**EFEITO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E DA ARQUITETURA DE PLANTAS
NO COMPORTAMENTO VEGETATIVO E PRODUTIVO DE MANDIOCA
(*Manihot esculenta* Crantz)**

EDUARDO AUGUSTO MAGAGNINI DE OLIVEIRA

Orientador: Prof. Dr. Gil Miguel de Sousa Câmara

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1995

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Oliveira, Eduardo Augusto Magagnini

Efeito da distribuição espacial e da arquitetura de plantas no comportamento vegetativo e produtivo de mandioca (Manihot esculenta Crantz)
Piracicaba, 1995.

62p. ilus.

Diss. (Mestre) - ESALQ

Bibliografia.

1. Mandioca - Distribuição espacial - Efeito 2. Planta - Arquitetura
I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP

CDD 633.4

**EFEITO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E DA ARQUITETURA DE PLANTAS
NO COMPORTAMENTO VEGETATIVO E PRODUTIVO DE MANDIOCA
(*Manihot esculenta* Crantz)**

EDUARDO AUGUSTO MAGAGNINI DE OLIVEIRA

Aprovado em: 10/11/1995

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Gil Miguel de Sousa Câmara

ESALQ/USP

Prof. Dr. Durval Dourado Neto

ESALQ/USP

PqC. Teresa Losada Valle

SRT/IAC

Prof. Dr. Gil Miguel de Sousa Câmara
Orientador

Aos meus pais

MARIA AUXILIADORA e RUBEM

dedico este trabalho

Ao Prof. Dr. Gil Miguel de Sousa Câmara, pela orientação, apoio e amizade durante o curso e elaboração deste trabalho;

Aos professores do Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, pela atenção e pelos ensinamentos oferecidos;

Aos funcionários do Departamento de Agricultura, pela atenção e apoio;

À professora Dra. Sônia Maria de Stefano Piedade, pelo auxílio nas análises estatísticas;

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, pela oportunidade concedida;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de bolsa de estudos;

À colega Eng^o. Agr^o. Adriana Novais Martins, pelo apoio e amizade durante o curso;

Aos colegas Simoni, Nívea, Flávia, Rodrigo, Roberto e Plínio, pela colaboração e dedicação na realização do trabalho em campo;

Aos demais que, embora não mencionados, contribuíram para a realização deste trabalho:

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS

ÍNDICE

Página

RESUMO.....	viii
SUMMARY.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Espaçamento e fertilidade do solo.....	4
2.2. Espaçamento e forma de exploração.....	5
2.3. Espaçamento e controle de plantas daninhas.....	6
2.4. Espaçamento e arquitetura de plantas.....	7
2.5. Espaçamento e rendimento.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Espaçamentos.....	14
3.2. Cultivares.....	15
3.3. Solo e análises física e química do solo.....	16
3.4. Origem e seleção do material de plantio.....	16
3.5. Instalação e condução do experimento.....	18
3.6. Colheita do experimento.....	19
3.7. Delineamento experimental.....	20
3.8. Propriedades estudadas.....	21
3.8.1. Estande inicial.....	21
3.8.2. Número de brotos por planta.....	22
3.8.3. Tempo de fechamento das plantas na linha.....	22
3.8.4. Tempo de fechamento das plantas na entrelinha.....	22
3.8.5. Estande final.....	22
3.8.6. Número de hastes por planta.....	23
3.8.7. Abertura de ramificação.....	23

3.8.8. Diâmetro da haste abaixo da primeira ramificação.....	24
3.8.9. Altura da primeira ramificação.....	24
3.8.10. Altura total das plantas.....	24
3.8.11. Rendimento de raízes tuberosas.....	24
3.8.12. Rendimento de parte aérea.....	25
3.8.13. Índice de colheita de raiz.....	25
3.8.14. Número de raízes tuberosas por planta.....	25
3.8.15. Comprimento de raízes tuberosas.....	26
3.8.16. Diâmetro mediano de raízes tuberosas.....	26
3.8.17. Porcentagem de matéria seca nas hastes....	26
3.8.18. Porcentagem de matéria seca nas raízes tuberosas.....	27
3.9. Análise estatística.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1. Estandes inicial e final de plantas.....	29
4.2. Número de brotos por planta.....	30
4.3. Número de hastes por planta.....	32
4.4. Tempo de fechamento das plantas na linha e na entrelinha.....	34
4.5. Abertura de ramificação.....	36
4.6. Diâmetro da haste abaixo da primeira ramificação.....	38
4.7. Altura da primeira ramificação.....	39
4.8. Altura total das plantas.....	39
4.9. Rendimento de raízes tuberosas.....	41
4.10. Rendimento de parte aérea.....	43
4.11. Índice de colheita de raiz.....	45
4.12. Número de raízes tuberosas por planta.....	47
4.13. Comprimento de raízes tuberosas.....	48
4.14. Diâmetro mediano de raízes tuberosas.....	50
4.15. Porcentagem de matéria seca nas hastes.....	51

4.16. Porcentagem de matéria seca nas raízes tuberosas.....	51
4.17. Considerações finais.....	53
5. CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

**EFEITO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E DA ARQUITETURA DE PLANTAS
NO COMPORTAMENTO VEGETATIVO E PRODUTIVO DE MANDIOCA
(*Manihot esculenta* Crantz)**

Autor: EDUARDO AUGUSTO MAGAGNINI DE OLIVEIRA
Orientador: PROF. DR. GIL MIGUEL DE SOUSA CÂMARA

RESUMO

Na pertencente à Fazenda Areão da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", localizada no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, foi realizado um experimento com o objetivo de avaliar o comportamento vegetativo e produtivo de três cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) com relação a arquitetura de parte aérea, em quatro espaçamentos.

A pesquisa foi conduzida durante o período compreendido entre os meses de outubro de 1993 a julho de 1994, datas essas correspondentes ao plantio e colheita do experimento. O solo utilizado foi classificado como Podzólico Vermelho-Escuro Latossólico, sendo que os tratamentos foram constituídos pelos cultivares SRT 59 - Branca de Santa Catarina, IAC 576-70 e IAC 1287 - Fibra, caracterizados quanto à arquitetura de parte aérea como de ramificação baixa e ângulo de ramificação em relação à vertical aberto, ramificação alta e ângulo de ramificação fechado e hábito de não ramificar ou ramificar tardiamente, respectivamente, e pelos tratamentos de espaçamento de 1,0m x 1,0m, 1,0m x 0,8m, 1,0m x 0,6m e 1,0m x 0,4m, onde os dois primeiros são recomendados para solos de alta

fertilidade, o terceiro para solos de baixa fertilidade e o último caracterizado como plantio adensado.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo usadas quatro repetições por tratamento. Os tratamentos de espaçamentos foram locados a nível de parcela experimental e os tratamentos de cultivares, a nível de subparcela experimental. Cada subparcela era constituída por 4 linhas de 10 plantas, sendo que a área útil para observação e coleta dos dados era composta pelas 16 plantas centrais de cada subparcela.

Foram observadas diferentes características das plantas a fim de se avaliar os efeitos dos diferentes espaçamentos e arquiteturas de parte aérea sobre o comportamento vegetativo e produtivo da mandioca.

Os resultados obtidos nas avaliações realizadas durante todo o ciclo da cultura e na colheita permitiram chegar às seguintes observações: 1. cultivares que ramificam e de menores espaçamentos favorecem o fechamento precoce das linhas e das entrelinhas da cultura; 2. o aumento na densidade populacional promove uma redução na abertura de ramificação e no diâmetro das ramas nos cultivares que ramificam e não afeta significativamente a altura total das plantas e altura da primeira ramificação em todos os cultivares; 3. o aumento do número de plantas na linha de plantio promove um aumento no rendimento em raízes tuberosas nos cultivares que não ramificam, mas provoca uma redução no índice de colheita decorrente de uma maior produção de ramas, em todos os cultivares; 4. nos cultivares que ramificam há um maior rendimento de ramas e um menor índice de colheita que nos cultivares de haste única; 5. nos componentes de produção, a diminuição da

densidade populacional promove aumento no comprimento e no número de raízes tuberosas por planta, sendo que apenas o diâmetro das raízes possui efeito direto sobre o rendimento em raízes; 6. o acúmulo de matéria seca nos órgãos da planta é função do cultivar utilizado, não dependendo do espaçamento em questão.

O presente trabalho permite concluir que a distribuição espacial afeta a arquitetura da planta e ambos refletem no comportamento produtivo e vegetativo da mandioca. A definição do espaçamento deve levar em consideração o cultivar a ser utilizado, bem como a finalidade da exploração.

**EFFECTS OF SPACIAL ARRANGEMENT AND PLANT ARCHITECTURE ON
THE VEGETATIVE AND PRODUCTIVE BEHAVIOUR OF CASSAVA
(*Manihot esculenta* Crantz)**

Author: EDUARDO AUGUSTO MAGAGNINI DE OLIVEIRA

Adviser: PROF. DR. GIL MIGUEL DE SOUSA CÂMARA

SUMMARY

An experiment was carried out in order to evaluate the vegetative and productive behaviour of three cultivars of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) related to the architecture of the aerial part, in four spacing. The experiment was located on the experimental field of Areão Farm, belonging "Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz", in the city of Piracicaba, State of São Paulo, Brazil.

