

DOCUMENTOS

DEZEMBRO/81

CNPMF Nº 4

A MANDIOCA COMO MATÉRIA PRIMA
NA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL

EMBRAPA

**Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura
Cruz das Almas, Bahia**

DOCUMENTOS

CNPMF Nº 4

DEZEMBRO/1981

A MANDIOCA COMO MATÉRIA PRIMA

NA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL

Fernando Nicolas Ezeta
José da Silva Souza
Pedro Luiz Pires de Mattos

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

EDITOR: Comitê de Publicações da EMBRAPA/CNPMF
ENDEREÇO: Rua Dr. Lauro Passos s/nº
Caixa Postal 007
44.380 - Cruz das Almas - Bahia

Ezeta, Fernando Nicolas

A mandioca como matéria prima na produção de álcool por Fernando Nicolas Ezeta, José da Silva Souza e Pedro Luiz Pires de Mattos. Cruz das Almas, BA, EMBRAPA/CNPMF, 1981.

36p. (CNPMF. Documentos, 4)

1. Mandioca-Álcool. I. Souza, José da Silva., colab II. Mattos, Pedro Luiz Pires de., colab. III. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA. IV. Título. V. Série.

CDD 633.682

© EMBRAPA

SUMÁRIO

	Página
1. Introdução.....	03
2. Situação da Cultura no Brasil.....	05
3. A Mandioca no PROÁLCOOL	09
4. Aspectos Tecnológicos do Processo Produtivo....	14
4.1. Vantagens Agrícolas da Mandioca.....	14
4.2. Principais Cultivares	15
4.3. Tamanho da Maniva	15
4.4. Espaçamento	15
4.5. Sistemas de Plantio	23
4.6. Aspectos de Mecanização.....	23
4.7. Adubação.....	26
4.8. Doenças e Pragas	26
4.9. Consórcio	29
4.10. Armazenamento.....	30
5. Sistemas de Produção.....	33

A MANDIOCA COMO MATÉRIA PRIMA NA PRODUÇÃO DO ÁLCOOL

1. INTRODUÇÃO

A mandioca é uma espécie originária do Continente americano, sendo o Brasil, América Central e México os mais prováveis centros de origem. Atualmente é cultivada desde a Flórida até o Norte da Argentina no Continente americano. No mundo, a mandioca encontra-se difundida nos trópicos sendo a espécie tuberosa mais amplamente cultivada. A produção mundial ascende atualmente a 100 milhões de toneladas por ano, sendo que 70% vem do Brasil, Indonésia, Zaire, Tailândia, Nigéria e Índia (Tabela 1), onde a maior parte é utilizada diretamente na alimentação humana. Uma das principais razões para esta ampla difusão da mandioca no mundo, é que trata-se de uma cultura de grande rusticidade capaz de tolerar condições ambientais adversas em áreas que seriam consideradas pouco apropriadas para culturas tais como cereais e outras plantas alimentícias.

A utilização de mandioca como fonte de amido ou como ração animal, tem sido de interesse industrial há muito tempo, mas a previsão de que o mundo poderá enfrentar uma crise energética muito antes que o suprimento de alimentos venha a ser crítico, levou alguns países a considerar a mandioca dentro de uma nova visão. O amido contido na raiz de mandioca pode, pelo processo de fermentação, ser convertido em etanol, um produto que além de seu valor calórico, pode ser utilizado diretamente como combustível líquido.

Os motores de combustão interna sem modificações funcionam com misturas de até 20% de etanol anidro na gasolina e com certas modificações já se utilizam 100% de álcool hidratado.

TABELA 1 - Área e rendimento dos principais países produtores de mandioca em 1978

Países	Produção (1.000t)	Área (1.000ha)	Rendimento (t/ha)
Brasil	25.358	2.202	11,52
Indonésia	12.488	1.356	9,21
Zaire	12.512	1.792	6,98
Nigéria	10.844	1.115	9,72
Tailândia	13.000	709	18,34
Índia	6.493	388	16,73
Tanzânia	4.076	848	4,81
Moçambique	2.450	450	5,44
Gana	1.850	250	7,40
Angola	1.700	120	14,17

FONTE: FAO/ Production Yearbook, 1978

Estes fatos levaram a certos países tropicais a considerar seriamente o potencial da mandioca como matéria prima na produção de álcool já que, mesmo uma redução de 20% na demanda de óleo importado representa uma importante poupança de divisas. O Brasil aparece como líder mundial na utilização de álcool como combustível, seja a partir da cana-de-açúcar ou da mandioca e o principal motivo desta liderança radica na compulsória utilização de álcool anidro na mistura carburante ou álcool hidratado nos motores da linha automotiva do País.

O fato de que países altamente industrializados tais como Austrália e Nova Zelândia estão tomando medidas na mesma direção sugere que o processo de produção de combustível a partir de carboidratos apresenta atrativos econômicos, assim como representa um método de conservar os combustíveis fósseis disponíveis.

2. SITUAÇÃO DA CULTURA NO BRASIL

A mandioca, por ser planta de fácil adaptação, é cultivada em todos os estados brasileiros, situando-se entre os 9 primeiros produtos agrícolas do País em termos de área cultivada (Tabela 2).

Em parcelas experimentais e em áreas maiores a nível de produtores, boas cultivares tradicionais e/ou selecionadas têm produzido de 30 a 42 toneladas de raízes/hectare/ano, com o emprego de manivas-semente bem escolhidas e preparadas, quanto à idade, sanidade, tamanho e diâmetro, com o plantio feito em condições adequadas de solos, sistema, densidade e dose média de fertilizantes. Sem fertilizantes ou com sua utilização em pequenas doses têm sido obtidas produções de 20 a 28 toneladas de raízes por hectare e por ano.

