com um segundo golpe, cortar a maniva. Não se deve apoiar a rama sobre toco de madeira ou qualquer outra superfície, para evitar esmagamento da maniva (Figura 22).

As manivas podem também ser preparadas mecanicamente, com o uso de motosserras ou serras circulares movidas a motor elétrico ou gasolina. No caso de motosserra, é importante que o lubrificante da corrente seja à base de óleo vegetal.

Para reduzir as perdas por desidratação e suas consequências negativas no vigor e na taxa de brotação, as manivas devem ser plantadas, de preferência, no mesmo dia do seu preparo.

Em geral, 4 a 6 metros cúbicos de ramas são suficientes para plantio de um hectare.

O preparo das manivas, obviamente, é dispensado no caso do plantio mecanizado em que se utiliza plantadeira que já faz essa operação.



Figura 22 – Preparo manual da maniva.

Foto: IAC

6.6. Tratamento das manivas

De modo geral, no Brasil, o tratamento das manivas não é uma prática usual. Isso se deve aos bons resultados que, normalmente, se obtêm sem ele.

O tratamento consiste basicamente em pulverizar ou imergir as ramas ou as manivas em uma calda fungi-inseticida, a fim de protegê-las contra pragas e doenças, garantindo uma boa brotação e a sanidade das plantas em seu estágio inicial. Particularmente, é uma prática recomendada para viveiros destinados à multiplicação de material de plantio, podendo também ser usada em plantios comerciais como prevenção ou por necessidade real detectada localmente.

Para maior eficiência, a calda deve conter dois ou três fungicidas, de preferência um sistêmico e um inseticida. Podem-se também acres-

centar micronutrientes, especialmente zinco, quando o plantio é feito em solos de baixa fertilidade.

Para tratamento, por meio da imersão das manivas, uma das misturas indicadas tem a seguinte composição, por litro de água do produto:

Produto	Quantidade por litro de água
Vitavax – Thiram 200 SC	1,0 ml
Mancozeb 800 PM	1,25 g
Malathion 1000 CE	1,00 ml

O tempo de imersão é de cinco minutos, sendo necessários de 30 a 50 litros de calda para o tratamento de 10 mil manivas.

Outras misturas foram testadas com sucesso, usando-se outros fungicidas e inseticidas, todavia é preciso cuidado para que não ocorra inibição do enraizamento e/ou atraso na brotação das manivas. Por outro lado, há ainda muito espaço para pesquisa nessa área que comprova os reais benefícios dessa prática.

7. PLANTIO

7.1. Posição das manivas

No Brasil, predomina o plantio das manivas em posição horizontal. Elas são lançadas dentro de uma cova rasa, feita com enxada ou enxadão, ou de sulcos, ou enfiadas por debaixo de um montículo de terra.

As manivas podem também ser plantadas em posição inclinada, normalmente em covas, com dois terços da parte basal enterrados no solo. Esse sistema é recomendado para solos argilosos e em regiões de alta pluviosidade para evitar seu apodrecimento (Figura 23).

Entretanto, existem condições mais especiais ainda que exigem as confecções de leirões (camalhões elevados e longos) ou matumbos (montículos elevados de terra) para dar melhor arejamento aos solos

pesados (argilosos) ou para evitar o apodrecimento das raízes tuberosas que ocorre nos locais sujeitos a encharcamento.

Nesses casos, as manivas utilizadas no plantio devem ter um tamanho maior e devem ser fincadas verticalmente ou em posição inclinada, com a base para baixo, no alto dos leirões ou montes de terra.

Experimentalmente, manivas plantadas em posição vertical ou inclinada têm resultado em maiores produções, porém esse processo não tem sido difundido em razão das maiores facilidades do plantio em posição horizontal, principalmente nas fases de implantação e na colheita do mandiocal.



Figura 23 – Plantio de manivas inclinadas, em covas.
Foto: IAC

7.2. Profundidade de plantio

A tendência generalizada, até mesmo por tradição, é o plantio da maniva à pequena profundidade, ou seja, a 5cm, coberta com terra, quando o plantio é em posição horizontal.

Essa prática resulta na emergência mais rápida dos brotos da estaca na estação chuvosa, o que leva o agricultor a ter uma ideia de correlação com a precocidade de sua colheita. Tal fato, além de lhe

dar a sensação de êxito preliminar, indica-lhe a necessidade de um replantio parcial, nas pequenas áreas.

Esse procedimento é realmente o correto, pois é na profundidade de 5cm, aproximadamente, que reinam as melhores condições de arejamento para a formação das raízes. Entretanto, no plantio horizontal, em razão da evidência experimental, recomenda-se uma profundidade um pouco maior para proporcionar às estacas melhores condições de umidade, prevenção da queima pelos raios solares e melhor defesa contra o arrastamento pelas águas de enxurradas promovidas pelas chuvas torrenciais.

Em virtude de experiências realizadas no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), recomenda-se o plantio em profundidade de aproximadamente 10cm para as manivas horizontais, considerando-se não somente a produtividade das plantas, como também a facilidade de seu enraizamento e colheita (Tabela 14).

Tabela 14 – Efeito da profundidade de plantio na produção de raízes de mandioca.

Profundidade de plantio (cm)	Produção de raízes (t/ha)	Diferença sobre a profundidade de 10cm (%)
5	18,2	+10,3
10	16,5	0,0
15	13,2	- 20,0

Fonte: Normanha e Pereira (1950)

7.3. Época de plantio

Em todo Brasil, o mais tradicional é plantar a mandioca no início da estação chuvosa, a qual coincide com o reinício ou o prosseguimento de um período quente. É que, nessas ocasiões, reúnem-se as duas condições essenciais de natureza climática – umidade e calor – para a brotação e o enraizamento das estacas plantadas, ponto de partida para o estabelecimento da cultura.

Em várias regiões do Estado de São Paulo, onde os plantios normais sempre foram efetuados no início da estação chuvosa e quente (setembro-outubro), as pesquisas demonstraram que o plantio antecipado (maio a agosto) apresenta ponderáveis vantagens: menor incidência de ervas daninhas, melhor controle da erosão, maior controle de pragas e doenças e aumento da produtividade (Tabela 15).

Ainda considerando-se o Estado de São Paulo, quando há retardamento da época de plantio (outubro-novembro), é comum aumentarem certos problemas fitossanitários e operacionais, ocasionando maior incidência da larva dos brotos e o favorecimento à propagação da bacteriose. Há também aumento das perdas por erosão, maiores dificuldades do plantio e de execução dos primeiros tratos culturais, além da utilização de um material de propagação mais esgotado de reservas, proveniente de ramas conservadas ou não.

Tabela 15 – Efeito da época de plantio na produção de raízes de mandioca.

Época de plantio	Produção de raízes (t/ha)	Diferença sobre o plantio de outubro (%)
Maio	25,8	+ 66,4
Junho	23,4	+ 50,9
Julho	27,1	+ 74,8
Agosto	23,4	+ 49,7
Setembro	16,6	+7,1
Outubro	15,5	0,0

Fonte: Normanha e Pereira (1950)

7.4. Operação de plantio

Em pequenas áreas, o plantio da mandioca é, comumente, uma operação manual e tradicional. Considerando o sistema mais usual, o plantio envolve o transporte das manivas pelos plantadores, carregadas em jacás ou sacos, a tiracolo, de onde vão sendo retiradas e atiradas nos sulcos, na posição horizontal.

Normalmente, os plantadores pisam sobre as manivas, por ocasião da sua distribuição e, posteriormente, cobrem-nas totalmente com terra. Os sulcos são feitos com tração animal ou motorizada (Figura 24).



(A)



(B)

Figura 24 – Plantio manual (A) e cobertura dos sulcos com tração animal (B).
Foto: IAC

Em grandes áreas, tanto de mandioca de mesa quanto de indústria, a operação de plantio tem sido frequentemente mecanizada, com tração motorizada.

Há, no mercado, dois tipos básicos de plantadeiras. A diferença entre elas é que o modelo mais recente utiliza ramas inteiras e prepara as próprias manivas. O modelo mais antigo exige manivas preparadas, mas ambas sulcam, adubam, plantam e cobrem em uma única operação. Protótipos com dispositivo pulverizador para aplicação de caldas fungi-inseticidas já vêm sendo usados com sucesso.

As plantadeiras mais comuns, no mercado, são de duas linhas, com capacidade de plantar até cinco hectares por dia. Existem, todavia, plantadeiras de três, quatro linhas e até de seis linhas (Figuras 25 e 26).



Figura 25 – Plantadeira de duas linhas que usa ramas inteiras.

Foto: José Osmar Lorenzi



Figura 26 – Plantadeira de seis linhas que usa ramas inteiras.

Foto: José Oscar Lorenzi

8. ESPAÇAMENTO

As distâncias entrelinhas e entreplantas nas linhas não têm nenhuma regularidade ou padrão, principalmente nas culturas de subsistência, onde elas são muito variáveis. O fato acentua-se ainda mais quando o cultivo é consorciado, onde convivem, no mesmo lote, além da mandioca, outras culturas, como feijão, arroz e milho, principalmente. O agricultor coordena o seu plantio, levando em conta as épocas de semeadura, os ciclos de colheita, a velocidade de crescimento e a concorrência entre as culturas, variando as distâncias em função de vários fatores.

Recentemente, diversos estudos foram realizados sobre cultivos múltiplos com o objetivo de otimizar esses sistemas tão comumente utilizados por pequenos produtores. As vantagens apontadas, em relação aos monocultivos, são as de promover maior estabilidade da produção, bem como melhorar a utilização da terra, a exploração de água e nutrientes e a utilização da força de trabalho, aumentar a

eficiência do controle, de plantas daninhas e a proteção do solo contra a erosão e disponibilizar mais de uma fonte alimentar e de renda.

O arranjo espacial de plantio das linhas de mandioca pode ser feito em fileiras simples ou em fileiras duplas. Em fileiras simples, recomenda-se a distribuição das plantas em forma retangular com espaçamento de 1,00m a 1,20m entrelinhas e 0,60m a 0,80m entre as plantas, devendo a cultura intercalar ser plantada em linhas alternadas com as de mandioca. Nesse caso, recomenda-se o plantio de uma, no máximo duas linhas da cultura intercalar, dependendo do porte das plantas. Em fileiras duplas, o espaçamento recomendado para a mandioca varia de 2m a 3m entre as fileiras duplas e 0,60m a 0,80m x 0,60m nas fileiras duplas. A consorciação pode ser feita com duas a quatro linhas de outra cultura, dependendo também do porte desta.

As culturas de porte baixo, como arroz, amendoim e feijão, são mais interessantes para consorciação com a mandioca, pois competem menos em luz do que as culturas de porte alto, como o milho, por exemplo.

Uma das dificuldades do uso desse sistema, em algumas regiões, é a não-coincidência da melhor época de plantio da mandioca com as demais culturas. Outro problema é a colheita da mandioca, que fica mais restrita a um ciclo vegetativo.

A mandioca é uma planta bastante sensível à luz solar: quanto mais luminosidade, maior desenvolvimento vegetativo e maior produção de raízes.

Nas culturas com falhas, as plantas que ficam isoladas, com menor concorrência, produzem bem mais que as outras. No entanto, o que interessa não é a produção por planta e sim produção por área. Além disso, culturas mais fechadas protegem melhor o solo contra a erosão e abafam o mato, diminuindo o custo para seu controle.

Normalmente, espaçamentos menores produzem mais que espaçamentos maiores, porém dificultam o manejo, consomem mais manivas e as raízes são menores.

De modo geral, nas plantações solteiras, o espaçamento recomendado varia de 1,20m x 0,60 – 0,80m a 1,00m x 0,60-0,80m, dependendo do porte da variedade utilizada, seu hábito de ramificação e da fertilidade do solo. Quanto maior for o porte, o esgalhamento das plantas e a fertilidade, tanto maior deverá ser o espaçamento (Tabela 16).

Tabela 16 – Efeito do espaçamento na produção de raízes da variedade Vassourinha Paulista.

Espaçamento	Produção de raízes (t/ha)	
	Um ciclo	Dois ciclos
0,80 x 0,60	22,0	33,5
1,00 x 0,60	20,9	32,4
1,20 x 0,60	20,9	28,7
1,40 x 0,60	18,1	27,2

Fonte: Normanha e Pereira (1950), adaptado

9. TUBERIZAÇÃO E CICLO VEGETATIVO

A mandioca é considerada uma planta perene. O processo de tuberização das raízes inicia-se, mais ou menos, aos 2-3 meses de idade das plantas. É nessa época que começa a haver um balanço positivo de carboidratos produzidos pelos elementos fotossintéticos, e o excesso é translocado a fim de constituir seu principal sistema de reserva, as raízes tuberosas.

O número de raízes que se diferenciam para armazenar o amido depende do genótipo, mas é extremamente influenciado pelo ambiente. Parece que quanto maior o excesso de carboidratos, nessa fase inicial, maior será o número de raízes tuberosas formadas. Uma vez estabelecido o número de raízes de reserva, estas vão aumentando de tamanho, não havendo, porém, o surgimento de novas raízes.

Sabe-se que o número de raízes tuberosas é um importante parâmetro da produtividade, sendo uma condição necessária porém não suficiente, isto é, definido um número de raízes, seu enchimento vai depender de uma série de fatores, alguns determinados pelo sistema

de produção adotado (espaçamento, adubação etc.) e outros dependentes de fatores bióticos (pragas, doenças etc.) e abióticos (água, temperatura etc.).

O ponto de partida para alcançar alta produtividade parece, portanto, o estabelecimento de condições que permitam o pleno desenvolvimento inicial das plantas, garantindo um número ótimo de raízes de reserva.

Observações não publicadas, feitas pelo autor, submetendo plantas com 60 e 90 dias de idade a diferentes estresses (déficit hídrico, frio, encharcamento, poda rente ao solo e desfolhamento em diferentes graus de intensidade), mostraram que o número de raízes tuberosas pode ser reduzido até zero (Figura 27).



Figura 27 – Da esquerda para a direita: testemunha, desfolhamento, encharcamento, poda rente ao solo, déficit hídrico e frio, aos 60 dias, e colheita aos 150 dias.

Foto: IAC

Após a recuperação da planta, quando então ocorre novo superávit de carboidratos, os assimilados passam a ser acumulados também na maniva-mãe e nas hastes, principalmente na região basal, talvez pela falta de raízes diferenciadas como órgãos de reserva. Isso sugere que a fase de início da tuberização pode ser considerada um dos pontos mais críticos da cultura e ajuda a explicar, em muitos casos, surpreendentes produtividades, baixas ou altas, por ocasião da colheita.

A recuperação aparente da planta e o tempo longo que decorre do início da tuberação até a colheita mascaram normalmente esses efeitos e causam, muitas vezes, interpretações errôneas sobre as principais causas do fracasso ou sucesso da atividade.