The research was carried out from October 1993 to July 1994, dates corresponding to the planting and harvesting times. The soil where the experiment was located was classified as Rhodic Kandindox, and the treatments were constituted by cultivars SRT 59 - Branca de Santa Catarina, IAC 576-70 and IAC 1287 - Fibra, described as low branching and opening branching angle, high branching and closed branching angle and no branching or lately branching, respectively, and by spacings of 1.0m x 1.0m; 1.0m x 0.8m; 1.0m x 0.6m and 1.0m x 0.4m, where the first one and the second one are recommended to high fertility soil, the third one to low fertility soil and the last one to the densified planting.

The experimental design was a randomized blocks with subdivided plots and each treatment was repeated four times. The spacings were located in the plots while the cultivars were located in the subplots. Each subplot was constituted by 4 lines of 10 plants, where the useful area of observation and evaluation was constituted by 16 central plants of each subplot.

Different characteristics of plants were observed in order to evaluate the different effects of the spacings and the architectures of the aerial part on the vegetative and productive behavior of the cassava.

The results from the evaluations performed over the crop life cycle and over the harvest led to the following observations: 1. branching cultivars and minor spacings promote the early covering of the soil; 2. the increase on the plant population promotes a decrease on the branching angle and on the stem diameter in the no branching cultivars and it doesn't affect the total height of the plants and the height of the first branching, in all cultivars; 3. the increase on the number of plant in each line promotes an increase on the no branching cultivars root yield, but it also promotes a decrease on the harvest index, due the increase on the stem yield in all cultivars; 4. the no branching cultivars produce less stem and a bigger harvest index than the branching cultivars; 5. the decrease in the plant population promotes an increase in the length and in the number of tuber roots per plant and just the root diameter has effect on the roots yield, 6. the dry matter accumulation in the different organs of the plant is due the cultivars only, it doesn't depend on the spacing.

This experiment led to the conclusions that the spacial arrangement affects the plant architecture and both reflect on the productive and vegetative cassava's behaviour. The spacial arrangement must consider the differents cultivars and the exploration purpose.

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta originária da América do Sul, porém não se descarta a hipótese de sua origem ser unicamente brasileira. É uma planta que possui utilização no setor de alimentação humana, tanto na forma de raízes processadas domesticamente como através de seus derivados, na alimentação animal, como fonte de alimento energético e uso industrial, onde a fécula extraída de suas raízes tuberosas é utilizada tanto no setor alimentício como no não alimentício. É hoje cultivada entre as latitudes de 30°N e 30°S e em altitudes que variam do nível do mar até 2.000 m.

Dados da FAO (1994) indicam uma produção mundial de raízes de mandioca da ordem de 152 milhões de toneladas. O Brasil, sendo o primeiro produtor mundial, possui uma produção de 24 milhões de toneladas de raízes, cultivadas em cerca de 1,8 milhões de hectares, que juntamente com países africanos (Nigéria e Zaire,

respectivamente segundo e terceiro maiores produtores mundiais), destinam quase que a totalidade de suas produções para o fornecimento de alimento calórico à população. Em alguns países africanos, a parte aérea da mandioca constitui-se na principal fonte proteica de suas populações. Já países asiáticos (Tailândia, quarto maior produtor mundial e Indonésia, quinto maior produtor mundial), que possuem o hábito de consumir carboidratos provenientes do arroz, destinam a produção de raízes totalmente para a produção de raspas de mandioca, que são exportadas para a Comunidade Econômica Européia, com o objetivo de serem utilizadas no balanceamento de rações para alimentação animal.

De uma forma geral, o rendimento médio de raízes de mandioca nestes países é considerado baixo, da ordem de 7,6 a 14,7 t/ha, uma vez que o potencial teórico de produção da cultura é de 90 t/ha (ALVES, 1990). Especificamente o Brasil, cuja produção total recebe participação de todos os seus estados, possui um rendimento médio de 11,9 t/ha.

Com base nisso, a pesquisa vem trabalhando em cima do desenvolvimento tecnológico da cultura, buscando sempre um maior rendimento e uma maior rentabilidade. Dentre as técnicas culturais que podem ser manejadas corretamente, sem incrementos nos custos de produção, está a utilização da densidade de plantio adequada, para uma espécie que tem grande variabilidade genética entre os cultivares quanto a sua arquitetura. Isto se reflete principalmente nas culturas de propagação vegetativa que possuem excedentes na produção de material de plantio pelo

agricultor, como é o caso da mandioca, onde $\frac{3}{4}$ de toda rama produzida pela lavoura não são utilizadas como material de propagação, desde que a área plantada pelo agricultor permaneça a mesma de um ano agrícola para outro. Dessa forma, mesmo que haja necessidade de uma maior utilização de ramos para instalar uma lavoura com maiores densidades populacionais, o agricultor não terá incrementos significativos nos seus custos de produção se este aumento for proveniente de um maior número de plantas dentro da linha de plantio.

A pesquisa há muito tempo trabalha sobre tal fator de produção, sem muito se ater na questão da interação existente entre o espaçamento e o cultivar utilizados, principalmente com relação a arquitetura da parte aérea. As recomendações de espaçamento são baseadas quase que exclusivamente na fertilidade do solo onde se irá instalar a cultura. Hoje, reconhece-se a necessidade de fazer tal recomendação também baseada na conformação de parte aérea do cultivar, uma vez que produtores de mandioca que usam cultivares diferentes sob as mesmas condições de fertilidade do solo, empiricamente utilizam de diferentes densidades populacionais, indicando que possivelmente as recomendações não estão adequadas para obter o máximo de rendimento da cultura.

Com base nisso, foi realizado o presente trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da distribuição espacial (4 espaçamentos) e da arquitetura de planta (3 cultivares) no comportamento vegetativo e produtivo da mandioca.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Espaçamento e fertilidade do solo

Inicialmente, toda recomendação de espaçamento era função apenas da fertilidade natural dos solos. Trabalhos realizados em décadas passadas, como o de NORMANHA & PEREIRA (1963) e de GRANER & GODOY (1967), fazem referência a espaçamentos que variam de 1,0 a 0,8m na entrelinha por 0,40 a 0,60m entre as plantas, para solos fracos e de fertilidade mediana, mesmo adubados. Para solos férteis, devido a tendência da planta em se desenvolver mais vigorosamente, os espaçamentos indicados variam de 1,2m na entrelinha por 0,5 a 0,6m entre as plantas. CÂMARA et al. (s/d) relatam ainda que, a partir de observações realizadas em solos de alta fertilidade do Departamento de Agricultura da ESALQ/USP, o espaçamento de 1,0m x 1,0m tem apresentado boas respostas quanto ao desenvolvimento vegetativo e bons rendimentos em raízes e ramas. Atualmente, reconhece-se que a escolha do espaçamento ideal

para a cultura da mandioca vai depender da associação de fatores ambientais, genéticos, de manejo e suas interações.

COCK (1985) e ALVAREZ (1986) dizem que a população ideal de plantas de mandioca vai depender do cultivar utilizado e da localidade de plantio, sendo mais especificamente, da fertilidade do solo. Para LYRA (1981), o espaçamento pode ser influenciado pelo preparo do solo, sistema de cultivo (consorciado ou não), cultivar (porte, ramificação, arquitetura foliar, ciclo), fertilidade do solo, uso de processos mecanizados e umidade disponível no solo. Relata também que maiores densidades de plantio facilitam a cobertura precoce do terreno, diminuindo a competição por plantas daninhas e reduzindo, portanto, os custos com os tratos culturais. Finaliza recomendando, em função do tipo de ramificação e porte do cultivar, finalidade da exploração e fertilidade do solo, os espaçamentos que variam de 0,6m a 0,8m entre plantas, mantendo-se constante 1,0m na entrelinha. Já para os cultivos mecanizados, recomenda 1,2m x 0,6m a 1,2m x 0,8m, a fim de facilitar os tratos culturais, principalmente as capinas.

2.2. Espaçamento e forma de exploração

Para outros autores como LORENZI et al. (1984), o espaçamento varia com a forma de exploração da cultura, onde em plantios de subsistência, a variação encontrada é de 1,0m x 0,5m até 1,2m x 0,8m, com maior frequência para 1,0m x 1,0m. Nos plantios comerciais, os autores recomendam adotar espaçamentos de 1,0m x 0,6m ou

1,0m x 0,5m e, no caso de se usar operações mecanizadas, apenas o espaçamento de 1,0m x 0,6m.

2.3. Espaçamento e controle de plantas daninhas

CONCEIÇÃO & SAMPAIO (1981a) trabalhando com quatro espaçamentos diferentes na linha (1,2m; 1,0m; 0,8m e 0,6m) e mantendo constante o espaçamento de 1,0m na entrelinha, encontraram resultados que mostram que a maior densidade de plantio favoreceu a cobertura precoce do terreno, diminuindo os custos de controle de plantas daninhas em função de uma maior competitividade da mandioca.

NORMANHA & PEREIRA (1950) dizem ainda que além da economia de capinas, os espaçamentos menores, da ordem de 0,8m x 0,4m até 1,0m x 0,6m, promovem boa compensação quanto às falhas no estande, mesmo havendo um gasto maior de manivas e necessidade de um maior número de sulcos ou covas por hectare.

