

EFEITO DA REDUÇÃO DO PREPARO DO SOLO SOBRE O COMPORTAMENTO PRODUTIVO DA MANDIOCA¹

FLÁVIO LUIZ CARPENA CARVALHO², LUCIANO DA SILVA SOUZA,
RANULFO CORRÊA CALDAS e PEDRO LUIZ PIRES DE MATTOS³

RESUMO - Em experimento de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) instalado em Latossolo Amarelo, na cidade de Cruz das Almas (BA), foram comparados tratamentos envolvendo um sistema de preparo reduzido do solo (preparo do solo restrito às linhas de plantio) e o preparo convencional (preparo do solo de toda a área), este consorciado ou não com leguminosa para adubação verde. A mandioca, cultivar BGM-001 (aipim-bravo), plantada no espaçamento de 2,50 m x 0,50 m x 0,50 m, em fileiras duplas, foi colhida aos doze meses após o plantio. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, introduzindo-se, ao final do quinto ciclo, o fator ano como repetição. Os resultados obtidos, após cinco anos de cultivos sucessivos na mesma área, mostraram que não houve diferenças de produção da mandioca entre os tratamentos testados, sendo que o preparo reduzido do solo proporcionou uma redução de 65% a 75% nos custos referentes à aração do solo, em relação ao preparo convencional.

Termos para indexação: *Manihot esculenta*, custo operacional, adubação verde, fileiras duplas.

EFFECT OF TILLAGE REDUCTION ON THE PRODUCTIVE BEHAVIOR OF CASSAVA

ABSTRACT - In a cassava (*Manihot esculenta* Crantz) experiment conducted in a yellow latosol, in Cruz das Almas, BA, Brazil, two tillage systems were compared: reduced tillage (soil preparation only in the planting rows) and conventional tillage (preparation of the whole area) the former being intercropped or not with a legume for green manure. The cassava cultivar BGM 001 ("aipim-bravo") planted in a 2,50 m x 0,50 m x 0,50 m double row spacing was harvested twelve months after planting. The experimental design was a completely randomized, and years were taken as replications. The results after five years of continuous cultivation have shown no difference among the treatments for cassava root production, but the reduced tillage system gave a reduction of 65% to 75% on the costs of soil preparation, when compared to the conventional system.

Index terms: *Manihot esculenta*, operational costs, green manure, double rows.

INTRODUÇÃO

Após o surgimento da crise mundial de energia, foi grande o impulso tomado pela cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), importante fonte alternativa para a produção de álcool anidro. Tornou-se, então, necessário adotar medidas que viessem aumentar a rentabilidade da cultura, tanto pelo aumento da produtividade como através da redução dos custos de produção.

O preparo do solo, quando bem executado, é um dos fatores que podem contribuir para aumentar o rendimento da cultura, pois estando o solo em boas condições físicas, melhor será o desenvolvimento do sistema radicular.

O efeito do preparo do solo sobre suas condições físicas depende do tipo de implemento e da intensidade de uso, sendo de suma importância a manutenção de uma boa relação maquinária/solo (Gavande 1972). Assim, embora seja necessário o preparo do solo, a escolha de um sistema adequado é muito importante, a fim de que os efeitos prejudiciais não sobrepujem os benefícios.

Para muitas culturas, já está comprovada a superioridade do preparo mínimo do solo (aração de toda a área e plantio, ou aração da faixa correspondente à linha de plantio) sobre o preparo convencional (aração, gradagem e nivelamento do terreno) pelas seguintes vantagens: a) manutenção de uma desejável estrutura do solo, não destruída pelo excesso de cultivo; b) menores perdas de solo por erosão e maior disponibilidade de água para as plantas, em decorrência do aumento da infiltração de água no solo, conseqüentemente diminuindo o escoamento superficial;

¹ Aceito para publicação em 5 de maio de 1987.

