

**ANÁLISE ECONÔMICA DE SISTEMAS DE  
PLANTIO E COLHEITA DA MANDIOCA**

**FÁBIO MARTINS DE CARVALHO**

**2009**

**FÁBIO MARTINS DE CARVALHO**

**ANÁLISE ECONÔMICA DE SISTEMAS DE PLANTIO E COLHEITA  
DA MANDIOCA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador  
Prof. Dr. Luiz Antonio de Bastos Andrade

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Carvalho, Fábio Martins de.

Análise econômica de sistemas de plantio e colheita da  
mandioca / Fábio Martins de Carvalho. – Lavras : UFLA, 2009.  
67 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.  
Orientador: Luiz Antonio de Bastos Andrade.  
Bibliografia.

1. *Manihot esculenta*. 2. Cultivo. 3. Canteiro. 4. Fileira dupla. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.682

**FÁBIO MARTINS DE CARVALHO**

**ANÁLISE ECONÔMICA DE SISTEMAS DE PLANTIO E COLHEITA  
DA MANDIOCA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 14 de dezembro de 2009.

Prof. Dr. Carlos Alberto de Bastos Andrade	UEM
Prof. Dr. Jackson Antônio Barbosa	UFLA
Prof. Dr. Wilson Magela Gonçalves	UFLA
Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel	UFLA

Prof. Dr. Luiz Antonio de Bastos Andrade  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

***DEDICO***

*A Jesus Cristo, pelo sangue derramado.*

*À minha esposa, Paula Carvalho, pelo amor incondicional e maravilhoso.*

*Aos meus pais, Joaquim Martins de Carvalho e Eldiná Maria de Carvalho,*

*pelos ensinamentos, pelo bem querer, pela audácia.*

*Às minhas irmãs, Joandina, Joelízia e Joelma, pelo apoio fundamental em*

*momentos decisivos da minha vida acadêmica.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo infinito amor.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Luiz Antonio de Bastos Andrade, pela orientação e pela convivência harmoniosa.

Ao Senhor Ângelo Consoni e família, pela disponibilização da área para realização do experimento e pelo incondicional apoio prestado, em especial, a Rodrigo Consoni, pelo acompanhamento cuidadoso dispensado ao experimento.

À minha esposa, Paula Carvalho, pelo apoio e companheirismo.

Aos colegas Vanderley, Luiz e Márcia, pelo apoio fundamental durante a colheita.

Ao professor Anselmo Viana, pelas valiosas dicas.

Aos amigos Vanderley Borges, Maria do Céu, Ivan Allaman, Éberson Silva, Oscar Hafle e a todos os frequentadores da “casa do Vandeco”, pela convivência harmoniosa e agradável.

A Marli, pela disponibilidade.

A Alexandre e Denise, fundamentais nos tempos de Lavras, pela amizade maravilhosa.

Ao tio Edvaldo, à tia Lia e aos primos Douglas, Washington e Paloma, família maravilhosa, pela hospedagem nos tempos da colheita do experimento e pelo imenso carinho.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste curso.

## BIOGRAFIA

FÁBIO MARTINS DE CARVALHO, filho de Joaquim Martins de Carvalho e de Eldiná Maria de Carvalho, nasceu no povoado de Alegre, município de Condeúba, Estado da Bahia, em 24 de setembro de 1977.

Aos três anos de idade, se mudou com a família para a cidade de Mortugaba, próxima ao povoado supracitado, onde concluiu o ensino fundamental no Colégio Cenecista de Mortugaba, em 1991.

Em 1995, concluiu o curso Técnico em Agropecuária pela então Escola Agrotécnica Federal de Salinas – MG, atual *Campus* Salinas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais.

Em 1998, ingressou no curso de Engenharia Agrônoma, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, onde obteve o título de Engenheiro Agrônomo em 2003. No ano seguinte, nessa mesma instituição, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia/Fitotecnia, obtendo o título de Mestre em 2006.

Logo em seguida, iniciou o curso de Doutorado em Fitotecnia, pela Universidade Federal de Lavras, defendendo tese no dia 14 de dezembro de 2009.

Em julho de 2009, ingressou na Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – Codevasf, em Brasília, onde atua como Analista em Desenvolvimento Regional.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E QUADROS .....	i
LISTA DE TABELAS .....	ii
RESUMO .....	iv
ABSTRACT .....	v
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1 A mandioca no cenário agrícola atual.....	3
2.2 Uso de fileira dupla no cultivo da mandioca .....	6
2.3 Uso de canteiros no cultivo da mandioca .....	7
2.4 Mecanização e colheita.....	8
2.5 Análise econômica.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	17
3.1 Caracterização da área experimental .....	187
3.2 Cultivar .....	18
3.3 Delineamento experimental e tratamentos.....	18
3.4 Instalação e condução do experimento .....	19
3.5 Variáveis estudadas.....	22
3.6 Análises estatísticas .....	24
3.7 Análise econômica.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1 Estande inicial e final.....	27
4.2 Altura média de planta e diâmetro do caule.....	27
4.3 Produtividades de raízes tuberosas, de parte aérea e índice de colheita .....	29
4.4 Número de raízes tuberosas por planta .....	32
4.5 Porcentagem de amido em raízes tuberosas.....	34
4.6 Capacidade de campo operacional dos equipamentos e perdas .....	35

4.7 Aspectos Econômicos .....	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	477
6 CONCLUSÕES .....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
APÊNDICE.....	59

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

FIGURA 1 Fresadora encanteiradora utilizada no levantamento de canteiros ..	20
FIGURA 2 Modelo do afofador de solo utilizado na colheita .....	21
FIGURA 3 Arrancadora utilizada na colheita. ....	22
FIGURA 4 Estimativa da porcentagem do custo de arrendamento, insumos e outros custos (transporte externo, administração, assistência técnica, juros e seguridade social) em relação ao custo total. ....	40
FIGURA 5 Estimativa da porcentagem das operações mecânicas e manuais em relação ao custo total. ....	41
FIGURA 6 Estimativa da porcentagem da operação de colheita em relação ao custo total. ....	42
QUADRO 1 Detalhamento dos componentes do custo de produção alteráveis em função dos tratamentos.....	39

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Análise química do solo da área experimental com amostra coletada na profundidade de 0-20 cm.....	17
TABELA 2 Quadro da análise de variância utilizada no experimento.....	18
TABELA 3 Resumo da análise de variância para altura de plantas na colheita em função dos fatores estudados.....	27
TABELA 4 Altura média (cm) de plantas de mandioca na colheita em função dos tratamentos. ....	28
TABELA 5 Resumo da análise de variância para produtividade de raízes tuberosas (PROD), produtividade de parte aérea (PPA) e índice de colheita (IC) em função dos fatores estudados. ....	29
TABELA 6 Médias de produtividade de raízes tuberosas de mandioca ( $t\ ha^{-1}$ ) obtidas em função da confecção ou não de canteiros. ....	30
TABELA 7 Médias, em $t\ ha^{-1}$ , de produtividade de parte aérea (PPA) em função dos tratamentos.....	32
TABELA 8 Resumo da análise de variância para número de raízes tuberosas em função dos fatores estudados.....	33
TABELA 9 Número médio de raízes tuberosas por planta em função dos fatores estudados.....	33
TABELA 10 Resumo da análise de variância para porcentagem de amido em raízes tuberosas feita em laboratório (ALAB) e com uso da balança hidrostática (ABH) em função dos fatores estudados.....	34
TABELA 11 Médias da porcentagem (%) de amido em raízes tuberosas determinada em laboratório (ALAB) e com uso da balança hidrostática (ABH) em função dos fatores estudados.....	34
TABELA 12 Resumo da análise de variância dos dados referentes à capacidade de campo operacional dos equipamentos (CCOP) e perdas.....	35

TABELA 13 Médias da capacidade de campo operacional dos equipamentos (ha h <sup>-1</sup> ) em função dos fatores estudados.....	36
TABELA 14 Perdas (%) na colheita em função dos fatores estudados.....	37
TABELA 15 Perdas (%) ocorridas na colheita em função dos fatores estudados.....	38
TABELA 16 Indicadores econômicos dos sistemas de produção de mandioca praticados nos tratamentos.....	44
TABELA 17 Valores da relação benefício/custo (B/C) e do ponto de equilíbrio encontrados na literatura e nos tratamentos. ....	46

## RESUMO

CARVALHO, Fábio Martins de. **Análise econômica de sistemas de plantio e colheita da mandioca**. 2009. 67 p. Doutorado (Tese em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.\*

A avaliação de novos sistemas de cultivo, sobretudo os que reduzem custo de produção e impactos ambientais, é essencial para o agronegócio. Com o objetivo de avaliar os efeitos do uso de fileiras duplas e plantio em canteiros na produtividade de raízes tuberosas de mandioca, sob dois sistemas semimecanizados de colheita, com uso de afofador ou de arrancadora, bem como o resultado econômico da combinação desses sistemas, foi conduzido um experimento no município de Aguai – SP. O levantamento de canteiros e o plantio foram realizados mecanicamente. Utilizou-se a cultivar IAC 13 e espaçamentos de 0,9 x 0,6 m (fileira simples) e 1,60 x 0,60 x 0,60 m (fileira dupla). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, no esquema de parcelas subsubdivididas, com oito tratamentos e três repetições. As parcelas constaram de dois tipos de fileira (simples ou duplas); as subparcelas da presença ou ausência de canteiro e as subsubparcelas compuseram-se da colheita com afofador ou arrancadora. Foram avaliados o estande inicial e o final, altura de planta, diâmetro do caule, produtividade de raízes e da parte aérea, índice de colheita, número de raízes tuberosas por planta, porcentagem de amido em raízes tuberosas, capacidade de campo operacional dos equipamentos de colheita e perdas. Na análise econômica dos sistemas de produção de cada tratamento, os indicadores econômicos considerados foram: receita bruta, margem bruta, relação benefício/custo, ponto de equilíbrio e custo unitário. O uso de canteiro promoveu maior altura e número de raízes tuberosas por planta, além de menor percentual de perdas na colheita. O diâmetro de caule e a porcentagem de amido em raízes não foram influenciados pelos tratamentos aplicados. A capacidade de campo operacional do afofador foi superior nos dois tipos de fileira utilizados, no entanto, as perdas na colheita foram maiores, além da demanda complementar de mão-de-obra. A produtividade de raízes tuberosas foi 34,4% maior no sistema de cultivo com canteiro, mas não foi influenciada pelo tipo de fileira. O uso conjunto de fileira dupla, canteiro e colheita com arrancadora promoveu a melhor relação benefício/custo, sendo considerado o sistema de cultivo mais rentável.

**Palavras-chave:** *Manihot esculenta* Crantz, fileira dupla, canteiro

---

\* Orientador: Luiz Antonio de Bastos Andrade – UFLA

## ABSTRACT

CARVALHO, Fábio Martins de. **Economic analysis of cassava cropping and harvesting systems**. 2009. 67 p. Thesis (Doctorate in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.\*

The evaluation of new cultivation systems, above all those that reduce production costs and environmental impacts, are essential for agribusiness. With the objective of evaluating the effects of the use of double rows and planting in beds on the productivity of tuberous cassava roots, under two semimechanized harvest systems, using a soil disaggregator or up root tool, as well as the economic result of the combination of those systems, an experiment was conducted in the municipal district of Aguai-SP. The raising of the beds and the planting were mechanically conducted. The cultivar IAC 13 was used at spacings of 0.9 x 0.6 m (simple row) and 1.60 x 0.60 x 0.60 m (double row). The experimental design was randomized block, in split-split plot outline, with eight treatments and three repetitions. The parcels consisted of two types of rows (simple or double); the sub-plots of the bed presence or absence and the split-split plots were composed of the harvest with soil disaggregator or cassava up root tool. The initial and final stands, plant height, stem diameter, root and aerial part productivity, harvest index, number of tuberous roots per plant, tuberous root starch percentage, operational field capacity of the harvesting equipment and losses were appraised. In the economical analysis of the production systems of each treatment, the economic indicators considered were gross yield, gross margin, cost/benefit ratio, breakeven point and unit cost. The bed use promoted a height increase and an increase in the number of tuberous roots per plant, besides a lower harvest loss percentage. The stem diameter and the percentage of starch in roots were not influenced by the applied treatments. The operational field capacity of the soil disaggregator was superior in the two row types used, however, the harvest losses were higher, besides the complementary labor demand. The productivity of the tuberous roots was 34.4% higher in the cultivation system with beds, but it was not influenced by the row type. The joint use of double rows, beds and harvesting with the uprooter promoted the best cost/benefit ratio, it being considered the more profitable cultivation system.

**Key words:** *Manihot esculenta* Crantz, double row, bed

---

\* Guidance Committee: Luiz Antonio de Bastos Andrade – UFLA (Adviser)

## 1 INTRODUÇÃO

Originada da América do Sul (Allem, 2002), a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta heliófita, perene, arbustiva, pertencente à família das euforbiáceas. Apresenta tolerância à seca e possui ampla adaptação às mais variadas condições edafoclimáticas. A parte mais importante da planta é a raiz tuberosa, rica em amido, utilizada para diversos fins (Lorenzi et al., 2002).

O cultivo da mandioca é uma atividade de grande importância socioeconômica no Brasil e no mundo, principalmente em regiões tropicais, onde é uma das principais fontes de carboidratos para milhões de pessoas, especialmente em famílias de baixa renda. No Brasil, seu cultivo é realizado em todos os estados da federação (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2009).

Entretanto, a importância socioeconômica da cultura transcende a questão alimentar, encontrando novas e promissoras formas de utilização industrial em função da versatilidade de seus produtos e derivados. Tais processos de industrialização exigem dos produtores a adoção imediata de novos sistemas de produção, com manejo adequado dos solos e plantio mecanizado, espaçamentos dimensionados de forma a facilitar as operações de colheita, variedades adaptadas e produtivas, agilização do tempo e otimização dos custos da colheita (Scalon Filho et al., 2005).

A colheita é predominantemente manual e, em alguns poucos casos, com o auxílio de implementos como afoadores e arrancadores. Em 2004, segundo relato de Takahashi & Gonçalo (2005), no estado do Paraná, surgiu uma colhedora adaptada a partir da utilizada em batata. Nesta etapa da produção ocorre maior demanda de mão-de-obra, o que eleva os custos de produção, aumentando a possibilidade de insucesso do empreendimento. Na cultura da mandioca, o custo com colheita representa de 15% a 30% do custo de produção

total (Richetti, 2008a; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2003), enquanto nas culturas de milho e soja esse percentual varia de 3% a 6% (Richetti, 2008b; Castro et al., 2006).

Diante dos elevados custos de produção espera-se que a pesquisa busque alternativas para aumentar a competitividade da cultura frente a cenários cada vez mais exigentes em eficiência do processo produtivo. Assim, a avaliação de alternativas que diminuam os custos de produção, inclusive os de colheita torna-se imprescindível.

Nesse contexto, o sistema de plantio em fileiras duplas tem papel de destaque dentre as diversas inovações possíveis no sistema de produção de mandioca. Devido ao chamado “efeito de borda”, a aproximação de duas fileiras simples aumenta o espaço livre entre as fileiras duplas sem redução de produtividade (Cavalcante, 2005) e com vantagens adicionais, como por exemplo, facilidade de mecanização.

Outra possível inovação é o plantio em canteiros. Embora não haja relatos na literatura sobre essa prática de cultivo, ela facilita bastante a colheita, uma vez que as raízes se desenvolvem mais superficialmente. Essa facilitação da colheita é descrita por alguns autores no sistema de cultivo em camalhão, semelhante a canteiros, utilizado principalmente em regiões com solos de difícil drenagem.

Na literatura não há relatos de estudo conjunto desses fatores no desenvolvimento e produtividade de plantas de mandioca, muito menos os associando a métodos de colheita.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do uso de fileiras duplas e plantio em canteiros na produtividade de raízes tuberosas de mandioca, sob dois sistemas semimecanizados de colheita, com uso de afoador ou arrancadora, bem como o resultado econômico da combinação desses sistemas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A mandioca no cenário agrícola atual

A mandioca é uma das culturas mais exploradas na agricultura mundial, sendo sua utilização como tuberosa superada apenas pela batata inglesa (Souza & Otsubo, 2002). A produção mundial de mandioca em 2007 foi estimada em 228 milhões de toneladas de raízes tuberosas (Food and Agriculture Organization - FAO, 2009) e a produção brasileira neste mesmo ano foi de 26,54 milhões, cerca de 12% da produção mundial. Os principais estados produtores foram Pará, Bahia e Paraná com, respectivamente, 5,2; 4,5 e 3,4 milhões de toneladas (IBGE, 2009).