Para ALBUQUERQUE (1962), além do espaçamento, o porte do cultivar também influencia o controle do mato. Os cultivares de porte esgalhado cobrem melhor o terreno, necessitando de uma única capina, pois os ramos muito próximos entre si sombreiam o solo de modo que afetam o desenvolvimento das plantas daninhas. Cita ainda que, em menores espaçamentos, é impraticável mais de uma capina (apenas a inicial). Já para espaçamentos maiores, são necessárias pelo menos duas capinas, aumentando o tempo gasto necessário com esta operação.

Em trabalho realizado por SILVA & CERETTA (1986), com o cultivar Paraguaia R-18, de ramificação e porte altos, nos espaçamentos de 1,2m x 0,6m (fileiras simples), 2,0m x 0,6m x 0,6m e 2,8m x 0,6m x 0,6m (fileiras duplas), os resultados encontrados permitiram concluir que o sistema de fileiras simples promove fechamento do solo antes do que o de fileiras duplas, o que colabora para o controle mais rápido das plantas daninhas.

Com a intenção de reduzir o número de capinas através do aumento da densidade de plantio, SAMPAIO & CONCEIÇÃO (1975) realizaram uma série de três experimentos, utilizando-se de espaçamentos mais adensados nas combinações entre 0,6, 0,5 e 0,4m na entrelinha e 0,6, 0,5 e 0,4m entre as plantas, com o cultivar "Salangorzinha", de ciclo precoce e porte baixo. Os resultados encontrados permitiram aos autores não recomendarem tais espaçamentos para os plantios industriais de mandioca, uma vez que foram obtidos rendimentos muito abaixo do esperado, além de haver um maior consumo de material de plantio, menos vigor das plantas nos seis primeiros meses após o plantio e maior dificuldade para execução das capinas, fato este também estar relacionado ao tipo de planta do cultivar.

2.4. Espaçamento e arquitetura de plantas

No que diz respeito ao porte do cultivar, CORRÊA & ROCHA (1979) dizem que "quando da introdução de um novo cultivar, cuja arquitetura da planta difere daquelas que tenham sido estudadas, é conveniente verificar o seu

comportamento no local de plantio, a fim de avaliar as possíveis interações que possam ocorrer". Dessa forma, a densidade de plantio é função do cultivar, sendo que os autores citam as populações de 16.000 a 20.000 plantas/ha como as mais adotadas.

Dentro da mesma linha de pensamento, BUENO (1986) trabalhando com dez cultivares de mandioca, cinco de ramificação baixa e cinco de ramificação alta, nos sistemas de plantio em fileiras simples de 1,0m x 0,8m (12.500 plantas/ha) e em fileiras duplas de 2,0m x 0,6m x 0,6m (12.820 plantas/ha), encontrou resultados que indicam o grupo de cultivares de ramificação alta possuir maior rendimento em raízes (principalmente em fileiras simples) que o grupo de cultivares de ramificação baixa. O mesmo efeito foi encontrado para o rendimento de hastes. Já para o rendimento em folhas, ocorreu o contrário, onde o grupo de cultivares de ramificação baixa apresentou um maior número de ramos secundários, que se traduziu em uma maior quantidade de folhas.

Resultados semelhantes foram encontrados por ALVAREZ (1986). O autor, trabalhando em três localidades da Colômbia, quatro densidades populacionais (5.000, 10.000, 15.000 e 20.000 plantas/ha, correspondentes às combinações do espaçamento de 1,0m na entrelinha com 2,0, 1,0, 0,66 e 0,5m entre as plantas, respectivamente) e 10 cultivares provenientes do CIAT, obteve resultados que mostraram que os cultivares altos, em função da maior altura do primeiro ponto de ramificação e/ou com grande número de folhas sobressaíram na produção de raízes e de parte aérea e também na produção de material de plantio (manivas). As

populações de 10.000 e 15.000 plantas/ha favoreceram a produção de raízes totais e de matéria seca, enquanto que densidades populacionais de 15.000 e 20.000 plantas/ha favorecem a produção de parte aérea e de material de plantio (qualidade e quantidade de manivas).

Dois trabalhos foram conduzidos com os cultivares "CMC-40" e "Señorita", que possuem arquitetura de parte aérea distintos. O cultivar "CMC-40" possui a tendência de ramificar, enquanto que o cultivar "Señorita" não. Num primeiro trabalho, ZADA & SERRATE (1987) utilizaram densidades de plantio que variaram de 37.037 a 10.100 plantas/ha e não encontraram efeitos destes tratamentos sobre a brotação das manivas, fator esse associado ao preparo de solo e a qualidade, sanidade e armazenamento das ramas. Também não encontraram efeitos sobre o conteúdo de amido nas raízes tuberosas, que é determinado pelo cultivar e sobre o peso de matéria seca dos diferentes órgãos da planta (folha, haste e raízes). Os espaçamentos diferentes influenciam apenas no tempo para alcançar o peso ótimo nos órgãos da planta, onde menores espaçamentos demoraram mais para chegar a tais valores.

2.5. Espaçamento e rendimento

Utilizando-se da mesma amplitude de densidade populacional que ZADA & SERRATE (1987) para o cultivar "Señorita", SERRATE & HERNÁNDEZ (1987) encontraram resultados que indicam que a densidade de plantio varia em função do cultivar, pois o ideal para "Señorita" foi de 18.500 plantas/ha, enquanto que para "CMC-40" foi de 12.300

plantas/ha. Os resultados encontrados também mostraram que há um aumento do número de raízes comerciais a medida que o espaçamento diminui e também o fato de haver uma tendência nítida de maior deterioração pós-colheita em maiores densidades de plantio.

Considerando o efeito do aumento da densidade populacional sobre a qualidade das raízes, diversos autores citam haver um aumento no número de raízes finas e uma redução no tamanho médio das raízes, devido a uma maior competição por água e nutrientes impostas às plantas, além de reduzir o diâmetro das hastes e, conseqüentemente, o vigor das plantas. Além disso, há um aumento nas dificuldades de colheita. O aumento na densidade de plantio também acarreta numa maior produção de ramas, determinada por um aumento na altura das plantas e por um maior número de hastes por unidade de área (AVILÁN *et al.*, 1981; BUENO, 1987b; CORRÊA, 1971; CORRÊA & ROCHA, 1979; LEONEL NETO, 1983).

BARROS *et al.* (1978) observaram que o acúmulo de matéria seca decresce na planta como um todo (parte aérea e raiz) quando o número de plantas por unidade de área aumenta. A taxa entre parte aérea/raiz aumenta com o aumento da população de plantas e que o máximo rendimento é obtido em condições onde o sistema radicular drena a maior parte de assimilados. Isso mostra que o rendimento da mandioca é controlado basicamente pela capacidade de dreno das raízes, a qual é maior em menores densidades de plantio, onde há mais espaço disponível para as raízes.

Tais fatos estão de acordo com os resultados encontrados por WILLIAMS (1972), CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU (1975), GODFREY-SAM-AGGREY (1978) e TÁVORA *et al.* (1982), onde o índice de colheita diminui com o aumento da população de plantas, mostrando que nestas condições, maior proporção de fotoassimilados são locados na parte aérea, fato esse comprovado pela tendência generalizada de diminuição de matéria seca nas raízes com o incremento da densidade populacional. Os resultados encontrados por ENYI (1972b), da mesma forma que os acima citados, mostram que maiores espaçamentos resultam em maiores valores de matéria seca por planta. Entretanto, o autor afirma que em tais espaçamentos, o total de matéria seca produzida por hectare é menor que em espaçamentos menores.

Autores como ENYI (1972a) e ANDRADE (1989), em seus trabalhos revelam que a diminuição da densidade de plantio promove um aumento no número de raízes tuberosas por planta, devido à redução na competição por água e nutrientes durante o ciclo da planta. Para BUENO (1987a), a utilização de maiores espaçamentos provoca um aumento significativo no peso de raízes por planta. Entretanto, diz que o aumento da densidade de plantio é prática viável tendo em vista o aumento do rendimento em raízes, desde que o tamanho médio das raízes não seja um problema.

COELHO (1945), NORMANHA & PEREIRA (1950), ENYI (1973) e CORRÊA & ROCHA (1979) concordam com o autor acima, uma vez que afirmam que a mandioca possui a tendência de aumentar a produção de raízes com o incremento da densidade populacional, apesar de encontrarem uma menor produção por planta nestes plantios mais densos. NORMANHA & PEREIRA (1950) dizem ainda que esta tendência de aumento no

rendimento se mantém tanto com o aumento do número de plantas na linha como também com a diminuição do espaçamento da entrelinha. CORRÊA (1971) completa com a citação de que o uso de menores espaçamentos é adequado tanto para os solos férteis como para os de média a baixa fertilidade.

Entretanto, alguns autores obtêm respostas contraditórias a estas. NUNES *et al.* (1976) não encontraram diferenças significativas para produção total de raízes entre os espaçamentos de 1,0, 1,2 e 1,4m na entrelinha. Dentro da linha, o melhor resultado foi obtido com o espaçamento de 0,5m sobre 0,7 e 0,9m. Foi encontrada uma redução média de 765 kg/ha de raízes a cada aumento de 20 cm no espaçamento entre as plantas. Os autores concluem que para produção de raízes, qualquer espaçamento na entrelinha é adequado, dentro dos limites de 1,0 a 1,4m, sendo o mais adequado, entre as plantas, o de 0,5m.