No Brasil a produtividade média da mandioca tem sido de aproximadamente 12 toneladas de raízes/hectare, variando de 7 a 20 toneladas/hectare; o ciclo, do plantio à colheita, é de 6 meses na Amazônia, a 18 ou 20 meses

TABELA 2 - Áreas cultivadas de diversas culturas no Brasil, 1979

Cultura	Em (1.000 ha)	Cultura	Em (1.000 ha)
Milho	11.318	Cana	2.536
Soja	8.256	Café	2.406
Arroz	5.452	Mandioca	2.111
Feijão	4.212	Laranja	475
Trigo	3.830	Cacau	453
Algodão	3.646	Mamona	374

FONTE: Anuário Estatístico - IBGE, 1980

no Sudeste e Sul.

Ao serem confrontados esses dados, poderão ser inquiridas as razões por que a produtividade geralmente colhida pelos agricultores tem sido muito inferior àquelas conseguidas em milhares de parcelas experimentais, no Brasil e em muitas partes do Mundo.

Entre as causas que concorrem para a baixa produtividade da mandioca, em nosso País, podem ser enumeradas:

1. Insuficiência de estímulo de preços reais, remunerativos e estáveis aos produtores e da efetiva garantia da absorção da produção.
2. Não seleção de manivas-semente, quanto à idade, sanidade, diâmetro e tamanho.
3. Plantios realizados em áreas marginais e/ou com inadequado preparo do solo.
4. Plantios feitos fora das épocas recomendadas pela pesquisa ou pela tradição dos bons agricultores.
5. Controle insuficiente das ervas daninhas, principalmente nos três primeiros meses após o plantio.
6. Não emprego sequer de pequenas doses de fertilizantes e corretivos na maioria das lavouras de mandioca.
7. Não adoção de tecnologias já disponíveis para o controle de doenças e pragas.

Em 1979, a produção nacional de mandioca foi de 24,9 milhões de toneladas. O rendimento da cultura, nesse ano, foi de 11,8 t/ha. A região Nordeste foi a maior produtora com a participação de 54% do total do país, seguindo-se a Sul com 18%, Sudeste com 13%, Norte com 11% e Centro Oeste com 4% (Tabela 3).

São Paulo (19,9 t/ha), Paraná (18,9 t/ha), Santa Catarina (16,8 t/ha), Bahia (16,0 t/ha), Minas Gerais, Es

TABELA 3 - Produção Brasileira de Mandioca por Região Fisiográfica, 1979

Região fisiográfica	Área Colhida em (ha)	Quantidade em (t.)	Produtividade Média em (t/ha)	Participação em (%)
Sul	340.222	4.418.487	12,99	17,7
Sudeste	213.539	3.314.487	15,52	13,3
Centro Oeste	75.208	1.108.380	14,74	4,4
Nordeste	1.273.114	13.435.673	10,55	53,8
Norte	208.969	2.685.164	12,85	10,8
BRASIL	2.111.052	24.962.191	11,82	100,0

FONTE: Anuário Estatístico - IBGE, 1980

pirito Santo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (15,0 t/ha) tem apresentado os melhores rendimentos médios. Bahia, Maranhão, Rio Grande do Sul, Pernambuco, Minas Gerais, Pará, Ceará e Santa Catarina destacam-se pelo volume da produção (Tabelas 4 e 5).

No Brasil, as condições de clima e solo, a ação de agentes patogênicos e a utilização de técnicas culturais diversas, às vezes impostas pelo tamanho da propriedade, são causas da grande variabilidade dos rendimentos. Por outro lado, as limitações da expansão das produções regionais parecem estar ligadas a problemas de mercado, quer no aspecto de capacidade de absorção das quantidades produzidas, quer no aspecto de instabilidade dos preços pagos aos produtores, que não encorajam investimentos em fertilizantes e corretivos ou em processo de mecanização, a fim de elevar os níveis de produtividade.

3. A MANDIOCA NO PROÁLCOOL

A mandioca é cultura de subsistência, constituindo-se na base alimentar energética de grande parte do povo brasileiro. Assume destaque na dieta alimentar do nordestino, representando cerca de 50% do seu consumo de calorias (alimentar). É cultura tipicamente de exploração minifundiária, o que pode ser comprovado pelo fato de que, no Nordeste, cerca de 67% das propriedades que a cultivam possuem menos de 50 ha, enquanto que apenas 4,2% possuem área maior de 500 ha.

Existe preocupação por parte de entidades e pessoas no Brasil de que a inclusão da mandioca no PROÁLCOOL, venha torná-la cultura semelhante à da cana-de-açúcar, de típica exploração latifundiária. Assim, a mandioca passaria de cultura de subsistência a cultura "industrial", o que iria agravar o desequilíbrio social existente, através da migração do homem no campo para as cidades, dificultando ainda a oferta de produtos alimentares, inclusive a farinha de mandioca.

TABELA 4 - Produção de mandioca nas Unidades da Federação em 1979

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Quantidade Produzida (t)	Área Colhida (ha)	Rendimento Médio (kg/ha)
Rondônia	200.787	12.648	15.875
Acre	177.135	12.610	14.047
Amazonas	803.304	66.942	12.000
Roraima	22.714	2.006	11.323
Pará	1.445.724	111.213	12.999
Amapá	35.500	3.550	10.000
Maranhão	3.064.612	345.046	8.881
Piauí	832.100	94.012	8.850
Ceará	1.232.000	176.000	7.000
Rio Grande do Norte	467.699	55.683	8.399
Paraíba	532.249	63.255	8.414
Pernambuco	1.881.323	180.822	10.404
Alagoas	377.340	37.734	10.000
Sergipe	344.350	26.562	12.964
Bahia	4.704.000	294.000	16.000
Minas Gerais	1.843.348	123.112	14.972
Espírito Santo	697.772	46.634	14.962
Rio de Janeiro	220.367	15.993	13.778
São Paulo	553.000	27.800	19.892
Paraná	801.241	42.420	18.888
Santa Catarina	1.120.967	66.879	16.761
Rio Grande do Sul	2.496.279	230.923	10.810
Mato Grosso do Sul	521.715	34.781	15.000
Mato Grosso	318.105	21.207	15.000
Goiás	265.440	18.960	14.000
Distrito Federal	3.120	260	12.000
BRASIL	24.962.191	2.111.052	11.824