Durante os meses quentes e úmidos, as plantas vegetam abundantemente. A queda das folhas é um fenômeno natural e normal nessa espécie. A longevidade foliar é afetada por muitos fatores mas, em média, é de 60 a 120 dias. À medida que a planta cresce, as folhas vão caindo aos poucos e sempre no sentido da base para o ápice. Nos meses mais frios, diminui a taxa de emissão de folhas e, como as folhas mais velhas continuam caindo, a planta acaba ficando desfolhada.

Nas condições subtropicais, o índice de área foliar (IAF) inicial é zero, atinge o máximo mais ou menos aos seis meses e volta a zero no final de cada ciclo. O IAF ideal para mandioca é ao redor de três metros quadrados de área foliar por metro quadrado de solo, quando se prioriza a produção de raízes. Grosso modo, a produtividade é função direta desse índice no tempo ($P = IAF \times t$). Por essa razão, conduzir a cultura para obter um IAF ideal pelo maior tempo possível é o segredo da alta produtividade de raízes, pois, nesse ponto, a produção de fotoassimilados é máxima.

O tempo da área foliar exposta à radiação solar é fundamental, o que explica por que culturas com dois ciclos produzem mais que com um ciclo. Assim, também, a época de plantio interfere muito na produtividade, uma vez que pode aumentar ou diminuir o tempo de IAF, especialmente no período que reinam as melhores condições de temperatura, radiação solar e de água disponível no solo.

Os fatores que afetam o IAF necessitam de atenção especial para que este atinja seu ponto ótimo, pois é do conhecimento geral que mandiocal fechado demais e o outro extremo, ralo, aberto excessivamente, resultam em baixa produtividade.

O fator de mais fácil compreensão e manejo é a densidade populacional (espaçamento). Mas a densidade populacional a ser adotada depende de outros fatores, dos quais se destacam o porte da variedade e a fertilidade do solo. Outros fatores de menor importância também têm de ser considerados, porque o somatório deles pode apresentar

efeitos significativos na produtividade. Assim, a incidência de pragas e doenças, bem como adubação e calagem, plantas daninhas, material de plantio, poda, entre outros, podem afetar o IAF para mais ou para menos.

Os resultados controvertidos sobre o efeito da poda no final do primeiro ciclo podem ser explicados, em grande parte, pelo diferencial que se estabelece no IAF, entre as plantas podadas e as não-podadas, no segundo ciclo vegetativo.

A perda das folhas, que pode ser total, caracteriza muito bem o chamado período de repouso fisiológico, constituindo-se na época mais favorável para a colheita, em virtude da maior concentração de amido nas raízes tuberosas.

Mandioca com um ciclo vegetativo é a que teve apenas um período de intenso crescimento, seguido de um período de repouso fisiológico (um ano agrícola). Com dois ciclos, a que teve dois períodos de vegetação abundante (dois anos agrícolas).

No final de cada ciclo vegetativo, ocorre a seca dos ponteiros, isto é, das porções terminais das hastes (30cm-50cm). No início do próximo ciclo, princípios de agosto, as plantas entram novamente em brotação, utilizando-se das reservas acumuladas nas hastes e raízes. Por essa razão, por um determinado período, as raízes ficam “aguadas”, até que a síntese e a translocação de novos carboidratos reiniciem o processo de reposição do amido.

A poda, na passagem do primeiro para o segundo ciclo vegetativo, acentua essa redução no teor de amido das raízes, tornando-as na única fonte de energia a ser utilizada na recomposição da nova parte aérea. A Figura 28 ilustra melhor os ciclos vegetativos da mandioca.

Para consumo humano, em geral as plantas são colhidas com um ciclo vegetativo. As culturas para fins industriais são, preferivelmente, colhidas com dois ciclos vegetativos, por serem mais produtivas. Colheitas com mais de dois ciclos vegetativos só ocorrem em condições emergenciais, pois dificilmente há acréscimo na produção, em virtude do equilíbrio que se estabelece entre a síntese de carboidratos e as perdas naturais que ocorrem por podridões de raízes ou outros fatores.

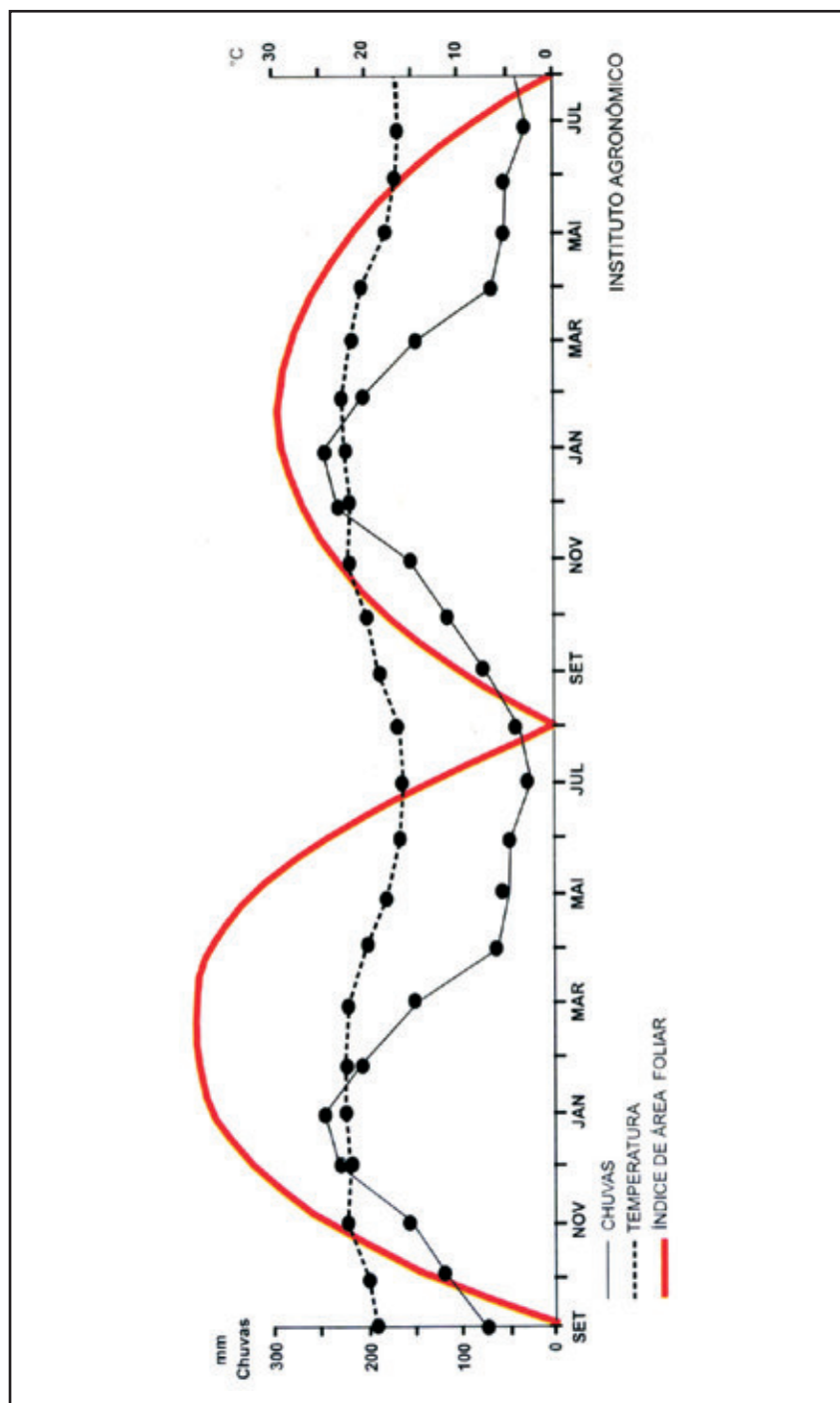


Figura 28 – Evolução do desenvolvimento e do índice de área foliar (IAF) da mandioca, por dois ciclos vegetativos, no Planalto Paulista (sem poda)

10. CALAGEM E ADUBAÇÃO

10.1. Calagem

As áreas de maior produtividade de mandioca no Estado de São Paulo são as que apresentam solos com pH na faixa de 5 a 6.

Entretanto, a mandioca é uma planta que tolera razoavelmente bem a acidez do solo. Em condições de altas concentrações de hidrogênio (pH baixo) e alumínio, apresenta uma produção relativa muito superior a outras culturas, como a soja e o milho, por exemplo (Figura 29). Essa capacidade de produzir relativamente bem em solos pobres e ácidos pode ser o resultado da domesticação e seleção, ao longo dos anos, de genótipos adaptados a essas condições.

Grande parte dos solos tropicais são ácidos, com altos teores de alumínio e manganês, que podem levar à toxicidade, e baixos teores de cálcio e magnésio, que podem causar deficiência nas plantas.

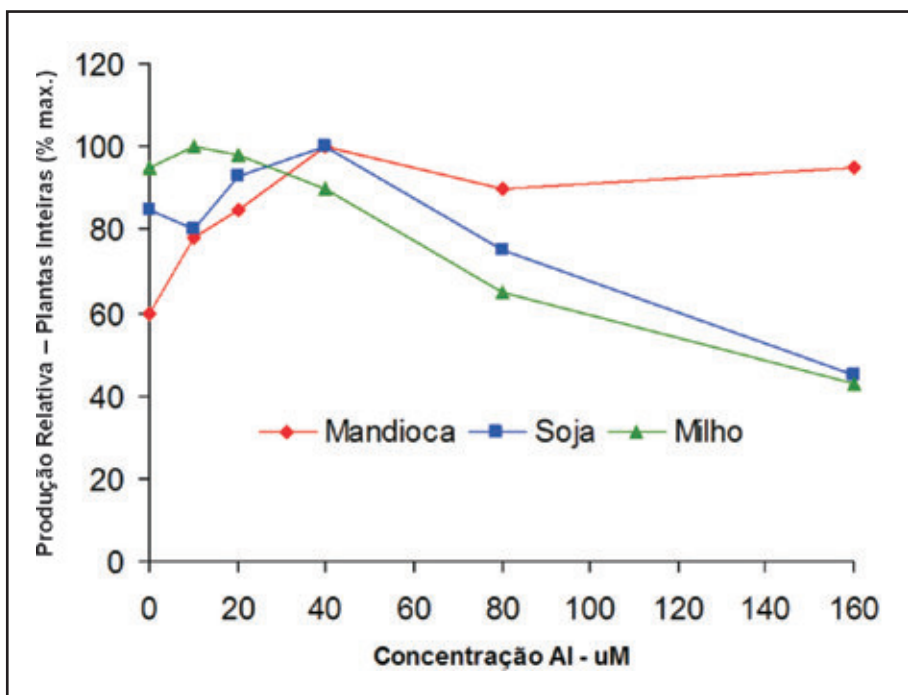


Figura 29 – Tolerância da mandioca, da soja e do milho ao alumínio.

Fonte: Edwards *et al.* (1977)

Não há dúvida que esses solos podem ser mais produtivos com a aplicação de corretivos da acidez, todavia a aplicação de calcário só tem apresentado aumento na produção de mandioca em doses baixas. Em altas doses, normalmente não há resposta ou pode ocorrer até efeito negativo na produção, em geral provocado pela indução de deficiência de zinco (Figura 30 e Tabelas 17 e 18).

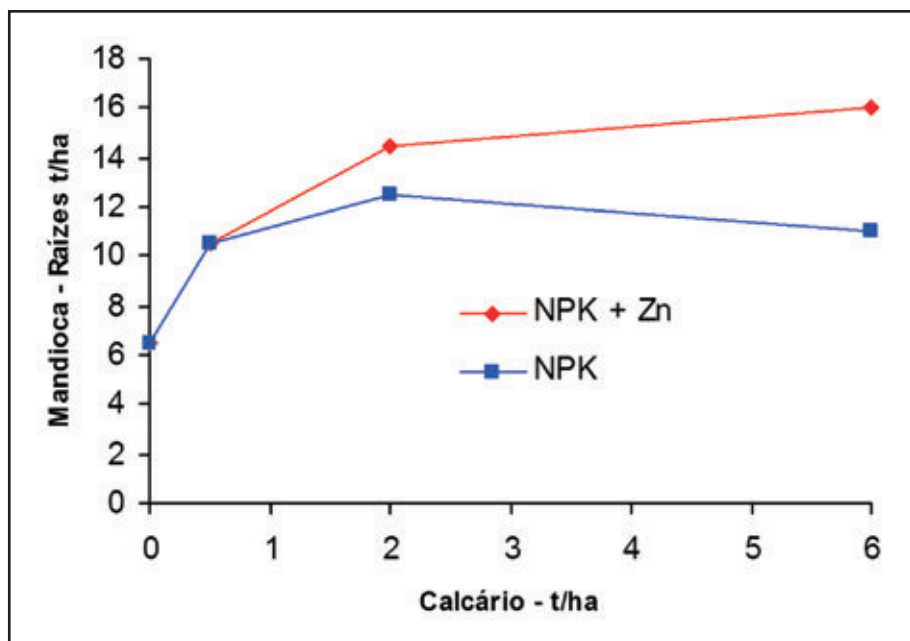


Figura 30 – Interação calagem x zinco na produção de mandioca.
Fonte: Howeler (1981)

Tabela 17 – Efeito da calagem, em Pouso Redondo (SC), em solo com pH=3,8 (Al=7,0 e Ca +Mg=1,6 emg/100mlTFSA).

Calcário (t/ha)	Raízes (t/ha)
0	44,4
6	43,2
12	36,2

Fonte: Moraes (1981)

Tabela 18 – Efeito da calagem, em Santa Maria da Serra (SP), em solo com pH=4,8 (Al=0,6 e Ca + Mg=1,2 emg/100ml TFSA).

Calcário (t/ha)	Raízes (t/ha)	
	1.º cultivo	2.º cultivo
0	46,4	28,5
1	43,5	28,4
2	43,7	26,5
3	49,3	29,9
4	48,4	31,0

Fonte: Lorenzi (1982)

Os sintomas de deficiências minerais mais encontrados em condições de campo, no Estado de São Paulo, principalmente nos solos arenosos, são de zinco e magnésio. Como a correção da deficiência de magnésio é normalmente feita por meio da calagem, é necessário que esta seja efetuada com muito cuidado em solos pobres de zinco, pois a disponibilidade deste se agrava com essa operação por causa da formação do composto zincato de cálcio, insolúvel em água.

Por essa razão, mesmo que as análises de solo indiquem a necessidade de mais de 2t/ha de calcário, recomenda-se não ultrapassar essa quantidade, principalmente para solos arenosos.