CONCEIÇÃO & SAMPAIO (1981b), trabalhando com cinco cultivares de mandioca ("Platina", "Maragogipe", "Craveto", "Aipim Bravo" e "Olho de Gato") e quatro espaçamentos diferentes (0,8m na entrelinha e 0,3, 0,4, 0,5 e 0,6m entre as plantas), não encontraram efeitos significativos dos espaçamentos sobre a produção de parte aérea, sendo que há a indicação do espaçamento 0,8m x 0,5m como sendo o melhor, devido a maior produção de raízes obtida neste.

Autores como FERRAZ *et al.* (1981), SILVA & CERETTA (1986) e JESUS *et al.* (1987), trabalhando com diversos espaçamentos em sistema de fileiras simples e

fileiras duplas e com cultivares distintos, não encontraram diferenças significativas quanto a produção de raízes, teor de amido nas raízes, rendimento de folhas (para alimentação animal), rendimento médio de manivas, número de raízes por planta, índice de colheita e comprimento de raízes.

Os resultados obtidos por FAHL et al. (1982), em um trabalho que envolveu o uso de três cultivares de mandioca ("SRT 59 - Branca de Santa Catarina", "IAC 12-829" e "IAC 7-127 - Iracema") e três densidades de plantio (10.000, 16.666 e 25.000 plantas/ha), mostraram não haver diferenças significativas para a produção de raízes e índice de colheita.

SIQUEIRA (1973), utilizando-se do cultivar "Escondida", instalou um experimento com os espaçamentos de 1,0m, 0,8m, 0,6m e 0,4m entre as plantas, mantendo constante o espaçamento de 1,0m na entrelinha. Os resultados obtidos mostraram não haver diferenças significativas entre os quatro tratamentos utilizados, mostrando que os espaçamentos estudados, naquelas condições, são estatisticamente idênticos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em área da Fazenda Areão, pertencente a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), localizada no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, cujas coordenadas são 22°42' de Latitude Sul e 47°38' de Longitude Oeste.

A pesquisa de campo foi realizada durante um ano agrícola, no período compreendido entre 05 de outubro de 1993 e 19 de julho de 1994, datas correspondentes às épocas de plantio e colheita, respectivamente.

3.1. Espaçamentos

Os espaçamentos utilizados no trabalho e suas respectivas densidades populacionais correspondem àqueles mais utilizados para mesa e indústria no Estado de São Paulo, além do uso de um espaçamento de caráter adensado. Todos os espaçamentos mantiveram a mesma

distância entre as linhas de plantio, variando apenas a distância entre as plantas dentro das linhas.

1,0m x 1,0m (10.000 plantas/ha): espaçamento de uso freqüente em solos de alta fertilidade natural.

1,0m x 0,8m (12.500 plantas/ha): espaçamento de uso freqüente em solos de alta fertilidade natural.

1,0m x 0,6m (16.666 plantas/ha): espaçamento de uso freqüente em solos de baixa fertilidade natural.

1,0m x 0,4m (25.000 plantas/ha): espaçamento caracterizado como plantio adensado.

3.2. Cultivares

Os cultivares utilizados correspondem, cada um, a um tipo diferente de arquitetura de parte aérea.

"SRT 59 - Branca de Santa Catarina": cultivar de indústria, de grande porte, que possui o hábito de ramificar baixo e com ângulo de ramificação em relação à vertical aberto.

"IAC 576-70": cultivar de mesa, que possui o hábito de ramificar alto e com ângulo de ramificação em relação à vertical fechado.

"IAC 1287 - Fibra": cultivar de indústria que possui o hábito de não ramificar ou ramificar tardiamente, sendo constituído apenas de uma haste central.

Os três cultivares utilizados correspondem àqueles mais plantados para mesa e indústria no Estado de São Paulo.

3.3. Solo e análises física e química do solo

O solo da área experimental é classificado como Podzólico Vermelho-Escuro Latossólico. Dois meses antes do plantio foi realizada uma coleta de solo na área experimental, com o uso de uma sonda da marca Sondasolo. Foram coletadas 15 amostras simples que, homogenizadas, compuseram uma amostra composta. A coleta de solo foi realizada nas profundidades de 0 a 20cm e de 20 a 40cm. Posteriormente, a amostra composta foi enviada ao Laboratório de Análises de Solos, pertencente ao Departamento de Ciência do Solo da ESALQ, para análise de suas propriedades físicas e químicas. Os valores encontrados nas análises são apresentados na Tabela 1.

3.4. Origem e seleção do material de plantio

O material de plantio dos três cultivares utilizados no experimento foi trazido da Seção de Raízes e Tubérculos do Instituto Agrônomo de Campinas. Até o momento do plantio, as ramas foram armazenadas horizontalmente em galpão sombreado, localizado no

Departamento de Agricultura da ESALQ. Logo antes do plantio, foi realizada uma seleção no material, descartando-se toda rama que estivesse desidratada ou atacada por inseto, eliminando também, as extremidades brotadas. Na propagação das plantas, foram utilizadas apenas manivas de boa qualidade fisiológica e sanitária, selecionadas através de observação visual.

Tabela 1. Análises física e química do solo da área experimental.

	0-20 cm	20-40 cm
pH (CaCl ₂)	4,0	3,8
Matéria Orgânica (%)	2,8	2,2
P (µg/cm ³)	12	10
K (meq/100 cm ³)	0,21	0,16
Ca (meq/100 cm ³)	5,5	2,6
Mg (meq/100 cm ³)	0,9	0,7
Al (meq/100 cm ³)	1,2	1,8
H+Al (meq/100 cm ³)	10,9	10,9
Soma Bases (meq/100 cm ³)	6,6	3,5
CTC (meq/100 cm ³)	17,5	14,4
Saturação em Bases (%)	38	24
Saturação em Al (%)	15	34
Areia total (%)	34	30
Silte (%)	10	8
Argila total (%)	56	62
Classe textural	argilosa	muito argilosa

3.5. Instalação e condução do experimento

O preparo do solo da área experimental consistiu de uma aração com arado de aivecas reversíveis, a uma profundidade média de 30 cm, seguida de duas gradeações destorroadoras e niveladoras. Como forma de controle do mato infestante, foi aplicado, através de um pulverizador mecânico, 2,0 l/ha de trifluralina, a qual foi incorporada logo após a sua aplicação. Para esta incorporação, utilizou-se de uma grade trabalhando a cerca de 5 a 7 cm de profundidade. Uma vez preparado o solo, promoveu-se a sulcação a 10 cm de profundidade com o uso de um sulcador. Os sulcos distanciavam-se de 1,0m entre si, conforme a especificação do tratamento. Não foi realizada nenhuma adubação de plantio ou de cobertura, fazendo uso apenas da fertilidade natural do solo.

Após os sulcos terem sido abertos, foi realizada a delimitação das parcelas experimentais, tomando-se o cuidado de respeitar e demarcar o espaçamento entre as plantas de cada tratamento.

As ramas, após seleção e descarte, foram cortadas em manivas de 15 cm, contendo sempre cerca de 5 gemas viáveis. Para tal operação, utilizou-se uma serra circular montada sobre bancada de madeira. O corte foi realizado no dia anterior ao plantio.

No momento de plantio, as manivas foram distribuídas no fundo dos sulcos na posição horizontal, executando-se a seguir, a cobertura através de enxadas com

cerca de 10cm de terra. O plantio foi realizado no dia 05 de outubro de 1993.

As plantas daninhas, que apareceram posteriormente à implantação do experimento, foram controladas através de duas capinas manuais feitas com enxada. O controle não foi mais necessário após o fechamento das linhas e entrelinhas das parcelas pelas plantas de mandioca.

3.6. Colheita do experimento

A operação de colheita do experimento foi realizada 9 meses após o plantio, no dia 19 de julho de 1994. Este período, coincidente com a estação de inverno no hemisfério sul, corresponde, nas condições do Estado de São Paulo, à fase de desenvolvimento da mandioca caracterizada como repouso fisiológico.

A operação de colheita da mandioca constou de três fases distintas. A primeira delas correspondeu ao corte e retirada manuais da parte aérea das plantas. Para esta fase, utilizaram-se de facões para promover o corte das ramas a uma altura média de 20 cm da superfície do solo. Em seguida, foi realizado o arranquio das cepas com as raízes tuberosas, através de movimentos manuais de tração e vibração. Para facilitar esta operação em alguns casos, foi utilizada uma picareta colocada sob a cepa da planta de mandioca. Através do processo de alavanca, associado aos movimentos manuais de tração e vibração, as raízes foram retiradas do solo. Como última fase da

colheita, promoveu-se a separação das raízes tuberosas das cepas, com o auxílio de um facão. As raízes foram contadas e pesadas e as porções basais das hastes de mandioca, junto com as cepas, foram colocadas junto às ramas já previamente retiradas. Estas foram pesadas para determinação do índice de colheita da mandioca.

3.7. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Foram quatro o número de repetições de cada tratamento, sendo que esses eram compostos por:

4 espaçamentos: foi utilizado o espaçamento de 1,0m nas entrelinhas combinado com os espaçamentos entre as plantas de 1,0m, 0,8m, 0,6m e 0,4m. Os tratamentos de espaçamentos foram locados a nível de parcela experimental.