FONTE: Anuário Estatístico - IBGE, 1980

TABELA 5 - Participação da mandioca, em produção, nas Unidades da Federação em 1979

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Participação da Unidade na Região. Em (%)	Participação da Unidade no País Em (%)
Rondônia	7,5	0,8
Acre	6,6	0,7
Amazonas	29,9	3,2
Roraima	0,9	0,1
Pará	53,8	5,8
Amapá	1,3	0,1
Maranhão	22,8	12,3
Piauí	6,2	3,3
Ceará	9,2	4,9
Rio Grande do Norte	3,5	1,9
Paraíba	3,9	2,1
Pernambuco	14,0	7,5
Alagoas	2,8	1,5
Sergipe	2,6	1,4
Bahia	35,0	18,8
Minas Gerais	55,6	7,4
Espírito Santo	21,1	2,8
Rio de Janeiro	6,6	0,9
São Paulo	16,7	2,2
Paraná	18,1	3,2
Santa Catarina	25,4	4,5
Rio Grande do Sul	56,5	10,0
Mato Grosso do Sul	47,1	2,1
Mato Grosso	28,7	1,3
Goiás	23,9	1,1
Distrito Federal	0,3	0,1
BRASIL E REGIÃO	100% (REGIÃO)	100% (BRASIL)

FONTE: Anuário Estatístico - IBGE, 1980, dados adaptados por SOUZA, J. da S.

No entanto, no caso da mandioca, os fenômenos de substituição de culturas e mudanças na estrutura da produção, com todas as suas implicações e impactos na estrutura econômico-social, não deverão provocar desequilíbrios maiores, desde que se implemente e execute um programa bem orientado. Esta previsão baseia-se em:

1. As terras aptas para o cultivo da mandioca no Brasil são, em função de condições climáticas e edáficas, abundantes, não havendo praticamente limitações de fronteira agrícola, exceto em casos peculiares e restritos, como algumas áreas do Nordeste Semi-Árido e da Região Sul do País;

2. O potencial ainda não explorado em termos de áreas aptas para o cultivo da mandioca é muito grande, principalmente, quando consideradas as regiões dos Cerrados, Nordeste e Amazônia;

3. O mercado da farinha de mandioca no Nordeste, maior produtor deste alimento, é estável, não se verificando defasagem entre a sua demanda e oferta. Assim, como a mandioca é cultivada na maioria das propriedades rurais do Nordeste, e, mesmo cultivando-a, os produtores dispõem ainda de áreas não ocupadas por outras culturas, observa-se que existe uma grande disponibilidade de terras nos próprios estabelecimentos que são hoje responsáveis pelo grosso da produção de mandioca no Brasil. A não utilização dessas terras deve-se talvez, ao fato de não haver uma ampliação da demanda suficiente para absorver maior quantidade do produto. Estima-se que, somente no Nordeste, existam 18.744.992 ha de terras que hoje se encontram em descanso e inexploradas, mas que são exploráveis;

4. Mesmo considerando que os agricultores não ampliem suas áreas cultivadas, em função da instalação de destilarias, o que parece pouco provável, resta ainda o fato de que, como a tecnologia atualmente utilizada é baixíssima, gerando produtividade média de 12 toneladas por hec

tare, torna-se viável o aumento da produtividade através da incorporação de novas tecnologias agrícolas, o que se constituiria em aumento da produção, sem aumento da área cultivada. Para que isto ocorra, é suficiente que o preço do produto remunere a utilização de determinados insumos e que os resultados de pesquisa sejam disseminados entre os agricultores;

Analisando os itens abordados, podemos inferir que:

a) Somente no Nordeste, existem cerca de 18,7 milhões de hectares aptos para serem cultivados com mandioca. Considerando-se a produtividade atual, seria necessário o cultivo de 5.000.000 de hectares, para que fosse alcançada a meta do PROÁLCOOL de produzir 10,7 bilhões de litros de álcool em 1985. Como a pesquisa considera perfeitamente viável a obtenção de 20 t/ha/ano apenas com a adoção das técnicas hoje recomendadas, a área necessária para produzir a quantidade acima referida seria de 3.147.059 ha, o que representa menos de 20% da área disponível para exploração no Nordeste.

Considerando-se o aumento da produtividade e o não incremento da área plantada, se os 1.273.114 ha cultivados com mandioca no Nordeste tivessem sua produtividade média aumentada das atuais 12 t/ha para as 20 t/ha preconizadas pela pesquisa, haveria um acréscimo de 10.184.912t, que, produzindo 170 litros de álcool por tonelada, proporcionaria cerca de 1.7 bilhões de litros de álcool, ou cerca de 10% de todo o consumo atual de gasolina no Brasil ou de 16% da produção brasileira de álcool esperada para 1985 (10.7 bilhões de litros).

b) Considerando agora o impacto de envolvimento da mandioca no PROÁLCOOL sobre a estrutura social do Brasil, vê-se que, ao invés de ocorrerem maiores defasagens entre a situação de distribuição de renda esperada e aquela observada, as perspectivas são de que esta distribuição melhore, pela criação de empregos diretos e indiretos. A estrutura de cultivo familiar, verificada no caso

da mandioca, talvez sirva para fixar o homem no campo, em face das perspectivas de maior demanda de um produto já conhecido. Isto permitiria maior renda ao agricultor, proporcionando aquisição de bens de consumo e gêneros alimentícios e contribuindo para a melhoria do seu nível de vida.

4. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DO PROCESSO PRODUTIVO

4.1. VANTAGENS AGRÍCOLAS DA MANDIOCA

A mandioca é cultivada entre latitudes de 30°N e 30°S e altitude de até 2.000m, sendo que o maior volume da cultura encontra-se entre os paralelos 15°N e 15°S. No Brasil, o seu cultivo é possível em todo o território nacional, desde o extremo Norte até o extremo Sul, sendo o Nordeste a região que contribui com o maior volume de produção.

Tem as seguintes características que a tornam uma planta eleita por várias instituições internacionais de pesquisa que operam nos trópicos, fazendo, do mesmo modo, que sua participação mereça destaque nos projetos de utilização de grande área do Brasil:

- planta de fácil propagação;
- apresenta elevada tolerância a períodos de estiagem relativamente longos, depois de estabelecida no campo;
- pode produzir rendimentos satisfatórios, mesmo em condições de solo com baixa fertilidade;
- tem diversidade de germoplasma em que são encontradas resistência e/ou tolerância a pragas e doenças;
- necessita pequenas quantidades de insumos modernos;
- possui elevado teor de amido nas raízes;
- utiliza a mecanização do plantio à colheita;
- possibilita as raízes ficarem no solo sem serem colhidas, por considerável espaço de tempo, sem grandes perdas em matéria seca;
- permite ser consorciada com inúmeras plantas alimentícias e industriais;

- além do valor energético das raízes, as folhas de mandioca encerram altos teores de proteína e de vitaminas A e B, utilizadas na alimentação animal e humana.

4.2. PRINCIPAIS CULTIVARES

Com base em levantamentos efetuados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura e Centro Nacional de Recursos Genéticos, ambos da EMBRAPA, o número de cultivares conhecidas, no Brasil, ultrapassa a casa das 1.200. Trabalhos de pesquisa conduzidos em diferentes ecossistemas têm revelado o elevado potencial produtivo da mandioca. Rendimentos obtidos em parcelas experimentais em Cruz das Almas, Bahia, são apresentados nas Tabelas 6 e 7.

4.3. TAMANHO DA MANIVA

É um fator de grande importância para o cultivo da mandioca e que influi sensivelmente no rendimento da cultura. Os resultados apresentados nas Tabelas 8 e 9, originados de pesquisas realizadas na Bahia e São Paulo, respectivamente, comprovam essa importância.

4.4. ESPAÇAMENTO

A utilização de espaçamentos adequados, associados a outras práticas de cultivo, contribui para a obtenção de rendimentos elevados na cultura da mandioca. Os resultados experimentais relacionados nas Tabelas 10 e 11, refletem a influência do espaçamento sobre a produtividade.

Têm sido bastante promissores os resultados obtidos utilizando-se espaçamento em fileiras duplas, conforme mostra a Tabela 12. Podem ser apontadas, dentre outras, as seguintes vantagens do sistema de plantio em fileiras duplas, quando comparado ao sistema convencional:

TABELA 6 - Rendimento médio de 05 cultivares de mandioca, durante 03 anos de seleção (1977/78/79), em Cruz das Almas, Bahia

Cultivar	Rendimento (t/ha)
Peru Branca	32,07
Jaburu	30,23
Vassourinha	29,50
Variedade 77	28,43
Maria Pau	28,23
Cigana Preta	16,70

FONTE: EMBRAPA/CNPMF. Projeto Mandioca: resultados de pesquisa(arquivo)

TABELA 7 - Rendimento (t/ha) de 20 cultivares de mandioca em Cruz das Almas - Bahia, durante os anos de 1977 e 1978. Ciclo de 12 meses

Cultivar	1977	1978	Média
BGM 005	38,8	30,1	34,5
BGM 152	33,0	33,3	33,2
BGM 069	30,2	35,9	33,1
BGM 001	33,5	32,4	33,0
BGM 118	37,0	28,7	32,9
BGM 104	29,4	35,8	32,6
BGM 033	30,1	34,4	32,3
BGM 155	30,0	33,6	31,8
BGM 007	30,3	33,0	31,7
Clone 337	28,3	33,8	31,1
BGM 187	32,6	29,4	31,0
BGM 157	32,6	29,4	31,0
BGM 159	28,0	33,8	30,9
BGM 236	28,5	33,0	30,8
BGM 198	29,1	31,7	30,4
BGM 086	28,8	31,3	30,1
BGM 141	28,8	31,3	30,1
Clone 325	30,9	29,0	30,0
BGM 075	24,6	35,2	29,9
BGM 120	27,6	32,0	29,8

FORNTE: Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, 1979

TABELA 8 - Rendimento médio de raízes de mandioca em função do tamanho da maniva, nos anos de 1969/72, Cruz das Almas-BA

Tamanho (m)	t/ha	Rendimento Relativo
0,10	21,70	100
0,12	27,30	126
0,15	27,53	127
0,20	29,41	136
0,25	29,49	136
0,30	29,03	136

FONTE: CONCEIÇÃO, A.J.da. 1976

TABELA 9 - Rendimento da mandioca em função do tamanho da maniva e do ciclo da cultura em vários municípios de São Paulo

COMPRIMENTO DA MANIVA (centímetros)	COLHEITA COM UM CICLO		COLHEITA COM DOIS CICLOS	
	RAÍZES (t/ha)	ÍNDICES	RAÍZES (t/ha)	ÍNDICES
5	7,9	100	22,9	100
10	13,1	166	24,9	109
15	14,7	186	36,3	159
20	15,6	197	30,3	132
25	16,7	211	36,8	161
30	17,1	224	39,6	173
Produção média de raízes (t/ha)	14,3	100	31,8	222