Mesmo diante de participação expressiva no cenário agrícola mundial, Cardoso Júnior et al. (2005) destacam que as pesquisas realizadas ainda não foram suficientes para aumentar significativamente a sua produtividade. Enquanto para as culturas de arroz, trigo e milho houve incremento médio de produtividade mundial de 60% nos últimos 30 anos, a produtividade da mandioca, no mesmo período, aumentou apenas 9%. No Brasil, segundo o IBGE (2009), sua produtividade em 2008 foi de 14,1 t ha<sup>-1</sup>, muito aquém do potencial da cultura, já mencionado por Cock (1990), em torno de 60 t ha<sup>-1</sup>.

Apesar da baixa produtividade, o sistema de produção de mandioca tem se mostrado viável economicamente em diferentes regiões do Brasil (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA, 2004; Cardoso et al., 2005; Alves et al., 2009), satisfazendo assim ao tripé da sustentabilidade da moderna agricultura, que envolve, além da econômica, a sustentabilidade social e ambiental.

Do ponto de vista social, a importância do cultivo dessa tuberosa ultrapassa fronteiras. Segundo El-Sharkawy (2004), a mandioca, ao lado do milho, cana-de-açúcar e arroz constituem as principais fontes de energia

(carboidratos) na dieta das populações da maioria dos países tropicais. Segundo Silva & Ferreira Filho (2007), é considerada como recurso de grande valor alimentar por apresentar características agronômicas específicas que permitem sua exploração não somente em condições de alta tecnologia como também com deficiência de insumos, e também apresentar ampla versatilidade quanto às possibilidades de uso. A capacidade de usar água eficientemente permite sua exploração em regiões de estações secas prolongadas nas quais a cultura ocupa papel predominante nos sistemas de produção agrícola (Silva et al., 2009). Essa capacidade também se relaciona com a sustentabilidade ambiental da cultura, uma vez que são raras as citações do uso de irrigação em seu cultivo. Tal prática, sempre que possível, tende a ser evitada diante da escassez de água em diversas regiões do planeta.

Ainda do ponto de vista ambiental, as condições de exploração com baixo uso de insumos, referidas por Silva & Ferreira Filho (2007), além de serem rotineiras em pequenas propriedades, também caracterizam a exploração em médias e grandes, mesmo aquelas em que utilizam mais intensamente os insumos agrícolas ditos modernos, embora comumente causem danos ao meio ambiente, especialmente se utilizados inadequadamente. Mesmo nessas médias e grandes propriedades, embora Takahashi (2002) cite o uso crescente de herbicidas entre os principais responsáveis pela significativa evolução tecnológica das lavouras de mandioca nos últimos dez anos, são maioria os cultivos em que, por exemplo, não se faz necessário, em nenhuma etapa do cultivo, uso de produtos químicos no controle de pragas e doenças. Tal fato, além de ambientalmente, também é economicamente desejável nos sistemas de produção agrícola em função do alto custo de aquisição desses insumos.

Quanto às perspectivas econômicas do setor mandioqueiro, segundo Furlaneto et al. (2007), para os próximos anos, com o crescimento da demanda de etanol, espera-se aumento no preço do milho, pressionado pelo aquecimento

da demanda para a exportação, favorecendo assim os atuais mercados de produtos de mandioca, tanto de amido quanto de farinha de mesa e, talvez, para o álcool de mandioca, à medida que este poderá substituir o álcool de milho no segmento de bebidas e cosméticos, face à provável mudança dos preços relativos.

CEPEA (2002) cita que a redução do consumo per capita de farinha não atrapalha o desenvolvimento do setor mandioqueiro no Brasil devido a duas tendências: a crescente diferenciação de produtos, com o surgimento de farinhas especiais como as temperadas, por exemplo; e as ótimas perspectivas para a utilização da fécula como matéria-prima para diversos setores industriais. A segunda tendência tem chamado a atenção do mercado, principalmente pela possibilidade de substituição do amido de milho e outros cereais pelo amido da mandioca. São diversos os setores que utilizam a fécula, a qual apresenta três formas básicas, que serão mencionadas a seguir com seus respectivos subprodutos: fécula fermentada (polvilho), fécula in natura (papéis, “baby-food”, álcool, fermento químico, goma para tecidos, tapioca/sagu); e fécula modificada (dextrina, pré-gelatinados, glucose, adoçante sorbitol, vitamina C e plásticos biodegradáveis).

Destaca-se também a importância da mandioca sob o ponto de vista da segurança alimentar, considerando a distribuição geográfica da cultura e a amplitude populacional que se beneficia de suas calorias, além dos baixos riscos de insucesso inerentes ao seu cultivo.

Nesse contexto, é oportuno fazer referência às perspectivas do cultivo de mandioca em cenários agrícolas futuros, considerando possíveis alterações climáticas provocadas pelo aquecimento global. Em trabalho realizado por pesquisadores da Embrapa e Unicamp, intitulado “Aquecimento global e a nova geografia agrícola no Brasil” (Pinto et al., 2008), as simulações do impacto da mudança do clima na agricultura preveem aumento da área plantada com

mandioca e cana-de-açúcar. Na hipótese de uma elevação generalizada de preços das fontes calóricas e protéicas para alimentação animal, a mandioca aparece como um substituto importante.

## **2.2 Uso de fileira dupla no cultivo da mandioca**

O espaçamento no cultivo da mandioca é variável e, segundo a EMBRAPA (2003), depende da fertilidade do solo, do porte da variedade, do objetivo da produção (raízes ou ramas), dos tratamentos culturais e do tipo de colheita (manual ou mecanizada). De maneira geral, para produção de raízes recomendam-se os espaçamentos de 1,00 x 0,50 m e 1,00 x 0,60 m, em fileiras simples, e 2,00 x 0,60 x 0,60 m, em fileiras duplas. Em solos mais férteis deve-se aumentar a distância entre fileiras simples para 1,20 m. No entanto, em algumas localidades do interior do estado de São Paulo, é comum o uso de 0,90 m entre fileiras.

O plantio em fileiras simples é mais comum em todo país, no entanto, o surgimento do plantio em fileiras duplas possibilitou, além da manutenção da produtividade da mandioca, a presença de outra cultura no campo (consórcio), permitindo melhor aproveitamento do terreno (Mattos & Dantas, 1981).

O espaçamento em fileiras duplas oferece inúmeras vantagens, tais como: aumento de produtividade; facilidade de mecanização e de consorciação; redução no consumo de manivas e de adubos; permite a rotação de culturas na mesma área, pela alternância das fileiras; redução na pressão de cultivo sobre o solo; e facilidade de inspeção fitossanitária e de aplicação de defensivos (EMBRAPA, 2003). Cavalcante (2005) destaca que o surgimento desse tipo de espaçamento se deu em função da constatação de grande resposta da mandioca à exposição de luz solar, produzindo o que comumente se chama "efeito de borda", isto é, maior produção das fileiras que ficam na extremidade da plantação

Mesmo diante das numerosas vantagens de seu uso, muitos trabalhos têm focado o estudo da fileira dupla apenas em plantios consorciados. Para isso tem sido largamente utilizado o Índice de Equivalência de Área (IEA), o qual compara a produtividade entre cultivos consorciados e solteiros em uma mesma área.

Damasceno et al. (2001) estudaram diferentes arranjos espaciais de mandioca em monocultivo e consorciada com feijão e milho, visando determinar o espaçamento mais adequado para o consórcio dessas culturas. Concluíram que a adaptação em fileiras duplas permite associar a mandioca com feijão e milho, sem redução na produtividade; o arranjo em fileiras simples 1,00 m x 0,60 m consorciado apresentou os menores rendimentos de raízes e amido de mandioca, grãos de feijão e de milho; em termos de índice de equivalência de área (IEA) os tratamentos consorciados apresentaram valores econômicos superiores, com destaque para a mandioca adaptada em fileiras duplas no espaçamento 2,00 m x 0,60 m x 0,60 m.

Visando quantificar o rendimento da mandioca em diferentes arranjos de plantas em cultivo solteiro e consorciado com o milho, em duas épocas de semeadura da gramínea, Schons et al. (2009) utilizaram espaçamento entre fileiras duplas de 1,6 x 0,50 x 0,60 m e obtiveram IEA's superiores nos tratamentos onde se utilizou o consórcio.

### **2.3 Uso de canteiros no cultivo da mandioca**

O levantamento de canteiros constitui-se numa etapa do preparo de solo, que, segundo Gabriel Filho et al. (2000), é uma das operações agrícolas na qual se procura alterar seu estado físico, químico e biológico, de forma a proporcionar melhores condições para o máximo desenvolvimento das plantas cultivadas. A mandioca, por ser uma planta produtora de raízes tuberosas, deve ser plantada em terreno bem preparado. Uma boa aração seguida de gradagens

irá facilitar os trabalhos de abertura de sulco, plantio, cultivos e colheitas, assim como o controle de determinadas pragas (Lorenzi et al., 2002). Além do mais, um bom preparo de solo, melhora a eficiência da colheita mecânica das raízes (EMBRAPA, 2006).

Com relação ao plantio em canteiros propriamente dito não há relatos na literatura, mas sim em sistema semelhante, o cultivo em camalhão que, segundo Mattos (2002), consiste em fazer uma elevação ou um montículo de solo, um ao lado do outro, sendo a maniva plantada na parte superior. Este sistema é recomendado para regiões de alta pluviosidade e solos argilosos ou que tenham problemas de drenagem, facilitando a colheita, especialmente se houver necessidade de ser efetuada durante a época seca (Mattos, 2002). Segundo Dantas & Cunha (1980), no caso de colheita mecânica, pode-se afirmar que o sistema de plantio mais viável é em camalhão ou leira, pois as raízes se desenvolvem em sua grande maioria no camalhão, vindo a facilitar o trabalho das arrancadoras. Ospina & Ceballos (2002) também relatam facilidade da colheita nos cultivos em camalhões.

#### **2.4 Mecanização e colheita**

A mecanização agrícola implica em redução direta da mão-de-obra requerida, dos custos de produção, do tempo de trabalho por unidade de área e do custo final do produto agrícola. Pode-se, portanto, aumentar a área plantada justificando-se o investimento inicial em máquinas e implementos (Ospina & Ceballos, 2002).

Segundo Montaldo (1985), nas áreas produtoras de mandioca na América Latina, plantio e colheita se realizam usando métodos rudimentares. Os trabalhos de pesquisa que fazem referência aos aspectos da mecanização são reduzidos e a maioria limita-se a efetuar prognósticos e especulações sobre as possibilidades de utilização de equipamentos na plantação e colheita, mas nunca

são realizados testes específicos que permitam quantificar em maior ou menor grau as vantagens de uma determinada plantadora ou colhedora.

O uso da mecanização na cultura da mandioca é recente, visto que seu cultivo ocorre tradicionalmente para subsistência. No entanto, devido ao crescimento da demanda por fécula, têm aumentado as áreas destinadas ao cultivo de mandioca para fins industriais, com o aumento da intensidade de uso de tratores e implementos.

Em países como Brasil e Tailândia, tem-se avançado muito no desenvolvimento de sistemas mecanizados de plantio e de colheita, com significativa redução dos custos de produção (Ospina & Ceballos, 2002).

Os cultivos comerciais da região centro-sul do Brasil têm sido responsáveis pelo incremento da mecanização na cultura. Segundo Takahashi (2002), nos últimos dez anos a evolução tecnológica destas lavouras foi extremamente significativa, devido principalmente à mecanização do plantio e parte da colheita, ao uso crescente de herbicidas para controle de plantas daninhas, à adubação química, ao controle biológico da lagarta mandarová e à introdução de novas cultivares de mandioca.

Dentre as etapas do processo produtivo, o plantio mecanizado tem se destacado com o uso de plantadoras que, segundo Takahashi & Gonçalo (2005), cortam, plantam, adubam e enterram as manivas simultaneamente, podendo ser feito basicamente por dois tipos: as plantadoras que realizam o corte das ramas semelhantemente a um facão ou as que cortam através de serras circulares. Segundo a EMBRAPA (2003), há plantadoras de duas linhas com capacidade de plantio de até 5 ha.dia e mais recentemente surgiram as de quatro linhas, com o dobro da capacidade de plantio da anterior, porém, com necessidade de tratores com maior potência para sua operação. Segundo Cardoso (2004), a maioria dos produtores de mandioca dos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul já realiza o plantio mecanicamente.

Outra etapa em que se tem percebido incremento da mecanização é o controle de plantas daninhas, especialmente na região centro-sul, onde segundo Takahashi (2002), em muitas lavouras têm sido feitas aplicações de herbicidas pré-emergentes.

Quanto à colheita, embora existam implementos motomecanizados de fabricação nacional, é primordialmente realizada de forma manual e/ou com o auxílio de ferramentas (Mattos, 2002). Entretanto, na região centro-sul brasileira o uso de implementos (afofador e arrancador) é o método mais utilizado nas grandes áreas, cuja destinação é a industrialização, pois, há um ganho significativo no rendimento de colheita (EMBRAPA, 2003). A colheita com esses equipamentos é dita semimecanizada. Nesse tipo de colheita, constituem etapas manuais a poda da parte aérea das plantas e a separação das raízes e “cepas”; enquanto que as etapas mecanizadas são o afofamento do solo e a retirada da área. O arranquio das raízes pode ser manual ou mecanizado.

Antes da colheita deve ser feita a poda manual da parte aérea a mais ou menos 20 cm da superfície do solo e sua retirada de dentro do mandiocal. A poda também pode ser feita com ceifadeira acoplada a um trator (EMBRAPA, 2006). O sistema de colheita onde se utiliza o arrancador dispensa a poda da parte aérea da planta (Scalon Filho et al., 2005).

O início da colheita, segundo a EMBRAPA (2003), depende de fatores técnicos: ciclo das cultivares e objetivo da produção (mandioca de mesa ou para indústria); ataque de pragas ou doenças, que pode antecipar ou retardar a colheita; grau de infestação de plantas daninhas; sistema de plantio em relação às condições de umidade do solo, sendo que o plantio em camalhão favorece o desenvolvimento superficial das raízes de reserva, o que não acontece quando o plantio é em sulcos; fatores ambientais: condições de solo e clima, que determinam as facilidades e dificuldades ao arranquio das plantas e; estado das estradas e dos caminhos de acesso ao mandiocal; e de fatores econômicos:

situação do mercado e dos preços dos produtos; disponibilidade de mão-de-obra e de recursos de apoio e; premência de tempo em casos que, por exemplo, devem ser satisfeitos compromissos financeiros ou de âmbito contratual.

Segundo Takahashi (2002) a colheita é efetuada basicamente em mandiocais de dois ciclos com 15 a 20 meses de idade. As lavouras com um ciclo possuem menor rentabilidade, em função dos custos de produção. Segundo a EMBRAPA (2003) as épocas mais indicadas são aquelas em que as plantas encontram-se em período de repouso, ou seja, quando pelas condições do clima e do ciclo elas já diminuíram o número e o tamanho das folhas e dos lobos foliares, condição em que atingem o máximo de produção de raízes com elevado teor de amido.

Quando realizada manualmente, em solos arenosos, as raízes são arrancadas com relativa facilidade sacudindo-se toda a cepa com movimento vibratório em sentido vertical. Essa vibração tem que estar em perfeita conexão com a tração (“puxão” na vertical) para evitar que as raízes quebrem ou se soltem da maniva-semente. Em solos mais pesados (argilosos), o uso de ferramentas (picareta, enxada) é bastante eficiente no arranquio manual. Introduce-se com um só golpe a ponta do instrumento por baixo das raízes na base da planta, e ergue-se o conjunto com um movimento de alavanca aplicando-se a força na extremidade do cabo da picareta. Após a retirada da planta, examina-se a maniva-mãe (“cepa”), a fim de verificar se houve quebra ou ausência de raízes. Nesse caso, revolve-se a cova em busca das raízes restantes (EMBRAPA, 2006).

Segundo Arismendi (2001), a colheita manual requer um grande esforço físico, além de ser uma operação lenta e onerosa, que depende da textura e umidade do solo, distribuição e profundidade das raízes, ramificação da cultivar e infestação de plantas daninhas. Um homem colhe 600 a 800 kg de raízes de mandioca numa jornada de trabalho de oito horas, podendo alcançar até 1.000 kg

se o mandiocal estiver em solo mais arenoso, limpo e com boa produção por planta (EMBRAPA, 2003).