3 cultivares: foram utilizados os cultivares "SRT 59 - Branca de Santa Catarina", "IAC 576-70" e "IAC 1287 - Fibra". Estes tratamentos foram locados a nível de subparcela experimental.

As manivas, antes do plantio, foram separadas visualmente pelo diâmetro. Aquelas que possuíam maior diâmetro foram colocadas no primeiro bloco. As que possuíam o menor diâmetro, foram plantadas no quarto bloco enquanto que, as de diâmetros intermediários, foram colocadas no segundo e no terceiro bloco, aumentando desta forma o controle local da experimentação.

As subparcelas experimentais eram constituídas de 4 linhas contendo 10 plantas cada, totalizando, desta forma, 40 plantas. Para efeito de análise estatística, foram utilizadas apenas as 8 plantas centrais das duas linhas do meio, num total, portanto, de 16 plantas úteis para coleta de dados. A largura das subparcelas era sempre de 4m. Porém, o comprimento variava conforme o tratamento de espaçamento da parcela em questão.

3.8. Propriedades estudadas

As propriedades estudadas sempre foram avaliadas nas 16 plantas úteis centrais das subparcelas de cada tratamento.

3.8.1. Estande inicial

A contagem do número inicial de plantas nas subparcelas foi realizada 30 dias após a data de plantio. A partir desta data, assume-se que não há mais emergência de brotos. Os valores obtidos foram transformados em porcentagem através da fórmula:

$$E I = \frac{\text{número de plantas que emergiram}}{\text{número de manivas plantadas}} \times 100 \quad (1)$$

3.8.2. Número de brotos por planta

Assim como a população inicial de plantas, este parâmetro foi avaliado aos 30 dias após a data de plantio.

3.8.3. Tempo de fechamento das plantas na linha

Avaliava-se semanalmente o fechamento das plantas na linha. Quando havia o fechamento de 50% da área útil de observação e coleta dos dados (16 plantas centrais), a data era anotada, calculando-se posteriormente, o tempo de fechamento a partir da data de plantio.

3.8.4. Tempo de fechamento das plantas na entrelinha

Pelo mesmo método utilizado no tempo de fechamento das plantas na linha, calculou-se o tempo de fechamento das plantas na entrelinha.

3.8.5. Estande final

Por ocasião da colheita, foi realizada a contagem do número final de plantas nas subparcelas, a qual foi transformada em porcentagem, através da fórmula:

$$E F = \frac{\text{número de plantas finais}}{\text{número de manivas plantadas}} \times 100 \quad (2)$$

3.8.6. Número de hastes por planta

Determinado por ocasião da colheita do experimento.

3.8.7. Abertura de ramificação

A abertura de ramificação corresponde à distância existente entre um eixo imaginário, que se prolonga a partir da haste principal da planta a uma altura de 30cm acima do ponto da primeira ramificação e uma das hastes da ramificação primária. Por ocasião da colheita, foi realizada a leitura desta característica em 4 plantas escolhidas aleatoriamente em cada subparcela. Utilizou-se, para tal, de uma régua construída na forma de "L", onde um dos lados possuía 30cm e o outro 50cm. Durante a avaliação, o lado menor foi localizado verticalmente sobre o ponto da primeira ramificação, servindo de prolongamento da haste principal e a leitura foi realizada no cruzamento de uma das hastes da primeira ramificação com o lado maior da régua em "L".

3.8.8. Diâmetro da haste abaixo da primeira ramificação

Com o auxílio de um paquímetro, foi retirado o diâmetro da haste principal da planta logo abaixo da primeira ramificação, sendo que esta avaliação foi realizada em 4 plantas por subparcela, escolhidas de forma aleatória. Esta avaliação foi realizada no momento da colheita do experimento

3.8.9. Altura da primeira ramificação

A altura da primeira ramificação, a partir da superfície do solo, foi determinada com o auxílio de um metro, em 4 plantas escolhidas aleatoriamente em cada subparcela, no momento da colheita do experimento.

3.8.10. Altura total das plantas

Considerou-se como altura total das plantas, a distância entre o nível do solo e a extremidade do broto mais alto da planta. Para esta avaliação, foram medidas, aleatoriamente, 4 plantas em cada subparcela, com o auxílio de uma trena, no momento da colheita do experimento.

3.8.11. Rendimento de raízes tuberosas

Após a colheita, as raízes tuberosas provenientes das plantas centrais de cada subparcela foram

pesadas e os valores obtidos foram transformados em toneladas de raízes tuberosas por hectare.

3.8.12. Rendimento de parte aérea

Por ocasião da colheita, as ramas e as cepas de cada subparcela experimental foram pesadas e os valores obtidos foram transformados para toneladas por hectare

3.8.13. Índice de colheita de raiz

Obtidos os valores correspondentes ao peso de raízes tuberosas e peso de parte aérea por subparcela experimental, foi calculado o índice de colheita porcentual através da relação existente entre o peso das raízes produzidas e o peso total da planta, expresso pela fórmula:

$$IC = \frac{\text{peso de raízes tuberosas}}{\text{peso de raízes tuberosas} + \text{peso da parte aérea}} \times 100 \quad (3)$$

3.8.14. Número de raízes tuberosas por planta

Por ocasião da colheita, promoveu-se a avaliação do número de raízes produzidas por planta em cada subparcela experimental.

3.8.15. Comprimento de raízes tuberosas

Após a pesagem das raízes tuberosas, foi retirada aleatoriamente de cada subparcela uma sub-amostra de 10 raízes, que foram levadas para laboratório onde, com o auxílio de uma régua de 50cm, foi determinado o comprimento de raízes tuberosas para cada subparcela.

3.8.16. Diâmetro mediano de raízes tuberosas

A mesma sub-amostra que serviu para determinação do comprimento de raízes foi utilizada na avaliação do diâmetro mediano de raízes tuberosas. Para esta avaliação, foi utilizado um paquímetro graduado em milímetros.

3.8.17. Porcentagem de matéria seca nas hastes

Após a pesagem das ramas para determinação do peso de parte aérea, foi retirada, aleatoriamente, uma sub-amostra de cada subparcela, composta de ramas provenientes da haste principal e ramificações, com peso entre 3 a 5kgf. Estas sub-amostras foram enviadas para laboratório, onde após serem picadas, foram homogenizadas, ensacadas em sacos de papel, pesadas para obter a matéria úmida e colocadas para desidratar em casa-de-vegetação por cerca de 30 dias. Após este período, as sub-amostras foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 70°C por 48 horas. Após a retirada das sub-amostras da estufa, foram determinados os seus pesos de matéria seca e obtidas as

porcentagens de matéria seca, através da relação existente entre os pesos da matéria seca e os pesos da matéria úmida. Esta relação é expressa pela fórmula:

$$\%MS \text{ Hastes} = \frac{\text{Peso da matéria seca das hastes}}{\text{Peso da matéria úmida das hastes}} \times 100 \quad (4)$$

3.8.18. Porcentagem de matéria seca nas raízes tuberosas

A porcentagem de matéria seca das raízes tuberosas foi obtida pela mesma metodologia empregada para a porcentagem de matéria seca das hastes. Da mesma forma, foi retirada de forma aleatória, após a pesagem das raízes tuberosas, uma sub-amostra em cada subparcela experimental, com peso variando de 3 a 5kgf. Após serem picadas, homogenizadas, ensacadas em sacos de papel e pesadas para obtenção da matéria úmida, foram colocadas, por aproximadamente 30 dias, em casa-de-vegetação. Em seguida, foram colocadas por 48h em estufa de circulação forçada de ar a 70°C. Decorrido este tempo, as sub-amostras foram novamente pesadas para a obtenção da matéria seca. A porcentagem de matéria seca foi obtida pela relação existente entre os pesos das matérias seca e úmida de cada sub-amostra, expressa pela fórmula:

$$\%MS \text{ Raízes} = \frac{\text{Peso da matéria seca das raízes}}{\text{Peso da matéria úmida das raízes}} \times 100 \quad (5)$$

3.9. Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste "F". A comparação das médias foi realizada através do teste de "Tukey". Não houve necessidade de transformação dos dados obtidos. Na Tabela 2 é apresentado o quadro da análise da variância utilizada.

Tabela 2. Quadro da análise de variância utilizada.

Causas da Variação	Graus de Liberdade
Blocos	3
Espaçamentos	3
Resíduo (a)	9
Parcela	15
Cultivares	2
Cultivares x Espaçamentos	6
Resíduo (b)	24
Total	47

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Estandes inicial e final de plantas

A análise estatística para o estande inicial de plantas, revelou um valor de F significativo apenas para o efeito do tratamento cultivar. Através das médias observadas na Tabela 3, o cultivar SRT 59 - Branca de Santa Catarina diferiu estatisticamente, a 5% de probabilidade, do cultivar IAC 576-70, mostrando-se superior a este. O cultivar IAC 1287 - Fibra não diferiu dos demais cultivares estudados. Não foi encontrado nenhum efeito dos espaçamentos ou da interação entre os cultivares e os espaçamentos sobre o estande inicial de plantas.

Da mesma forma, a análise do estande final de plantas revelou significância a 5% de probabilidade, apenas para o efeito do tratamento cultivar. Não houve efeito do espaçamento e nem da interação. Novamente a superioridade do cultivar SRT 59 - Branca de Santa Catarina sobre o cultivar IAC 576-70 foi observada, enquanto que o cultivar IAC 1287 - Fibra não diferiu dos demais.