FONTE: NORMANHA, E.S. & PEREIRA, A.S., 1950

TABELA 10 - Produção média de raízes de mandioca em diferentes espaçamentos para o período de 1963/64, Cruz das Almas - BA

Espaçamentos	Produção de raízes em ton/ha
1,00m x 1,40m	42,26
1,00m x 1,20m	43,28
1,00m x 1,00m	45,00
1,00m x 0,80m	38,46
1,00m x 0,60m	40,19
1,00m x 0,40m	37,18

FONTE: MATTOS, P.L.P. de., et alii, 1973

TABELA 11 - Rendimento de raízes de mandioca em diferentes espaçamentos, no município de São José de Mipibu, Rio Grande do Norte, ' 1973/74

Espaçamentos	Rendimento de raízes (t/ha)	Rendimento da parte aérea (t/ha)
1,00m x 0,40m	26,20	20,20
1,00m x 0,50m	26,70	23,10
1,00m x 0,60m	26,10	18,90
1,00m x 0,70m	26,50	16,10
1,00m x 0,80m	24,30	14,00
1,00m x 0,90m	25,70	15,15
1,00m x 1,00m	24,60	13,00

FONTE: RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria da Agricultura, 1971-75

TABELA 12 - Efeitos dos espaçamentos em fileiras duplas e simples sobre a produção de raízes de mandioca nos anos agrícolas 1977/78 e 1978/79, CNPMF

Espaçamentos	Nº de plantas / hectare	Cultivares				Nº de fileiras / hectare
		BGM-116 ¹		BGM-001 ²		
		1977/78	1978/79	1977/78	1978/79	
		Produção de raízes (t/ha)		Produção de raízes duplas / (t/ha)		
2,00m x 0,50m x 0,50m	16.000	22,05	19,40	32,77	28,40	40,00
2,00m x 0,60m x 0,60m	12.820	34,12	21,62	39,72	32,55	38,00
2,00m x 0,70m x 0,70m	10.582	25,75	20,30	32,15	28,50	37,00
2,50m x 0,50m x 0,50m	13.333	27,60	19,89	28,49	27,76	33,00
2,50m x 0,60m x 0,60m	10.752	23,33	18,78	30,31	28,84	32,00
2,50m x 0,70m x 0,70m	8.928	23,09	18,93	29,06	24,49	31,00
3,00m x 0,50m x 0,50m	11.428	19,07	16,29	26,34	27,98	28,00
3,00m x 0,60m x 0,60m	9.259	20,12	16,67	28,02	25,55	27,00
3,00m x 0,70m x 0,70m	7.722	20,12	16,82	28,46	25,63	27,00
Testemunha						
(1,00m x 0,60m)	16.666	21,76	20,02	34,38	24,73	100,00 ³

FONTE: MATTOS, P.L.P. de ., et alii, 1980

¹Porte ereto ²Porte ramificado ³Fileiras simples

- facilidade de utilização de cultivo mecânico;
- diminuição de custos de produção pela redução de mão-de-obra ;
- possibilidade de utilização sucessiva da mesma área pela alternância das fileiras;
- possibilidade de utilização de consórcio;
- facilidade de inspeção do cultivo;
- aumento de produtividade devido ao efeito de bordadura;
- facilidade de aplicação de defensivos para controle de pragas e doenças;
- cobertura vegetal nos espaços livres para incorporação e enriquecimento da matéria orgânica;
- redução da quantidade de fertilizantes; e
- uso mais racional da terra.

4.5. SISTEMA DE PLANTIO

São diversos os sistemas de plantio utilizados para a cultura da mandioca. No caso específico do Nordeste é comum o plantio em covas, camalhões, leirões, sulcos, buracos ou matumbos. A escolha de um destes métodos está diretamente relacionada com a tradição da região, possibilidades financeiras do produtor e, ainda, o tipo de solo.

Quanto à posição da maniva, são três as mais comuns: horizontal, vertical e inclinada. A posição horizontal é a mais utilizada, principalmente por ser adaptável à mecanização. Resultados de pesquisa comparando os três sistemas são mostrados na Tabela 13.

4.6. ASPECTOS DA MECANIZAÇÃO

Em termos de preparo do solo, a eficiência da técnica denominada de cultivo mínimo (aração de toda a área de plantio ou aração apenas da faixa correspondente à linha de plantio), tem sido relatada para muitas culturas quando comparada com o sistema convencional (aração, gra

TABELA 13 - Produtividade de raízes de mandioca obtidas com o emprego de manivas em diferentes posições e sistemas de plantio, Cruz das Almas - BA, 1969/70

Posição da maniva	Sistema de plantio	Produtividade de raízes (t/ha)
Inclinada	Cova Rasa	44,1
	Camalhão	43,6
	Cova Virada	41,5
Média		43,1
Vertical	Cova Rasa	38,8
	Camalhão	37,9
	Cova Virada	43,1
Média		39,9
Horizontal	Cova Rasa	40,9
	Camalhão	41,6
	Cova Virada	38,7
Média		40,4

FONTE: MATTOS, P.L.P.de., et alii, 1973

dagem e nivelamento de toda a área). A pesquisa tem demonstrado as seguintes vantagens do cultivo mínimo do solo sobre o segundo sistema:

- manutenção de uma desejável estrutura do solo, não destruída pelo excesso de cultivo;
- menores perdas de solo por erosão e maior disponibilidade de água para as plantas, motivada pelo incremento de infiltração e conseqüente redução do escoamento superficial;
- menores possibilidades de compactação do solo, pela redução do número de operações de cultivo;
- redução dos custos operacionais.