Quando a colheita é realizada com afofador, que possui a finalidade de afrouxar o solo levantando a planta quase para fora e reduzindo o esforço manual de extração das raízes, ocorre aumento do rendimento da colheita. Nesse caso, há possibilidade de colheita em períodos de estiagem não muito prolongados. Possui baixo custo de aquisição e manutenção, além da elevada eficiência, mesmo com tratores de baixa potência (Takahashi & Gonçalo, 2005). Com o auxílio desse implemento, segundo Richetti (2008a), a participação percentual da colheita em relação ao custo total de produção, considerando custo manual após passagem do afofador de R\$ 14,00 por tonelada, oscila de 13,6% a 23,4% a depender do nível tecnológico empregado na lavoura.

O afofador é constituído por um chassi central que sustenta duas lâminas opostas que se aprofundam no solo abaixo das raízes. Para dar estabilidade ao conjunto, existe uma roda-guia balanceada por um sistema de molas, que permite, ainda, ajustar a profundidade de corte, evitando danos às raízes. Já o arrancador, que afrouxa o solo seguido de arranquio e exposição das raízes em sua superfície, é constituído por um chassi e componentes semelhantes ao do afofador mais dois conjuntos de correias que, trabalhando inclinadas em relação à superfície do terreno e em sentido contrário de rotação, envolvem os caules das plantas provocando o arranquio das raízes (Scalon Filho et al., 2005).

Segundo Cardoso (2004) a vantagem do uso do “afofador” / “arrancador” não é unânime. Segundo o autor, uma interação entre tipo de solo, condições de umidade do solo e manejo inadequado do equipamento pode explicar as perdas ocorridas, que também podem surgir no arranquio manual. Assim, é recomendável quantificar essas perdas, nas diferentes condições de solo, e capacitar os produtores para o correto manuseio do equipamento.

Após o arranquio e a separação entre raízes e cepas, as raízes são amontoadas em pontos na área a fim de facilitar o recolhimento pelo veículo transportador, devendo-se evitar que permaneçam no campo por mais de 24 horas, para que não ocorra a deterioração fisiológica e/ou bacteriológica. O carregamento das raízes do campo até o local do beneficiamento é feito por meio de cestos, caixas, sacos, grades de madeira, etc. Na região centro-sul do Brasil é comum a utilização de bolsões de lona, conhecidos por "big bags", para grandes carregamentos de raízes. Esses sacolões, com capacidade para mais ou menos 800 kg, são distribuídos na área para colocação das raízes, e um trator equipado com hidráulico deposita-os nos caminhões, ocasião em que um operário desfaz o nó e as raízes caem dentro da carroceria (EMBRAPA, 2003).

Segundo Cardoso (2004), apesar de a prática do "afofamento" e o uso de sacolões (big-bags) contribuírem para redução dos custos, ainda persiste a demanda por alternativas que aumentem a eficiência e reduzam os custos da colheita. Segundo esse autor, no estado do Paraná, até o momento, tem-se observado que o sistema de colheita usando os sacolões (*big-bags*) tem enfrentado problemas operacionais, como o acúmulo de resíduos e de solo, principalmente na maioria dos solos das regiões de "terra roxa". Nas áreas de solos mais arenosos (Noroeste do Paraná e Mato Grosso do Sul) essas restrições são menos relevantes.

Quanto à colheita mecanizada, embora já existam colhedoras de mandioca, sua operação é dificultada por causa de diversos fatores como tamanho irregular, forma, profundidade e distribuição das raízes, além de problemas como o arraste de terra e de resíduos de cultivo (EMBRAPA, 2006). Um dos grandes problemas na utilização dos diversos modelos existentes no mercado, segundo Lorenzi et al. (2002), tem sido a diversidade dos sistemas de produção da mandioca, que impede uma recomendação mais generalizada. Para que uma colhedora funcione 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. Dantas & Cunha (1980) e Trindade et al. (1984), por exemplo, embora afirmem que o sistema de plantio em camalhão ou leira facilita a colheita mecânica, relatam a inexistência no mercado de plantadoras adaptadas para esse tipo de plantio que terá de ser realizado manualmente.

Takahashi & Gonçalo (2005) relatam o esforço conjunto entre diversos segmentos da cadeia produtiva da mandioca para a criação de uma colhedora que satisfaça as expectativas dos produtores do estado do Paraná. O modelo idealizado e em uso atualmente no referido estado foi fruto de melhoramentos e adequações de uma colhedora de batata. Nesse modelo, o processo de colheita propriamente dito é feito através de uma lâmina de 1,8 m posicionada à frente da colhedora, que entra no solo fazendo com que as raízes colhidas subam em quatro esteiras: a primeira, conta com o auxílio de um batedor, que retira o excesso de terra aderido às raízes, a segunda efetua a elevação, a terceira passa defronte aos trabalhadores para separar raízes das cepas e a quarta esteira direciona as raízes para os sacolões. Segundo esses autores, o custo dessa colhedora em abril de 2005 era de R\$ 160.000,00 e as perdas ocorridas na colheita foram de 4% e o custo total por tonelada colhida foi de R\$ 3,50 a R\$ 8,00.

## **2.5 Análise econômica**

A quantificação dos insumos e serviços componentes de um sistema produtivo constante de uma planilha de custos é uma das ferramentas que permitem ao produtor rural investir de modo a obter o maior retorno financeiro e o melhor aproveitamento de insumos e serviços regionais, com o menor impacto ecológico. Junto com uma correta avaliação do comportamento dos preços de mercado e do potencial de comercialização, permite gerenciar de forma otimizada o empreendimento (Borchardt, 2004).

O acompanhamento dos custos de produção e a avaliação de rentabilidade constituem instrumentos fundamentais para a tomada de decisão na propriedade agrícola. Isso é essencial pelo fato do mercado de produtos agrícolas tenderem à competição perfeita, onde os preços são definidos pelas forças de oferta e demanda, e onde um agente isoladamente não pode exercer influência sobre os preços do mercado. Além disso, informações sobre custos de produção possibilitam subsidiar ações gerenciais de curto prazo, ou mesmo para a implementação de políticas econômicas e/ou agrícolas para mensurar a sustentabilidade de um empreendimento agrícola no longo prazo através da viabilidade econômica (Alves et al., 2009).

Na avaliação econômica de projetos, Noronha (1987) divide os métodos em dois grupos principais: métodos que ignoram a dimensão tempo de valores monetários e métodos que consideram a dimensão tempo dos referidos valores, sendo esses mais rigorosos, em que taxas de desconto são usadas para tornar comparáveis valores monetários que ocorrem em diferentes períodos de tempo, facilitando assim possíveis comparações.

A relação benefício/custo (B/C) é um dos métodos de avaliação econômica de projetos que consideram a dimensão tempo dos valores monetários. Este método invoca a idéia central de qualquer análise de investimento, isto é, verificar se os benefícios são maiores do que os custos (Noronha, 1987). Consiste na relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos (Santos et al., 2006). Segundo Cordeiro et al. (2009) é um indicador de eficiência econômico-financeira e refere-se ao retorno dos investimentos a partir da comparação entre receitas e custos atualizados à taxa de desconto que reflete o custo de oportunidade do investimento em longo prazo. Para efeito de análise, importa que este índice seja maior que 1, uma vez que este resultado indica em quanto as receitas superam os custos.

Diversos indicadores de rentabilidade são utilizados para essa finalidade (Furlaneto et al., 2007). A receita bruta é a receita esperada para determinada produtividade, para um preço de venda pré-definido, ou efetivamente recebido (Furlaneto et al., 2007). A margem bruta é obtida subtraindo-se, da receita bruta, o custo total de produção. Nesse caso, indica qual a margem disponível para remunerar o risco e a capacidade empresarial do proprietário. Pode também ser calculada em função do custo operacional (Ponciano et al., 2006; Fachini et al., 2009). O ponto de equilíbrio é indicador de custo em relação à unidade do produto, ou seja, determina qual é a produção mínima necessária para cobrir o custo, dado o preço de venda unitário (Furlaneto et al., 2007; Fachini et al., 2009), ou seja, é o momento em que o total das receitas é igual ao total das despesas. Portanto, neste ponto o lucro é igual a zero.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em área da Fazenda Sítio Novo, município de Aguai – SP, localizado a 22°01' de latitude sul, a 46°34' de longitude oeste e a 680 metros de altitude. O clima da região, segundo classificação de Koeppen, é CWA. A temperatura média anual é de 21,4° C. A média das temperaturas máxima e mínima são, respectivamente, de 27,8 e 14,9°C. A precipitação média anual é de 1458,3 mm. O solo da área experimental, cuja análise química é apresentada na tabela 1, caracteriza-se como Latossolo Vermelho-Amarelo, com porcentagens de areia, silte e argila de, respectivamente, 70%, 13% e 17%, e relevo suave ondulado.

TABELA 1 Análise química do solo da área experimental com amostra coletada na profundidade de 0-20 cm.

Descrição	Unidades	Teores
Al		1
Ca	mmol.dm <sup>-3</sup>	12
Mg		5
K		1
P		7
S		2
B		0,14
Cu	mg.dm <sup>-3</sup>	1,6
Fe		25
Mn		2,4
Zn		0,4
pH	CaCl <sub>2</sub>	4,9
H + Al		19
SB	mmol.dm <sup>-3</sup>	18
T		37
V	%	49
M.O	g.dm <sup>-3</sup>	14

Análises realizadas no laboratório da estação experimental de citricultura de Bebedouro – SP. P e K: extrator Mehlich; Ca, Mg e Al: extrator KCl 1N; H + Al extraídos com acetato de cálcio 1N, pH 7,0.

### 3.2 Cultivar

A cultivar utilizada foi a IAC -13, que segundo a EMBRAPA (2003) apresenta grande adaptabilidade para produção de raízes em solos pobres, e é rica em amido, possui película clara e polpa branca, é medianamente resistente à bacteriose e altamente susceptível ao superalongamento. É de fácil colheita e possui alto teor de matéria seca.

### 3.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, com oito tratamentos e três repetições (Tabela 2).

TABELA 2 Quadro da análise de variância utilizada no experimento.

FV	GL
Blocos	2
Fileira (F)	1
Resíduo “a”	2
(Parcelas)	(5)
Canteiro (C)	1
Interação F x C	1
Resíduo “b”	4
(Subparcelas)	(11)
Colheita (Co)	1
Interação Co x F	1
Interação Co x C	1
Interação Co x C x F	1
Resíduo “c”	8
Total	23

As parcelas constaram de dois tipos de fileiras (simples ou duplas); as subparcelas de plantio com ou sem canteiro e; as subsubparcelas compuseram-se da colheita com afoador, tradicionalmente utilizada na região, ou colheita com arrancadora. A área útil da subsubparcela, que é a unidade experimental, constou

de 105,6 m<sup>2</sup>, sendo 24 m o comprimento das subsubparcelas com fileiras duplas e 19,55 m, das com fileiras simples.

### **3.4 Instalação e condução do experimento**

Após o procedimento de coleta e análise de amostras de solo da área, foi feita a calagem com aplicação de 1,5 t ha<sup>-1</sup>. A adubação consistiu em aplicação, nos sulcos de plantio, de 72 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, fornecidos pelo superfosfato simples, com base na análise de solo e recomendações descritas do Boletim 100 (Raij et al., 1996). O solo foi arado, gradeado e nos tratamentos correspondentes foram levantados canteiros com o uso da fresadora encanteiradora (Figura 1). Nas subparcelas em que foi utilizado este equipamento, dispensou-se o uso de aração e gradagem, as quais foram substituídas por uma subsolagem (utilizou-se subsolador da marca Jan com 5 hastes, sem solo destorroador) e uma passagem da fresadora encanteiradora. O plantio, em agosto de 2007, foi realizado mecanicamente com plantadora de duas linhas com espaçamento de 0,9 x 0,6 m (fileira simples) e 1,60 x 0,60 x 0,60 m (fileira dupla), utilizando-se manivas de aproximadamente 14 cm de comprimento.

Não foram necessários tratamentos fitossanitários durante a condução do experimento. O controle de plantas daninhas se deu pela aplicação do herbicida pré-emergente Gamit, dosagem de 2 L ha<sup>-1</sup>, e 45 dias após o plantio procedeu-se a passagem de cultivador mecânico nas entrelinhas, seguida de capina com enxada entre as plantas.



FIGURA 1 Fresadora encanteiradora utilizada no levantamento de canteiros.  
Foto: Consoni, 2010.

A colheita foi realizada em outubro de 2008, 14 meses após o plantio. Para tal, procedeu-se o corte da parte aérea a aproximadamente 20 cm do solo e, posteriormente, a colheita com o uso de dois equipamentos: um afoador de solo da marca Ikeda, disponível na propriedade, ou uma arrancadora de mandioca da marca Hennipman, modelo WH-15, 2 Linhas, que constituíram as observações nas subsubparcelas.

O afoador (Figura 2), além de sua estrutura de sustentação, é constituído basicamente de duas lâminas laterais, dispostas de fora para dentro, capazes de penetrar no solo de forma a afogar duas linhas de mandioca em cada passada. Requer o arranquio manual após o afogamento.



FIGURA 2 Modelo do afofador de solo utilizado na colheita.  
Fonte: IKDEA, 2010.

A arrancadora (Figura 3) possui lâmina de corte na parte frontal e, logo após, conjunto de esteiras que separa as raízes da terra removida na operação, deixando-as acima do nível do solo. Assim como o afofador, arranca duas linhas em cada passada, no entanto, não requer arranquio manual, apenas amontoa, para facilitar as operações de transporte.



FIGURA 3 Arrancadora utilizada na colheita.

As operações mecânicas foram realizadas com uso de tratores da marca Massey Ferguson 4x4. Para o preparo do solo e a colheita foi utilizado o modelo MF 292 - 105 cv. Para o plantio, foi utilizado o modelo MF 275 - 75 cv. No preparo dos canteiros foi utilizada a primeira marcha reduzida, a 1.900 rpm. Na colheita com arrancadora foi utilizada a primeira marcha reduzida, a 1.600 rpm, e, com afofador, a terceira marcha reduzida, a 1.800 rpm. As velocidades médias de avanço do conjunto trator-implemento foram de 1,787 e 2,920 km h<sup>-1</sup>, respectivamente, quando se usou arrancadora e afofador.

### 3.5 Variáveis estudadas

Foram analisadas as seguintes variáveis:

- **Estande inicial** – Foi realizada a contagem das plantas emergidas em cada subsubparcela aos 40 dias após o plantio.
- **Estande final**– Foi realizada contagem das plantas em cada subsubparcela no momento da colheita.
- **Altura média de planta** – Foi determinada por ocasião da colheita, considerando 15 plantas úteis por subsubparcela, medindo-se a distância compreendida entre a superfície do solo e o meristema apical.
- **Diâmetro do caule** - Foi determinado por ocasião da colheita, considerando 15 plantas úteis por subsubparcela, fazendo-se a leitura do diâmetro basal do caule a 5 cm acima da superfície do solo com auxílio de paquímetro.
- **Produtividade de raízes tuberosas** – Por ocasião da colheita, em 30 plantas da área útil, determinou-se pesagem das raízes por subsubparcela, antes da colheita com implementos, fazendo-se a posterior transformação para  $t\ ha^{-1}$ . Portanto, as médias de produtividade contemplam os valores reais, sem contabilizar as perdas na colheita, do sistema de plantio utilizado.
- **Produtividade de parte aérea** – Por ocasião da colheita, em 30 plantas da área útil, determinou-se a pesagem da parte aérea por subsubparcela, antes da colheita com equipamentos, fazendo-se a posterior transformação para  $t\ ha^{-1}$ .
- **Índice de colheita** – O índice de colheita foi determinado pela relação  $(\text{Peso raízes}/\text{peso raízes} + \text{peso parte aérea}) \times 100$ .
- **Número de raízes tuberosas por planta** – Foi obtido por meio de contagem realizada em 30 plantas da área útil de cada subsubparcela. Posteriormente calculou-se a média de raízes por planta.