Tabela 3. Valores médios obtidos para estandes inicial e final (%), em diferentes cultivares.

Tratamento	Estande inicial	Estande final
SRT 59	99,6 a	97,2 a
IAC 576-70	92,2 b	92,2 b
IAC 1287	96,1 ab	94,9 ab
MÉDIAS	96,0	94,8
C.V (%)	4,7	5,4

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Pelos dados obtidos em campo, percebe-se que os estandes inicial e final de plantas são dependentes apenas dos cultivares utilizados e das qualidades fisiológicas e sanitárias do material de plantio, não havendo influência do espaçamento, tanto no seu efeito isolado, como no seu efeito combinado aos cultivares. Desta forma, a presença de um maior ou menor número de plantas na área não afeta nem o estabelecimento das plantas na área, nem a manutenção deste estande até o momento da colheita.

Assim, obteve-se um estande dentro das recomendações para a cultura, a fim de se conseguir uma produção, no mínimo, satisfatória.

4.2. Número de brotos por planta

Para este parâmetro, os valores obtidos de F, a 5% de probabilidade, mostram haver efeito significativo da interação entre os espaçamentos e os cultivares estudados, com exceção para o cultivar SRT 59 - Branca de Santa

Catarina. A Tabela 4 apresenta os valores médios obtidos dos efeitos do tratamento de espaçamento sobre os cultivares e os valores médios obtidos dos efeitos do tratamento de cultivares sobre os diferentes espaçamentos estudados.

Tabela 4. Valores médios obtidos para número de brotos por planta, considerando o efeito dos espaçamentos sobre os cultivares e o efeito dos cultivares sobre os espaçamentos.

Tratamentos	SRT 59	IAC 576-70	IAC 1287	MÉDIAS
1,0m x 0,4m	2,0 a B	3,0 a A	3,4 a A	2,8
1,0m x 0,6m	2,2 a B	2,8 a A	2,4 bAB	2,5
1,0m x 0,8m	2,3 a B	2,9 a A	3,1 a A	2,8
1,0m x 1,0m	2,1 a A	2,2 bA	1,9 bA	2,1
MÉDIAS	2,2	2,7	2,7	
C.V. (%)	14,0			

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra minúscula não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em cada linha, valores seguidos da mesma letra maiúscula não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Analisando-se o cultivar SRT 59 - Branca de Santa Catarina na Tabela 4, observa-se não haver influência dos diferentes espaçamentos sobre o número de brotos iniciais por planta. Porém, quando se analisa o efeito dos cultivares sobre os espaçamentos, percebe-se que tal cultivar, quando comparado ao cultivar IAC 576-70, possui menor desempenho nos espaçamentos de 1,0m x 0,4m; 1,0m x 0,6m e 1,0m x 0,8m. Em relação ao cultivar IAC 1287 - Fibra, ele é menor nos

espaçamentos de 1,0m x 0,4m e 1,0m x 0,8m, porém se iguala a este no espaçamento de 1,0m x 0,6m. No espaçamento mais aberto, de 1,0m x 1,0m, todos os cultivares possuem o mesmo desempenho quanto a este parâmetro.

Para o cultivar IAC 576-70, observa-se pela Tabela 4 que o seu desempenho para o efeito do espaçamento sobre os cultivares é menor nos espaçamentos de 1,0m x 1,0m do que nos espaçamentos de 1,0m x 0,8m, 1,0m x 0,6m e 1,0m x 0,4m, que por sua vez não diferem entre si. Quando comparado aos demais cultivares para o efeito dos cultivares sobre os espaçamentos, este cultivar possui o mesmo desempenho que o cultivar IAC 1287 - Fibra em todos os espaçamentos utilizados

O cultivar IAC 1287 - Fibra, considerando-se o efeito dos espaçamentos sobre os cultivares, possui o mesmo desempenho quanto ao número de brotos iniciais por planta nos espaçamentos de 1,0m x 0,4m e 1,0m x 0,8m, sendo que estes dois espaçamentos são superiores aos resultados obtidos nos espaçamentos de 1,0m x 0,6m e 1,0m x 1,0m, que não diferem entre si.

4.3. Número de hastes por planta

A análise da variância deste parâmetro revelou valor de F significativo para a interação entre os espaçamentos e os cultivares estudados, a nível de 5% de probabilidade. A Tabela 5 apresenta os valores médios obtidos dos efeitos do tratamento de espaçamento sobre os cultivares e os efeitos do tratamento de cultivares sobre os diferentes espaçamentos estudados.

Pela Tabela 5, é possível observar que não há efeito dos diferentes espaçamentos sobre o número de hastes por planta do cultivar SRT 59 - Branca de Santa Catarina e IAC 576-70. O cultivar SRT 59 - Branca de Santa Catarina, analisado através dos efeitos dos cultivares sobre os espaçamentos, revela possuir menor desempenho que os cultivares IAC 576-70 e IAC 1287 - Fibra no espaçamento de 1,0m x 0,4m. Este resultado mostra que, em função do seu porte avantajado, a competição entre as hastes produzidas pelas plantas deste cultivar é grande em altas densidades populacionais, o que promove uma redução no seu número. Tal resultado é comprovado pelos dados observados nos espaçamentos maiores que o de 1,0m x 0,4m, pois nestes espaçamentos, não há diferenças entre o número de hastes finais por planta entre os três cultivares estudados, mostrando que, nestas condições, a competição entre as plantas pelos fatores de crescimento é menor.

Para o cultivar IAC 576-70, não há diferenças quanto ao seu desempenho nos diferentes espaçamentos estudados, assim como não se observa diferenças deste cultivar com o cultivar IAC 1287 - Fibra em todos os espaçamentos, inclusive no de 1,0m x 0,4m (Tabela 5).

Com relação ao cultivar IAC 1287 - Fibra, é possível visualizar, pela Tabela 5, que o seu desempenho é superior nos espaçamentos de 1,0m x 0,4m e 1,0m x 0,8 quando comparado aos espaçamentos de 1,0m x 0,6 e 1,0m x 1,0m.

Tabela 5. Valores médios obtidos para número de hastes por planta, considerando o efeito dos espaçamentos sobre os cultivares e o efeito dos cultivares sobre os espaçamentos.

Tratamentos	SRT 59	IAC 576-70	IAC 1287	MÉDIAS
1,0m x 0,4m	1,9 a B	2,8 a A	3,0 a A	2,6
1,0m x 0,6m	2,2 a A	2,6 a A	2,3 bA	2,4
1,0m x 0,8m	2,3 a A	2,5 a A	2,9 a A	2,6
1,0m x 1,0m	2,1 a A	2,3 a A	1,8 bA	2,1
MÉDIAS	2,1	2,6	2,5	
C.V. (%)	13,5			

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra minúscula não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em cada linha, valores seguidos da mesma letra maiúscula não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.4. Tempo de fechamento das plantas na linha e na entrelinha.

As análises destes dois parâmetros revelaram valores de F significativos, a 5% de probabilidade, para os efeitos isolados de espaçamentos e de cultivares. A Tabela 6 apresenta os efeitos dos espaçamentos e a Tabela 7, os efeitos dos cultivares.

Pela Tabela 6, é possível observar que há um efeito direto dos espaçamentos menores sobre a redução do tempo de fechamento, tanto na linha como na entrelinha. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por CONCEIÇÃO & SAMPAIO (1981), onde o uso de menores espaçamentos favorece a

cobertura precoce do terreno, diminuindo os custos de controle das plantas daninhas devido à maior competitividade das plantas de mandioca. A cobertura precoce do terreno também possui efeito benéfico sobre o controle da erosão do solo.

Tabela 6. Valores médios obtidos, em dias, de tempo de fechamento das plantas na linha (TFP-L) e tempo de fechamento das plantas na entrelinha (TFP-EL) em diferentes espaçamentos.

Tratamentos	TFP-L		TFP-EL	
1,0m x 0,4m	53,1	a	91,8	a
1,0m x 0,6m	68,5	b	101,0	b
1,0m x 0,8m	82,3	c	99,4	b
1,0m x 1,0m	104,1	d	110,3	c
MÉDIAS	77,0		100,6	
C.V. (%)	4,8		3,0	

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Pela Tabela 7 é possível observar que há efeito direto da arquitetura de parte aérea do cultivar sobre o tempo de fechamento das plantas na linha e na entrelinha. Os dados revelam que quanto maior for o ângulo de ramificação do cultivar em relação à vertical (o que confere porte mais esgalhado), mais rápido é o tempo de fechamento do terreno. Isto pode ser observado pelo fato do cultivar SRT 59 - Branca de Santa Catarina possuir os menores valores para tempo de fechamento do terreno, enquanto que o cultivar IAC 1287 - Fibra, que é constituído por uma haste única, sem ramificações, demorar mais tempo para cobrir uma mesma área

de solo. Com o terreno coberto precocemente, maiores serão os benefícios decorrentes do controle do mato infestante e da erosão do solo, assim como da formação mais rápida do aparelho fotossintético. Os resultados encontrados neste experimento concordam com os obtidos por ALBUQUERQUE (1962).