A utilização de fertilizantes que contenham cálcio e magnésio poderá suprir a necessidade da cultura desses elementos. Em geral, uma saturação por bases de 50 a 60% é suficiente para mandioca. Assim, a necessidade de calcário (NC), em t/ha, pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$NC = \frac{T (V_2 - V_1)}{10 \text{ PRNT}}$$

onde,

T = Capacidade de troca catiônica (mmolc.dm⁻³)

V₂ = Saturação por bases desejada (50 a 60%)

V₁ = Saturação por bases do solo (%)

PRNT = Poder relativo de neutralização total do calcário (%)

O calcário deve ser aplicado antes da aração e com antecedência de 45 a 60 dias do plantio. De preferência, usar calcário dolomítico que, além do cálcio, contém bons teores de magnésio.

10.2. Adubação

Com relação à adubação, primeiramente deve-se considerar que a mandioca absorve mais nutrientes que a maioria das outras culturas tropicais. Naturalmente, isso está correlacionado com a alta produção de matéria seca por unidade de área dessa espécie.

A parte aérea da mandioca é bem mais rica em nutrientes que as raízes e sua incorporação ao solo, após a colheita, enriquece-o em matéria orgânica e ameniza seu empobrecimento mineral. Mesmo assim, a exportação de nutrientes pelas raízes é bastante significativa.

Como pode ser observado na Tabela 19, as quantidades de nutrientes extraídas são elevadas, provocando uma redução substancial da reserva do solo, especialmente se a parte aérea também for removida. Os nutrientes mais extraídos são, pela ordem, K, N, Ca, P, Mg e S. Outro fato relevante é a relação K/N que é mais alta para mandioca quando comparada com outras culturas.

Aparentemente, essas considerações contrariam o reconhecimento antigo de que a mandioca é uma planta adaptada a solos de baixa fertilidade. Esse fato é verdadeiro, porém a produtividade absoluta obtida, nessas condições, é baixa. O que, de fato, se quer valorizar com essa afirmação é a produtividade relativa que, nesse caso, é alta se comparada com demais culturas.

Em outras palavras, a mandioca produz bem em solos de baixa fertilidade, porém produz melhor em solos de alta fertilidade. Sua alta adaptação a solos marginais deve-se, principalmente: ao ciclo longo e sem grandes picos de demanda de nutrientes; ao sistema radicular profundo e com associações micorrízicas; e à redução de seu crescimento, mantendo os nutrientes em níveis adequados, nos diferentes órgãos da planta.

Tabela 19 – Quantidades aproximadas de nutrientes extraídos por uma produção de 60t/ha (30t de raízes e 30t de parte aérea).

Elemento	Quantidade (kg)		
	Raízes	Parte aérea	Total
Potássio	76	124	200
Nitrogênio	38	126	164
Cálcio	9	71	80
Fósforo	10	21	31
Magnésio	9	22	31
Enxofre	3	11	14

Fonte: Asher *et al.* (1980)

10.2.1. Nitrogênio

O nitrogênio é um componente básico das proteínas e de outros compostos essenciais às plantas, até mesmo o ácido cianídrico, princípio tóxico da mandioca. Depois do potássio é o elemento mais extraído pela mandioca, todavia respostas à adubação nitrogenada são imprevisíveis.

As baixas respostas da mandioca à adubação nitrogenada, possivelmente, sejam em virtude da presença de bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio atmosférico no solo.

A falta de N provoca redução na área foliar e aumento na translocação de carboidratos para as raízes. O excesso de N provoca crescimento exagerado da parte aérea em detrimento das raízes. Isso ocorre por causa da inclusão do N na cadeia carbônica produzida pela fotossíntese e sua consequente formação de proteína. Então, a quantidade ideal de N para planta seria aquela que permitiria a formação do índice de área foliar ótimo, na faixa de 3,0 a 3,5. Mas isso depende de outros fatores, como a densidade populacional, principalmente. O plantio em densidades altas aumenta o risco de respostas negativas à aplicação de N.

10.2.2. Fósforo

O fósforo participa de muitos compostos essenciais da planta, como os fosfolipídios, as nucleoproteínas, os ácidos nucleicos, e de enzimas envolvidas no transporte de energia. Participa também de muitos processos, entre os quais o da síntese de carboidratos.

As raízes absorventes da mandioca, grossas e pouco ramificadas, são pouco eficientes na absorção de fósforo, embora essa característica negativa seja compensada, em grande parte, por meio de associações micorrízicas naturais.

No entanto, a mandioca é predominantemente plantada em solos ácidos, que são deficientes em fósforo, em especial, aqueles com níveis elevados de ferro e alumínio, onde a fixação desse elemento por meio da formação de fosfatos insolúveis diminui sua disponibilidade.

Mesmo sendo o fósforo pouco exigido, esses fatores, aliados à importância desse elemento para a mandioca, explicam por que as respostas positivas à aplicação de fósforo são mais frequentes e maiores que outros nutrientes.

Assim, para solos que apresentam baixo potencial produtivo, normalmente, as respostas são lineares (Figura 31). A partir de um patamar maior de produtividade, as respostas ficam na dependência da interação com outros nutrientes.

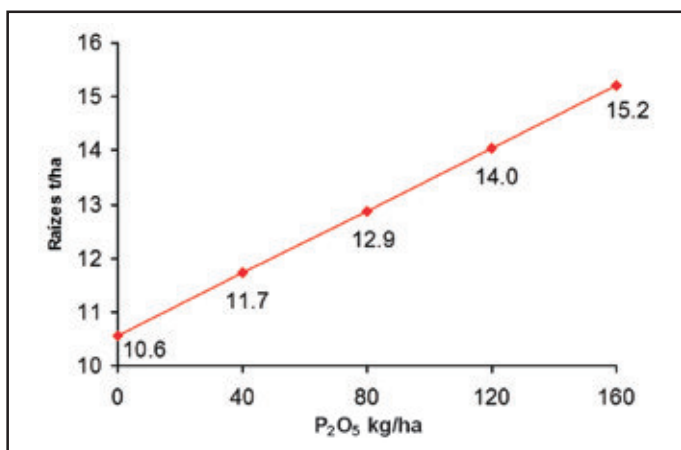


Figura 31 – Efeito do fósforo na produção de raízes em ensaios de baixa produtividade.

Fonte: Silva *et al.* (1982)

10.2.3. Potássio

O potássio é o elemento mais extraído pela mandioca. Desempenha função essencial no transporte de carboidratos da parte aérea para as raízes. Na sua carência, pode ocorrer excessiva produção da parte aérea e baixa produção das raízes.

Para uma produtividade normal, não é comum resposta positiva à aplicação de potássio, seja porque o solo, normalmente, contém teores razoáveis desse elemento, seja porque a mandioca é plantada em áreas novas ou em rotação com outra cultura adubada. Mas, pela alta quantidade extraída, é de se esperar que respostas positivas ocorram após vários cultivos sucessivos ou em solos arenosos que, quase sempre, apresentam baixos teores.

Culturas conduzidas para alta produtividade não podem dispensar adubação potássica (Figura 32).

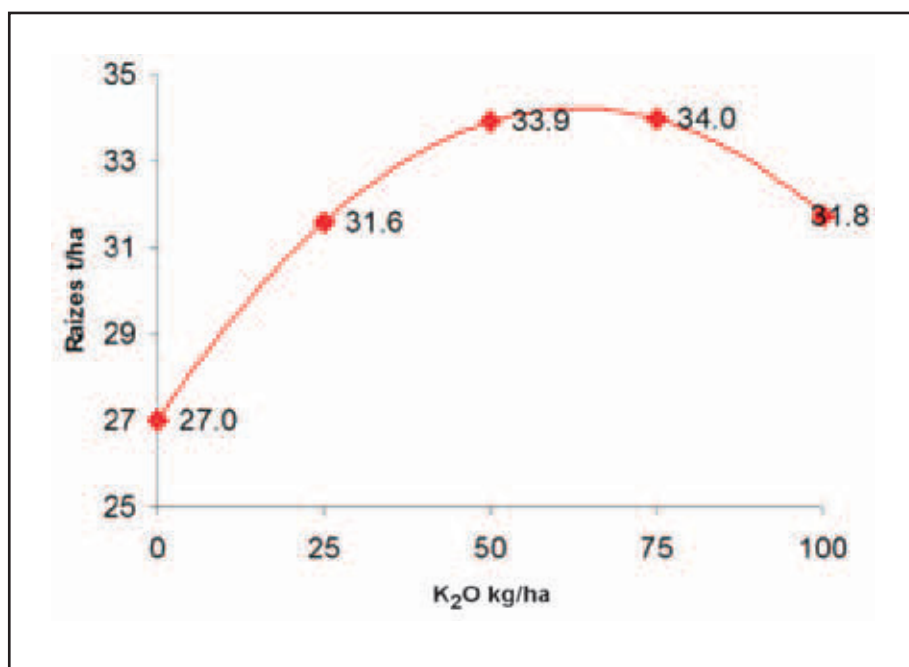


Figura 32 – Efeito do potássio na produção de raízes em ensaios de alta produtividade.

Fonte: Silva *et al.* (1982)

10.2.4. Micronutrientes

Os micronutrientes, embora sejam exigidos em pequenas quantidades, são tão importantes quanto os macronutrientes para obter uma boa produtividade.

A carência deles, todavia, é mais rara e ocorre especialmente em solos muito intemperizados ou quando agravada por calagem excessiva. Como, por via de regra, a mandioca é cultivada em solos de baixa fertilidade, é importante não menosprezar a importância de sua utilização.

No Brasil, a deficiência de zinco (Zn) parece ser de maior ocorrência, seguida de manganês (Mn). De modo geral, as deficiências são facilmente corrigidas utilizando-se formulações de adubação de plantio NPK que contenham, em pequenas quantidades, um ou mais desses micronutrientes. No mercado, existe grande variabilidade dessas formulações e que atende à maioria dos casos.

No entanto, quando se sabe que a deficiência pode ser severa ou que os teores no solo são muito baixos, torna-se necessário aplicar preventivamente doses maiores, especialmente para Zn (20kg/ha de sulfato de zinco) e Mn (20kg/ha de sulfato de manganês). A aplicação pode ser feita em mistura com a adubação de plantio.

Correções de deficiências de Zn e Mn em pós-emergência das plantas, em ultimo caso, também podem ser feitas por pulverização da folhagem, utilizando-se soluções na concentração de 2% desses mesmos produtos.

Na Tabela 20 são apresentadas, como orientação, as diferentes classes de disponibilidade no solo dos principais micronutrientes.

Tabela 20 – Limites de interpretação dos teores de micronutrientes no solo.

Teor	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	Água quente	DTPA			
	mg/dm3				
Baixo	0 – 0,20	0 - 0,2	0 –4	0 – 1,2	0 – 0,5
Médio	0,21 – 0,60	0,3 – 0,8	5 - 12	1,3 – 5,0	0,6 – 1,2
Alto	> 0,60	> 0,8	> 12	> 5,0	> 1,2

Fonte: Instituto Agronômico, 1997 (Boletim Técnico 100)

10.2.5. Recomendação de adubação

A adubação básica, por ocasião do plantio, deve ser feita de acordo com os dados da análise química do solo (Tabela 21).

Tabela 21 – Adubação mineral básica de plantio.

Nitro- gênio	P resina mg/dm ³				K+ Trocável mmolc/dm ³			Zn DTPA mg/dm ³		
	0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	>1,5	<0,6	0,6-1,2	>1,2
N (kg/ha)	P₂O₅ (kg/ha)				K₂O (kg/ha)			Zn (kg/ha)		
0 a 10	80	60	40	20	60	40	20	4	2	0

Fonte: Lorenzi *et al.* (1996)

Em cobertura, pode-se aplicar de 0 a 40kg/ha de N, aos 30-60 dias após a brotação. Menores aplicações devem ser feitas no caso de as plantas se apresentarem bem verdes, em áreas recém-desbravadas ou em pousio.

Em alguns casos, quando cultivada em rotação com outra cultura bem adubada, pode-se até dispensar a adubação, dada a alta capacidade da mandioca em aproveitar os resíduos da adubação anterior.

Adubações realizadas no início do segundo ciclo vegetativo não têm apresentado respostas satisfatórias.

10.3. Sintomas de deficiência

Pelas razões apresentadas, sintomas de deficiência, em condições de campo, são difíceis de serem observados e a diagnose nutricional da mandioca é problemática. Sintomas surgem apenas em casos severos de deficiência nutricional e os limites entre deficiente e normal, para diagnose, são estreitos. As lâminas foliares mais jovens, totalmente expandidas, são as que oferecem os melhores indicadores do estado nutricional (Tabela 22).

Tabela 22 – Concentração de nutrientes nas lâminas foliares mais jovens totalmente expandidas, aos 2-5 meses de idade das plantas.

Elemento	Estado nutricional			
	Deficiente	Crítico	Normal	Tóxico
	%	%	%	
Nitrogênio	< 4,5	5,7	5,0 – 6,0	–
Potássio	< 1,0	–	1,2 – 2,0	–
Cálcio	< 0,5	–	0,6 – 1,5	–
Fósforo	< 0,2	0,4	0,3 – 0,5	–
Magnésio	< 0,2	–	0,25 – 0,5	–
Enxofre	< 0,3	0,32	0,3 – 0,4	–
	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
Ferro	< 50	–	60 – 200	> 250
Manganês	< 50	–	50 – 250	> 1.000
Zinco	< 35	35 – 50	40 – 100	–
Boro	< 15	–	15 – 50	> 140
Cobre	–	–	7 – 15	–

Fonte: Howeler (1978)

Em condições de campo, são mais comuns os sintomas de deficiência de zinco, magnésio e manganês (Figuras 33, 34 e 35).



Figura 33 – Deficiência de zinco.
Foto: José Osmar Lorenzi



Figura 34 – Deficiência de magnésio.
Foto: IAC



Figura 35 – Deficiência de manganês.
Foto: IAC

Sintomas de deficiência de zinco e manganês são mais frequentes em solos sobrecalados e surgem normalmente no início do desenvolvimento das plantas. Assim que as plantas se desenvolvem, em especial com a ocorrência de chuvas, os sintomas tendem a desaparecer, seja pela maior disponibilidade, por causa da mineralização da matéria orgânica, e ou pelo aprofundamento do sistema radicular para zonas não deficientes desses nutrientes.

Para evitar a deficiência de magnésio, recomenda-se elevar seu nível, no solo, no mínimo a 5mmol/dm^3 . Isso é feito normalmente mediante a calagem utilizando-se calcário dolomítico.

11. TRATOS CULTURAIS

Os tratos culturais compreendem, basicamente, no controle do mato e na poda da parte aérea no final do primeiro ciclo vegetativo.

11.1. Controle do mato

O período mais crítico de competição das plantas daninhas com a mandioca é nos quatro a cinco meses após o plantio, podendo a produção ser reduzida em até mais da metade se as plantas ficarem no “mato” nos primeiros 60-90 dias após a brotação das manivas.