- **Porcentagem de amido em raízes tuberosas** – A porcentagem de amido nas raízes tuberosas foi calculada em campo pelo método da balança hidrostática (Grossmann & Freitas, 1950, citados por Cardoso et al., 2005) e em laboratório (Laboratório de Ciência dos Alimentos da UFLA), por hidrólise enzimática do amido e posterior dosagem dos açúcares redutores (Nelson, 1944; Somogyi, 1945).
- **Capacidade de campo operacional dos equipamentos de colheita (Ccop)** – A capacidade de campo operacional foi medida pela quantidade de trabalho realizado por unidade de tempo por meio da equação:  $C_{cop} = v \cdot L_c / 10$ ; Onde, Ccop - Capacidade de Campo Operacional, ha h<sup>-1</sup>; v – velocidade média do conjunto trator-equipamento, km h<sup>-1</sup>, e Lc – Largura de corte do equipamento, m. A largura de corte considerada foi de 1,8 e 2,2 m, respectivamente, para as parcelas com fileiras simples e duplas.
- **Perdas** – As perdas foram quantificadas pela avaliação de trinta plantas úteis em cada subsubparcela, logo após a passagem dos equipamentos de colheita. Cada planta foi avaliada visualmente para verificação de pedúnculos sem a respectiva raiz tuberosa ou ausência de pedaços das mesmas. O somatório de raízes com pedaços ausentes foi multiplicado pelo peso médio de raiz e, posteriormente, calculado o valor percentual correspondente.

### 3.6 Análises estatísticas

Após verificação de homogeneidade das variâncias, pelo teste de Hartley a 5% de probabilidade, os dados foram submetidos à análise de variância com o auxílio dos programas Microsoft Excel 2003 e Sisvar<sup>®</sup> para Windows, versão 5.0 (Ferreira, 2000). A subsubparcela foi considerada apenas nas análises de características que envolveram a colheita, a saber: capacidade de campo

operacional dos equipamentos e perdas. Em função da dificuldade de interpretação das interações triplas (Banzatto & Kronka, 2006), nessas características foi feito desdobramento apenas das interações duplas.

### **3.7 Análise econômica**

A análise econômica foi feita com base em dados de pesquisa obtidos no experimento e dados adaptados da EMBRAPA (2003) e Richetti (2008a) referentes à produção para uso industrial. Para tal considerou-se as seguintes abreviaturas:

- Fileira dupla – com canteiro – colheita com afofador (DComAf);
- Fileira dupla – com canteiro – colheita com arrancadora (DComAr);
- Fileira dupla – sem canteiro – colheita com afofador (DSemAf);
- Fileira dupla – sem canteiro – colheita com arrancadora (DSemAr);
- Fileira simples – com canteiro – colheita com afofador (SComAf);
- Fileira simples – com canteiro – colheita com arrancadora (SComAr);
- Fileira simples – sem canteiro – colheita com afofador (SSemAf);
- Fileira simples – sem canteiro – colheita com arrancadora (SSemAr).

Os indicadores econômicos considerados foram receita bruta, margem bruta, relação benefício/custo (B/C), ponto de equilíbrio e custo unitário (Noronha, 1987; Furlaneto et al., 2007). O cálculo desses indicadores foi feito conforme equações abaixo:

Receita bruta = produtividade por unidade de área x preço unitário do produto;

Margem bruta = Receita bruta – Custo total;

$$\text{Relação benefício/custo (B/C)} = \frac{\text{Receita bruta}}{\text{Custo Total}};$$

$$\text{Ponto de equilíbrio} = \frac{\text{Custo Total}}{\text{Preço unitário}}$$

$$\text{Custo unitário} = \frac{\text{Custo Total}}{\text{Produtividade}}$$

Para o estudo econômico dos tratamentos, a produtividade considerada foi em função do uso ou não de canteiro, visto que o uso de fileiras não promoveu diferença significativa. O preço de venda considerado foi obtido segundo dados médios do CEPEA (2009) para o ano de 2008, no estado de São Paulo, contabilizando R\$ 147,70 t<sup>-1</sup>. Na discussão sobre percentual dos componentes do custo em relação ao custo total denominou-se outros custos aqueles com transporte externo, administração, assistência técnica, juros e seguridade social. No cálculo dos indicadores econômicos foram contabilizadas as perdas na colheita, nos respectivos tratamentos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Estande inicial e final

Os tratamentos estudados não afetaram significativamente o estande inicial e final de plantas, possibilitando número de plantas uniforme para cada subsubparcela, tanto aos quarenta dias pós-plantio, como por ocasião da colheita (420 dias pós-plantio). A população de plantas foi de 15.151 pl ha<sup>-1</sup>, nos tratamentos com fileiras duplas, e 18.518 pl ha<sup>-1</sup>, nos tratamentos com fileiras simples. Em ambos os estandes, inicial e final, os coeficientes de variação oscilaram entre 9 e 10%, seja no fator fileira ou canteiro.

### 4.2 Altura média de planta e diâmetro do caule

Pelo resumo da análise de variância relativo à altura de plantas observa-se que houve efeito significativo, pelo teste F a 1% de probabilidade, da interação fileira x canteiro por ocasião da colheita (Tabela 3), o que indica que esses fatores atuaram de modo dependente sobre essa característica.

TABELA 3 Resumo da análise de variância para altura de plantas e diâmetro de caule na colheita em função dos fatores estudados.

FV	GL	Quadrados médios	
		Diâmetro	Altura
Bloco	2	2,28	974,1
Fileira (F)	1	7,37	82,5
Resíduo (a)	2	0,99	46,9
Canteiro (C)	1	1,45	1996,6**
F x C	1	0,01	1345,5**
Resíduo (b)	4	0,61	3,2
CV Fileira (%)		4,27	3,6
CV Canteiro (%)		3,37	0,9

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

A altura média (cm) de plantas de mandioca na colheita, em função dos tratamentos aplicados é apresentada na Tabela 4.

TABELA 4 Altura média (cm) de plantas de mandioca na colheita em função dos tratamentos.

	Com canteiro	Sem canteiro	Média
Fileira dupla	206,6 a	173,4 a	190,0 a
Fileira simples	188,0 b	184,7 a	186,3 a
Média	197,3 A	179,0 B	

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade

Verifica-se que na presença do canteiro, a altura média de plantas de mandioca no sistema de plantio de fileira dupla (206,6 cm) foi significativamente maior que o observado no sistema de plantio de fileira simples (188,0 cm). Na ausência de canteiro, não houve diferença significativa entre fileira dupla ou simples (Tabela 4). Quando se compara a média da altura de planta, verifica-se que, com canteiro, a altura (197,3 cm) foi significativamente maior que a obtida na ausência de canteiro (179,0 cm). Esta maior altura muito provavelmente se deve a um melhor preparo de solo quando se construiu os canteiros, proporcionando maior aeração, maior desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, maior crescimento da parte aérea da mandioca. Tal resultado corrobora com Pequeno et al. (2007), os quais evidenciam que plantas de mandioca, quando cultivadas sob um sistema de preparo que envolve maior revolvimento do solo, apresentam maior crescimento e desenvolvimento da parte aérea.

Os valores obtidos para altura de plantas estão de acordo com aqueles descritos na literatura para a cultivar IAC – 13. Sagrilo et al. (2007) encontraram, para esta cultivar, na colheita, altura de 170 a 228 cm, enquanto Otsubo & Brito (2008), obtiveram 202 cm. No Paraná, Vidigal Filho et al. (2000) obtiveram de 172 a 205 cm de altura de plantas de mandioca (IAC – 13) em experimentos instalados em três anos agrícolas.

O diâmetro de caule na colheita, diferentemente da altura, não foi influenciado pelos tratamentos aplicados (Tabela 3).

### 4.3 Produtividades de raízes tuberosas, de parte aérea e índice de colheita

Houve efeito significativo, pelo teste F a 5% de probabilidade, do fator canteiro sobre a produtividade de raízes tuberosas de mandioca e da interação fileira x canteiro na produtividade de parte aérea. O índice de colheita não foi influenciado pelos fatores estudados (Tabela 5).

TABELA 5 Resumo da análise de variância para produtividade de raízes tuberosas (PROD), produtividade de parte aérea (PPA) e índice de colheita (IC) em função dos fatores estudados.

FV	GL	Quadrados Médios		
		PROD	PPA	IC
Bloco	2	209,5225	358,1456	70,0254
Fileira (F)	1	10,5274	1,3652	10,5731
Resíduo (a)	2	8,3252	21,1846	4,8381
Canteiro (C)	1	627,7230*	60,4047	82,0301
F x C	1	9,2663	140,8282*	179,9047
Resíduo (b)	4	81,0648	10,0691	30,9173
CV Fileira (%)		8,2	17,7	3,8
CV Canteiro (%)		25,7	12,2	9,7

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os valores médios obtidos para produtividade de raízes tuberosas em função da presença ou não de canteiros são apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 Médias de produtividade de raízes tuberosas de mandioca ( $t\ ha^{-1}$ ) obtidas em função da confecção ou não de canteiros.

Produtividade de raízes tuberosas de mandioca ( $t\ ha^{-1}$ )	
Com canteiro	40,2 a
Sem canteiro	29,9 b

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Verifica-se pela Tabela 6 que a mandioca cultivada em canteiros produziu  $10,3\ t\ ha^{-1}$  a mais do que aquela cultivada sem canteiro. Embora inexistem trabalhos de pesquisa nessas condições de cultivo, estimativa de

produtividade de  $40,2 \text{ t ha}^{-1}$  de raízes tuberosas aos 14 meses é superior às aquelas encontradas em diversos trabalhos com a cultivar IAC-13 em plantio convencional. Otsubo et al. (2007), em plantio no espaçamento  $1,0 \times 0,70 \text{ m}$  e colheita realizada aos 22 meses obtiveram estimativas de  $36,67 \text{ t ha}^{-1}$ ; Vidigal Filho et al. (2000) utilizando o espaçamento  $1,0 \times 0,80 \text{ m}$  e colheita aos 10 meses, obtiveram estimativas variando de  $17,10$  a  $19,10 \text{ t ha}^{-1}$ ; Sagrilo et al. (2007), utilizando espaçamento  $1,0 \times 0,7 \text{ m}$ , obtiveram estimativas oscilando entre  $7,2$  e  $17,2 \text{ t ha}^{-1}$ , em três ambientes, aos treze meses após o plantio.

A boa produtividade encontrada no plantio em canteiros reflete o bom preparo do solo, indispensável à cultura da mandioca, uma vez que da mesma se explora principalmente as raízes tuberosas. Desse modo, esse tipo de plantio facilita a aeração do solo e a drenagem, reduzindo os riscos de ocorrência de podridão radicular, muito comum na região onde foi conduzido o experimento, especialmente em colheitas realizadas no segundo ciclo. Facilita, também, a penetração radicular, permitindo assim exploração de maior volume de solo e, conseqüentemente, aumentando as chances de absorção de nutrientes por interceptação radicular.

O fator fileira não influenciou significativamente a produtividade de raízes tuberosas, já que a média obtida no sistema de plantio em fileiras duplas ( $34,4 \text{ t ha}^{-1}$ ) foi bem próxima da média em fileiras simples ( $35,7 \text{ t ha}^{-1}$ ).

Resultados semelhantes com relação ao uso de fileiras duplas têm sido relatados por diversos autores, particularmente quando se utiliza o espaçamento  $2,0 \times 0,6 \times 0,6 \text{ m}$  com culturas consorciadas. Schons et al. (2009), usando espaçamento  $1,6 \times 0,50 \times 0,60 \text{ m}$ , em fileiras duplas, e  $0,80 \times 0,78 \text{ m}$ , em fileiras simples, obtiveram produtividades de, respectivamente,  $31,8$  e  $33,4 \text{ t ha}^{-1}$ , iguais estatisticamente. Esses autores encontraram melhores Índices de Equivalência de Área quando a mandioca foi plantada em fileiras duplas em consórcio com o milho e, Cavalcante (2005), em consórcio com feijão. Esse autor também não

encontrou diferença significativa na produtividade de raízes tuberosas entre fileiras duplas (1,5 x 1,0 x 0,5 m) e fileiras simples (1,0 x 0,5 m).

A não ocorrência de diferença significativa nesses casos já indica uma grande vantagem do arranjo em fileiras duplas, uma vez que, sem redução de produtividade, é possível usufruir de outros benefícios descritos pela EMBRAPA (2003), tais como: facilidade de mecanização e consorciação, redução no custo de manivas e de adubos, possibilidade de rotação de culturas na mesma área, pela alternância das fileiras, redução na pressão de cultivo sobre o solo e facilidade de inspeção fitossanitária a aplicação de defensivos.

Quanto à produtividade de parte aérea, houve efeito significativo da interação canteiro x fileira (Tabela 5). O desdobramento da interação mostra que o plantio em filas duplas proporcionou maior produtividade da parte aérea quando realizado em canteiros (Tabela 7).

TABELA 7 Médias, em t ha<sup>-1</sup>, de produtividade de parte aérea (PPA) em função dos tratamentos.

	Fileira dupla	Fileira simples	Médias
Com canteiro	30,2 a	24,9 a	27,6 a
Sem canteiro	22,2 b	26,6 a	24,4 a
Médias	26,2 A	25,7 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes quanto à produtividade de parte aérea da cultivar IAC - 13 são descritos por Otsubo & Brito (2008), 29,8 t ha<sup>-1</sup>; Otsubo et al. (2007), 23,6 t ha<sup>-1</sup> e; Vidigal Filho et al. (2000), 21,7 t ha<sup>-1</sup>. A produção de parte aérea está diretamente associada à capacidade de produção de material de plantio, pois cultivares com maior produção de ramas confere maior facilidade na sua seleção, armazenamento e posterior plantio (Sagrilo et al., 2007). Tem também particular importância o seu uso forrageiro (Vidigal Filho et al., 2000).

Com relação ao índice de colheita, não houve diferença significativa dos fatores estudados (Tabela 5). No sistema de plantio em fileiras simples o valor encontrado foi de 58,05%, contra 56,72% no de fileiras duplas, valores bem próximos entre si. O mesmo ocorreu quando se compara o IC obtido com canteiro (59,23%) e o sem canteiro (55,54%)

Segundo Peixoto et al. (2005), o IC é considerado satisfatório quando superior a 50%. No entanto, Albuquerque (2006) ressalta que este índice não deve ser considerado isoladamente como fator de produtividade, exemplificando com seus próprios resultados, onde tratamentos com baixa produtividade de raízes tuberosas e parte aérea, apresentaram alto valor de índice de colheita.

#### 4.4 Número de raízes tuberosas por planta

Observando o resumo da análise de variância para número de raízes tuberosas, verifica-se que houve efeito significativo da interação fileira x canteiro (Tabela 8).

TABELA 8 Resumo da análise de variância para número de raízes tuberosas em função dos fatores estudados.

FV	GL	Quadrados médios
Bloco	2	10078,958
Fileira (F)	1	579,057
Resíduo (a)	2	144,567
Canteiro (C)	1	24091,303**
F x C	1	6375,774**
Resíduo (b)	4	53,147
CV Fileira (%)		7,07
CV Canteiro (%)		4,29

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Segundo Lorenzi et al. (2002), 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 na 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.

No desdobramento da interação, verifica-se que no cultivo com canteiro, o número de raízes da fileira dupla foi superior, ao contrário do cultivo sem canteiro, onde o valor da fileira simples é que foi superior (Tabela 9). Esses resultados sugerem favorecimento ambiental do uso conjunto do arranjo em fileiras duplas e do plantio em canteiros no aumento do número de raízes tuberosas.

TABELA 9 Número médio de raízes tuberosas por planta em função dos fatores estudados.

	Com canteiro	Sem canteiro	Médias
Fileira dupla	7,1 a	3,9 b	5,5 a
Fileira simples	6,3 b	5,3 a	5,8 a
Médias	6,7 A	4,6 B	

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste F a 1% de probabilidade.

Na média (Tabela 9), o número de raízes tuberosas por planta foi maior no plantio em canteiro (6,7) do que na ausência de canteiro (4,6). Fica evidente que o canteiro proporcionou ambiente favorável para o surgimento de maior número de raízes tuberosas. Essa característica correlaciona-se positivamente com a produtividade de raízes tuberosas (Gomes et al., 2007; Sagrilo, 2001), fato concordante com o obtido no presente trabalho. Trindade et al. (1984) também encontraram maiores quantidades de raízes tuberosas por planta em plantio realizado em camalhão e atribuíram esse resultado às melhores condições iniciais de solo oferecidas para a planta (solo fofo).