² Eng. - Agríc., M.Sc., atualmente na EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado (CNPFT), Caixa Postal 403, CEP 96100 Pelotas, RS.

³ Eng. - Agr., M.Sc., CNPMT/EMBRAPA.

c) menores possibilidades de compactação do solo, pela redução do número de operações de cultivo; d) redução do custo operacional (Shanholtz & Lillard 1969, Mannering et al. 1966).

Sidiras et al. (1983), em três anos de plantio de soja no Paraná, obtiveram os rendimentos médios de grãos de 2.593, 2.149 e 1.948 kg/ha, respectivamente, para plantio direto, preparo reduzido (escarificação) e preparo convencional (uma aração e duas gradagens), comprovando a superioridade dos dois primeiros sistemas sobre o último.

No caso específico da mandioca, são poucos os trabalhos experimentais estudando o preparo do solo, principalmente com relação a sistema de cultivo mínimo ou reduzido. Santos (1967), comparando diferentes sistemas de preparo do solo para a mandioca, concluiu que o sistema gradagem-aração-gradagem e plantio em sulcos foi o que proporcionou a melhor percentagem de germinação e maior produção. Em seguida, em ordem decrescente, colocaram-se os sistemas gradagem-aração-plantio, aração-plantio, e gradagem-coveamento.

Na tentativa de racionalizar o sistema de preparo do solo para a mandioca, através da redução dos custos e aumento da produtividade, foi conduzido o presente trabalho, com o objetivo de testar a eficiência do sistema de preparo reduzido do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (CNPMPF), em Cruz das Almas, BA, em um Latossolo Amarelo, franco-argilo-arenoso, de baixa fertilidade (pH em água = 5,0; 9 ppm de P; 65 ppm de K; 1,6 meq/100 g de Ca + Mg, e 0,2 meq/100 g de Al). O clima é tropical úmido, com uma temperatura média anual de 24,4°C, precipitação média anual de 1.196 mm e umidade relativa do ar de 80%.

O experimento foi composto de três tratamentos, sendo cada um representado por uma parcela de 12,00 m x 50,00 m, para facilitar a aplicação dos tratamentos no campo. As médias anuais foram obtidas da coleta de dez amostras de 27,00 m² dentro de cada parcela. No final do quinto ciclo, utilizou-se o fator ano como repetição, e as variáveis foram analisadas seguindo as pressuposições do delineamento experimental inteiramente casualizado.

O espaçamento utilizado foi de 2,50 m x 0,50 m x 0,50 m, em fileiras duplas, e foi feita anualmente uma alternância no local de plantio das linhas, deslocando-se

estas 1,00 m lateralmente a cada ano, de forma a que só voltassem ao local inicial após o terceiro ano; esta é uma das vantagens do sistema de plantio em fileiras duplas, pois permite uma utilização menos intensa do solo, quando se repete o plantio na mesma área.

A cultivar utilizada foi a BGM-001 (aipim-bravo), plantada com manivas-semente de 20 cm de comprimento, em sulco, na posição horizontal a 10 cm de profundidade, sendo colhida aos doze meses após o plantio.

Foi feita a adubação do solo, anualmente, empregando-se 80 kg/ha de P₂O₅ (superfosfato triplo) e 40 kg/ha de K₂O (cloreto de potássio), ambos no sulco de plantio, e 40 kg/ha de N (uréia) aplicado em cobertura entre o 45^o e 60^o dia após o plantio.

Foram comparados tratamentos envolvendo o preparo convencional do solo (aração de toda a área e duas gradagens - Trat. 1), com outro envolvendo a utilização dos espaços livres com leguminosa para adubação verde (Trat. 1 + plantio de leguminosa entre as fileiras duplas - Trat. 2), e um sistema de preparo reduzido do solo para a cultura da mandioca (aração e duas gradagens apenas nas linhas de plantio - Trat. 3). A aração foi feita à profundidade de 15 cm a 20 cm para todos os tratamentos e foi executada no primeiro, quarto e quinto ano de plantio, com um arado de quatro discos de 26"; no segundo e terceiro ano foi utilizado um arado de três discos de 26". A largura de corte do arado foi, no primeiro caso, de, aproximadamente, 100 cm, e no segundo, de 75 cm. Foram feitas duas gradagens, em sentido cruzado.