O controle do mato representa cerca de 30% do custo total de produção e, em geral, é feito por meio de capinas mecânicas e manuais. O controle químico é pouco utilizado porque a imensa maioria da mandioca produzida no Brasil é originária de pequenas áreas cultivadas com baixo nível de mecanização e utilização de insumos.

As capinas mecânicas são realizadas com cultivadores de tração animal ou motorizada. Destinam-se a executar as duas primeiras limpas ou até quando o trabalho da máquina não prejudicar as plantas.

O trabalho dos cultivadores não é completo, exigindo um repasse de enxada nas linhas. Além da grande economia que o cultivo mecânico proporciona, deve-se lembrar que seu uso promove, também, a escarificação do solo, aumentando sua capacidade de infiltração de água e beneficiando as condições de arejamento para o desenvolvimento das raízes tuberosas (Figuras 36A e B).



(A)



(B)

Figura 36 – Cultivo mecânico: animal (A) e tratorizado (B).

Fotos: IAC (A) e Vitorio Fadel (B)

As capinas manuais feitas com enxada são necessárias para manter a cultura no limpo. São onerosas e, dependendo da infestação de plantas daninhas, uma cultura pode receber de duas a quatro capinas, nos 12 primeiros meses de ciclo. Havendo prolongamento do ciclo para 16 a 20 meses, há necessidade de pelo menos mais uma capina, a fim de que a colheita seja mais facilmente realizada.

Em regiões onde a cultura é mais extensiva, como São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, o controle do mato é feito, na maioria das vezes, com herbicidas, com repasses variáveis de cultivos mecânicos e manuais.

A utilização de herbicidas nessas regiões é quase obrigatória para manter vantagens competitivas a outras atividades congêneres. Além do custo mais alto da mão de obra, as áreas cultivadas são maiores, provocando picos de demanda difíceis de serem atendidos.

Atualmente, existem diversos herbicidas indicados para a cultura da mandioca, mas apenas alguns são registrados e, legalmente, utilizados (Tabela 23). Dentre os herbicidas que podem ser usados, a Trifluralina foi, por muito tempo, o mais empregado. Aplicado em pré-emergência e pré-plantio, incorporado ao solo, oferece um controle das principais plantas invasoras da cultura da mandioca, especialmente as gramíneas, por um período de aproximadamente 60 dias.

Outros herbicidas, em pré-emergência e pós-plantio, têm dado bons resultados. A escolha do herbicida, dentre os indicados, depende de vários fatores, como a composição florística da área, a época de plantio, a umidade e o tipo de solo.

A mandioca é considerada uma planta de ciclo longo e essa é uma característica que dificulta o controle do mato com apenas um produto e/ou uma aplicação. Para melhorar e aumentar o período do controle do mato, alguns produtores já adotam o uso de mais de um herbicida, aplicados isoladamente ou em mistura de tanque. Tem sido mais comum o uso de Trifluralina em pré-plantio, seguido da aplicação, em pós-plantio e pré-emergência do mato e da cultura, de mais dois herbicidas, um mais específico para folhas estreitas e outro para folhas largas.

Após o estabelecimento da cultura, o uso de herbicidas fica restrito a produtos bem seletivos, como é o caso dos graminicidas (Figura 37).

Em casos especiais, e somente em aplicação com jato dirigido, podem ser utilizados produtos não-seletivos (Figura 38).



Figura 37 – Aplicação de Verdict, em pós-emergência do mato e da mandioca.
Foto: Halotek-Fadel



Figura 38 – Aplicação de herbicida com jato dirigido.
Foto: José Osmar Lorenzi

Algumas alternativas de manejo, interessantes e de baixo custo, podem ser utilizadas. Uma delas consiste em deixar o terreno preparado para o plantio com certa antecedência, permitindo a germinação de grande parte das ervas daninhas. O plantio seria feito sem nova gradagem, e um pouco antes da brotação da mandioca ou até o ponto de apresentar algumas plantas emergidas (1 a 5%) seria aplicado um dessecante em área total ou somente na linha de plantio.

A mandioca recém-emergida tem broto na forma de guarda-chuva, que protege a gema apical e a haste jovem da planta contra a ação drástica do dessecante. Essa prática substitui pelo menos uma capina e a mandioca nasce no limpo. Pode-se também acrescentar ao dessecante um outro herbicida pré-emergente, aumentando, assim, o período de controle do mato após o plantio da mandioca.

O controle do mato com herbicida no segundo ciclo da cultura é mais problemático e, quase sempre, exige a poda do mandiocal. O mais comum, nesse caso, é a utilização de 4 a 5L/ha de Glifosato (360g/L equivalente ácido), acrescido ou não de 0,5 a 1,0L/ha de 2,4-D (720g/L equivalente ácido), aplicados em área total. A adição de 2,4-D é recomendada quando há também infestação de folhas largas mais resistentes ao Glifosato. Como esses herbicidas são de ação pós-emergente, o controle somente será feito das plantas daninhas nascidas ou já brotadas. Pode-se, ainda, para um controle mais prolongado, acrescentar, à calda, herbicidas pré-emergentes, tanto para folhas estreitas como para folhas largas ou ambos (Figura 39).

Em função da poda é previsível que haja grande quantidade de material vegetal recobrindo o solo e as plantas daninhas emergidas. Nesse caso, para maior eficácia dos herbicidas, recomenda-se aumentar o volume de calda por hectare.

Para a aplicação de herbicidas no segundo ciclo, recomenda-se que seja feita a poda baixa, isto é, a mais ou menos 10cm de altura, para diminuir a absorção dos herbicidas pela mandioca. Também deve-se aguardar de dois a três dias para a aplicação. Esse tempo é necessário para que haja alguma cicatrização do corte da rama, mas não mais que

isso, porque as gemas, em maior atividade como resultado da poda, poderão absorver o produto, retardando a brotação e provocando algum nível de fitotoxicidade.

Outro aspecto a ser considerado é a época da poda que, muitas vezes, precisa ser um pouco retardada para propiciar maior germinação das ervas daninhas e, conseqüentemente, maior eficiência da aplicação.

Quando não é feita a poda, a aplicação pode ser feita com pulverizadores costais, em jato dirigido e com o uso de “chapéu” protetor para evitar a deriva do produto.



Figura 39 – Aplicação de Glifosato, em área total, após a poda.

Foto: José Osmar Lorenzi

Tabela 23 – Características dos principais herbicidas indicados para a cultura da mandioca¹.

Nome técnico	Nome comercial	Formulação	Empresa	Aplicação	Dose Prod. Comercial
Ametrina	Ametrina Metrimex Gesapax Herbipak	SC 500g/L	Agripec Syngenta Milenia Sipcam	Pré-emergência e pós-inicial	2,0 a 4,0 L/ha
Clomazone	Gamit	CE 500g/L	FMC	Pré-emergência e pós-plantio	2,0 a 2,5 L/ha
Ametrina + Clomazone	Sinerge	CE 300 + 200g/L	FMC	Pré-emergência e pós-plantio	4,0 a 5,0 L/ha
Metribuzin	Sencor	SC 480g/L	Bayer	Pré-emergência e pós-plantio	0,75 a 1,0 L/há
Isoxaflutole	Provence	GD 750 g/kg	Bayer	Pré-emergência e pós-plantio	100 a 125 g/ha
Trifluralina	Trifluralina Nortox e Trifluralina Milenia	CE 445 g/L	Nortox e Milenia	Pré-plantio incorporado	1,5 a 2,0 L/ha
Trifluralina	Premierlin e Nortox Gold	CE 600 e 450 g/L	Milenia e Nortox	Pré-emergência	3,0 a 4,0 (Premierlin) e 1,2 a 2,4(Gold) L/ha
Diuron	Diuron Nortox, Diuron, Agripec, Centhion e Herburon	SC 500 g/L	Nortox, Agripec, Bayer e Milenia	Pré-emergência e pós-plantio	2,0 a 3,0 L/ha
Alachlor	Laço e Alachlor Nortox	CE 480 g/L	Monsanto e Nortox	Pré-emergência e pós-plantio	5,0 a 7,0 L/ha
S-Metolachlor	Dual Gold	CE 960 g/L	Syngenta	Pré-emergência e pós-plantio	1,5 a 2,0 L/ha
Oxyfluorfen	Goal BR	CE 240 g/L	Dow	Pré-emergência e pós-inicial	1,5 a 2,0 L/ha

continua na página 82...

Tabela 23 – Continuação....

Espécies	Comportamento		Solub. água	*Koc	Observação
	Solo	Planta			
Folhas largas e algumas estreitas	Meia vida de 60 dias	Absorção foliar e radicular. Inibidor de fotossíntese	200 mg/L, pH7,1	300 ml/g	Fotodecomposição com seca prolongada. Classe III
Folhas estreitas e algumas largas	150 dias para novo cultivo	Absorção radicular. Inibe a produção clorofila	1.100 mg/L	300 mg/g	Solo úmido para ativação. Classe II
Folhas estreitas e largas	—	—	—	—	Não aplicar solo seco. Classe II
Folhas largas e algumas estreitas	Meia vida de 30 a 60 dias	Absorção radicular. Inibidor de fotossíntese	1.100 mg/L	60 ml/g	Lixiviável em solos arenosos com baixa matéria orgânica Classe IV
Folhas estreitas e algumas largas	Meia vida de 20 a 38 dias	Inibe produção clorofila	6mg/L	Nd	Nihil
Folhas estreitas e algumas largas	Meia vida de 45 dias	Inibe o crescimento das raízes	0,3mg/L	7.000 ml/g	Incorporar antes de 6 horas Classe II
Idem	Idem	Idem	Idem	Idem	Plante-aplique. Também em PPI. Classe II
Folhas largas e algumas estreitas	Meia vida de 90 dias	Absorção Radicular. Inibidor de fotossíntese	42mg/L	480 ml/g	Não aplicar em solos muito arenosos. Classe III
Folhas estreitas e algumas largas	40 a 70 dias de persistência	Inibidor de divisão celular	200mg/L	124 ml/g	Aplicar dia do plantio. Classe I
Folhas estreitas e algumas largas	Nd	Inibidor de divisão celular	480mg/L	Nd	Não aplicar solo seco. Classe I
Folhas estreitas e largas	Meia vida de 30 a 40 dias	Absorção foliar e radicular. Inibe Protox	0,1mg/L	100.000 ml/g	Já foi recomendado para mandioca. Residual até 6 meses. Classe III

continua na página 83...

...continuação da página 80.

Nome técnico	Nome comercial	Formulação	Empresa	Aplicação	Dose Prod. Comercial
Sulfentrazone	Boral	SC 500g/L	FMC	Pré-emergência e pós-plantio	0,5 a 1,2 L/ha
Haloxyfopmethyl	Verdict R	CE 120 g/L	Dow	Pós-emergência	0,4 a 0,5 L/ha
Sethoxydim	Poast	CE 184 g/L	Basf	Pós-emergência	1,0 a 1,5 L/ha
Fluazifop P-butyl	Fusilade	CE 125 g/L	Syngenta	Pós-emergência	1,0 a 1,5 L/ha
Quizalofop P-ethyl	Targa	CE 50 g/L	Hokko	Pós-emergência	1,5 a 2,0 L/ha

¹ Tabela organizada pelo autor.

*Koc - Coeficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo.

Notas importantes:

- Doses menores em solos arenosos para herbicidas aplicados em pré-emergência. Doses menores para herbicidas em pós-emergência para plantas daninhas em estágio inicial.
- No plantio, o controle do mato será mais eficiente com a combinação ou misturas de herbicidas. Nesse caso, a dose para cada herbicida é a mesma que a indicada para aplicação individual.
- Após a poda, o controle em pós-emergência do mato pode ser feito com Glifosato com ou sem adição de 2,4-D. Recomenda-se poda baixa (10cm) e aplicação até, no máximo, 3 dias após a poda. Pode-se também acrescentar à calda algum outro herbicida de ação pré-emergente.
- O uso de dessecantes pode ser interessante quando o mato já emergiu e a mandioca não. Pode-se também adicionar ao dessecante um ou mais herbicida de ação pré-emergente. Isso pode ocorrer em plantios de inverno quando não se aplica herbicida e a mandioca demora em emergir ou quando se planta com parte do mato já emergido para se aproveitar de uma condição favorável de plantio.

...continuação da página 81.

Espécies	Comportamento		Solub. água	*Koc	Observação
	Solo	Planta			
Folhas estreitas e largas	Meia vida 180 dias	Absorção radicular. Inibe Protox	490 mg/L	Nd	Classe IV
Folhas estreitas	Não se aplica	Absorção foliar e radicular. Inibe a ACCase	9,3 mg/L	47 a 76 ml/L	Usar óleo mineral a 0,5% da calda. Classe II
Folhas estreitas	Não se aplica	Absorção foliar e radicular. Inibe a ACCase	Dependente do pH	100 ml/g	Usar Assist de 0,5 a 1,0% da calda. Classe II
Folhas estreitas	Não se aplica	Absorção foliar. Inibe a ACCase	1,1 mg/L	5700 ml/g	Plantas daninhas em atividade. Classe II
Folhas estreitas	Não se aplica	Absorção foliar. Inibe a ACCase	0,3 mg/L	510 ml/g	Não necessário óleo mineral. Classe I

11.2. Poda

A poda da mandioca, como prática cultural, diz respeito somente às culturas que serão conduzidas para colheita com dois ciclos vegetativos (16 a 24 meses). O resultado de sua realização é um assunto polêmico e controvertido.

Quando realizada, ela é feita no final do primeiro ciclo vegetativo, quando as plantas se encontram em período de repouso fisiológico (Figura 40A). Nas regiões subtropicais, isso ocorre no período frio e seco do ano, isto é, nos meses de maio a agosto.

A poda normalmente tem sido uma prática manual e onerosa. O uso de roçadeiras não é recomendável, pois as plantas podem sofrer abalos e induzir o apodrecimento de raízes. A necessidade de mecanização da cultura, especialmente para grandes áreas, tem forçado a iniciativa privada a construir protótipos de podadeiras que vêm sendo constantemente aperfeiçoadas (Figura 40B).

Os estudos sobre o efeito da poda na produção e no teor de amido não podem ser considerados, até hoje, definitivos ou conclusivos, pois a maioria deles não contemplou todos os fatores envolvidos no processo. Os principais fatores que podem interferir no efeito da poda na produção e no teor de amido são a variedade, a época de plantio, a densidade populacional, a época e a altura da poda e a época da colheita após sua operação.