#### 4.5 Porcentagem de amido em raízes tuberosas

Na Tabela 10 é apresentado o resumo da análise de variância para porcentagem de amido em raízes tuberosas em função dos fatores estudados. Não houve efeito significativo em ambas as metodologias, balança hidrostática ou laboratório.

TABELA 10 Resumo da análise de variância para porcentagem de amido em raízes tuberosas feita em laboratório (ALAB) e com uso da balança hidrostática (ABH) em função dos fatores estudados.

FV	GL	Quadrados médios	
		ALAB	ABH
Bloco	2	3,2101	0,0804
Fileira (F)	1	3,9756	0,2338
Resíduo (a)	2	16,583	0,1363
Canteiro (C)	1	0,0594	0,0895
F x C	1	4,0082	0,1357
Resíduo (b)	4	2,6958	0,6824
CV Fileira (%)		10,35	1,21
CV Canteiro (%)		4,17	4,25

As médias de porcentagem encontradas (Tabela 11) estão próximas às descritas na literatura com uso do método da balança hidrostática. Otsubo & Brito (2008) encontraram média de 26,61% para a cultivar IAC 13 e Otsubo & Aguiar (2001), trabalhando com diversas cultivares, encontraram médias de 25,62% a 33,87%. Borges et al. (2002) encontraram médias de 30%, em trabalho desenvolvido com 26 variedades e colheita realizada em três diferentes épocas. Os teores de amido das variedades oscilaram de 24,89% a 33,55%.

TABELA 11 Médias da porcentagem (%) de amido em raízes tuberosas determinada em laboratório (ALAB) e com uso da balança hidrostática (ABH) em função dos fatores estudados.

	ALAB	ABH		ALAB	ABH
Fileira dupla	38,9 a	30,4 a	Com canteiro	39,4 a	30,6 a
Fileira simples	39,7 a	30,6 a	Sem canteiro	39,3 a	30,4 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Destaca-se o fato das avaliações realizadas em laboratório apresentarem cerca de 9% pontos percentuais a mais de amido (Tabela 11). A imprecisão do método da balança hidrostática é devida a diversos fatores (Cereda et al., 2002). No entanto, esse método é preferido pelas indústrias pela sua praticidade, sendo por ele determinado o valor a ser pago ao produtor, por meio de pesagens feitas no momento da entrega das raízes tuberosas à indústria.

#### 4.6 Capacidade de campo operacional dos equipamentos e perdas

O resumo da análise de variância relativo à capacidade de campo operacional dos equipamentos e perdas é apresentado na Tabela 12. Destacam-se as diferenças significativas, a 1% de probabilidade de erro, do fator colheita (Co) nas características apresentadas, bem como sua interação com os demais fatores. O fator fileira também influenciou significativamente todas as características. Destaca-se também o fato de que as perdas foram influenciadas por todos os fatores, tanto individualmente, como em suas respectivas interações.

TABELA 12 Resumo da análise de variância dos dados referentes à capacidade de campo operacional dos equipamentos (CCOP) e perdas.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		CCOP	Perdas
Blocos	2	0,0008	41,4912
Fileiras (F)	1	0,0605**	16,0067*
Resíduo (a)	2	0,0003	0,5579
Canteiro (Ca)	1	0,0042	1504,17**
F x Ca	1	0,0001	76,3267*
Resíduo (b)	4	0,0016	9,8879
Colheita (Co)	1	0,3121**	248,327**
F x Co	1	0,0081*	380,807**
Ca x Co	1	0,0103**	41,6067*
F x Ca x Co	1	0,0000	91,2600**
Resíduo (c)	8	0,0010	7,4462
CV Fileira (%)		3,9	5,5
CV Canteiro (%)		8,5	23,2
CV Colheita (%)		6,8	20,1

\*,\*\*significativo pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Para a característica capacidade de campo operacional dos equipamentos houve interação significativa entre os tipos de colheita e os demais fatores. No desdobramento da interação fileira x colheita observou-se diferenças entre todas as médias obtidas (Tabela 13). Nos dois tipos de fileira, a média da colheita com afofador foi superior, bem como nos dois tipos de colheita a média da fileira dupla também o foi.

Quanto ao desdobramento da interação canteiro x colheita, nos plantios com e sem uso de canteiro, também se observa maiores médias para a colheita com afofador (Tabela 13). Quando se compara canteiro dentro de cada tipo de colheita, as médias foram iguais estatisticamente na colheita arrancadora e diferentes na colheita afofador, sendo a média do plantio sem canteiro superior.

TABELA 13 Médias da capacidade de campo operacional dos equipamentos (ha h<sup>-1</sup>) em função dos fatores estudados.

	Colheita com arrancadora	Colheita com afofador	Médias
Fileira dupla	0,389Ab	0,654Aa	0,521A
Fileira simples	0,325Bb	0,517Ba	0,421B
Com canteiro	0,364Ab	0,551Ba	0,458A
Sem canteiro	0,350Ab	0,619Aa	0,484A
Médias	0,357b	0,585a	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

O melhor desempenho do afofador foi devido à maior velocidade de passagem desse equipamento pelas linhas de colheita. No entanto, após sua passagem, ainda necessita-se de aporte de mão-de-obra para a operação de arranquio, ao contrário da arrancadora, que já deixa as raízes expostas sobre a superfície do solo. Quanto ao melhor desempenho dos equipamentos nas parcelas com uso de fileiras duplas, é compreensível pelo fato desse arranjo de plantio permitir uso de menor número de linhas totais por hectare.

As médias estimadas para essa característica, 0,357 ha h<sup>-1</sup> (colheita com arrancadora) e 0,585 ha h<sup>-1</sup> (colheita com afofador) foram inferiores aos 0,7 ha h<sup>-1</sup> descritos por Scalón Filho et al. (2005) com uso de afofador. Características de fabricação dos afofadores e condições ambientais diferenciadas no momento da colheita são possíveis causas dessas diferenças.

A relação entre os tipos de colheita será mais bem compreendida após discussão dos resultados das perdas na colheita e, principalmente, da análise econômica desses resultados, onde será considerada a necessidade de aporte manual para complementar a colheita com afofador.

As perdas foram influenciadas significativamente pela interação fileira x canteiro, demonstrando ação sinérgica desses fatores para essa característica (Tabela 14). O cultivo em canteiro proporcionou menor percentual de perdas do que o cultivo sem o uso desta prática, em ambas as fileiras. Considerando-se a semelhança do canteiro e do camalhão, no que diz respeito às condições de crescimento das raízes, tal resultado corrobora com a EMBRAPA (2006), segundo a qual, plantios em covas altas ou em camalhões facilitam bastante a colheita, uma vez que as raízes se desenvolvem mais superficialmente. Consequentemente, diminui-se a probabilidade de perdas ocasionadas pelo fato de o implemento utilizado na colheita não alcançar raízes mais profundas. Mattos (2002) e Ospina & Ceballos (2002) também relatam a facilidade da colheita nos cultivos em camalhões.

TABELA 14 Perdas (%) na colheita em função dos fatores estudados.

	Com canteiro	Sem canteiro	Médias
Fileira dupla	6,6Aa	18,9Ab	12,7A
Fileira simples	4,7Aa	24,1Bb	14,4B
Médias	5,6a	21,5b	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Entre as fileiras não houve diferença significativa no cultivo com canteiro, porém, no cultivo sem canteiro, as perdas foram maiores nos arranjos em fileiras simples (Tabela 14).

As interações fileira x colheita e canteiro x colheita também foram significativas, sendo seus respectivos desdobramentos apresentados na Tabela 15. No desdobramento da interação fileira x colheita observa-se maior perda da colheita com afofador em relação à colheita com arrancadora no arranjo em fileira dupla, o que não ocorre no arranjo em fileiras simples, no qual os valores foram iguais estatisticamente (Tabela 15). Observando-se as médias das fileiras em cada tipo de colheita, verifica-se resultado inverso, sendo que, na colheita com arrancadora, as perdas da fileira simples foram maiores e, na colheita com afofador, foram menores.

TABELA 15 Perdas (%) ocorridas na colheita em função dos fatores estudados.

	Colheita com arrancadora	Colheita com afofador	Médias
Fileira dupla	5,5Aa	19,9Bb	12,7A
Fileira simples	15,1Ba	13,6Aa	14,4B
Com canteiro	3,7Aa	7,5Aa	5,6A
Sem canteiro	16,9Ba	26,0Bb	21,5B
Médias	10,3a	16,8b	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Quanto ao desdobramento da interação canteiro x colheita, as médias dos dois tipos de colheita foram iguais estatisticamente quando comparadas no cultivo com canteiro. Quando comparadas no cultivo sem canteiro, maiores perdas foram observadas na colheita com afofador em relação à colheita com arrancadora (Tabela 15). Embora falem relatos na literatura para esse tipo de comparação, fica evidente que de alguma forma o cultivo com canteiro favoreceu o afofador, visto que, neste tipo de cultivo, os dois equipamentos

tiveram médias estatisticamente iguais, enquanto que, no cultivo sem canteiro, a arrancadora teve comportamento inferior, ou seja, maiores perdas.

Quando comparadas as médias dos cultivos com e sem canteiro dentro de cada tipo de colheita, é clara a diferença. Enquanto no cultivo com canteiro as perdas oscilaram entre 3,7% e 7,5% , no cultivo sem canteiro a oscilação foi de 16,9% a 26% (Tabela 15). Tal resultado possivelmente se deve ao fato de, segundo a EMBRAPA (2006), as raízes de plantios em covas altas ou em camalhões se desenvolvem mais superficialmente. Dantas & Cunha (1980) apresentaram resultados semelhantes com uso de colheita semimecanizada. As perdas ocorridas no plantio com camalhão foram de 2%, e de 29% no plantio sem camalhão.

#### 4.7 Aspectos econômicos

Os sistemas de produção praticados nos diferentes tratamentos proporcionaram diferenças nos indicadores econômicos. Alguns itens componentes do custo colaboraram para tal (Quadro 1).

QUADRO 1 Detalhamento dos componentes do custo de produção alteráveis em função dos tratamentos.

Componentes do custo	Descrição da alteração
Aração	Substituída pela subsolagem quando se efetua o plantio em canteiros.
Gradagens aradora/niveladora	Substituídas pela fresadora quando se efetua o plantio em canteiros.
Plantio e Afofamento	O plantio em fileiras duplas reduz em 18% a quantidade de linhas de plantio, diminuindo também, em igual percentual, outras operações relacionadas.
Colheita mecânica	Inexistente na colheita com afoador, na qual ocorre o afofamento, e redução de 18% no cultivo em fileiras duplas.
Colheita manual	Inexistente na colheita com arrancadora e redução de 18% no cultivo em fileiras duplas.
Catação de raízes	Baseado em dados do experimento, houve redução de 23% no tempo gasto em fileiras duplas. Na colheita com arrancadora houve redução de 18 e 24%, respectivamente em fileiras duplas e simples.

A participação do arrendamento no custo total de produção não variou muito em relação aos sistemas de produção praticados nos tratamentos, de 19,8% a 22,3% (Figura 4), valores superiores ao encontrado por Richetti (2008a), 15,7%. O custo com arrendamento foi o item que, individualmente, mais onerou a produção (Apêndice A).

A participação percentual dos gastos com insumos e outros custos (transporte externo, administração, assistência técnica, juros e seguridade social) também não sofreu grandes oscilações, de 20,32 a 22,85 % e de 15,3 a 20,6%, respectivamente. Os percentuais de gastos com insumos foram superiores aos 14,6% encontrados por Richetti (2008a) e semelhantes aos 17,3%, referentes a outros custos, descritos pelo mesmo autor.

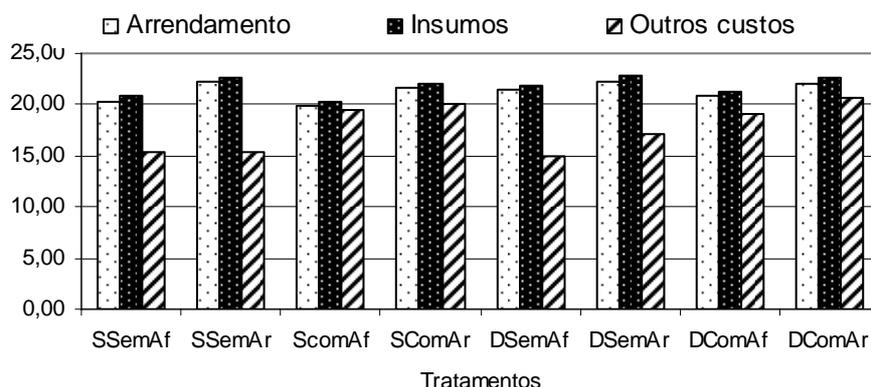


FIGURA 4 Estimativa da porcentagem do custo de arrendamento, insumos e outros custos (transporte externo, administração, assistência técnica, juros e seguridade social) em relação ao custo total.

Ao contrário das pequenas variações nos gastos ocorridas com arrendamento, insumos e outros custos, as operações mecânicas e manuais sofreram maiores variações (Figura 5). Destaca-se a diferença de valores entre os tratamentos da colheita com arrancadora e da colheita com afofador,

principalmente no que concerne às operações manuais. Nesse caso, os menores percentuais ocorreram nos tratamentos com presença de colheita com arrancadora, em torno de 10%. Nos tratamentos onde se utilizou a colheita com afofador esses valores oscilaram em torno de 18%, concordante com o descrito por Richetti (2008a). Essas diferenças foram decorrentes da mecanização da colheita, com conseqüente aumento das operações mecânicas e redução das operações manuais.

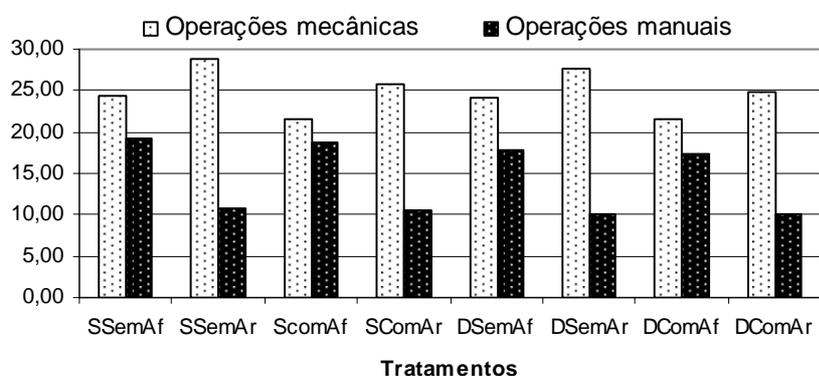


FIGURA 5 Estimativa da porcentagem das operações mecânicas e manuais em relação ao custo total.

Quanto às operações mecânicas, as oscilações entre os tratamentos não foram tão grandes em relação às ocorridas nas operações manuais, mas visíveis quando se compara, novamente, os tratamentos da colheita com arrancadora e com afofador. Quando se utilizou a arrancadora, a participação nos custos ficou entre 24,8 e 28,9% e entre 21,6 a 24,4% quando a colheita foi realizada com o auxílio do afofador (Figura 5), valores inferiores aos 34,4% descritos por Richetti (2008a). Nos tratamentos de colheita com afofador a participação das operações mecânicas no custo total foi sempre aproximadamente 4% menor que os tratamentos de colheita com arrancadora, o que é compreensível em função

desse tipo de colheita não envolver uso de mão-de-obra complementar no arranquio.

A participação individual da colheita variou de 9,3% a 11,3%, na colheita com afoador, e de 4,2% a 5,1%, na colheita com arrancadora (Figura 6). Richetti (2008a) estimou em 13,6% o custo individual da colheita com uso de afoador, valor pouco superior aos percentuais estimados para a colheita com uso desse equipamento, porém bastante superior aos 4,2% a 5,1% estimados para a colheita com arrancadora. CEPEA (2004) descreve custo com colheita de 17,8%, também muito superior aos encontrados neste trabalho.