A leguminosa plantada para a adubação verde foi o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), com um espaçamento de 0,20 m x 0,50 m, cinco fileiras entre cada duas fileiras duplas de mandioca no primeiro e segundo ano e quatro no terceiro ano. No quarto e quinto ano, a leguminosa plantada foi *Vigna sinensis*, com quatro fileiras entre cada duas fileiras duplas de mandioca, no espaçamento de 0,20 m x 0,40 m. Em ambos os casos, a leguminosa foi incorporada ao solo com a utilização de enxada rotativa.

Aos doze meses após o plantio, foi medida a altura de 50 plantas em cada tratamento, após o que, foi feita a colheita e avaliadas as seguintes variáveis: estande final útil, produção de raízes, teor de amido (método da balança hidrostática), produção de amido, produção de parte aérea (plantável, terço superior e total), número de raízes por planta e comprimento da maior raiz (estes dois últimos dados coletados das doze plantas centrais de cada amostra) e, finalmente, facilidade de colheita manual, que é definida pela seguinte expressão:

$$FC = \frac{(PT - PE)}{PT} \times 100, \text{ em que:}$$

FC = facilidade de colheita manual, expressa em percentagem

PT = peso total de raízes

PE = peso de raízes enterradas (que ficaram no solo após puxar-se a maniva-mãe).

Ao final do terceiro ano agrícola, antes da colheita, foram coletadas amostras inalteradas do solo para a determinação da sua porosidade (macro, micro e total) e densidade. Também coletaram-se amostras alteradas para determinação do teor de matéria orgânica, densidade de partículas, distribuição do tamanho de partículas, retenção de água (0,1; 0,33; 1,0; 5,0 e 15,0 atm de sucção mátrica). As amostras foram retiradas em quatro profundidades (0 cm a 10 cm, 10 cm a 20 cm, 20 cm a 30 cm e 30 cm a 40 cm), com três repetições para cada tratamento.

A determinação da porosidade, retenção de água, matéria orgânica, densidade do solo (método do anel volumétrico) e análise granulométrica (método do densímetro) foram realizadas segundo técnicas descritas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979). A densidade de partículas foi determinada segundo Forsythe (1975), através do método em água.

Nessa mesma época, também foi determinada, com três repetições para cada tratamento, a resistência à penetração, através de um penetrômetro conc-índex, com área da base igual a 6,1575 cm², em oito profundidades (0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-25 cm, 25-30 cm, 30-35 cm e 35-40 cm). Estes dados foram acompanhados pela determinação da umidade gravimétrica do solo no momento em que foram feitas as medições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora sem atingir significância estatística, o sistema de preparo reduzido do solo apresentou produção de raízes ligeiramente maior que o dos sistemas convencional e convencional com adubação verde, da ordem de 1,23 t/ha (5,3%) e 2,24 t/ha (10,0%), respectivamente (Tabela 1). Estas diferenças, no entanto, deveram-se aos resultados do primeiro ano agrícola (1978/79), em que a produção foi bem maior no tratamento de preparo reduzido do que nos outros dois, sendo que nos outros anos a produção de raízes foi praticamente igual para todos os tratamentos (Tabe-

la 1). Resultado diferente foi obtido por Santos (1967), que observou um decréscimo na produção da mandioca à medida que se reduziu o preparo do solo.