Tabela 7. Valores médios obtidos, em dias, de tempo de fechamento das plantas na linha (TFP-L) e tempo de fechamento das plantas na entrelinha (TFP-EL), com diferentes cultivares.

Tratamentos	TFP-L	TFP-EL
SRT 59	72,5 a	91,6 a
IAC 576-70	77,8 ab	101,7 b
IAC 1287	80,8 b	108,6 c
MÉDIAS	77,0	100,6
C.V. (%)	11,4	7,4

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.5. Abertura de ramificação

Este parâmetro foi avaliado somente nos cultivares SRT 59 - Branca de Santa Catarina e IAC 576-70. O cultivar IAC 1287 - Fibra não foi considerado por apresentar ausência de ramificações. Os valores obtidos de F, pela análise estatística dos dados, mostrou haver apenas os efeitos isolados dos espaçamentos e dos cultivares, não havendo influência do efeito combinado entre os dois tratamentos, a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Valores médios obtidos para abertura de ramificação (cm) para diferentes espaçamentos e cultivares.

Tratamentos	Abertura de ramificação	
1,0m x 0,4m	19,8	a
1,0m x 0,6m	21,5	ab
1,0m x 0,8m	21,1	ab
1,0m x 1,0m	23,4	b
SRT 59		24,5 a
IAC 576-70		18,2 b
MÉDIAS	21,5	21,4
C.V. (%)	5,9	19,0

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A Tabela 8 apresenta a influência dos diferentes espaçamentos e cultivares sobre a abertura de ramificação. Observa-se que há efeito direto dos maiores espaçamentos sobre o aumento da distância entre o centro da planta e a ramificação primária. Isto indica que, em condições de espaçamentos que permitam maiores crescimentos laterais, a tendência dos cultivares que ramificam é de tornarem-se mais esgalhados, ou seja, com maior ângulo de ramificação. Em compensação, se o ambiente não permitir tal crescimento, devido a um maior número de plantas por unidade de área, o que condiciona uma maior competição por luz entre as ramas em desenvolvimento, os cultivares respondem com o fechamento das suas ramificações. Entretanto, tanto o aumento quanto a diminuição do ângulo de ramificação em função do espaçamento segue a proporção do cultivar em questão, pois, independentemente do espaçamento em que se encontra, o cultivar SRT 59 - Branca de Santa Catarina apresenta sempre

maiores valores de abertura de ramificação que o cultivar IAC 576-70.

4.6. Diâmetro da haste abaixo da primeira ramificação

A avaliação deste parâmetro só foi possível nos cultivares SRT 59 - Branca de Santa Catarina e IAC 576-70, pois o cultivar IAC 1287 - Fibra, não apresenta ramificações. Os valores de F, obtidos pela análise estatística dos dados, revelaram efeito significativo apenas para o espaçamento, a 5% de probabilidade. Não foram encontrados efeitos dos cultivares e nem da combinação entre os tratamentos.

A Tabela 9 apresenta os dados relativos ao diâmetro da haste abaixo da primeira ramificação. É possível observar que há um efeito direto do aumento da distância entre as plantas sobre o aumento do diâmetro das hastes. Tal efeito é ocasionado pela menor competição existente pelos fatores de produção nos maiores espaçamentos. Nas maiores densidades de plantio, o maior número de plantas por metro linear provoca uma redução na disponibilidade de recursos para as plantas, que é traduzido por um menor diâmetro das hastes. É sabido que o diâmetro da haste possui efeito direto sobre a qualidade do material de plantio. Hastes com maiores diâmetros produzem manivas com maiores quantidades de reserva, o que condiciona maior vigor de brotação e maior resistência às adversidades climáticas após o plantio.

4.7. Altura da primeira ramificação

Da mesma forma que os parâmetros abertura de ramificação e diâmetro da rama abaixo da primeira ramificação, a avaliação só foi realizada nos cultivares SRT 59 - Branca de Santa Catarina e IAC 576-70, devido ao hábito de não ramificar do cultivar IAC 1287 - Fibra. A análise estatística dos dados não revelou valores de F significativos para nenhum dos tratamentos e nem para a combinação destes. Os valores obtidos para este parâmetro estão apresentados na Tabela 9.

Tais resultados indicam que os cultivares sempre ramificam a uma mesma altura, independentemente do espaçamento em que se encontram, apesar de haver uma tendência de aumentar a altura de ramificação em condições de maiores densidades populacionais. Não foram encontradas também, diferenças entre os valores obtidos para altura de ramificação dos cultivares avaliados, indicando que, nas condições vigentes do trabalho, os dois cultivares estudados possuem o mesmo comportamento quanto a esta característica. Desta forma, a diferença quanto a arquitetura de parte aérea entre os cultivares SRT 59 - Branca de Santa Catarina e IAC 576-70 fica subjugada apenas ao parâmetro abertura de ramificação.

4.8. Altura total das plantas

Os valores de F encontrados pela análise estatística dos dados revelam haver apenas influência dos cultivares sobre esta propriedade, a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Valores médios obtidos para diâmetro da haste abaixo da primeira ramificação (DHPR, mm), altura da primeira ramificação (APR, cm) e altura total das plantas (ATP, cm), em diferentes espaçamentos e cultivares.

Tratamentos	DHPR	APR	ATP
1,0m x 0,4m	16,0 a	107,0 a	205,0 a
1,0m x 0,6m	16,2 a	100,8 a	182,1 a
1,0m x 0,8m	18,4 b	99,8 a	189,4 a
1,0m x 1,0m	21,5 c	85,2 a	180,9 a
SRT 59	18,3 a	102,7 a	211,9 a
IAC 576-70	17,8 a	93,6 a	209,0 a
IAC 1287	-	-	147,2 b
MÉDIAS - ESP.	18,0	98,2	189,4
MÉDIAS - Cv.	18,1	98,2	189,4
C.V.(%) - ESP.	6,6	10,7	8,2
C.V.(%) - Cv.	14,7	17,1	12,1

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A Tabela 11 apresenta os dados obtidos para a altura total das plantas. Por ela pode-se perceber que o cultivar IAC 1287 - Fibra possui menor altura de plantas que os cultivares SRT 59 - Branca de Santa Catarina e IAC 576-70, que por sua vez, não diferem entre si. Como no caso da propriedade altura da primeira ramificação, a altura total das plantas não serve como forma de diferenciação entre as arquiteturas de parte aérea dos cultivares SRT 59 - Branca de Santa Catarina e IAC 576-70.

Como não há influência do espaçamento sobre esta propriedade, pode-se dizer que a redução nos fatores de

produção que ocorre nas maiores densidades de plantio não é suficiente para afetar o crescimento das plantas, como faz com o diâmetro das ramas abaixo da primeira ramificação. Desta forma, independente da densidade de plantio utilizada na lavoura, para os três cultivares e dentro dos limites de 10.000 a 25.000 plantas/ha, o crescimento das plantas não será afetado.

4.9. Rendimento de raízes tuberosas

A análise estatística dos dados de rendimento de raízes tuberosas revelou valor de F significativo, a 5% de probabilidade, apenas para a interação existente entre os espaçamentos e os cultivares estudados. Dentro desta interação, apenas o efeito dos tratamentos de cultivares sobre o espaçamento de 1,0m x 0,4m foi significativo, para o cultivar IAC 1287 - Fibra.

A Tabela 10 apresenta os valores obtidos dos efeitos dos cultivares sobre os diferentes espaçamentos e dos espaçamentos sobre os cultivares. Os resultados possibilitam dizer que dos três cultivares estudados, apenas o cultivar IAC 1287 - Fibra pode ser conduzido sob espaçamento reduzido, pois apresenta melhor desempenho comparativo do que os cultivares IAC 576-70 e SRT 59 - Branca de Santa Catarina, no espaçamento de 1,0m x 0,4m. Este resultado positivo do cultivar IAC 1287 - Fibra é devido ao seu porte reduzido e ao fato de não ramificar, o que faz com que cada planta ocupe uma área física de terreno menor, possibilitando um aumento na densidade de plantas por metro linear sem que haja interferências negativas entre duas plantas vizinhas. Para os demais cultivares, em função de uma maior área física ocupada individualmente por planta, a proximidade de uma planta a

outra provoca competição pelos fatores de produção, ocasionando uma redução na produção de raízes tuberosas.

Tabela 10. Valores médios obtidos para rendimento de raízes tuberosas (t/ha), considerando o efeito dos cultivares sobre os espaçamentos e dos espaçamentos sobre os cultivares.

Tratamentos	SRT 59	IAC 576-70	IAC 1287	MÉDIAS
1,0m x 0,4m	25,5 a A	24,3 a A	32,3 a B	27,4
1,0m x 0,6m	28,6 a A	27,1 a A	32,3 a A	29,3
1,0m x 0,8m	29,4 a A	28,4 a A	31,3 a A	29,7
1,0m x 1,0m	31,3 a A	29,7 a A	26,5 a A	29,2
MÉDIAS	28,8	27,4	30,6	
C.V. (%)		11,3		

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra minúscula não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em cada linha, valores seguidos da mesma letra maiúscula não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Ao se comparar os rendimentos alcançados pelo cultivar IAC 1287 - Fibra em todos os espaçamentos, observa-se que, apesar de não haver efeito significativo dos espaçamentos sobre os cultivares, há uma tendência de diminuição dos valores obtidos com o aumento das distâncias entre as plantas, indicando que, possivelmente, as melhores respostas em rendimento para este cultivar sejam conseguidas com menores espaçamentos, devido a um maior desperdício de área e conseqüentemente de luz, nutrientes e água, nos espaçamentos superiores a 0,8m. Para os cultivares SRT 59 -

Branca de Santa Catarina e IAC 576-70, a tendência encontrada é contrária. Os melhores resultados de rendimento são observados quando se promove o aumento na distância entre as plantas, possibilitando inferir que, nos cultivares que ramificam, devido ao aumento na área útil de crescimento para cada planta, obtém-se um maior rendimento de raízes tuberosas, devido a uma melhor utilização dos fatores ambientais de produção.