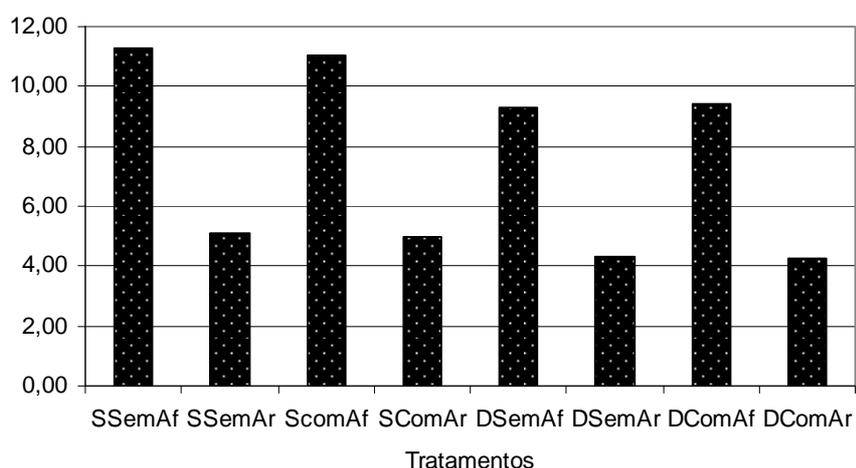


FIGURA 6 Estimativa da porcentagem da operação de colheita em relação ao custo total.

Portanto, o uso da arrancadora reduziu bastante o custo da colheita, fato almejado pelos produtores e de grande importância para o desenvolvimento do setor, satisfazendo parcialmente a necessidade de se minimizar os riscos econômicos da cultura destinada à indústria, conforme relatam Scalon Filho et al. (2005).

Os indicadores econômicos dos oito sistemas de produção, correspondentes aos tratamentos, são apresentados na Tabela 16. A produtividade considerada foi em função do uso ou não de canteiro, com as respectivas perdas, visto que o uso de fileiras não promoveu diferença significativa. Os tratamentos que combinaram uso de plantio sem canteiro e colheita realizada com afofador, independentemente do tipo de fileira utilizado, SSemAf e DSemAf, apresentaram os piores indicadores econômicos. Os melhores foram observados no sistema de plantio em fileiras duplas, com uso do canteiro e colheita com arrancadora (DComAr).

Apesar de vários componentes do custo terem influenciado nas variações ocorridas, o que promoveu melhoria considerável na rentabilidade foi a maior produtividade obtida nos tratamentos em que se utilizou o canteiro, aliado ao fato desta forma de plantio não ter aumentado o custo total de produção. Pelas tabelas do apêndice A pode-se observar que no preparo do solo com uso de canteiros não ocorrem aração, substituída pela subsolagem, nem gradagens, substituídas pela fresadora encanteiradora.

Em função da maior produtividade, os sistemas com canteiros promoveram menores custos unitários de produção, inferiores a R\$ 100,00 t<sup>-1</sup>, enquanto os sem canteiros promoveram custos maiores do que R\$ 100,00 t<sup>-1</sup> (Tabela 16). O menor custo unitário estimado foi de R\$ 81,68 no tratamento DComAr, resultante da combinação do uso de fileira dupla, cultivo em canteiro e colheita com arrancadora. Richetti (2008a) apresenta custo de produção por tonelada de R\$ 144,60 em sistema de produção com dois ciclos vegetativos e com produtividade de 31 t ha<sup>-1</sup>, praticado por médios e grandes produtores da região Centro-Sul do Brasil. Trata-se de custo superior à maioria dos encontrados neste trabalho, que foi conduzido em sistema de produção semelhante, ou seja, com perfil para médios e grandes produtores, porém, com apenas um ciclo vegetativo. Cardoso et al. (2005) apresentaram resultados dos

TABELA 16 Indicadores econômicos dos sistemas de produção de mandioca praticados nos tratamentos.

INDICADORES	SSemAf	SSemAr	SComAf	SComAr	DSemAf	DSemAr	DComAf	DComAr
Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )	23,19	22,35	38,2	38,08	21,21	27,48	35,8	38,92
Receita Bruta (R\$)*	3425,163	3301,095	5642,14	5624,416	3132,72	4058,796	5287,66	5748,484
Custo Total (R\$)	3448,18	3155,17	3528,93	3243,99	3273,79	3138,25	3364,14	3179,02
Margem Bruta (R\$)	-23,01	145,92	2113,21	2380,43	-141,07	920,55	1923,52	2569,47
Relação Benefício/Custo	0,99	1,05	1,60	1,73	0,96	1,29	1,57	1,81
Ponto de Equilíbrio (t)	23,4	21,4	24,0	22,0	22,2	21,3	22,8	21,6
Custo Unitário (R\$ t <sup>-1</sup> )	148,69	141,17	92,38	85,19	154,35	114,20	93,97	81,68

\* Considerando preço médio de R\$ 147,7 t<sup>-1</sup>, pago ao produtor em 2008 (CEPEA, 2009).

principais estados produtores, Pará, Bahia e Paraná, cujos custos unitários foram, respectivamente, R\$ 97,82 (um ciclo), R\$ 129,68 (um ciclo) e R\$ 130,19 (dois ciclos). Em São Paulo, Furlaneto et al. (2009) encontraram custos unitários<sup>2</sup> de R\$ 97,87 (dois ciclos) e R\$ 140,68 (um ciclo).

Baixo custo de produção foi o que resultou alta margem bruta (R\$ 2569,47), a maior, no tratamento DComAr. A menor (R\$ -141,07) foi encontrada no tratamento DSemAf. Na região do Médio Paranapanema, Estado de São Paulo, em análise de sistema de produção semelhante, porém com uso de fileiras simples, Furlaneto et al. (2007) encontraram valor semelhante, R\$ -159,00, com um ciclo produtivo, e R\$ 836,50, com dois ciclos. Ainda na região do Médio Paranapanema, Furlaneto et al. (2009) encontraram valores<sup>1</sup> de R\$ -153,53, com um ciclo, e R\$ 1856,52 com dois ciclos. Os dados de margem bruta devem ser tomados com cautela em função das oscilações nos preços dos itens componentes do custo e de venda da raiz, o que não ocorre quando se analisa a relação benefício/custo.

A maior relação benefício/custo (1,81) no tratamento DComAr demonstra ser esse sistema de produção, nas condições em que foi realizado o experimento, o mais rentável para o produtor (Tabela 16). Este tratamento também foi o que obteve um dos menores pontos de equilíbrio, 21,6 toneladas. Neste caso quase metade das 38,92 toneladas colhidas é destinada ao pagamento dos custos, sendo a outra parte (17,32 toneladas) correspondente ao lucro. Pela tabela 17 pode-se comparar a variação desses valores na literatura.

Embora a relação benefício/custo da maioria dos tratamentos tenha sido maior que 1, demonstrando a viabilidade econômica dos mesmos, o sistema de produção praticado no tratamento DComAr foi o mais eficiente, inclusive quando comparado com outros trabalhos da literatura. Desse modo, a adoção

---

<sup>1</sup> Valores recalculados considerando R\$ 700,00 referentes ao arrendamento de um ha, valor não contabilizado na referida publicação.

desse sistema de produção por parte dos produtores minimizaria o risco de investimento na cultura e aumentaria sua competitividade.

TABELA 17 Valores da relação benefício/custo (B/C) e do ponto de equilíbrio encontrados na literatura e nos tratamentos.

Referência	Ciclos	B/C	Ponto de equilíbrio (t)	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )
Cardoso et al. (2005 )*	Um	1,53	10,4	16,0
Cardoso et al. (2005)**	Um	0,77	20,8	16,0
Cardoso et al. (2005)***	Dois	0,92	35,8	33,0
Cardoso & Santiago (2006)	Dois	1,24	21,4	26,0
Furlaneto et al. (2007)	Um	0,94	27,0	25,0
Furlaneto et al. (2007)	Dois	1,24	36,0	44,0
Furlaneto et al. (2009)	Um	0,96	28,1	27,0
Furlaneto et al. (2009)	Dois	1,38	36,2	50,0
SSemAf	Um	0,99	23,4	23,2
SSemAr	Um	1,05	21,4	22,4
SComAf	Um	1,60	24,0	38,2
SComAr	Um	1,73	22,0	38,1
DSemAf	Um	0,96	22,2	21,2
DSemAr	Um	1,29	21,3	27,5
DComAf	Um	1,57	22,8	35,8
DComAr	Um	1,81	21,6	38,9

Asteriscos definem os estados da pesquisa: \* Pará; \*\* Bahia; \*\*\* Paraná.

Ressalta-se que a prática do plantio em canteiro foi a principal responsável pelos bons resultados obtidos. Nos tratamentos em que a mesma foi utilizada, a menor relação benefício/custo estimada foi 1,57, ainda assim, bom resultado em relação aos valores descritos pela literatura.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste experimento deixam clara a possibilidade de aumento de produtividade e redução de custos no cultivo da mandioca, necessários para que não haja diminuição de áreas de cultivo em relação a outras culturas mais rentáveis economicamente.

O cultivo em fileiras duplas, cujas vantagens são tão exaltadas em inúmeras publicações, mais uma vez mostrou-se como uma das técnicas recomendadas para que o sistema de produção de mandioca se mantenha competitivo, visto que não reduz a produtividade e apresenta diversas vantagens.

Sobre esse arranjo das linhas de plantio, é oportuno tecer alguns comentários. Em uma breve pesquisa bibliográfica é possível ter acesso a diversos trabalhos científicos, muitos realizados há mais de duas décadas, que comprovam sua eficiência, seja pela redução ou facilitação das operações agrícolas, dentre elas a colheita, seja pela possibilidade de consorciação, o que aumenta o Índice de Equivalência de Área (IEA), um indicador de eficiência de uso da terra. Com melhores IEA's, mais produtos agrícolas seriam produzidos em uma mesma área de plantio. No entanto, quem convive no campo sabe o quanto é raro encontrar produtores adeptos do sistema de plantio em fileiras duplas. O motivo para tal parece estar relacionado com a deficiência na divulgação dessas informações de forma clara e objetiva, de maneira acessível ao produtor, para que o mesmo possa adotá-lo. Isso requer atenção especial dos órgãos de assistência técnica e extensão rural, visto se tratar de um público diferenciado, isto é, pequenos produtores responsáveis por mais de 80% da produção nacional, percentual inexistente em qualquer outra cultura.

A utilização de canteiros como parte do preparo do solo, provavelmente não será aceita sem resistências pelo produtor. Muito menos se deve divulgar ou incentivar a introdução desse sistema de plantio sem que antes sejam realizadas

outras pesquisas em ambientes diferentes para que os resultados aqui encontrados sejam confrontados. Essa tecnologia surge como importante alternativa para o cultivo da mandioca, permitindo, pela mudança na forma de preparo do solo, um aumento de produtividade não proporcionado por nenhuma outra técnica de cultivo de fácil implementação pelo produtor.

Merece destaque o fato de a boa produtividade em canteiro ter sido obtida em um ciclo de cultivo. Isso é de particular importância para regiões onde ocorre alto índice de podridão de raízes tuberosas, principalmente em colheita com dois ciclos, como é o caso da região onde foi realizado o experimento. Desse modo, o uso de canteiro passa a ser uma alternativa de redução de perdas devidas à podridão, uma vez que foi rara a ocorrência da mesma nos tratamentos aplicados. Necessária é a investigação da produtividade em canteiros no segundo ciclo da cultura. Nesse caso, a diferença de produtividade em relação ao não uso dessa prática poderia ser ainda maior, visto que o número de raízes tuberosas por planta foi superior no sistema de plantio com canteiros. Em colheita no segundo ciclo, espera-se um aumento no peso médio de raízes tuberosas.

Quanto aos tipos de colheita, é lamentável a escassez de pesquisas sobre o assunto. Diante dos elevados custos dessa operação, o setor produtivo carece de sistemas que os reduzam. Desse modo, com os resultados aqui obtidos, tem-se indicativo de necessidade de pesquisas adicionais, sobretudo em sistema de cultivo com canteiros em outros tipos de solo e com outras cultivares. Necessita-se também que sejam reduzidas as perdas na colheita.

Em tempos de limitação de recursos naturais, em função do uso inadequado dos mesmos, é oportuno mencionar as perspectivas ambientais oriundas da adoção dos sistemas de plantio aqui apresentados.

O uso de fileiras duplas, dentre outras vantagens, permitiria a consorciação de culturas, aumentando a produção de alimentos em uma mesma área. Caso o produtor prefira o monocultivo da mandioca, poderia fazer a

rotação de plantio em uma mesma área, alternando as faixas de cultivo. Dessa maneira, a cada plantio, o preparo do solo ocorreria em áreas distintas, minimizando os danos causados à sua estrutura. Cita-se também a provável redução das perdas de solo em função da erosão, melhor controlada se em parte do espaço entre as fileiras duplas for mantida a vegetação. Essa, além do efeito conservacionista do solo, favoreceria a biodiversidade de artrópodes e suas complexas relações ecológicas, diminuindo a probabilidade de desequilíbrio populacional devido à maior estabilidade do ecossistema. Além disso, ainda sob a ótica ambiental, o uso de fileiras duplas reduz o uso de insumos e de operações agrícolas, o que direta ou indiretamente se traduz em redução da emissão de CO<sup>2</sup> na atmosfera.

No tocante ao sistema de plantio em canteiros, destaca-se seu caráter conservacionista do solo, desde que, claro, realizado em nível; o aumento de produtividade, que implica em menores áreas exploradas para obtenção da mesma produção agrícola e; redução das operações agrícolas por unidade do produto.

## 6 CONCLUSÕES

- No sistema de plantio com canteiro, as plantas de mandioca cresceram mais e produziram maior número de raízes tuberosas por planta.
- A produtividade de raízes tuberosas foi 34,4% maior no sistema de cultivo com canteiro, o que o torna importante alternativa para a melhoria dos sistemas de produção de mandioca.
- A capacidade de campo operacional do afofador foi superior nos dois tipos de fileiras, embora o arranquio tenha que ser complementado manualmente.
- O cultivo em canteiro, bem como o uso da arrancadora, proporcionou menores percentuais de perdas na colheita.
- O uso conjunto de fileira dupla, canteiro e colheita com arrancadora promoveu melhoria em todos os indicadores econômicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. de A. A. de. **Interferência de plantas daninhas e do feijão sobre a cultura da mandioca**. 2006. 59 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- ALLEM, A. C. The origins and taxonomy of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, M. J.; BELLOTTI, A. C. (Ed.). **Cassava: biology, production and utilization**. Wellington: CABI International, 2002. p. 1-16.
- ALVES, L. R. A. A.; FELIPE, F. I.; OSAKI, M. Competitividade da produção de mandioca no estado de São Paulo com culturas concorrentes em área: safra 2005/06. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13., 2009, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: UNESP, 2009. 1 CD-ROM.
- ARISMENDI, L. G. Investigación sobre El cultivo de La yuca em El oriente de Venezuela. **Revista Científica UDO Agrícola**, Maturin, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2001.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.
- BORCHARDT, I. **Desenvolvimento de metodologia para elaboração de custos de produção das principais culturas exploradas em Santa Catarina**. Florianópolis: Instituto CEPA, 2004. 67 p.
- BORGES, M. de F.; FUKUDA, W. M. G.; ROSSETTI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1559-1565, nov. 2002.
- CARDOSO, C. E. L. **Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil**. 2003. 188 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- CARDOSO, C. E. L. **Restrições à melhoria da competitividade da cadeia agroindustrial de fécula de mandioca**. Crua das Almas: EMBRAPA/CNPMPF, 2004. 59 p. (Documentos, 1).

CARDOSO, C. E. L.; ALVES, R. N. B.; SANTANA, M. do A.; LOPES, O. M. N. Custo de produção de mandioca no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: EMBRAPA, 2005. 1 CD-ROM.

CARDOSO, C. E. L.; SANTIAGO, A. D. Sistemas e custos de produção de mandioca no estado de Alagoas. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SOBER, 2006. 1 CD-ROM.

CARDOSO JÚNIOR, N. dos S. Efeito do nitrogênio em características agrônômicas da mandioca. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 651-659, 2005.

CASTRO, S. H. de C.; REIS, R. P.; LIMA, A. L. R. Custo de produção da soja cultivada sob sistema de plantio direto: estudo de multicasos no Oeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1146-1153, nov./dez. 2006.

CAVALCANTE, de S. **Consortiação de mandioca e feijão comum:** viabilidade da exploração em agricultura familiar na microrregião do brejo paraibano. 2005. 93 p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Água e Solo) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Custo de produção de mandioca no estado de São Paulo:** mandioca industrial (maio/04) e de mesa (junho/04). 2004. Disponível em: <[http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/analise\\_custo\\_2003\\_04.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/analise_custo_2003_04.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2009.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Mandioca:** de alimento básico à matéria-prima industrial. 2002. Disponível em: <[http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/mandioca\\_contexto.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/mandioca_contexto.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2009.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Mercados agropecuários.** Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/mandioca/>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O.; TAKAHASHI, M. Balança hidrostática como forma de avaliação do teor de massa seca e amido. In: CEREDA, M. P. (Org.). **Agricultura:** tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. v. 2, p. 258-273.