Para o comprimento da maior raiz, o tratamento de preparo reduzido apresentou redução de 1,41 cm (3,2%) em relação ao preparo convencional com adubação verde, e de 3,77 cm (8,1%) em relação ao tratamento de preparo convencional (Tabela 1), sem contudo afetar a produção de raízes. Os dados de comprimento da maior raiz, quando comparados ano a ano, mostraram que, no primeiro ano, quando a produção de raízes foi superior para o tratamento de preparo reduzido, praticamente não ocorreram diferenças entre os tratamentos com relação ao comprimento das raízes (Tabela 1).

O número de raízes por planta não foi afetado em função dos tratamentos, não tendo ocorrido, também, variações de um ano para outro (Tabela 2).

Para a facilidade de colheita manual, o tratamento de preparo reduzido apresentou valores mais baixos, embora sem atingir significância estatística, comparando-se com os tratamentos de preparo convencional, consorciado ou não com leguminosa para adubação verde. As médias de cada ano, no entanto, mostraram que há um decréscimo constante nos valores obtidos, para todos os tratamentos (Tabela 2). Isto poderia significar que ocorreu compactação do solo devida ao plantio sucessivo de mandioca na mesma área.

O tratamento de preparo reduzido apresentou produção de parte aérea total superior em 1,53 t/ha (18,8%) com relação à do preparo convencional,

TABELA 1. Efeito de sistemas de preparo do solo sobre a produção e comprimento de raízes de mandioca, Cruz das Almas, Bahia, 1978-1983.

Tratamentos	Produção de raízes (t/ha)					Média	Comprimento da maior raiz (cm)					Média ¹
	1978-79	1979-80	1980-81	1981-82	1982-83		1978-79	1979-80	1980-81	1981-82	1982-83	
Aração anual de toda a área	25,83	22,51	26,17	20,33	22,20	23,41	40,11	42,09	53,64	49,12	46,96	46,38a
Aração anual de toda a área + leguminosa para adubação verde	27,93	22,00	22,64	18,98	20,45	22,40	40,51	41,05	49,96	46,42	42,18	44,02ab
Aração apenas nas fileiras duplas	32,03	20,94	25,04	21,00	24,19	24,64	40,05	39,45	46,14	42,09	45,32	42,61b
Média	28,63	21,82	24,62	20,10	22,28	23,84	40,22	40,86	49,91	45,88	44,82	44,34
CV (%)						11,3						8,9
DMS (5%)						n.s.						3,64

n.s. - não significativo.

¹ Médias seguidas de uma mesma letra, em cada coluna, não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Tukey.

e aumento de 1,87 t/ha (23,9%) em relação ao preparo convencional com adubação verde (Tabela 3). Ainda na Tabela 3, pode observar-se que a produção de parte aérea total, exceto do primeiro para o segundo ano, foi sofrendo constante redução, em função, provavelmente, dos cultivos sucessivos na mesma área.

Os dados de altura das plantas aos doze meses, embora sem atingir significância estatística, mostraram que o sistema de preparo reduzido apresentou valores superiores aos dos tratamentos de preparo convencional, com ou sem adubação verde, da ordem de 0,10 m e 0,11 m, respectivamente (Tabela 3). Examinando-se os valores para cada ano, na Tabela 3, observa-se que a altura das plantas aos doze meses apresentou comportamento semelhante ao da produção de raízes (Tabela 1), em que o primeiro ano agrícola foi o responsável pelo fato de ser a média do tratamento de preparo reduzido, ao final de cinco anos superior à dos demais.

Os resultados obtidos com o sistema de preparo do solo reduzido, quando comparados com os do

preparo convencional com ou sem leguminosa consorciada, com relação à produção da mandioca, mostraram tendência de superioridade do primeiro em relação aos dois últimos, o que poderia ser atribuído ao maior teor de matéria orgânica no solo para o tratamento de preparo reduzido sobre os outros dois (Tabela 4) e ao fato de que a aração apenas da fileira dupla deixa um sulco aberto em um dos lados, para o qual converge a água das chuvas que caem na superfície do solo, proporcionando maior concentração da umidade nas linhas de plantio e, conseqüentemente, seu melhor aproveitamento pelas plantas.