Como se sabe, o mandiocal podado desenvolve um Índice de Área Foliar (IAF) maior que o não podado. Por outro lado, para a recuperação da parte aérea, a mandioca podada consome mais reservas das raízes em relação à não podada, porque esta aloca parte dessas reservas das ramas. O resultado final vai depender desse balanço, isto é, a mandioca podada desenvolve um IAF maior, em princípio com capacidade de produzir mais carboidratos, mas terá que compensar o maior consumo de amido utilizado no desenvolvimento da nova parte aérea (Figura 41).



(A)



(B)

Figura 40 – Poda manual (A) e protótipo de podadeira de mandioca, construído por Gervasio M. Veronez – ME, Palmital, SP (B).

Fotos: IAC (A) e José Osmar Lorenzi (B)



Figura 41 – À esquerda, plantas podadas e à direita, não podadas.
Foto: IAC

Portanto, a poda implica em alterar o IAF e o grau dessa alteração é dependente dos fatores citados anteriormente. Grosso modo pode-se dizer que a produtividade é o resultado do IAF ideal (de 3 a 3,5) no tempo. Daí os resultados experimentais terem mostrado que a poda pode aumentar, diminuir ou não alterar a produção.

Evidentemente há outros fatores, não citados, que interferem no IAF, como a incidência de pragas e doenças. Se a poda pode erradicar ou disseminar esses agentes, com certeza, pode também alterar a produção final.

Outros aspectos de ordem prática e econômica também têm de ser considerados. Dentre eles destacam-se os tratos culturais no segundo ciclo e a época de colheita. As capinas ou a aplicação de herbicidas no segundo ciclo ficam facilitadas após essa operação, tornando a poda, em muitos casos, uma prática quase obrigatória. A época de colheita tem de ser postergada para que a planta possa repor, com vantagens, aquilo que consumiu, o que acontece somente a partir dos 5 - 6 meses após a poda.

A deposição do amido nas raízes ocorre na região do câmbio (entre o córtex ou casca e a polpa) em camadas concêntricas para fora. Essa é a razão que explica por que o teor de amido, no sentido radial, tem um gradiente maior em raízes de dois ciclos do que com um ciclo vegetativo. É que o amido utilizado na rebrota da planta não é restituído no mesmo lugar. Por esse motivo, não raras vezes, ocorre o chochamento no centro das raízes produzidas com dois ciclos, podendo ser mais comum em mandioca podada e/ou em cultivares que já possuem baixo teor de amido.

A retirada de material de plantio e a utilização da parte aérea para alimentação animal, embora não sejam consideradas práticas culturais, seguem a mesma linha de raciocínio para os resultados esperados.

Em resumo, a decisão de podar ou não o mandiocal é uma questão local e precisa ser analisada de vários ângulos para que os efeitos desejados sejam alcançados. A altura recomendada da poda é de 10cm a 30cm acima do nível do solo. Menor altura para culturas destinadas à aplicação de herbicidas.

12. DOENÇAS E MÉTODOS DE CONTROLE

12.1. Bacteriose

A bacteriose, causada por *Xanthomonas axopodis* pv. *manihotis*, é a principal doença da mandioca, sobretudo no Centro-Sul do Brasil. Nessa região, a bacteriose é uma doença endêmica e, frequentemente, epidêmica. O agente causal da bacteriose é de hábito sistêmico, desenvolvendo-se especialmente no sistema vascular da planta e interferindo na circulação da água. Dessa característica resulta a murcha como principal sintoma da doença.

Essa bactéria é bem específica da mandioca, de modo que se estabelece uma certa convivência entre patógeno e hospedeiro. Assim, a vantagem de um sobre o outro fica muito na dependência das condições ambientais (solo e clima, principalmente). Ora a favorecida é a planta, ora o patógeno, razão pela qual as perdas provocadas pela bacteriose são muito variáveis em consequência das epidemias que podem ocorrer.

Temperaturas amenas, próximas de 20 graus, especialmente noturnas, associadas à alta umidade são fatores importantes para o pleno desenvolvimento da doença. Em condições naturais é disseminada pelos respingos da água da chuva, tendo no vento seu veículo maior de transporte de planta a planta.

A bacteriose penetra na planta pelos estômatos foliares e, se as condições ideais de umidade e temperatura persistirem por alguns dias, coloniza o tecido formando inicialmente manchas angulares. A persistirem as condições ideais para a bactéria, ela invade o sistema vascular, percorre o pecíolo e atinge a rama. Multiplicando-se nos vasos do xilema, provoca a murcha da planta em razão da interrupção ou má circulação da água.

A ocorrência de granizo ou ataque de mandarová são condições ainda mais drásticas para sua disseminação, não se devendo, pois, utilizar ramas provenientes de tais culturas para futuros plantios.

O uso de ramas contaminadas no plantio é o maior responsável pela disseminação da bacteriose. Plantas assim originadas são fontes de inóculo para as plantas sadias.

As culturas formadas com manivas contaminadas pela bacteriose podem ter a produção de raízes diminuída em mais da metade e, se as condições climáticas forem extremamente favoráveis à doença, a perda pode ser total.

Os sintomas da bacteriose são mais fáceis de serem observados durante o período chuvoso, normalmente de novembro a março, quando a planta está em pleno desenvolvimento vegetativo.

- **Os principais sintomas são:** manchas angulares coalescentes na página inferior das folhas e seca de folíolos; murchamento e queda total ou parcial das folhas, o que acontece a partir dos ponteiros, ou seja, de cima para baixo da planta; exsudação de látex, nas partes mais novas da planta, que se oxida em contato com o ar, ficando escura e pastosa; aparecimento de estrias escuras quando se levanta a casca do ramo infectado, por causa do necrosamento do sistema vascular; seca parcial ou total dos ramos, seguida de novas brotações e novas infecções pela bacteriose.

Não há tratamento curativo para a bacteriose, portanto, o controle dessa doença tem de ser preventivo.

Os seguintes cuidados são recomendados: utilizar variedades resistentes; selecionar material de plantio de alta sanidade; fazer rotação de culturas, eliminando-se os restos culturais de mandioca; corrigir o solo e adubar a cultura; eliminar da cultura plantas que apresentem sintomas severos da doença. As figuras 42, 43 e 44 mostram danos e sintomas mais comuns provocados pela bacteriose.



Figura 42 – Sintoma de bacteriose: manchas angulares na página inferior do folíolo.

Foto: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) – Colombia



Figural 43 – Sintoma grave de bacteriose: Murcha parcial da planta

Foto: IAC



Figura 44 – Sintoma grave de bacteriose: Necrose da haste e murcha da planta.
Foto: IAC

12.2. Doenças secundárias

Existem muitas outras doenças que atacam a mandioca. A maioria delas, no entanto, não chega a atingir um nível de dano, na região Centro-Sul do Brasil, que possa merecer destaque neste trabalho. Assim, serão apresentadas somente aquelas mais presentes nos mandiocais dessa região, causando pequenos prejuízos individuais, ou que apresentem um alto potencial de dano. Naturalmente, o somatório de pequenos danos pode provocar redução significativa na produção, donde se conclui que é necessário conhecê-las e tomar algumas medidas de controle, em benefício de uma lavoura sadia e com altos índices de produtividade e estabilidade da produção.

12.2.1. Superalongamento

O superalongamento, causado pelo fungo *Sphaceloma manihoticola*, é potencialmente uma doença importante da cultura da mandioca. Sua ocorrência no Brasil foi constatada pela primeira vez em 1977 na Região Norte e, nos últimos dez anos, foi observada também

no Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, causando epidemias localizadas e esporádicas. Atualmente, o superalongamento, embora presente, deixou de provocar epidemias, não se sabendo, ao certo, as causas que levaram a isso.

Os principais sintomas caracterizam-se pelo alongamento exagerado das hastes tenras ou em desenvolvimento, formando ramas finas com longos entrenós. Em casos severos, as plantas afetadas podem ser identificadas pelas lesões típicas de verrugoses nas hastes, nos pecíolos e nas nervuras. É também comum retorcimento das folhas (Figura 45).



Figura 45 – Entrenós longos e retorcimento foliar provocado por superalongamento.

Foto: IAC

A disseminação da doença é bastante rápida durante a estação chuvosa, pois os esporos são transportados a longas distâncias pelo vento e pela chuva. O estabelecimento da doença em áreas livres desta ocorre, principalmente, por meio de manivas-semente contaminadas.

Os prejuízos causados pelo superalongamento dependem da quantidade de inóculo inicial, da suscetibilidade da variedade utilizada e das condições climáticas. Utilizando-se material de plantio de variedade suscetível originado de plantação afetada, em condições ambientais favoráveis à doença, ocorrem perdas na produção de até 70 por cento.

As medidas de controle do superalongamento são basicamente a seleção de manivas sadias para o plantio, eliminação de plantas infectadas, uso de cultivares tolerantes ou resistentes e rotação de culturas nas áreas anteriormente afetadas. Felizmente, há ampla variabilidade genética na mandioca ao superalongamento e já foram identificadas e testadas variedades comerciais consideradas bem resistentes a essa doença.

12.2.2. Podridões radiculares

As podridões radiculares constituem doenças de pouca expressão na região Centro-Sul do Brasil. Elas ocorrem em situações particulares, especialmente ligadas à má drenagem do solo ou em áreas sujeitas a encharcamento temporário. Esse tipo de podridão é o mais comum e tem como principal agente causal um fungo denominado *Phytophthora drechsleri*.

Trata-se de uma podridão mole das raízes tuberosas que exala odores fortes. Como o fungo causador da podridão é saprófito e vive no solo, as medidas de controle são pouco eficientes. Recomenda-se a rotação de culturas em áreas afetadas, a calagem, o uso de cultivares de alto teor de matéria seca (normalmente, mais tolerantes) e, para pequenas áreas, o cultivo em camalhões para evitar o excesso de umidade (Figura 46).



Figura 46 – Podridão de raízes provocada por *Phytophthora drechsleri*.
Foto: IAC

Há, ainda, outros agentes causadores de podridões, como *Fusarium*, *Roselinea*, *Pythium*, *Diplodia* etc., porém são menos importantes.

12.2.3. Cercosporiose

A cercosporiose é uma das doenças mais comuns da mandioca. Ocorre frequentemente na época chuvosa e quente e apresenta mais severidade quando as plantas têm cerca de quatro a seis meses de idade. É uma doença típica das folhas, causada por vários fungos. No Centro-Sul do Brasil, a cercosporiose mais comum é conhecida por mancha-parda, cujo agente causal é o *Cercosporidium henningsii*, podendo atingir algum nível de dano econômico.

Os sintomas são manchas angulares, bem delimitadas, de coloração pardacenta, visíveis nos dois lados da lâmina foliar, podendo ser circundadas por um halo levemente amarelado. Inicialmente, as primeiras manchas ocorrem nas folhas baixas, pela maior umidade dessa região e, posteriormente, atingem as folhas superiores. Quando as condições são favoráveis à doença, as folhas ficam repletas de lesões, amarelecem e caem precocemente (Figura 47).



Figura 47 – Sintoma severo de mancha-parda.

Foto: José Osmar Lorenzi

O método de controle mais apropriado é a utilização de cultivares resistentes ou tolerantes. A aplicação de fungicidas não se constitui, até o momento, em uma prática eficiente e econômica.

12.2.4. Superbrotamento

O superbrotamento é uma doença causada por fitoplasma, que tem sido encontrada atacando a cultura da mandioca em todas as regiões brasileiras.

Na década de 1940, a ocorrência de um micoplasma, que ficou conhecido por Superbrotamento de Lins, provocou grandes perdas nos mandiocaes paulistas. A severidade da doença obrigou, na época, a edição de um decreto governamental, proibindo o trânsito de material de plantio da região de Lins para outras regiões, como medida para evitar o alastramento da doença. Poucos anos depois de sua ocorrência, a doença praticamente desapareceu, sem que as causas para esse fenômeno fossem claramente conhecidas. Mais recentemente, surgiram outras variantes micoplasmáticas, apresentando sintomas similares, mas não chegaram a se transformar em uma ameaça à mandiocultura.

O sintoma típico dessa doença, como o próprio nome diz, é o brotamento de quase todas as gemas, ficando a planta envassourada. Aliás, o termo envassouramento também é bastante utilizado para caracterizar essa doença. Nas variantes recentes, além do superbrotamento, menos intenso, as plantas têm mostrado clorose e alargamento do limbo foliar.

O controle dessa doença tem sido fácil e eficiente mediante seleção rigorosa do material de plantio. Como o sintoma é bem visível e as ramas ficam finas, o descarte é o meio natural de seleção. Tudo indica também que o vetor, embora não conhecido, seja pouco eficiente na sua disseminação, o que faz da seleção do material de plantio um método prático e seguro para garantir culturas sadias (Figura 48).



Figura 48 – À esquerda, sintoma de superbrotamento e à direita planta normal.
Foto: IAC

12.2.5. Viroses

Há diversos vírus que provocam doenças na cultura da mandioca. As viroses mais comuns são o mosaico-africano, mosaico-comum-americano, mosaico-das-nervuras e o couro-de-sapo. Desses, somente os três últimos ocorrem no Brasil, sendo mosaico-comum-americano o mais frequente e, até o momento, é o mais importante em nossa região (Figura 49A e B).

O mosaico-comum-americano, aparentemente, só se dissemina por meio de material de plantio infectado e se transmite por meios mecânicos como facões e ferramentas contaminados. Por essas razões, os métodos de controle recomendados baseiam-se na utilização de material de plantio originário de culturas sadias e na desinfecção de facões, ou outras ferramentas, usados no preparo das manivas. Cultivares resistentes ou tolerantes à doença devem ser as preferidas.



(A)



(B)

Figura 49 – Mosaico-comum-americano (A) e mosaico-das-nervuras (B).
Fotos: José Osmar Lorenzi.

13. PRAGAS E MÉTODOS DE CONTROLE

A mandioca, por ser uma planta de ciclo longo e cultivada em diferentes ecossistemas, está sujeita ao ataque de muitas pragas.

Na região Centro-Sul do Brasil, a praga principal é o mandarová, todavia há outras sempre presentes nos mandiocais dessa ampla região e que, esporadicamente, atingem o nível de dano econômico, das quais se destacam a mosca-branca, o percevejo-de-renda e, mais recentemente, a cochonilha do broto. As formigas-cortadeiras e os cupins, embora não específicos da mandioca, são também pragas importantes, exigindo medidas de controle.

13.1. Mandarová

O mandarová (*Erinnyis ello*) é a praga da mandioca de maior abrangência no Brasil e a que exige atenção especial, em face dos ataques repentinos e dos elevados danos que pode causar (Figura 50).

Na região Centro-Sul do Brasil, a ocorrência do mandarová é mais comum nos meses de novembro a março. É um inseto que tem alta capacidade de consumo foliar, principalmente durante os últimos estágios da fase larval.