COCK, J. H. **La yuca**: nuevo potencial para un cultivo tradicional. Cali: CIAT, 1990. 240 p.

CONSONI, R. **Fresadora encanteadora utilizada no levantamento de canteiros**. 2007. 1 fotografia.

CORDEIRO, I. M. C. C.; SANTANA, A. C. de; LAMEIRA, O. A.; SILVA, I. M. Análise econômica dos sistemas de cultivo com *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Paricá) e *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppus & Leal (Curauá) no município de Aurora do Pará (PA), Brasil. **Revista de la Facultad de Agronomia**, Maracaibo, v. 26, p. 243-265, 2009.

DAMASCENO, L. S. da P.; MATTOS, P. L. P. de; CALDAS, R. C. Arranjos espaciais de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em monocultivo e consorciada com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.). **Magistra**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 21-28, jan./jun. 2001.

DANTAS, J. L. L.; CUNHA, M. A. P. da. **A colheita e a pós-colheita de mandioca no Brasil**: um estudo de caso. Cruz das Almas: EMBRAPA/CNPMPF, 1980. 23 p. (Documentos, 1).

EL-SHARKAWY, M. A. Cassava biology and physiology. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 56, p. 481-501, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de produção de mandioca**. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/#mandioca>>. Acesso em: 10 jan. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Mandioca**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2006. 176 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

FACHINI, C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARROS, V. L. N. P. de; LUCHESI JUNIOR, V. Viabilidade econômica das culturas de feijão, abóbora e mandioca para indústria em consórcio com eucalipto, região de Capão Bonito, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 5, p. 16-28, maio 2009.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4.0. Lavras: UFLA, 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Agricultural production:** crops primary. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat/collectios?version=ext&hasbulk=0>>. Acesso em: 10 jan. 2009.

FUKUDA, W. M. G.; BORGES, M. F. de. Avaliação qualitativa de variedades de mandioca de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 7, n. 1, p. 63-72, 1988.

FURLANETO, F. de P. B.; KANTHACK, R. A. D.; ESPERANCINI, M. S. T. Análise econômica da cultura da mandioca no médio paranapanema, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 10, p. 20-26, out. 2007.

FURLANETO, F. de P. B.; KANTHACK, R. A. D.; OLIVEIRA, M. D. M. Custo de produção de mandioca para indústria em 2009. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13., 2009, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: UNESP, 2009. 1 CD-ROM.

GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A. C. de S.; STROHHAECKER, L.; HELMICH, J. J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 953-957, 2000.

GOMES, C. N.; CARVALHO, S. P. de; JESUS, A. M. S.; CUSTÓDIO, T. N. Caracterização morfoagronômica e coeficientes de trilha de caracteres componentes da produção em mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1121-1130, ago. 2007.

IKDEA. **Subsoladores para mandioca**. Marília. Disponível em: <[http://www.ikeda-maq.com.br/index2.php?pag=ver\\_produto&codigo=13](http://www.ikeda-maq.com.br/index2.php?pag=ver_produto&codigo=13)>. Acesso em: 15 jan. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/>>. Acesso em: 18 jan. 2009.

LORENZI, J. O.; OTSUBO, A. A.; MONTEIRO, D. A.; VALLE, T. L. Aspectos fitotécnicos da mandioca em Mato Grosso do Sul. In: OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. de S. (Coord.). **Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA/UNIDERP, 2002. p. 77-108.

MATTOS, P. L. P. de. Práticas culturais na cultura da mandioca. In: OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. de S. (Coord.). **Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA/UNIDERP, 2002. p. 127-146.

MATTOS, P. L. P. de; DANTAS, J. L. L. **Utilização do cultivo da mandioca consorciada com feijão**. Cruz das Almas: EMBRAPA/CNPMPF, 1981. 22 p. (Circular técnica, 2).

MONTALDO, A. **La yuca o mandioca**. San José: IICA, 1985. 386 p.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 153, p. 375-380, 1944.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários**: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.

OSPINA, B.; CEBALLOS, H. **La Yuca en el tercer milenio**: sistemas modernos de producción procesamiento, utilización y comercialización. Cali: CIAT, 2002. 586 p.

OTSUBO, A. A.; AGUIAR, E. B. Avaliação da produtividade, tempo de cozimento e padrão de massa cozida de cinco cultivares de mandioca de mesa, em Dourados, MS. **Ensaios e Ciência**, Campo Grande, v. 5, n. 2, p. 11-26, 2001.

OTSUBO, A. A.; BRITO, O. R. Avaliação de cultivares elites de mandioca industrial na região de Mato Grosso do Sul. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO, 9., 2008, Brasília. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA, 2008. 1 CD-ROM.

OTSUBO, A. A.; SAGRILO, E.; LORENZI, J. O.; GALHARINI, L. G.; OTSUBO, I. M. N.; MATOS, J. S.; UTIDA, D.; FUJINAKA, J. Avaliação de clones de mandioca visando o processamento industrial em Dourados, MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 12., 2007, Paranavaí. **Resumos...** Paranavaí: Sociedade Brasileira de Mandioca, 2007. 1 CD-ROM.

PEIXOTO, J. R.; BERNARDES, S. R.; SANTOS, C. M. dos; BONNAS, D. S.; FIALHO, J. de F.; OLIVEIRA, J. A. de. Desempenho agrônomico de variedades de mandioca mansa em Uberlândia-MG. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 19-24, 2005.

PEQUENO, M. G.; VIDIGAL FILHO, P. S.; TORMENA, C.; KVITSCHAL, M. V.; MANZOTTI, M. Efeito do sistema de preparo do solo sobre características agronômicas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 476-481, 2007.

PINTO, H. S.; ASSAD, E. D.; ZULLO JUNIOR, J.; EVANGELISTA, S. R. de M.; OTAVIAN, A. F.; EVANGELISTA, B. A.; MARIN, F. R.; MACEDO JUNIOR, C.; PELLEGRINO, G. Q.; COLTRI, P. P.; CORAL, G. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. São Paulo: Posigraf, 2008. 83 p.

PONCIANO, N. J.; CONSTANTINO, C. O. R.; SOUZA, P. M. de; DETMANN, E. Avaliação econômica da produção de abacaxi (*ananas comosus* L.) Cultivar perola na região Norte Fluminense. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 1, p. 82-91, jan./mar. 2006.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).

RICHETTI, A. **Estimativa do custo de produção de mandioca industrial: safra 2008**. Dourados: EMBRAPA, 2008a. 6 p. (Comunicado técnico, n. 144).

RICHETTI, A. **Estimativa do custo de produção de milho para a safra 2008/09 em Mato grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA, 2008b. 7 p. (Comunicado técnico, n. 147).

SAGRILO, E. **Produtividade de três cultivares de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) em diferentes épocas de colheita no segundo ciclo vegetativo**. 2001. 136 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

SAGRILO, E.; OTSUBO, A. A.; SILVA, A. de S. Desempenho produtivo de genótipos de mandioca no vale do Ivinhema, MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 12., 2007, Paranavaí. **Resumos...** Paranavaí: Sociedade Brasileira de Mandioca, 2007. 1 CD-ROM.

SANTOS, E. de J.; SANTANA, F. S. de; CARDOSO, C. E. L. Custo da produção de abacaxi na região do Recôncavo Baiano. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SOBER, 2006. 1 CD-ROM.

SCALON FILHO, H.; SOBRINHO, T. A.; SOUZA, C. M. A. de. Desempenho de dois equipamentos na colheita semimecanizada da cultura da mandioca. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 557-564, 2005.

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

SILVA, A. F.; SANTANA, L. M. de S.; FRANÇA, C. R. R. S.; MAGALHÃES, C. A. de S.; ARAÚJO, C. R. de; AZEVEDO, S. G. de A. Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 33-38, 2009.

SILVA, J. da; FERREIRA FILHO, J. R. **Produção de biomassa de mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 2007. 2 p. (Mandioca em foco, n. 34).

SOMOGYI, M. Determination of blood sugar. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 160, n. 1, p. 69-73, 1945.

SOUZA, J. da S.; OTSUBO, A. A. Perspectivas e potencialidades de mercados para os derivados de mandioca. In: OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. de S. (Coord.). **Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA/UNIDERP, 2002. p. 13-30.

TAKAHASHI, M. Cultivo comercial na região centro-sul do Brasil. In: CEREDA, M. P. (Org.). **Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. v. 2, p. 258-273.

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

TRINDADE, I.; LYRA, G. de M.; FONSECA, F. das C. E. da F. **Sistemas de plantio para a colheita mecânica da mandioca**. Natal: EMPARN, 1984. 25 p. (Boletim de pesquisa, 12).

VIDIGAL FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; VIDIGAL, M. C. G.; MAIA, R. R.; SAGRILO, E.; SIMON, G. A.; LIMA, R. S. Avaliação de cultivares de mandioca na região Noroeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 69-75, 2000.

**APÊNDICE A**  
**DETALHAMENTO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO**

TABELA 1A. Detalhamento dos custos de produção para o tratamento SsemAf. UFLA, Lavras - MG, 2009.

Componentes do custo	Un.	Qtde.	Preço unitário (R\$)	Valor		%
				R\$	US\$	
<b>A - Custos Fixos</b>						
Remuneração da terra	ha	1,00	700,00	700,00	304,35	
<b>TOTAL A</b>				<b>700,00</b>	<b>304,35</b>	<b>20,30</b>
<b>B - Custo variável B.1. Insumos</b>						
Calcário	t	2,00	125,00	250,00	108,70	7,25
Manivas	m <sup>3</sup>	6,00	10,00	60,00	26,09	1,74
Fertilizantes (S. Simples)	t	0,40	700,00	280,00	121,74	8,12
Herbicida pré-emergente	l	2,50	30,00	75,00	32,61	2,18
Herbicida pós-emergente	l	4,00	13,00	52,00	22,61	1,51
				<b>717,00</b>	<b>311,74</b>	<b>20,79</b>
<b>B.2. Operações agrícolas B.2.1. Operações mecânicas</b>						
Construção de terraços	ha	1,00	49,60	49,60	21,57	1,44
Distribuição calcário	ha	1,00	41,50	41,50	18,04	1,20
Aração	ha	1,00	120,00	120,00	52,17	3,48
Gradagem aradora	ha	1,00	103,40	103,40	44,96	3,00
Gradagem niveladora	ha	1,00	49,60	49,60	21,57	1,44
Transporte manivas	m <sup>3</sup>	6,00	12,00	72,00	31,30	2,09
Plantio	ha	1,00	115,70	115,70	50,30	3,36
Aplicação herbicidas	ha	2,00	70,00	140,00	60,87	4,06
Roçada de colheita	ha	1,00	60,00	60,00	26,09	1,74
Afofamento	ha	1,00	89,73	89,73	39,01	2,60
				<b>841,53</b>	<b>365,88</b>	<b>24,41</b>
<b>B.2.2. Operações manuais</b>						
Catação de raízes	ha	1,00	103,30	103,30	44,91	3,00
Locação de terraços	ha	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Preparo das manivas	dh	0,80	25,00	20,00	8,70	0,58
Capina manual	dh	8,30	25,00	207,50	90,22	6,02
Poda das hastes	dh	1,30	25,00	32,50	14,13	0,94
Colheita manual	dh	12,00	25,00	300,00	130,43	8,70
				<b>663,30</b>	<b>288,39</b>	<b>19,24</b>
<b>B.3. Outros</b>						
Transporte externo	t	23,19	10,00	231,90	100,83	6,73
<b>Sub-total B</b>				<b>2453,73</b>		<b>71,16</b>
OUTROS CUSTOS*	%	12,00		<b>294,45</b>		<b>8,54</b>
<b>TOTAL B</b>				<b>2748,18</b>	<b>1194,86</b>	<b>79,70</b>
<b>CUSTO TOTAL (A + B)</b>				<b>3448,18</b>	<b>1499,21</b>	<b>100</b>

\* Administração, assistência técnica, juros, seguridade social.

TABELA 2A Detalhamento dos custos de produção para o tratamento SsemAr. UFLA, Lavras - MG, 2009.

Componentes do custo	Un.	Qtde.	Preço unitário (R\$)	Valor		%
				R\$	US\$	
<b>A - Custos Fixos</b>						
Remuneração da terra	ha	1,00	700,00	700,00	304,35	
<b>TOTAL A</b>				<b>700,00</b>	<b>304,35</b>	<b>22,19</b>
<b>B - Custo variável B.1. Insumos</b>						
Calcário	t	2,00	125,00	250,00	108,70	7,92
Manivas	m <sup>3</sup>	6,00	10,00	60,00	26,09	1,90
Fertilizantes (S. Simples)	t	0,40	700,00	280,00	121,74	8,87
Herbicida pré-emergente	l	2,50	30,00	75,00	32,61	2,38
Herbicida pós-emergente	l	4,00	13,00	52,00	22,61	1,65
				<b>717,00</b>	<b>311,74</b>	<b>22,72</b>
<b>B.2. Operações agrícolas B.2.1. Operações mecânicas</b>						
Construção de terraços	ha	1,00	49,60	49,60	21,57	1,57
Distribuição calcário	ha	1,00	41,50	41,50	18,04	1,32
Aração	ha	1,00	120,00	120,00	52,17	3,80
Gradagem aradora	ha	1,00	103,40	103,40	44,96	3,28
Gradagem niveladora	ha	1,00	49,60	49,60	21,57	1,57
Transporte manivas	m <sup>3</sup>	6,00	12,00	72,00	31,30	2,28
Plantio	ha	1,00	115,70	115,70	50,30	3,67
Aplicação herbicidas	ha	2,00	70,00	140,00	60,87	4,44
Roçada de colheita	ha	1,00	60,00	60,00	26,09	1,90
Colheita mecânica	ha	1,00	161,31	161,31	70,13	5,11
				<b>913,11</b>	<b>397,00</b>	<b>28,94</b>
<b>B.2.2. Operações manuais</b>						
Catação de raízes	ha	1,00	78,51	78,51	34,13	2,49
Preparo das manivas	dh	0,80	25,00	20,00	8,70	0,63
Capina manual	dh	8,30	25,00	207,50	90,22	6,58
Poda das hastes	dh	1,30	25,00	32,50	14,13	1,03
Colheita manual	dh	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				<b>338,51</b>	<b>147,18</b>	<b>10,73</b>
<b>B.3. Outros</b>						
Transporte externo	t	22,35	10,00	223,50	97,17	7,08
<b>Sub-total B</b>				<b>2192,12</b>	<b>69,48</b>	
OUTROS CUSTOS *	%	12,00		<b>263,05</b>		<b>8,34</b>
<b>TOTAL B</b>				<b>2455,17</b>	<b>1067,47</b>	<b>77,81</b>
<b>CUSTO TOTAL (A + B)</b>				<b>3155,17</b>	<b>1371,81</b>	<b>100</b>

\* Administração, assistência técnica, juros, seguridade social.

TABELA 3A Detalhamento dos custos de produção para o tratamento SComAf.  
UFLA, Lavras - MG, 2009.