Pesquisas em desenvolvimento no Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, testando diferentes técnicas de preparo do solo para a cultura da mandioca, evidenciam maior eficiência do cultivo mínimo proporcionando aumento no rendimento da cultura. A redução dos custos operacionais foi da ordem de 75%.

O plantio manual da mandioca é uma operação bastante árdua e cansativa, absorvendo bastante mão-de-obra. Em se tratando de grandes áreas, o uso do processo manual de plantio, fatalmente se constituirá em um dos principais entraves, face à grande demanda de pessoal treinado, tempo gasto na operação e custos operacionais. Com a criação do PROÁLCOOL, a mandioca juntamente com a cana de açúcar foram selecionadas como as duas principais espécies de plantas fornecedoras de matéria prima para a produção de etanol no Brasil. Isso despertou a atenção de empresas nacionais para o desenvolvimento de máquinas plantadeiras de mandioca. Dentre as plantadeiras já desenvolvidas no país existem tipos capazes de plantar até 06 hectares por dia, necessitando, na operação, de apenas 04 homens.

Com referência à colheita da mandioca, o processo tradicional é também manual e considerado mais problemático do que o plantio, em termos de demanda de mão-de

obra, tempo e custos de operação. Protótipos de colheitadeiras já foram desenvolvidos e estão sendo ajustados com relação ao tipo do solo, variedade de mandioca, etc. Em testes recentes (novembro de 1979) realizados na área experimental do CNPMF com um desses modelos, pôde ser constatado, de público, a eficiência do mesmo. A opinião geral dos técnicos de todo o país que presenciaram a prática, foi a que a colheitadeira testada já tem condições de ser utilizada por agricultores interessados.

Dados de pesquisa com mandioca são escassos. O Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) fez esta comparação e os resultados são apresentados na Tabela 14.

4.7. ADUBAÇÃO

Não obstante a boa adaptação da mandioca a solos de baixa fertilidade, resultados de trabalhos de pesquisa tem evidenciado que o atingimento do potencial máximo de produção, na maioria dos solos onde esta planta é cultivada, é dependente de adubação adequada. Dentre os macronutrientes as respostas mais acentuadas tem sido observadas em relação ao fósforo, possivelmente em razão do baixo teor de P disponível nos solos cultivados com mandioca. Dentre os micronutrientes destacam-se as respostas ao zinco, notadamente quando se faz calagem dos solos. Respostas às adubações nitrogenadas e potássica tem ocorrido com menos intensidade e frequência. Na Tabela 15, são apresentados resultados de experimentos de adubação de mandioca, em solos de baixa fertilidade, em alguns Estados do Brasil.

4.8. DOENÇAS E PRAGAS

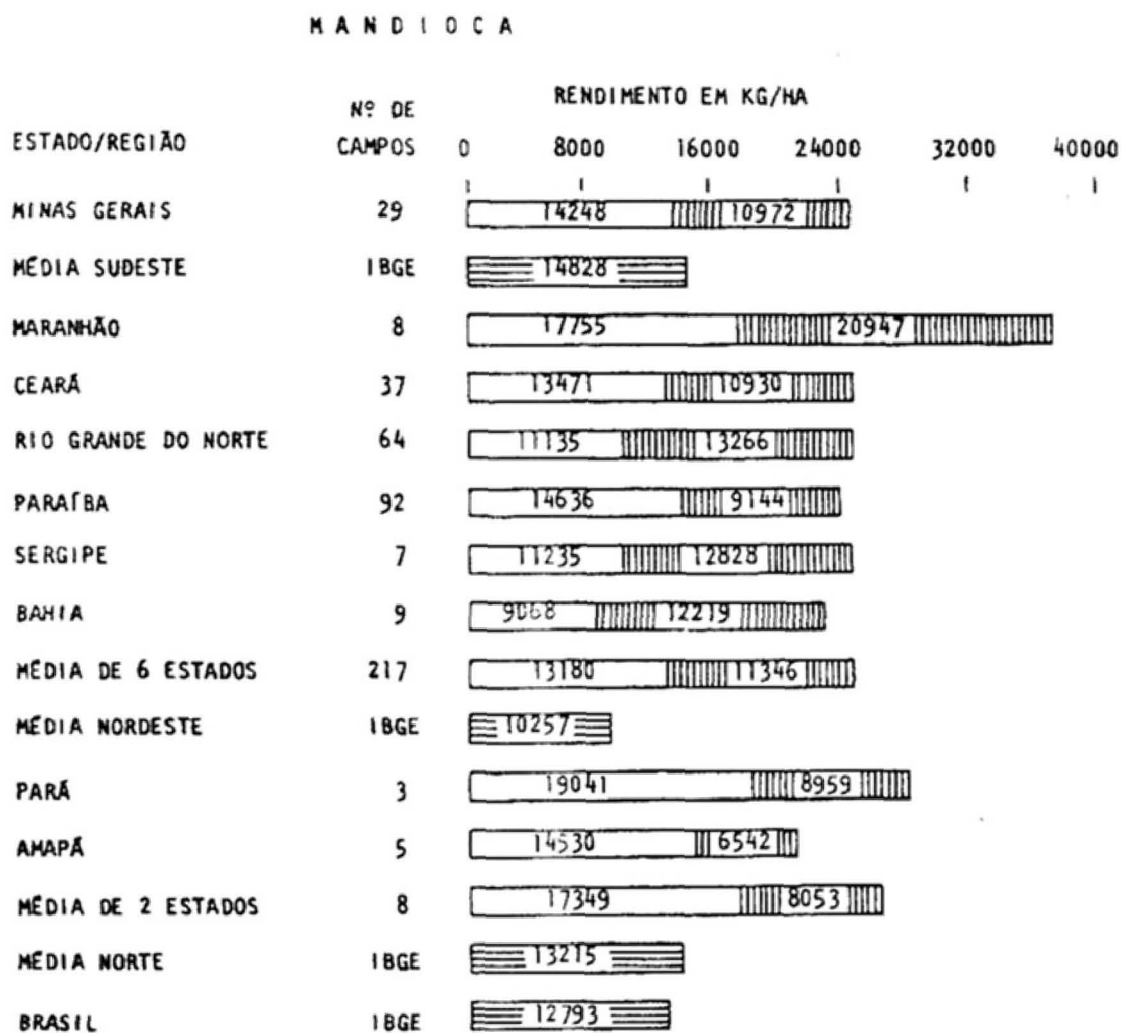
A principal doença da mandioca no Brasil é a Bacteriose (*Xanthomonas manihotis*). Ocorre de maneira generalizada no Centro Sul do País, gerando, muitas vezes, prejuízos relevantes face a não adoção, por parte dos agri-