A forma adulta do mandarová é uma mariposa que, geralmente, põe seus ovos na parte superior das folhas, durante à noite (Figura 51). Os ovos, com cerca de 1mm de diâmetro, podem ser vistos a olho nu. São verdes, redondos e postos de forma isolada. Depois de três a cinco dias nascem lagartas que iniciam o ataque às plantas. No início, as lagartas são verdes, difíceis de serem encontradas, pois abrigam-se nos cartuchos das folhas jovens, das quais se alimentam.

Na fase larval, o mandarová muda de pele cinco vezes e, na última mudança de pele, chega a atingir de 10cm a 12cm de comprimento. As lagartas apresentam grande polimorfismo de cor, podendo ser verdes, amarelas, cinzas ou pretas. Ao completar as cinco fases, a lagarta desce ao solo e se esconde debaixo de algum abrigo como cisos e torrões de terra, onde empupa.



Figura 50 – Ataque severo de lagartas de mandarová.
Foto: IAC



Figura 51 – Fase adulta do mandarová.
Foto: CIAT

De modo geral, o ciclo biológico do mandarová é de 35 a 55 dias, distribuídos da seguinte forma: adulto (5-10); ovo (3-5); lagarta (12-15) e pupa (15-25).

Em todas as fases de seu ciclo biológico, o mandarová tem muitos inimigos naturais. Assim, devem ser preferidos os métodos de controle que favoreçam a manutenção do equilíbrio biológico, evitando-se, tanto quanto possível, o uso de inseticidas químicos. O ideal seria fazer um acompanhamento sistemático da praga, iniciando-se pelo seu monitoramento mediante a captura de adultos com armadilhas luminosas. Quando a população de adultos aumenta, vistorias mais cuidadosas no mandiocal são necessárias, para verificação da ovoposição e da emergência das lagartas.

Em condições naturais, os ovos são parasitados por muitos insetos, especialmente por *Trichogramma* spp. (Figura 52). Na fase larval, o mandarová também é atacado por uma série de predadores e parasitas, dentre os quais destacam-se algumas vespas do gênero *Polistes* e moscas do gênero *Apanteles*.



Figura 52 – Ovos de mandarová normal (verde) e parasitado (escuro).
Foto: José Osmar Lorenzi

Mesmo assim, se ocorrer uma alta infestação de lagartas, de cinco a sete por planta, então a pulverização é recomendada. Todavia, esse nível de infestação, indicativo de necessidade de controle, é flexível dependendo da abundância de inimigos naturais, das condições climáticas, da variedade, da idade e do vigor das plantas.

A pulverização pode ser feita com inseticidas biológicos como o *Bacillus thuringiensis* ou *Baculovirus erinnyis*.

O *Bacillus* é uma bactéria eficiente no controle da lagarta e, para potencializar essa eficiência, deve ser aplicado nas primeiras fases de vida da lagarta e nas horas mais frescas do dia. No mercado, o *Bacillus* é encontrado com os nomes de Dipel, Thuricide, Bactane, Manapel e Turibac.

A utilização do *Baculovirus*, para pulverização em grandes áreas, passa obrigatoriamente pela existência de um estoque de lagartas contaminadas congeladas que pode ser feito pelo próprio produtor, por indústrias ou cooperativas, a partir da coleta de lagartas doentes em culturas anteriores.

A eficiência da aplicação do *Baculovirus* depende dos mesmos critérios recomendados para o *Bacillus*, isto é, pulverização nas horas frescas do dia e quando as lagartas ainda estão pequenas. São utilizadas de 10 a 22 lagartas contaminadas por hectare, dependendo de seu tamanho. As lagartas devem ser bem esmagadas ou trituradas em liquidificador, e a suspensão, depois de filtrada, é então misturada à água de aplicação.

A aplicação de inseticidas químicos, embora indesejada, muitas vezes, torna-se a última opção. Existem muitos produtos eficientes contra o mandarová no mercado, mas recomendam-se os menos perigosos à saúde humana e a outros animais.

13.2. Percevejo-de-renda

Percevejo-de-renda ou vatiga (*Vatiga illudens*) é uma praga importante da mandioca na região dos Cerrados brasileiros. Os adultos têm coloração cinza e medem, aproximadamente, 3mm de comprimento. As

ninfas são menores, de coloração branca, e ambos sugam a seiva das folhas, provocando sintomas caracterizados por pontuações amarelas que evoluem para marrom-avermelhadas, semelhantes aos sintomas produzidos pelos ácaros.

Tanto adultos como ninfas (Figura 53 A e B) ficam alojados na página inferior das folhas e, dependendo da população, podem provocar o amarelecimento e a queda antecipada das mesmas. A infestação começa pelas folhas de baixo, podendo chegar até as folhas apicais, se persistirem as condições de baixa umidade e calor.



(A)



(B)

Figura 53 – Percevejo-de-renda (*Vatiga* spp.) (A) e ataque severo (B).

Fotos: CIAT (A) e José Osmar Lorenzi (B)

Sua severidade tem início em fevereiro, quando, então, a população começa a aumentar significativamente, atingindo o máximo um pouco antes da queda total das folhas, que ocorre em meados de maio. É uma praga típica de regiões quentes com períodos secos prolongados, tal como acontece na região dos Cerrados brasileiros.

Pelas condições climáticas da região Centro-Sul do Brasil, o percevejo-de-renda só provoca danos de monta, esporadicamente, e sempre associado a um período seco, chamado de veranico. Dependendo da infestação e da idade das plantas, alguns produtores têm pulverizado suas culturas com inseticidas fosforados, obtendo bons resultados. Na maioria dos casos, porém, a infestação diminui naturalmente com o advento das chuvas.

13.3. Mosca-branca

Atualmente, cerca de 11 espécies de mosca-branca, atacando mandioca, têm sido relatadas. No Brasil e, em particular no Centro-Sul, a espécie mais comum é a *Aleurothrixus aepim* (Figura 54). Embora a ocorrência de infestações seja ocasional, a mosca-branca vem se tornando uma praga cada vez mais importante para a cultura da mandioca.



Figura 54 – Mosca-Branca
Foto: José Osmar Lorenzi

Os adultos geralmente são encontrados na face inferior das folhas da parte apical da planta, podendo ser vistos sacudindo-se os brotos da planta para fazê-los voar. Já as ninfas (fase jovem do inseto) podem ser encontradas na face inferior das folhas mais velhas.

Tanto os adultos como as ninfas sugam a seiva das folhas. Quando em altas populações, a mosca-branca pode causar perdas no rendimento, especialmente se o ataque for muito prolongado. O dano direto do adulto consiste em amarelecimento e encrespamento das folhas apicais, enquanto o dano das ninfas manifesta-se por meio de pequenos pontos cloróticos, ambos induzindo a abscisão foliar precoce. Nos excrementos de adultos e ninfas (substância açucarada), desenvolve-se um fungo, conhecido por fumagina, que diminui a capacidade fotossintética da planta.

Moscas-brancas são conhecidas como transmissoras de muitas viroses em diversas culturas, incluindo a mandioca. O mosaico-africano, inexistente no Brasil, é transmitido por *Bemisia tabaci*, tanto na África como na Ásia. A não-ocorrência desse vírus na América era atribuída ao biótipo de *B. tabaci* existente, incapaz de colonizar a mandioca. Atualmente, um novo biótipo de *B. tabaci*, conhecido por raça B ou *Bemisia argentifolii*, tem sido encontrado atacando mandioca, o que torna o risco da ocorrência do mosaico-africano no Brasil uma ameaça mais séria.

O controle da mosca-branca na cultura da mandioca tem sido muito difícil, seja pela sua alta capacidade de proliferação, seja pela sua resistência à maioria dos inseticidas encontrados no mercado.

O controle químico da mosca-branca tem que prever o controle das fases jovens (ovos e ninfas) e dos adultos. Para o controle das fases jovens são indicados inseticidas do grupo dos nicotinoides e dos reguladores de crescimento. Todavia quando a população de adultos for alta, o recomendável seria a aplicação de um inseticida de baixo custo para controlar primeiro os adultos e, logo em seguida, outro para controlar as formas jovens. Já existe no mercado o Platinum CE, que é um inseticida formulado com um nicotinoide sistêmico (Tiametoxam 110g/L) e um piretroide (Cipermetrina 220g/L), indicado para o controle simultâneo das formas jovens e adulta da praga. O Tiametoxam também é indicado para tratamento das manivas, por imersão, na dosagem de 1g/L da calda.

13.4. Cochonilhas

Há muitas espécies de cochonilhas que atacam a mandioca. As mais importantes são as cochonilhas que atacam a parte aérea especialmente nos pontos de crescimento das plantas. Há duas espécies principais: *Phenacoccus herreni* e *P. manihoti*. A primeira tem ocorrido mais no Nordeste e a segunda mais no Sul do Brasil e, também, em quase todo o Continente Africano. Essas cochonilhas produzem uma toxina que impede a produção de novas folhas, provocando encrespamento e a formação de uma roseta nos ápices das plantas (Figura 55).



Figura 55 – Ataque severo de cochonilha no broto.

Foto: José Osmar Lorenzi

O controle de campo dessa praga só pode ser feito por intermédio de inimigos naturais, uma vez que a cochonilha fica bem protegida e não há inseticida capaz de realizar um controle efetivo, principalmente se a mandioca já atingiu certo porte. Felizmente existem muitos inimigos naturais dessa praga. Na África e no Nordeste do Brasil foram liberados parasitoides que mantiveram as perdas abaixo do nível de dano econômico. *Apoanagyrus diversicornis* e *Apoanagyrus lopezi* são considerados os melhores parasitoides para *P. herreni* e *P. manihoti*,

respectivamente. Contudo há ainda muitas dificuldades quanto à identificação dessas espécies de cochonilhas e quanto à especificidade dos inimigos naturais. O fato é que, vez ou outra, ocorrem epidemias provocando danos elevados.

A cochonilha também se multiplica no material de plantio armazenado e, dependendo da infestação, o material deve ser descartado ou tratado com um inseticida mais óleo mineral, de preferência, por imersão, antes do plantio.

13.5. Pragas secundárias

Os cupins e as formigas-cortadeiras não são pragas específicas da mandioca, mas, quando ocorrem, precisam ser controlados porque podem provocar grandes perdas na produção. O controle dessas pragas é feito de modo similar a outras culturas. De modo geral, os cupins são controlados com a aplicação de inseticidas nos sulcos de plantio ou tratamento das manivas, e as formigas, com iscas inseticidas ou outros formicidas encontrados facilmente no mercado.

Entretanto, existe uma série de outras pragas mais específicas que atacam a mandioca e que podem provocar algum tipo de dano à cultura. Na região Centro-Sul do Brasil, tais pragas raramente são controladas, especialmente quando isso implica em aumentar os custos da produção. As principais são as descritas a seguir.

13.5.1. Mosca-do-broto (*Neosilba perezii*)

Ataca o broto e retarda o crescimento da planta, afetando a produção e comprometendo a qualidade do futuro material de plantio (Figura 56). Os prejuízos são maiores quando os ataques ocorrem no início do desenvolvimento das plantas. Onde essa praga tem grande incidência, o método de controle mais prático é plantar em épocas de baixa densidade populacional do inseto.



Figura 56 – Sintoma de ataque da mosca-do-broto.
Foto: IAC.

13.5.2. Mosca-das-frutas (*Anastrepha pickeli*)

Ataca as hastes jovens, fazendo uma pequena galeria (Figura 57). Praticamente, não interfere na produção de raízes, porém compromete a qualidade do material de plantio. A larva da mosca introduz, na haste, patógenos como a bactéria *Erwinia carotovora*, que prejudica a brotação das manivas e o vigor inicial das plantas.



Figura 57 – Sintoma de ataque recente da mosca-das-frutas (es-corrimento de látex).
Foto: IAC

13.5.3. Verruga-da-mandioca (*Jatrofobia brasiliensis*)

A larva desse díptero penetra no parênquima da folha e, como reação da planta, forma-se uma protuberância na página superior do folíolo (Figura 58). Os danos na produção são praticamente insignificantes.



Figura 58 – Verrugas causadas por *Jatrofobia brasiliensis*.
Foto: IAC

13.5.4. Broca-da-haste (*Coelosternus* spp. e outros)

As larvas desse coleóptero penetram normalmente na haste principal produzindo longas galerias (Figura 59). A haste pode secar e, quando o ataque é severo, pode causar danos econômicos consideráveis. Na região Centro-Sul do Brasil, a infestação de brocas parece estar associada à ocorrência da bacteriose, isto é, somente em mandiocaes contaminados por essa doença ocorre também essa praga.

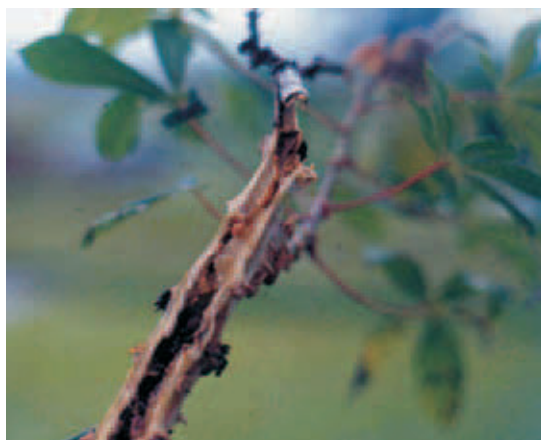


Figura 59 – Galeria na haste provocada por *Coelosternus* spp.
Foto: IAC

13.5.5. Tripes (*Frankliniella williamsi*)

Os tripes atacam as folhas jovens, ainda dentro do broto ou cartucho. São insetos raspadores e, ao danificarem as nervuras, as folhas crescem deformadas (Figura 60). Quando o ataque é severo, as folhas novas ficam pequenas e retorcidas e os internódios ficam curtos. A incidência é maior em períodos secos prolongados.

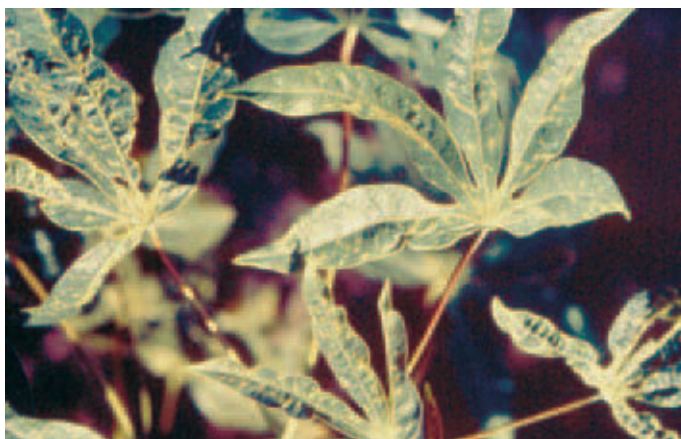


Figura 60 – Manchas e retorcimento foliares causados por tripes.