Componentes do custo	Un.	Qtde.	Preço unitário (R\$)	Valor		%
				R\$	US\$	
<b>A - Custos Fixos</b>						
Remuneração da terra	ha	1,00	700,00	700,00	304,35	
<b>TOTAL A</b>				<b>700,00</b>	<b>304,35</b>	<b>19,84</b>
<b>B - Custo variável B.1. Insumos</b>						
Calcário	t	2,00	125,00	250,00	108,70	7,08
Manivas	m <sup>3</sup>	6,00	10,00	60,00	26,09	1,70
Fertilizantes (S. Simples)	t	0,40	700,00	280,00	121,74	7,93
Herbicida pré-emergente	l	2,50	30,00	75,00	32,61	2,13
Herbicida pós-emergente	l	4,00	13,00	52,00	22,61	1,47
				<b>717,00</b>	<b>311,74</b>	<b>20,32</b>
<b>B.2. Operações agrícolas B.2.1. Operações mecânicas</b>						
Construção de terraços	ha	1,00	49,60	49,60	21,57	1,41
Distribuição calcário	ha	1,00	41,50	41,50	18,04	1,18
Subsolagem	ha	1,00	95,00	95,00	41,30	2,69
Confecção de canteiros	ha	1,00	100,00	100,00	43,48	2,83
Transporte manivas	m <sup>3</sup>	6,00	12,00	72,00	31,30	2,04
Plantio	ha	1,00	115,70	115,70	50,30	3,28
Aplicação herbicidas	ha	2,00	70,00	140,00	60,87	3,97
Roçada de colheita	ha	1,00	60,00	60,00	26,09	1,70
Afofamento	ha	1,00	89,73	89,73	39,01	2,54
				<b>763,53</b>	<b>331,97</b>	<b>21,64</b>
<b>B.2.2. Operações manuais</b>						
Catação de raízes	ha	1,00	103,30	103,30	44,91	2,93
Preparo das manivas	dh	0,80	25,00	20,00	8,70	0,57
Capina manual	dh	8,30	25,00	207,50	90,22	5,88
Poda das hastes	dh	1,30	25,00	32,50	14,13	0,92
Colheita manual	dh	12,00	25,00	300,00	130,43	8,50
				<b>663,30</b>	<b>288,39</b>	<b>18,80</b>
<b>B.3. Outros</b>						
Transporte externo	t	38,20	10,00	382,00	166,09	10,82
<b>Sub-total B</b>				<b>2525,83</b>	<b>71,57</b>	
OUTROS CUSTOS *	%	12,00		<b>303,10</b>	<b>8,59</b>	
<b>TOTAL B</b>				<b>2828,93</b>	<b>1229,97</b>	<b>80,16</b>
<b>CUSTO TOTAL (A + B)</b>				<b>3528,93</b>	<b>1534,32</b>	<b>100</b>

\* Administração, assistência técnica, juros, seguridade social.

TABELA 4A Detalhamento dos custos de produção para o tratamento SComAr.  
UFLA, Lavras - MG, 2009.

Componentes do custo	Un.	Qtde.	Preço unitário (R\$)	Valor		%
				R\$	US\$	
<b>A - Custos Fixos</b>						
Remuneração da terra	ha	1,00	700,00	700,00	304,35	
<b>TOTAL A</b>				<b>700,00</b>	<b>304,35</b>	<b>21,58</b>
<b>B - Custo variável B.1. Insumos</b>						
Calcário	t	2,00	125,00	250,00	108,70	7,71
Manivas	m <sup>3</sup>	6,00	10,00	60,00	26,09	1,85
Fertilizantes (S. Simples)	t	0,40	700,00	280,00	121,74	8,63
Herbicida pré-emergente	l	2,50	30,00	75,00	32,61	2,31
Herbicida pós-emergente	l	4,00	13,00	52,00	22,61	1,60
				<b>717,00</b>	<b>311,74</b>	<b>22,10</b>
<b>B.2. Operações agrícolas B.2.1. Operações mecânicas</b>						
Construção de terraços	ha	1,00	49,60	49,60	21,57	1,53
Distribuição calcário	ha	1,00	41,50	41,50	18,04	1,28
Subsolagem	ha	1,00	95,00	95,00	41,30	2,93
Confecção de canteiros	ha	1,00	100,00	100,00	43,48	3,08
Transporte manivas	m <sup>3</sup>	6,00	12,00	72,00	31,30	2,22
Plantio	ha	1,00	115,70	115,70	50,30	3,57
Aplicação herbicidas	ha	2,00	70,00	140,00	60,87	4,32
Roçada de colheita	ha	1,00	60,00	60,00	26,09	1,85
Colheita mecânica	ha	1,00	161,31	161,31	70,13	4,97
				<b>835,11</b>	<b>363,09</b>	<b>25,74</b>
<b>B.2.2. Operações manuais</b>						
Catação de raízes	ha	1,00	78,51	78,51	34,13	2,42
Preparo das manivas	dh	0,80	25,00	20,00	8,70	0,62
Capina manual	dh	8,30	25,00	207,50	90,22	6,40
Poda das hastes	dh	1,30	25,00	32,50	14,13	1,00
Colheita manual	dh	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				<b>338,51</b>	<b>147,18</b>	<b>10,43</b>
<b>B.3. Outros</b>						
Transporte externo	t	38,08	10,00	380,80	165,57	11,74
<b>Sub-total B</b>				<b>2271,42</b>	<b>70,02</b>	
<b>OUTROS CUSTOS*</b>	%	12,00		<b>272,57</b>		<b>8,40</b>
<b>TOTAL B</b>				<b>2543,99</b>	<b>1106,08</b>	<b>78,42</b>
<b>CUSTO TOTAL (A + B)</b>				<b>3243,99</b>	<b>1410,43</b>	<b>100</b>

\* Administração, assistência técnica, juros, seguridade social.

TABELA 5A Detalhamento dos custos de produção para o tratamento DSemAr.  
UFLA, Lavras - MG, 2009.

Componentes do custo	Un.	Qtde.	Preço unitário (R\$)	Valor		%
				R\$	US\$	
<b>A - Custos Fixos</b>						
Remuneração da terra	ha	1,00	700,00	700,00	304,35	
<b>TOTAL A</b>				<b>700,00</b>	<b>304,35</b>	<b>22,31</b>
<b>B - Custo variável B.1. Insumos</b>						
Calcário	t	2,00	125,00	250,00	108,70	7,97
Manivas	m <sup>3</sup>	6,00	10,00	60,00	26,09	1,91
Fertilizantes (S. Simples)	t	0,40	700,00	280,00	121,74	8,92
Herbicida pré-emergente	l	2,50	30,00	75,00	32,61	2,39
Herbicida pós-emergente	l	4,00	13,00	52,00	22,61	1,66
				<b>717,00</b>	<b>311,74</b>	<b>22,85</b>
<b>B.2. Operações agrícolas B.2.1. Operações mecânicas</b>						
Construção de terraços	ha	1,00	49,60	49,60	21,57	1,58
Distribuição calcário	ha	1,00	41,50	41,50	18,04	1,32
Aração	ha	1,00	120,00	120,00	52,17	3,82
Gradagem aradora	ha	1,00	103,40	103,40	44,96	3,29
Gradagem niveladora	ha	1,00	49,60	49,60	21,57	1,58
Transporte manivas	m <sup>3</sup>	6,00	12,00	72,00	31,30	2,29
Plantio	ha	1,00	94,87	94,87	41,25	3,02
Aplicação herbicidas	ha	2,00	70,00	140,00	60,87	4,46
Roçada de colheita	ha	1,00	60,00	60,00	26,09	1,91
Colheita mecânica	ha	1,00	134,77	134,77	58,60	4,29
				<b>865,74</b>	<b>376,41</b>	<b>27,59</b>
<b>B.2.2. Operações manuais</b>						
Catação de raízes	ha	1,00	65,22	65,22	28,36	2,08
Preparo das manivas	dh	0,80	25,00	20,00	8,70	0,64
Capina manual	dh	8,30	25,00	207,50	90,22	6,61
Poda das hastes	dh	1,07	25,00	26,75	11,63	0,85
Colheita manual	dh	9,84	0,00	0,00	0,00	0,00
				<b>319,47</b>	<b>138,90</b>	<b>10,18</b>
<b>B.3. Outros</b>						
Transporte externo	t	27,48	10,00	274,80	119,48	8,76
<b>Sub-total B</b>				<b>2177,01</b>	<b>69,37</b>	
OUTROS CUSTOS*	%	12,00		<b>261,24</b>	<b>8,32</b>	
<b>TOTAL B</b>				<b>2438,25</b>	<b>1060,11</b>	<b>77,69</b>
<b>CUSTO TOTAL (A + B)</b>				<b>3138,25</b>	<b>1364,46</b>	<b>100</b>

\* Administração, assistência técnica, juros, seguridade social.

TABELA 6A Detalhamento dos custos de produção para o tratamento DSemAf.  
UFLA, Lavras - MG, 2009.

Componentes do custo	Un.	Qtde.	Preço unitário (R\$)	Valor		%
				R\$	US\$	
<b>A - Custos Fixos</b>						
Remuneração da terra	ha	1,00	700,00	700,00	304,35	
<b>TOTAL A</b>				<b>700,00</b>	<b>304,35</b>	<b>21,38</b>
<b>B - Custo variável B.1. Insumos</b>						
Calcário	t	2,00	125,00	250,00	108,70	7,64
Manivas	m <sup>3</sup>	6,00	10,00	60,00	26,09	1,83
Fertilizantes (S. Simples)	t	0,40	700,00	280,00	121,74	8,55
Herbicida pré-emergente	l	2,50	30,00	75,00	32,61	2,29
Herbicida pós-emergente	l	4,00	13,00	52,00	22,61	1,59
				<b>717,00</b>	<b>311,74</b>	<b>21,90</b>
<b>B.2. Operações agrícolas B.2.1. Operações mecânicas</b>						
Construção de terraços	ha	1,00	49,60	49,60	21,57	1,52
Distribuição calcário	ha	1,00	41,50	41,50	18,04	1,27
Aração	ha	1,00	120,00	120,00	52,17	3,67
Gradagem aradora	ha	1,00	103,40	103,40	44,96	3,16
Gradagem niveladora	ha	1,00	49,60	49,60	21,57	1,52
Transporte manivas	m <sup>3</sup>	6,00	12,00	72,00	31,30	2,20
Plantio	ha	1,00	94,87	94,87	41,25	2,90
Aplicação herbicidas	ha	2,00	70,00	140,00	60,87	4,28
Roçada de colheita	ha	1,00	60,00	60,00	26,09	1,83
Afofamento	ha	1,00	70,93	58,16	25,29	1,78
				<b>789,13</b>	<b>343,10</b>	<b>24,10</b>
<b>B.2.2. Operações manuais</b>						
Catação de raízes	ha	1,00	79,54	79,54	34,58	2,43
Preparo das manivas	dh	0,80	25,00	20,00	8,70	0,61
Capina manual	dh	8,30	25,00	207,50	90,22	6,34
Poda das hastes	dh	1,07	25,00	26,75	11,63	0,82
Colheita manual	dh	9,84	25,00	246,00	106,96	7,51
				<b>579,79</b>	<b>252,08</b>	<b>17,71</b>
<b>B.3. Outros</b>						
Transporte externo	t	21,21	10,00	212,10	92,22	6,48
<b>Sub-total B</b>				<b>2298,03</b>	<b>70,19</b>	
OUTROS CUSTOS*	%	12,00		<b>275,76</b>	<b>8,42</b>	
<b>TOTAL B</b>				<b>2573,79</b>	<b>1119,04</b>	<b>78,62</b>
<b>CUSTO TOTAL (A + B)</b>				<b>3273,79</b>	<b>1423,39</b>	<b>100</b>

\* Administração, assistência técnica, juros, seguridade social.

TABELA 7A Detalhamento dos custos de produção para o tratamento DComAf.  
UFLA, Lavras - MG, 2009.

Componentes do custo	Un.	Qtde.	Preço unitário (R\$)	Valor		%
				R\$	US\$	
<b>A - Custos Fixos</b>						
Remuneração da terra	ha	1,00	700,00	700,00	304,35	
<b>TOTAL A</b>				<b>700,00</b>	<b>304,35</b>	<b>20,81</b>
<b>B - Custo variável B.1. Insumos</b>						
Calcário	t	2,00	125,00	250,00	108,70	7,43
Manivas	m <sup>3</sup>	6,00	10,00	60,00	26,09	1,78
Fertilizantes (S. Simples)	t	0,40	700,00	280,00	121,74	8,32
Herbicida pré-emergente	l	2,50	30,00	75,00	32,61	2,23
Herbicida pós-emergente	l	4,00	13,00	52,00	22,61	1,55
				<b>717,00</b>	<b>311,74</b>	<b>21,31</b>
<b>B.2. Operações agrícolas B.2.1. Operações mecânicas</b>						
Construção de terraços	ha	1,00	49,60	49,60	21,57	1,47
Distribuição calcário	ha	1,00	41,50	41,50	18,04	1,23
Subsolagem	ha	1,00	95,00	95,00	41,30	2,82
Confecção de canteiro	ha	1,00	100,00	100,00	43,48	2,97
Transporte manivas	m <sup>3</sup>	6,00	12,00	72,00	31,30	2,14
Plantio	ha	1,00	94,87	94,87	41,25	2,82
Aplicação herbicidas	ha	2,00	70,00	140,00	60,87	4,16
Roçada de colheita	ha	1,00	60,00	60,00	26,09	1,78
Afofamento	ha	1,00	70,93	70,93	30,84	2,11
				<b>723,90</b>	<b>314,74</b>	<b>21,52</b>
<b>B.2.2. Operações manuais</b>						
Catação de raízes	ha	1,00	79,54	79,54	34,58	2,36
Preparo das manivas	dh	0,80	25,00	20,00	8,70	0,59
Capina manual	dh	8,30	25,00	207,50	90,22	6,17
Poda das hastes	dh	1,07	25,00	26,75	11,63	0,80
Colheita manual	dh	9,84	25,00	246,00	106,96	7,31
				<b>579,79</b>	<b>252,08</b>	<b>17,23</b>
<b>B.3. Outros</b>						
Transporte externo	t	35,80	10,00	358,00	155,65	10,64
<b>Sub-total B</b>				<b>2378,69</b>	<b>70,71</b>	
OUTROS CUSTOS*	%	12,00		<b>285,44</b>	<b>8,48</b>	
<b>TOTAL B</b>				<b>2664,14</b>	<b>1158,32</b>	<b>79,19</b>
<b>CUSTO TOTAL (A + B)</b>				<b>3364,14</b>	<b>1462,67</b>	<b>100</b>

\* Administração, assistência técnica, juros, seguridade social.

TABELA 8A Detalhamento dos custos de produção para o tratamento DComAr.  
UFLA, Lavras - MG, 2009.

Componentes do custo	Un.	Qtde	Preço unitário (R\$)	Valor		%
				R\$	US\$	
<b>A - Custos Fixos</b>						
Remuneração da terra	ha	1,00	700,00	700,00	304,35	
<b>TOTAL A</b>				<b>700,00</b>	<b>304,35</b>	<b>22,02</b>
<b>B - Custo variável B.1. Insumos</b>						
Calcário	t	2,00	125,00	250,00	108,70	7,86
Manivas	m <sup>3</sup>	6,00	10,00	60,00	26,09	1,89
Fertilizantes (S. Simples)	t	0,40	700,00	280,00	121,74	8,81
Herbicida pré-emergente	l	2,50	30,00	75,00	32,61	2,36
Herbicida pós-emergente	l	4,00	13,00	52,00	22,61	1,64
				<b>717,00</b>	<b>311,74</b>	<b>22,55</b>
<b>B.2. Operações agrícolas B.2.1. Operações mecânicas</b>						
Construção de terraços	ha	1,00	49,60	49,60	21,57	1,56
Distribuição calcário	ha	1,00	41,50	41,50	18,04	1,31
Subsolagem	ha	1,00	95,00	95,00	41,30	2,99
Confecção de canteiros	ha	1,00	100,00	100,00	43,48	3,15
Transporte manivas	m <sup>3</sup>	6,00	12,00	72,00	31,30	2,26
Plantio	ha	1,00	94,87	94,87	41,25	2,98
Aplicação herbicidas	ha	2,00	70,00	140,00	60,87	4,40
Roçada de colheita	ha	1,00	60,00	60,00	26,09	1,89
Colheita mecânica	ha	1,00	134,77	134,77	58,60	4,24
				<b>787,74</b>	<b>342,50</b>	<b>24,78</b>
<b>B.2.2. Operações manuais</b>						
Catação de raízes	ha	1,00	65,22	65,22	28,36	2,05
Preparo das manivas	dh	0,80	25,00	20,00	8,70	0,63
Capina manual	dh	8,30	25,00	207,50	90,22	6,53
Poda das hastes	dh	1,07	25,00	26,75	11,63	0,84
Colheita manual	dh	9,84	0,00	0,00	0,00	0,00
				<b>319,47</b>	<b>138,90</b>	<b>10,05</b>
<b>B.3. Outros</b>						
Transporte externo	t	38,92	10,00	389,20	169,22	12,24
<b>Sub-total B</b>				<b>2213,41</b>	<b>69,63</b>	
<b>OUTROS CUSTOS*</b>	%	12,00		<b>265,61</b>	<b>8,36</b>	
<b>TOTAL B</b>				<b>2479,02</b>	<b>1077,83</b>	<b>77,98</b>
<b>CUSTO TOTAL (A + B)</b>				<b>3179,02</b>	<b>1382,18</b>	<b>100</b>

\* Administração, assistência técnica, juros, seguridade social.