Os valores inferiores da facilidade de colheita manual obtidos para o tratamento de preparo reduzido, comparados aos de preparo convencional, podem estar relacionados à densidade do solo até a profundidade de 10 cm da superfície, que foi mais elevada no preparo reduzido do que nos outros dois tratamentos (Tabela 4). O comportamento semelhante que foi observado para o comprimento da maior raiz poderia estar associado à resistência à penetração na profundidade de 5 cm a 10 cm, que apresentou valores superiores para o

TABELA 2. Efeito de sistemas de preparo do solo para a mandioca sobre o número de raízes por planta e a facilidade de colheita manual. Cruz das Almas, Bahia, 1978-1983.

Tratamentos	Número de raízes por planta ¹					Facilidade de colheita manual ²						
	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	Média	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	Média
Aração anual de toda a área	2,54	2,09	2,25	2,27	2,00	2,23 (4,97)	76,64	68,67	63,58	46,51	42,31	59,54 (74,30%)
Aração anual de toda a área + leguminosa para adubação verde	2,66	2,23	2,23	2,23	2,09	2,29 (5,24)	78,07	67,48	64,54	43,03	47,65	60,16 (75,24%)
Aração apenas nas fileiras duplas	2,75	2,26	2,11	2,25	1,92	(2,26) (5,11)	77,75	62,87	58,63	44,54	44,43	57,64 (71,35%)
Média	2,65	2,19	2,20	2,25	2,00	2,26	77,49	66,34	62,25	44,70	44,79	59,11
CV (%)						7,5						7,3
DMS (5%)						n.s.						n.s.

¹ Dados transformados em \sqrt{x}

² Dados transformados em $\arcsen \sqrt{\frac{x}{100}}$

n.s. - não-significativo

() - Dados não transformados

TABELA 3. Efeito de sistemas de preparo do solo sobre a produção de parte aérea total e a altura das plantas de mandioca aos 12 meses após o plantio. Cruz das Almas, Bahia, 1978-1983.

Tratamentos	Produção da parte aérea total (t/ha)					Altura de planta aos 12 meses (m)						
	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	Média ¹	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	Média
Aração anual de toda a área	8,35	10,44	8,47	7,47	6,00	8,15ab	1,70	1,57	1,68	1,12	1,40	1,51
Aração anual de toda a área + leguminosa para adubação verde	8,45	9,84	9,62	5,87	5,25	7,81b	1,68	1,56	1,73	1,18	1,45	1,52
Aração apenas nas fileiras duplas	12,58	10,42	9,54	8,47	7,38	9,68a	2,02	1,66	1,73	1,26	1,53	1,62
Média	9,79	10,24	9,21	7,27	6,21	8,54	1,78	1,56	1,71	1,21	1,46	1,55
CV (%)						20,8						12,3
DMS (5%)						1,87						n.s.

n.s. - não-significativo

¹ Médias seguidas de uma mesma letra, em cada coluna, não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Tukey.

preparo reduzido com relação ao convencional e ao convencional com adubação verde (Tabela 4); esta é exatamente a profundidade de plantio da maniva-semente e, portanto, do desenvolvimento inicial das raízes tuberosas.

Deve levar-se em conta, também, que os sistemas de preparo reduzido do solo são considerados como práticas conservacionistas, pois reduzindo-se a intensidade de movimentação do solo evita-se que sua degradação física seja mais acelerada.

A uma velocidade de 4,0 km/h, o tempo gasto para fazer a aração, por hectare, foi de 1,19 horas, tanto com o arado de três como com o de quatro discos, para o tratamento de preparo reduzido do solo. Para os tratamentos de preparo convencional, os tempos gastos para essa operação foram de 4,76 horas/ha com o arado de três discos, e de 3,57 horas/ha com o arado de quatro discos. A redução do tempo e, conseqüentemente, dos custos com a aração do solo no sistema de preparo reduzido, com relação ao convencional, foi de 75,0% e 66,7%, respectivamente, para a utilização do arado de três ou quatro discos.