13.5.6. Ácaros (*Mononychellus tanajoa* e outros)

Os ácaros são uma das principais pragas da mandioca no Brasil e na África. Tanto quanto o percevejo-de-renda e os tripes, as condições ambientais de calor e secas prolongadas são necessárias para provocar infestações.

Existem várias espécies de ácaros que atacam a mandioca, porém o *M. tanajoa*, chamado de ácaro-verde ou tanajoá da mandioca, é o mais importante. Encontram-se quase sempre ao redor dos pontos de crescimento das plantas, nas gemas, nas hastes e folhas jovens. Em ataques severos, as folhas apresentam pontuações amareladas por toda a superfície, deformam-se e diminuem de tamanho, podendo, em caso extremo, caírem (Figura 61).

Nas regiões mais chuvosas, os ácaros, apesar de sempre presentes, não representam nenhuma ameaça ao desenvolvimento normal da cultura.



Figura 61 – Pontuações foliares causadas por ácaros.
Foto: IAC

14. COLHEITA

As colheitas de mandioca de mesa e mandioca industrial têm peculiaridades distintas, mas também apresentam aspectos comuns. Em ambas, é comum a prática da poda da parte aérea a alturas variáveis, para facilitar a colheita das raízes. A poda pode ser feita mecanicamente ou manualmente (Figura 62).



Figura 62 – Roçadeira adaptada para poda da parte aérea como operação de pré-colheita.
Foto: José Osmar Lorenzi

Logo após a poda da parte aérea, parte do amido das raízes é mobilizado para ser utilizado como fonte de energia para a nova brotação, tal como acontece na germinação de sementes amiláceas.

O decréscimo no teor de amido se deve à sua transformação parcial em açúcares solúveis. A marcha dessa conversão está relacionada com a intensidade da brotação que, por sua vez, depende da temperatura e da umidade do solo. Por essa razão, a colheita, precedida de poda, quando a produção é destinada à indústria de farinha ou fécula, deve ser feita o mais rápido possível a fim de evitar queda no rendimento industrial, pela lixiviação ou lavagem dos carboidratos solúveis durante o processo. Para a produção de etanol, o aumento de açúcares fermentescíveis, sem alterar o teor de carboidratos totais, poderia até se transformar numa vantagem industrial (Tabela 24).

Tabela 24 – Variações da matéria seca e de carboidratos em raízes de mandioca, em função do tempo após a poda da parte aérea.

Constituinte	Dias após a poda				
	0	3	7	10	14
Matéria seca (%)	30,26	36,06	32,31	27,68	27,36
Amido	79,06	62,90	68,30	66,15	62,52
Carboidratos solúveis totais	7,65	19,24	10,80	16,88	17,56
Açúcares redutores	1,55	1,45	2,00	4,91	5,03
Carboidratos totais	86,71	82,14	79,10	83,03	80,08

Fonte: Lorenzi *et al.* (1978)

A mobilização do amido, no entanto, não ocorre de forma homogênea nas raízes. Dos três tipos possíveis de raízes tuberosas (base, meio da maniva e base da haste), quando o plantio é feito com manivas na posição horizontal, as raízes da base das hastes são as que sofrem maiores transformações (Tabela 25).

Tabela 25 – Teores de matéria seca e de carboidratos em diferentes tipos de raízes de mandioca aos 17 dias após a poda da parte aérea.

Constituinte	Tipo de raiz		
	Base da haste	Base da maniva	Meio da maniva
Matéria seca (%)	21,90	24,05	35,89
Amido	48,86	67,15	74,45
Carboidratos Sólidos Totais	20,82	15,47	10,89
Açúcares redutores	8,81	5,20	0,56
Carboidratos totais	69,68	82,62	85,34

Fonte: Lorenzi *et al.* (1978)

14.1. Mandioca de mesa

A colheita da mandioca de mesa está condicionada a uma série de fatores, dentre os quais se destacam a qualidade atual do produto e o padrão exigido pelo mercado. Qualidade, nesse caso, refere-se à qualidade culinária, e padrão de raízes diz respeito ao tamanho, à forma e ao aspecto geral das raízes.

A mandioca de mesa, para atingir esses requisitos fundamentais para sua comercialização, deve ser colhida entre os 8 e 14 meses de idade das plantas.

Para grandes áreas, quando decorre maior tempo entre o início da colheita até o consumo, costuma-se podar o lote a ser colhido com antecedência de 10 a 20 dias. Essa operação tem as finalidades de preparar a cultura para o arranquio mecanizado e diminuir o efeito da deterioração fisiológica.

Após o arranquio, as plantas são embandeiradas, despincadas (destacamento das raízes das cepas), selecionadas e embaladas (Figura 63). A embalagem mais usual tem sido a caixa de madeira, tipo K, de 22kg a 25kg de capacidade ou caixa plástica, de acordo com o destino do produto. O transporte tem de ser rápido e programado, em razão da perecibilidade das raízes.



Figura 63 – Colheita de mandioca de mesa para indústria de congelados.
Foto: IAC

O rendimento da colheita é extremamente variável e depende, entre outros fatores, do grau de mecanização da operação, da produtividade da cultura, da infestação de plantas daninhas, do tipo de solo e de sua umidade.

14.2. Mandioca industrial

Trata-se de mandioca destinada principalmente à produção de farinha e fécula, modificada ou não. Nesse caso, a decisão de iniciar a colheita depende de fatores técnicos (variedade, produtividade etc.), ambientais (seca, excesso de chuvas etc.) e econômicos (preço, contrato, disponibilidade de caixa etc.).

Em geral, a mandioca destinada para fins industriais pode ser colhida durante todo o ano, a partir de uma produtividade mínima que torne a exploração uma atividade rentável. Isso ocorre normalmente quando as plantas têm de 8 a 24 meses de idade. Nesse longo período que pode ser efetuada a colheita, tanto a produtividade quanto o teor de amido sofrem grandes oscilações.

A produtividade é, em geral, crescente com a idade das plantas, enquanto o teor de amido é mais dependente da época do ano. Quando as plantas estão em vegetação, o teor de amido das raízes é menor, coincidindo com o período quente e chuvoso do ano.

A colheita da mandioca é, ainda, na sua maioria, uma operação manual, característica muito associada a pequenos produtores. Em escala maior, a colheita é, quase sempre, uma operação semimecanizada, isto é, feita com auxílio de afofadores ou arrancadores. No mercado, existem vários modelos dessas máquinas (Figuras 64 e 65). Menos comum são os arrancadores com esteiras ou outros dispositivos que permitem deixar as plantas arrancadas sobre o solo (Figura 66).

Sempre é bom lembrar que, para uma colhedora funcionar bem, é necessário que se conduza a cultura de acordo com as características de cada máquina, para que o trabalho seja mais fácil e eficiente.



Figura 64 – Modelo comum de afofador.

Foto: José Osmar Lorenzi



Figura 65 – Afofador em operação.
Foto: José Osmar Lorenzi



Figura 66 – Colhedeira com esteira elevatória.
Foto: José Osmar Lorenzi

Após o arranquio, mecânico ou manual, as plantas são enleiradas e despinicadas em montes ou bandeiras para posterior carregamento (Figuras 67 e 68).



Figura 67 – Embandeiramento das plantas arrancadas.

Foto: José Osmar Lorenzi



Figura 68 – Despinicamento da mandioca.

Foto: José Osmar Lorenzi

O rendimento médio da colheita manual é de 700kg a 1.000kg, por homem, com uma jornada de trabalho de 8 horas por dia. O rendimento médio feito com auxílio de máquinas chega a 2.500kg. Em ambos os casos, a quantidade colhida inclui o carregamento, exceto quando este é feito em *big bags* (Figura 69A e B).



(A)



(B)

Figura 69 – Enchimento dos *big bags* (A) e carregamento (B).
Foto: José Osmar Lorenzi.

O transporte é normalmente feito com caminhões, a granel, e as raízes não devem ficar estocadas por muito tempo no pátio das indústrias, para evitar a mobilização do amido e as deteriorações fisiológica e microbiana. Admite-se que as raízes devam ser industrializadas no máximo até 72 horas após a colheita.

A produção de raízes por unidade de área cultivada é variável e dependente, logicamente, da fertilidade natural do solo ou da adubação, da variedade cultivada, da idade da cultura, dos tratamentos culturais, do estado fitossanitário etc. Em geral, consideram-se boas e econômicas produções ao redor de 20 e 30 toneladas de raízes por hectare, com um ou dois ciclos vegetativos, respectivamente. Entretanto, tais produções precisam e podem ser superadas, o que já se tem conseguido em culturas bem conduzidas, sob todos os aspectos.

Nos últimos anos, várias tentativas foram feitas para aumentar o grau de mecanização da colheita. Protótipos com esteiras elevatórias dotadas de plataformas para despicamento foram testados, mas os resultados, até o momento, não foram satisfatórios. Tudo indica que o sucesso da mecanização da colheita implica em transportar para a indústria as raízes junto com as cepas (maniva-mãe e cerca de 30cm da parte basal das hastes), deixando para fazer o despicamento na própria indústria.

As cepas constituem a parte da planta com maior teor de matéria seca e sua produção fica entre 2 e 5t/ha de matéria fresca. Essa característica sugere sua utilização, de imediato, como fonte de energia por intermédio da queima em caldeiras.

As cepas contêm também quantidades apreciáveis de amido, não extraível, mediante o processo normal de lavagem. Nesse caso, outros usos e processos poderiam ser utilizados, como a produção de etanol, por meio da hidrólise do amido.

Deixadas no campo, as cepas constituem um problema agrícola por se manterem vivas durante muito tempo, podendo abrigar, em si, ou em plantas voluntárias delas originadas, certas pragas e doenças importantes da cultura.

A adoção dessa linha de estudos deve considerar ainda o valor da cepa como subproduto e a vantagem da transformação de parte dos empregos rurais em urbanos. Considerar, também, as desvantagens com o maior custo do transporte, causado pelo maior volume da carga, e os investimentos que teriam de ser feitos na indústria.

15. ROTAÇÃO DE CULTURAS

A rotação de culturas é uma prática recomendada universalmente para contornar uma série de problemas, principalmente do ponto de vista fitossanitário e depauperação do solo.

Com relação ao problema fitossanitário, convém assinalar que a mandioca cultivada no Centro-Sul do Brasil é grandemente afetada pela doença denominada bacteriose, reduzindo, em muitos casos, até 50% da produção.

A mandioca multiplica-se vegetativamente e os restos culturais permitem o surgimento de muitas plantas voluntárias ou soqueiras (Figura 70). Por outro lado, a bactéria causadora da doença é bem específica da mandioca e as plantas originárias de restos culturais servem como hospedeiras e focos importantes de disseminação para a cultura seguinte.

A alternância de culturas diminui drasticamente o potencial de inóculo pela simples eliminação das plantas soqueiras. Esse conceito pode ser extrapolado para outras doenças e pragas menos importantes, mas que, no conjunto, podem representar algum dano de interesse à cultura.

A mandioca, pela alta produção de matéria seca por unidade de área, extrai grandes quantidades de nutrientes do solo. Isso não contradiz a ideia de que a mandioca é uma planta que pode se desenvolver e produzir bem em solos pobres, considerados marginais.

Entre outros mecanismos, seu sistema radicular absorvente profundo, explorando um grande volume de solo, ajuda a explicar sua grande adaptação a essas condições adversas. Assim, pode-se compreender

melhor a importância da rotação de culturas, nesse aspecto, pela capacidade que a mandioca tem de aproveitar bem os resíduos de adubação da cultura anterior.

A rotação de culturas apresenta, também, outros benefícios, como o melhor controle da erosão e a possibilidade de sistematizar o controle de plantas daninhas pelo uso de herbicidas e práticas culturais diferenciadas.

O milho apresenta-se como uma das culturas interessantes para rotação, porque explora o solo de forma complementar à mandioca. Normalmente é adubado, explora a camada superficial do solo e produz boa massa de resíduos orgânicos.

Outras gramíneas também podem ser utilizadas, como o arroz, e leguminosas, como a soja, o amendoim e o feijão. O ideal é fazer uma rotação para cada cultura de mandioca, contudo é mais comum duas culturas seguidas de mandioca, na mesma área, para depois cultivar outra espécie.



Figura 70 – Soqueiras de mandioca em área de rotação com gergelim.
Foto: IAC

16. ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A mandioca pode ser considerada uma planta de aproveitamento integral. Tanto as raízes como a parte aérea são excelentes forragens para os animais. A parte aérea, pela maior quantidade de fibras, é mais indicada para os ruminantes, enquanto as raízes são mais recomendadas para os monogástricos.

Em ambos os casos, podem ser administradas na formas fresca ou seca. Quando secas, os riscos de intoxicação são praticamente nulos, mesmo sendo originárias de variedades consideradas bravas ou tóxicas.

16.1. Parte aérea

As folhas da mandioca são ricas em proteínas. Por essa razão, a utilização da parte aérea sempre deve conter uma certa proporção de folhagem.



Figura 71 – Silos de parte aérea de mandioca.
Foto: José Osmar Lorenzi

A parte aérea pode ser consumida pelos animais nas formas fresca, de silagem ou feno, pura ou misturada com outros alimentos. A forma fresca de variedades mansas ou bravas, deve ser evitada ou administrada em pequenas quantidades, em razão do conteúdo de ácido cianídrico que é tóxico aos animais. Nesse caso, é preferível submeter o material à picagem, que deve ser bem espalhada ao ar livre a uma murcha por 12 a 24 horas para reduzir a concentração do ácido cianídrico. A silagem (Figura 71) e o feno não apresentam riscos aos animais.

Tem-se observado que a inclusão da parte aérea da mandioca na alimentação de bovinos diminui a incidência de certos ectoparasitas, especialmente o carrapato.

Embora o valor nutritivo da parte aérea da mandioca possa variar muito com a proporção entre folhas e ramas, sua composição química média, como forragem, pode ser considerada boa, conforme dados apresentados na Tabela 26.

Tabela 26 – Composição química média da parte aérea da mandioca calculada sobre a base fresca, base seca e com a umidade em equilíbrio ambiental⁽¹⁾.

Componentes	Composição (%)		
	Base fresca	Base seca	Um. amb.
Matéria seca	28,00	100,00	90,00
Proteína Bruta	6,80	24,00	22,00
Extrato Não Nitrogenado (ENN)	10,60	37,70	34,00
Extrato etéreo	1,80	6,50	5,90
Fibra bruta	5,80	20,60	18,60
Cinzas	1,70	6,20	5,60
Cálcio	0,43	1,50	1,40
Fósforo	0,08	0,27	0,25

⁽¹⁾ Parte aérea = folhas mais hastes jovens. As hastes representam menos de 20% das folhas.