TABELA 14 - Comparação do sistema manual de colheita com dois sistemas mecânicos

Sistema de colheita	Raízes não colhidas t/ha	Raízes Quebradas %	Raízes Cortadas %	Raízes descascadas %
Manual	1,62	1,9	0,0	0,0
Colhedeira				
Comercial	1,55	17,0	0,5	1,5
Implemento do CIAT	0,23	3,3	0,1	1,1

FONTE: DIAZ - DURAN, 1979

TABELA 15 - Efeitos da adubação da mandioca em diversos Estados



 Rendimento sem Adubo

 Aumento do Rendimento Causado pela Adubação (melhor Tratamento)

 Rendimento Médio fornecido pelo IBGE

FONTE: EMBRATER e FAO. Programa Nacional de Difusão de Adubos e Corretivos - 1969/79.

cultores, de medidas preventivas recomendadas pela pesquisa, capazes de reduzir as perdas a um nível economicamente aceitável. Um dos fatores que tem contribuído para a disseminação da doença e manutenção dos prejuízos por ela gerados a níveis considerados altos, tem sido o uso indiscriminado de material de plantio contaminado.

Outra alternativa promissora para o controle da doença é o uso de cultivares resistentes. A variabilidade genética do germoplasma de mandioca, no que se refere a sua reação ao agente causal, constitui motivo de preocupação de algumas instituições de pesquisa e os resultados já alcançados são bastante animadores. O Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, em trabalhos cooperativos, realizados em Felixlândia - MG, detectaram variedades resistentes ao patógeno. Esse material está sendo avaliado quanto às suas características agrônomicas, para posterior distribuição a agricultores e/ou utilização em outras etapas de pesquisa, visando transferir os fatores de resistência para variedades cultivadas.

Ácaros e mandarová são as pragas que maiores danos causam à cultura. Para ambos os casos, o controle químico tem se mostrado eficiente. Atualmente as instituições de pesquisa estão empenhadas em definir tecnologias para o controle integrado das duas pragas, alternativa que além da vantagem de reduzir a aplicação de defensivos químicos, apresenta-se como bem mais econômica.

4.9. CONSÓRCIO

É bastante comum e bem difundida a prática de consorciação da mandioca com outras culturas. No Nordeste, região responsável por 53% da produção nacional de mandioca, seu cultivo é feito geralmente associado a outras culturas, principalmente devido a predominância das pequenas propriedades que requerem um uso mais intensivo dos recursos escassos, representados pela mão

de obra e capital, além da própria dimensão da propriedade. Aí, os sistemas de consórcio mais comuns utilizam a mandioca, o feijão (*Vigna unguiculata*) e o milho, embora existam ainda associações que envolvem várias outras culturas, como o algodão, o arroz, e o fumo. No Centro Sul do País, milho, feijão, arroz, soja, amendoim e sorgo são culturas normalmente encontradas em consorciação com a mandioca. As Tabelas 16 e 17 contêm resultados de pesquisa de mandioca consorciada com outras culturas.

4.10. ARMAZENAMENTO

A mandioca uma vez colhida deverá ser processada no término de 48 horas ou as perdas por deterioração serão substanciais. O caminho mais direto para o produto é o transporte do campo à unidade de processamento, para beneficiamento dentro das próximas horas. Assim, o abastecimento constante de raízes de boa qualidade para a usina dependerá da coordenação entre as atividades de produtores e processadores. A formação de estoques poderia evitar casos de descontinuidade no abastecimento das usinas, porém as técnicas para armazenamento de raízes frescas de mandioca estão ainda pouco desenvolvidas. O armazenamento a baixa temperatura é possível, porém impraticável dentro do contexto atual. A alternativa mais interessante parece ser a produção de raspas de mandioca secas ao sol. O conteúdo de umidade deverá decrescer até 12%, sendo o limite máximo fixado em 13%. Assim, as raspas podem ser estocadas em sacos ou silos por aproximadamente 3 meses, à temperatura ambiente. Para armazenamento por períodos mais prolongados seria necessária nova secagem, devido que as raspas tendem a absorver umidade atmosférica. A fumigação dos silos é também necessária para controle de pragas de armazém. A secagem quando feita dentro da unidade de produção, além de permitir o armazenamento, reduziria grandemente os custos de transporte, uma vez que as raízes frescas contêm aproximadamente 70% de umidade.