Para a gradagem, realizada a uma velocidade de 6,6 km/h, o tempo necessário foi de 0,94 h/ha para os tratamentos de preparo convencional e de 0,72 h/ha para o tratamento de preparo reduzido, o que significa uma redução de 23,4% no tempo e, conseqüentemente, no custo desta operação.

CONCLUSÕES

1. O sistema de preparo reduzido do solo para a mandioca, em condições de clima e solo semelhantes às do local onde foi conduzido o experimento, pode constituir boa forma de conservar o solo e reduzir os custos de produção, uma vez que não houve redução da produção em relação aos sistemas de preparo convencional e convencional com adubação verde.

2. A adubação verde, da forma como foi realizada, não justifica a sua utilização, pois não proporcionou acréscimo de produção para compensar o aumento do custo que acarreta.

REFERÊNCIAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979.
- FORSYTHE, W. Manual de laboratorio de física de suelos. San José, IICA, 1975. 212p.
- GAVANDE, S.A. Física de suelos; principios e aplicaciones. México, Limusa Wiley, 1972. 351p.
- MANNERING, J.V.; MEYER, L.D.; JOHNSON, C.B. Infiltration and erosion as affected by minimum tillage for corn (*Zea mays* L.). Soil Sci. Soc. Am. Proc., 30(1):101-5, 1966.
- SANTOS, R.B. Yield of cassava under different methods of land preparation. Agric. Ind. Life, 29(7):22-6, 1967.

TABELA 4. Matéria orgânica, densidade do solo e resistência à penetração sob diferentes sistemas de preparo do solo para mandioca. Cruz das Almas, Bahia, 1978/1983.

Tratamentos	Profundidade (cm)	Matéria orgânica (%)	Densidade solo (g cm ⁻³)	Profundidade (cm)	Resistência à penetração (kg cm ⁻²)	Umidade gravimétrica ¹ (%)
Aração anual de toda a área	0 - 10	1,65	1,53	0 - 5	1,70	10,8
	10 - 20	1,49	1,65	5 - 10	2,88	12,4
	20 - 30	1,46	1,63	10 - 15	5,35	13,0
	30 - 40	1,24	1,60	15 - 20	7,15	13,9
				20 - 25	7,10	13,9
				25 - 30	7,29	15,4
				30 - 35	7,24	14,6
				35 - 40	6,76	14,7
Aração anual de toda a área + leguminosa para adubação verde	0 - 10	1,62	1,58	0 - 5	1,39	11,8
	10 - 20	1,69	1,67	5 - 10	2,75	12,2
	20 - 30	1,43	1,62	10 - 15	5,77	12,5
	30 - 40	1,16	1,56	15 - 20	5,68	13,8
				20 - 25	7,56	13,4
				25 - 30	7,61	14,0
				30 - 35	6,88	15,9
				35 - 40	6,94	15,4
Aração apenas nas fileiras duplas	0 - 10	1,83	1,63	0 - 5	1,10	15,3
	10 - 20	1,66	1,65	5 - 10	4,72	11,8
	20 - 30	1,43	1,66	10 - 15	6,41	12,9
	30 - 40	1,20	1,66	15 - 20	6,15	12,9
				20 - 25	5,73	13,1
				25 - 30	5,46	13,0
				30 - 35	5,80	14,1
				35 - 40	6,46	13,8

¹ No momento da determinação da resistência à penetração.

- SHANHOLTZ, V.O. & LILLARD, J.H. Tillage effects on water use efficiency. *J. Soil Water Conserv.*, 24(5):186-9, 1969.
- SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da soja, em Latossolo Roxo distrófico (Oxisol). *R. bras. Ci. Solo*, 7(1):103-6, 1983.