Fonte: Buitrago (1990)

16.2. Raízes

Estima-se que cerca de 50% da produção nacional de mandioca (raízes) seja destinada à alimentação animal. Isso significa um volume de aproximadamente 12 milhões de toneladas. Como a quantidade utilizada na composição de rações balanceadas é praticamente nula, deduz-se que as raízes são preparadas de formas simples (picadas, cozidas etc.) e oferecidas diretamente aos animais (suínos, bovinos de leite etc.) nas próprias fazendas, chácaras ou nos sítios.

Os carboidratos são o principal componente das raízes (Tabela 27). É importante notar que a casca representa entre 10 e 15% do peso total da raiz, e que a polpa ou cilindro central equivale a 85 a 90% aproximadamente. A maior proporção de proteína, gordura, fibra e minerais está localizada na casca, enquanto que os carboidratos se localizam preferencialmente na polpa.

Tabela 27– Composição química média das raízes de mandioca, calculada sobre a base fresca, base seca e com a umidade em equilíbrio ambiental.

Componentes	Composição (%)		
	Base fresca	Base seca	Um. amb.
Matéria seca	35,00	100,00	90,00
Proteína Bruta	1,10	3,10	2,80
Extrato Não Nitrogenado (ENN)	31,70	90,50	81,50
Extrato etéreo	0,47	1,30	1,20
Fibra bruta	1,10	3,10	2,80
Cinzas	0,70	1,90	1,70
Cálcio	0,10	0,33	0,30
Fósforo	0,15	0,44	0,40

Fonte: Buitrago (1990)

As raízes de mandioca picadas e secas são chamadas de raspas ou aparas. As raspas secas ao sol destinam-se normalmente à alimentação animal e, atualmente, é o principal produto derivado da mandioca no

mercado internacional. A Tailândia é o maior produtor e a Comunidade Econômica Europeia e a China são os maiores consumidores. O Brasil não participa desse mercado, tendo pouca tradição na produção desse derivado mesmo para consumo interno.

A produção de raspas de mandioca secas ao sol é uma atividade que pode ser interessante em nível de produção e consumo nas próprias fazendas. As raízes inteiras, sem lavar (desde que não contenham terra aderida em excesso), são picadas e distribuídas em terreiros para secagem. Há vários tipos de picadores no mercado, simples e econômicos.

Durante a secagem, o material precisa ser revolido com rodos especiais, como pentes de seis a oito dentes de ripas de madeira, passados e repassados ao longo do terreiro. A densidade inicial é da ordem de 4kg a 5kg de material fresco por metro quadrado de terreiro. A secagem se completa, geralmente, em dois a três dias (Figura 72).

As raspas, quando secas, quebram-se entre os dedos e escrevem como giz. Terão, assim, de 12 a 14% de umidade e podem ser conservadas em sacos ou a granel para utilização futura. O rendimento médio é de 2,8 a 3kg de raízes, para 1kg de raspas.

As raspas, desintegradas ou não, são excelentes fontes de carboidratos para suínos e bovinos e podem substituir parcialmente o milho nas rações.



Figura 72 – Secagem de raspas em terreiro
Foto: IAC

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A.A.C. Cassava Botany and Physiology. *In*: HILLOKS, R.J.; THRESH, J.M. e BELLOTTI, A.C., comp. **Cassava: Biology, Production and Utilization**. Oxon, Reino Unido, 2002. p. 67-89.
- ASHER, C.J. EDWARDS, D.G. HOWELER, R.H. **Nutritional disorders of cassava**. University of Queensland, St. Lucia, Queensland, Austrália. 1980. 48p.
- BELLOTTI, A.C. Arthropod Pests. *In*: HILLOKS, R.J.; THRESH, J. M. e BELLOTTI, A.C., comp. **Cassava: Biology, Production and Utilization**. Oxon, Reino Unido, 2002. p. 209-235.
- BOKANGA, M. Distribution of cyanogenic potential in cassava germoplasm. *In*: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CASSAVA SAFETY. Ibadan, Nigeria. 1994. **Proceedings**. International Society for Horticultural Science, 1994. p.117-123.
- BOLHUIS, G.G. **The toxicity of cassava roots**. *Neth. J. Agr. Sci.* 2(3): 176-185, 1954.
- BRUIJN, G.H. DE. **Étude du caractère cyanogénétique du manioc**. Wageningen, H. Veenman & Zonen N.V., 1971. 140p.
- BITRAGO A., J.A. **La yuca em la alimentación animal**. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colômbia. 1990. 446p.
- CARDOSO, C.E.L.; VIEIRA, R. de C.M.T.; LIMA FILHO, J.R. de e LOPES, M. de R. **Eficiência econômica e fatores que afetam a competitividade da cadeia agroindustrial da mandioca**. *In*: CADEIAS PRODUTIVAS NO BRASIL. ANÁLISE DA COMPETITIVIDADE, BRASÍLIA, 2001. Embrapa, Comunicação para Transferência de Tecnologia/ Secretaria de Administração Estratégica, 2001. p. 286-317.

CARVALHO, J.E.B. de. **Controle de plantas daninhas em mandioca.** Trabalho apresentado no 7.º Curso Intensivo Nacional de Mandioca, Embrapa-CN PMF. Cruz das Almas, BA, 1990. 38p.

CARVALHO, J.L.H.de. **Mandioca: raiz e parte aérea na alimentação animal.** Campinas, CATI, 1994. 9p. (Instrução Prática, 259)

_____. **Uso da parte aérea da mandioca na alimentação animal.** In: A MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, Brasília, Sociedade Brasileira de Mandioca, 1983. p.13-38.

COURSEY, D.G. **Cassava as food: toxicity and techonology.** In: CHRONIC CASSAVA TOXICITY, London, 1973. Proceedings. Ottawa, International Development Research Centre, 1973. p.27-36.

EDWARDS, D.G.; ASHER, C.J. e WILSON, G.L. **Mineral nutrition of cassava and adaptation to low fertility conditions.** In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL ROOT CROPS, 4th., Cali, Colômbia, 1976. Proceedings. Ottawa, Canadá, International Development Research Centre. 1977. p. 124-130.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Baculovirus controla mandorová da mandioca.** Florianópolis. 1998 (Fôlder).

FARIAS, A.R.N. Espécies de “mosca branca”: situação atual e perspectivas de controle. Trabalho apresentado no 7.º Curso Intensivo Nacional de Mandioca, Embrapa-CNPMF. Cruz das Almas, BA, 1990.9p.

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

HOWELER, R.H. **The mineral nutrition and fertilization of cassava.** In: CASSAVA PRODUCTION COURSE. CIAT, Cali, Colômbia, p. 247-292, 1978.

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

- HUNT, L.A.; WHOLEY, D.W. e COCK, J.H. **Growth physiology of cassava**. Field Crop Abstracts, 30(2):77-91, 1977.
- LORENZI, J.O.; GALLO, J.R. e MALAVOLTA, E. Acumulação de matéria seca e macronutrientes por dois cultivares de mandioca. **Bragantia**, IAC, Campinas, 40:145-156, 1981.
- LORENZI, J.O. e DIAS, C.A.C. **Cultura da mandioca**. Campinas, CATI. 1993. 39p. (Boletim Técnico 211)
- LORENZI, J.O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. **Bragantia**, IAC, Campinas, 53(2): 237-245, 1994.
- LORENZI, J.O.; GUTIERREZ, L.E.; NORMANHA, E.S. e CIONE, J. Variação de carboidratos e ácido cianídrico em raízes de mandioca, após a poda da parte aérea. **Bragantia**, IAC, Campinas, 37: 139-144, 1978.
- LORENZI, J.O.; MONTEIRO, D.A. e PEREIRA, A.S. Avaliação de variedades de mandioca no Estado de São Paulo. **Bragantia**, IAC, Campinas, 42:79-89, 1983.
- LORENZI, J.O.; NORMANHA, E.S. e CONCEIÇÃO, A.J. da. Cassava production and planting systems in Brazil. In: CASSAVA CULTURAL PRACTICES, Salvador, 1980. **Proceedings**. p.38-43.
- LORENZI, J.O.; VALLE, T.L.; MONTEIRO, D.A.; PERESSIN, V.A. e KANTHACK, R.A.D. **Variedades de mandioca para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico. 1996. 23p. (Boletim Técnico 162)
- LORENZI, J.O.; MONTEIRO, D.A.; CARVALHO, A.P.DE; ASSIS, C.M.de O.; DEAK, L.G. e IGUE, T. Testes regionais de variedades de mandioca de mesa no Estado de São Paulo. **Bragantia**, IAC, Campinas, 49 (2): 391-401, 1990.
- LORENZI, J.O.; RAMOS, M.T.B.; MONTEIRO, D.M.; VALLE, T.L. e GODOYJUNIOR, G. Teor de ácido cianídrico em variedades de mandioca cultivadas em quintais do Estado de São Paulo. **Bragantia**, IAC, Campinas, 52(1):1-5, 1993.

- LORENZI, J.O.; MONTEIRO, D.A.; MIRANDA FILHO, H. da S. e RAIJ, B. van. Raízes e Tubérculos. *In: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*, 2ed. Campinas, Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. p. 221-229 (Boletim Técnico 100)
- LORENZI, J.O.; MONTEIRO, D.A.; VALLE, T.L.; KANTHACK, R.A.D.; GODOY JUNIOR, G.; CARVALHO, C.R.L.; PERESSIN, V.A. e MALAVOLTA, V.A. Cultivar de Mandioca IAC 15. Campinas, IAC. 2000 (Fôlder)
- MALAVOLTA, E.; GRANER, E.A.; COURY, T.; BRASIL SOBRINHO, M. O.C. e PACHECO, A.C. Studies on the mineral nutrition of cassava. **Plant Physiology**, 30 (1):81-82, 1955.
- MARQUES, J.Q.A.; BERTONI, J. e BARRETO, G.B. Perdas por erosão no Estado de São Paulo. **Bragantia**, IAC, Campinas, 20(2): 1143-1182, 1961.
- MATTOS, P.L.P. de e SOUZA, A. da S. Mandioca em consorciação no Brasil: problemas, situação atual e resultado de pesquisa. Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMF, 1981. 51p. (Embrapa- CNPMF. Documento, 1)
- MATTOS, P.L.P. de; SOUZA, A. da S.; DANTAS, J.L.L. e CALDAS, R.C. Influência da rotação de culturas sobre a produtividade da mandioca. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MANDIOCA*, 2., Vitória, ES, 1981. Anais. Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMF/ SBM, 1982. v.1, p.175-180.
- MATTOS, P.L.P. de; SOUZA, A. da. S. e CALDAS, R.C. Adaptação de espaçamentos em fileiras duplas para a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, 2(2): 13-22, 1983.
- MONTEIRO, D.A.; KANTHACK, R.A.D.; PERESSIN, V.A.; LORENZI, J.O. e PERECIN, D. Influência do armazenamento de ramas para plantio em algumas características agrônômicas da mandioca. **Bragantia**, IAC, Campinas, 54(1):143-150, 1995.

NORMANHA, E.S. e PEREIRA, A.S. Aspectos agronômicos da cultura da mandioca. **Bragantia**, IAC, Campinas 10: 179-202, 1950.

NORMANHA, E.S. e LORENZI, J.O. **Mandioca: secagem de raspas ao sol com vistas à produção de álcool carburante e rações**. Campinas, IAC, 1979. 43p. (Circular, 102)

OLIVEIRA, M.A.S.; FIALHO, J.F.; ALVES, R.T. e OLIVEIRA, J.N.S. e 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**, V.1, n.1 Cruz das almas, BA, Embrapa/CNPMF, 1998 p.25-31.

OTSUBO, A.A.; BITENCOURT, P.H.F. e PEZARICO, C.R. **Mandioca de mesa: aspectos de produção, comercialização e consumo em Dourados, MS**. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste. 2001. 36p. (Documentos, 36)

PERESSIN, V.A.; MONTEIRO, D.A.; LORENZI, J.O.; DURIGAN, J.C.; PITELLI, R.A. e PERECIN, D. **Acúmulo de matéria seca na presença e na ausência de plantas infestantes no cultivar SRT 59-Branca de Santa Catarina**. **Bragantia**, IAC, Campinas, 57(1):135-148,1998.

PERIM, S.; LOBATO, E. e GALRAO, E.Z. Efeito da calagem e de nutrientes no rendimento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em solo sob vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 4:107-110,1980.

SILVA, J.R. da; LORENZI, J.O.; MONTEIRO D.A. e CAMPOS, H. de. Considerações sobre um grupo de experimentos de adubação NPK em mandioca. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2., Vitória, ES, 1981. **Anais**, Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMF/SBM, 1982. V.2, p.87-95.

SILVA, J.R. da. Solução radical só na técnica. *In*: COOPERATIVA AGRÍCOLA DE COTIA. **Guia da produção rural**. São Paulo. Culturais, 1970. p. 126-140.

- SILVA, J.R. da; ASSUMPÇÃO, R. de e VEGRO, C.L.R. A inserção da fécula de mandioca no mercado de amido. **Informações Econômicas**, IEA, São Paulo, 30 (7): 46, 2000.
- SILVA, J.R. da; FERREIRA, C.R.R.P.T. e ASSUMPÇÃO, R. de. Estacionalidade de preços de mandioca nos Estados de São Paulo e Paraná, 1980-2001. **Informações Econômicas**, IEA, São Paulo, 33(2):28-33, 2003.
- TAKAHASHI, M. e GONÇALO, S. **A Cultura da mandioca**. 2001. 88 p.
- TAKATSU, A.; FUKUDA, C. e PERIN, S. **Epidemiological aspects of bacterial blight of cassava in Brazil**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DISEASES OF TROPICAL FOOD CROPS. Louvain-la-Neuve, Belgium. 1979. p.141-150.
- VALLE, T. I. **Cruzamentos dialélicos em mandioca** (*Manihot esculenta* Crantz). Esalq, USP. Piracicaba. 1990. 180p. (Tese de doutorado).
- _____. Histórico das principais variedades de mandioca na Região Centro Sul do Brasil. In: IGLESIAS, C.A. (ed.). **Memorias de la Reunion de Fitomejoradores de Yuca (3a)**. INIVIT, Santa Clara, Cuba. 1994. p. 225-236.
- VELTKAMP, H.J. **Physiological causes of yield variation in cassava** (*Manihot esculenta* Crantz). Wageningen, Agricultural University Wageningen, 1985. 103p



Editado pelo Centro de Comunicação Rural (CECOR) - SAA/CATI
Av. Brasil, 2.340 - CEP 13070-178 - Caixa Postal 960 - CEP 13001-970 - Campinas, SP, Brasil
Tel.: (19) 3743-3858 - Telefax: (19) 3241-7191 - Site: www.cati.sp.gov.br