TABELA 16 - Consórcio de mandioca com leguminosas (média de 9 locais, 1973/75)

Culturas	Produtividade		Relativo a mandioca sol teira %
	Cultura in tercalar (kg/ha)	Mandioca (t/ha)	
Mandioca solteira	-	27,64 a	-
Mandioca + <u>Phaseolus</u> <u>aureus</u>	767	26,42 a	95,58
Mandioca + soja	686	26,74 a	96,74
Mandioca + Amendoim	910	24,51 b	88,67

FONTE: SINTHUPRAMA, S., 1978

TABELA 17 - Produção em kg/ha de mandioca em consorciação com feijão, milho, arroz, amendoim, soja e sorgo, em Minas Gerais

Produto	Produção kg/ha	
	Mandioca	Cultura intercalar
Mandioca solteira	18.342	-
Mandioca x milho	17.500	900
Mandioca x feijão	16.980	526
Mandioca x arroz	14.478	-
Mandioca x amendoim	13.914	141
Mandioca x soja	16.800	593
Mandioca x sorgo granífero	13.471	795

FONTE: CORRÊA, H. & ROCHA, B.V. da., 1979

5. SISTEMA DE PRODUÇÃO

Os sistemas de produção vigentes, elaborados em reuniões entre técnicos dos diferentes órgãos de pesquisa e difusão de tecnologia e agricultores da região do Recôncavo da Bahia, são apresentados nas Tabelas 18 e 19. O sistema 1 é para produtores que cultivam além de 05 hectares de mandioca, utilizam insumos, tais como adubos e inseticidas, e tração mecânica ou animal no preparo do solo. O sistema 2 é para agricultores que cultivam menos de 05 hectares, não utilizam adubos ou corretivos e efetuam as operações de preparo do solo e cultivo manualmente.

TABELA 18 - Sistema 1 de produção de mandioca para a Região do Recôncavo da Bahia. Coeficientes técnicos/ha

Especificação	Unidade	Quantidade
1. INSUMOS		
. Maniva-semente	m ³	5
. Uréia	kg	44,5
. Superfosfato simples	kg	300
. Cloreto de potássio	kg	33,3
. Calcário dolomítico	kg	500
. Formicida	kg	3
. Inseticidas	l	1
2. PREPARO DO SOLO		
. Roçagem	D/H	15
. Encoivramento e queima	D/H	2,5
. Destoca	D/H	30
. Aração motomecanizada	h/tr	3
. Gradagem motomecanizada	h/tr	1,5
. Aração a tração animal (opcional)	d/A	2,5
. Gradagem a tração animal (opcional)	d/A	1,5
. Sulcamento motomecanizada	h/tr	1,5
. Sulcamento a tração animal (opcional)	d/A	1,5
. Coveamento em solo arado (opcional)	D/H	5
3. CORREÇÃO E ADUBAÇÃO		
. Aplicação de calcário	D/H	1
. Aplicação de fertilizantes	D/H	4
4. PLANTIO		
. Transporte de manivas	D/H	2
. Seleção e preparo de manivas	D/H	5
. Plantio em sulcos	D/H	3
. Plantio em covas (opcional)	D/H	5
5. TRATOS CULTURAIS E FITOSSANITÁRIOS		
. Capinas motomecanizadas-(2)	h/tr	6
. Capinas de tração animal-(2) (opcional)	d/A	3
. Repasses manuais	D/H	10
. Capinas Manuais - (3)	D/H	39
. Aplicação de formicidas	D/H	3
. Aplicação de inseticidas	D/H	1
6. COLHEITA		
	D/R	20
7. PRODUÇÃO		
	t.	20

TABELA 19 - Sistema 2 de produção de mandioca para a região do Recôncavo da Bahia. Coeficientes técnicos/ha

Especificação	Unidade	Quantidade
1. INSUMOS		
Formicida	kg	03
Maniva-semente	m ³	05
2. PREPARO DO SOLO		
Limpeza da área	D/H	21
Coveamento	D/H	10
3. PLANTIO		
Transporte de manivas	D/H	02
Seleção e preparo de manivas	D/H	05
Plantio em covas	D/H	05
4. TRATOS CULTURAIS E FITOSSANITÁRIOS		
Capinas manuais (5)	D/H	65
Aplicação de formicida	D/H	03
5. COLHEITA	D/H	15
6. PRODUÇÃO	t.	15

REFERÊNCIAS

1. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - 1979. Rio de Janeiro, v. 40, 1979.
2. CONCEIÇÃO, A.J. Inventário de Tecnologia em culturas básicas alimentares Região Nordeste - mandioca. Cruz das Almas, Escola de Agronomia, 1976. 1979. 179p.
3. CORREA, H. & ROCHA, B.V. da. Manejo da cultura da mandioca. Informativo Agropecuário, Belo Horizonte, 5 (59/60): 16-30, 1979.
4. EMBRAPA/CNPMP. Projeto Mandioca, resultados de pesquisa (arquivos).
5. EMBRAPA/CNPMP. Relatório Técnico Anual 1979.
6. MATTOS, P.L.P.de., GOMES, J. da C. & MATTOS, A.P. de. Cultura da Mandioca. Cruz das Almas, IPEAL, 1973. 13p. (IPEAL. Circular, 27).
7. MATTOS, P.L.P. de., SOUZA, L. da S. & CALDAS, R.C. Double row planting systems for cassava in Brazil. In: WEBER, E.J.; TORO, J.C. & GRAHAM, M. CASSAVA CULTURAL PRACTICES WORKSHOP, Salvador, Bahia, 1980. Proceedings... Ottawa, Canada, IDRC, 1980. p.54-8.
8. NORMANHA, E.S. & PEREIRA, S.S. Aspectos agrônômicos da cultura da mandioca (*Manihot utilissima* Pohl). Bragantia, Campinas, 10(7): 197-202, 1950.
9. SINTHUPRAMA, S. Cassava and cassava based intercropping systems in Thailand. In: WEBER, E.J.; NESTEL, B. & CAMPBELL, M. Intercropping with cassava; proceedings of an international workshop, Trivandrum, India, 1978. Ottawa, Canada, IDRC, 1979. p. 57-65.