O uso de plantio adensado para o cultivar IAC 1287 - Fibra se mostra vantajoso pois o aumento no rendimento obtido não implica em elevação dos custos para o produtor, uma vez que o aumento na densidade populacional é decorrente de um maior número de plantas na linha, não necessitando, portanto, de um maior número de sulcos ou covas por hectare. Como quem produz o material de plantio é o próprio produtor de raízes e normalmente ocorre excedentes de ramas para plantio da ordem de $\frac{3}{4}$ de todo o volume produzido (excetuando-se anos em que haverá aumento da área plantada), o aumento do número de plantas na linha não provoca elevação significativa dos custos de plantio.

4.10. Rendimento de parte aérea

Através da análise estatística dos dados de produção de parte aérea por hectare, obteve-se valores significativos de F, a 5% de probabilidade, para os efeitos individuais de espaçamento e cultivares. A Tabela 11 apresenta os resultados obtidos com este parâmetro.

Tabela 11. Valores médios obtidos para rendimento de parte aérea (t/ha), para diferentes espaçamentos e cultivares.

Tratamentos	Produção de parte aérea/ha	
1,0m x 0,4m	36,3	a
1,0m x 0,6m	26,2	b
1,0m x 0,8m	25,2	b
1,0m x 1,0m	20,9	b
SRT 59	31,7	a
IAC 576-70	29,2	a
IAC 1287	20,6	b
MÉDIAS	27,2	27,2
C.V. (%)	10,7	23,0

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Pela Tabela 11 percebe-se que há uma tendência de aumento na produção de parte aérea com a diminuição do espaçamento utilizado, sendo que, no arranjo de 1,0m x 0,4m, os valores obtidos diferem significativamente dos demais espaçamentos.

Estes resultados refletem o fato de que se houver uma menor área física de terreno para o crescimento, as plantas respondem com um maior peso da parte aérea. Este aumento é decorrente, provavelmente, de um maior porte das plantas nos menores espaçamentos, como pode ser observado pela Tabela 9, onde os dados de altura total das plantas mostram uma tendência de aumento com a diminuição do espaçamento, e também de um maior volume de ramas produzidas em uma mesma unidade de área nas maiores densidades populacionais, devido a um maior número de plantas

existentes. A alocação de maiores quantidades de fitomassa na parte aérea das plantas com o aumento do espaçamento, que pode ser notada na Tabela 9 através do diâmetro da rama abaixo da primeira ramificação, não é o suficiente para suplantar os efeitos de maior número de plantas por unidade de área obtida com o aumento da densidade populacional.

Pela Tabela 11 é possível observar também que os cultivares SRT 59 - Branca de Santa Catarina e IAC 576-70 não diferem entre si e superam significativamente o cultivar IAC 1287 no rendimento de parte aérea. Tal resultado já era esperado uma vez que o porte dos cultivares que ramificam é significativamente superior ao de haste única, como pode ser observado pela Tabela 9.

Desta forma, se o objetivo da produção for obter ramos com a finalidade de serem utilizadas como material de plantio, os menores espaçamentos são os mais recomendados, em função da maior quantidade do material produzido, independente do cultivar. Entretanto, se o cultivar apresentar hábito de ramificar, os incrementos na produção de parte aérea serão maiores do que nos cultivares que não ramificam.

4.11. Índice de colheita de raiz

Os resultados obtidos para o índice de colheita revelam valores de F significativos apenas para os efeitos isolados dos espaçamentos e cultivares, a 5% de probabilidade. Os dados referentes a este parâmetro se encontram na Tabela 12.

Tabela 12. Valores médios obtidos para índice de colheita (%) para diferentes espaçamentos e cultivares.

Tratamentos	Índice de colheita	
1,0m x 0,4m	43,0	a
1,0m x 0,6m	53,6	b
1,0m x 0,8m	54,9	b
1,0m x 1,0m	59,6	b
SRT 59	48,1	a
IAC 576-70	49,3	a
IAC 1287	61,0	b
MÉDIAS	52,8	52,8
C.V. (%)	5,8	10,2

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados obtidos com o índice de colheita estão coerentes com os obtidos para rendimento de parte aérea. Observa-se pela Tabela 12 que, os maiores valores foram obtidos com os maiores espaçamentos, enquanto que, o arrançamento de 1,0m x 0,4m obteve o menor valor para o índice de colheita, diferindo significativamente dos demais. Sendo o índice de colheita dependente da produção de raízes e ramas e, no caso do presente trabalho, não havendo diferenças significativas entre os espaçamentos quanto produção de raízes tuberosas, com o aumento da produção de ramas é esperado uma diminuição do valor do índice de colheita, uma vez que a produção de ramas entra na fórmula de cálculo como componente do denominador. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por WILLIAMS (1972), CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU (1975), GODFREY-SAM-AGGREY (1978) e TAVORA et

al.(1982), que obtiveram redução do índice de colheita com o uso de maiores densidades populacionais.

O mesmo raciocínio pode ser aplicado com relação aos cultivares. O melhor desempenho do cultivar IAC 1287 - Fibra perante o índice de colheita foi devido ao efeito combinado entre o seu melhor desempenho quanto produção de raízes tuberosas e também pelo menor rendimento obtido com a parte aérea deste cultivar.

4.12.Número de raízes tuberosas por planta

A análise estatística dos dados referentes a este fator revela valores de F significativos, a 5% de probabilidade, para os efeitos individuais de espaçamento e cultivares, não havendo significância para a interação entre os dois tratamentos.

A Tabela 13 apresenta os dados referentes ao número de raízes tuberosas por planta. É possível observar que existe um efeito direto entre o aumento do espaço físico de crescimento para cada planta e um maior número de raízes sendo produzidas. Tal comportamento é provocado pela diminuição na competição pelos fatores de produção, que ocorre nas menores densidades de plantio. Os resultados obtidos neste sentido concordam com os apresentados por ENYI (1972a) e ANDRADE (1989).

Avaliando-se os resultados obtidos com os diferentes cultivares, observa-se que os cultivares IAC 576-70 e IAC 1287 - Fibra mostraram-se significativamente superiores ao cultivar SRT 59 - Branca de Santa Catarina. Entretanto tais resultados mostram não haver uma relação

direta do número de raízes produzidas por planta como componente da produção de raízes, uma vez que, pela Tabela 13 é possível observar que não existem diferenças quanto à produção de raízes tuberosas para os três cultivares estudados, considerando o efeito dos espaçamentos dentro dos cultivares.

4.13. Comprimento de raízes tuberosas

Da mesma forma que no parâmetro anterior, os dados analisados mostraram valores de F significativos, a 5% de probabilidade, para os efeitos isolados de espaçamento e cultivares. Os dados referentes ao comprimento de raízes tuberosas estão apresentados na Tabela 13.

Pela Tabela 13 é possível observar que ocorre uma resposta direta das plantas, com relação ao aumento no comprimento das raízes tuberosas, em decorrência da diminuição da densidade populacional. Havendo mais espaço para o crescimento, as raízes tuberosas podem aumentar o seu crescimento em comprimento, visto que, no espaçamento de 1,0m x 1,0m, são encontradas diferenças significativas com relação a este parâmetro em relação ao espaçamento mais adensado de 1,0m x 0,4m.

Observando o comportamento diferencial dos cultivares, novamente não se encontra relação direta com a produção de raízes tuberosas. Os maiores comprimentos de raízes foram obtidos com os cultivares SRT 59 - Branca de Santa Catarina e IAC 576-70, que diferiram significativamente do cultivar IAC 1287 - Fibra. Através da Tabela 10, que apresenta os valores obtidos para produção de raízes por hectare considerando o efeito dos cultivares dentro dos

espaçamentos e o efeito dos espaçamentos dentro dos cultivares, observa-se que apenas no espaçamento mais adensado ocorre uma interação significativa com o cultivar IAC 1287 - Fibra. Entretanto, pela Tabela 13, este cultivar é o que possui os menores valores de comprimento de raízes tuberosas, reforçando o fato deste parâmetro não ter influência direta sobre o rendimento em raízes tuberosas.

Tabela 13. Valores médios obtidos para número de raízes tuberosas por planta (NRTP), comprimento de raízes tuberosas (CRT, cm) e diâmetro mediano de raízes tuberosas (DMRT, mm), em diferentes espaçamentos e cultivares.

Tratamentos	NRTP	CRT	DMRT
1,0m x 0,4m	6,1 a	25,8 a	43,8 a
1,0m x 0,6m	7,7 b	29,4 ab	43,8 a
1,0m x 0,8m	9,5 c	29,5 ab	45,2 a
1,0m x 1,0m	9,3 c	32,1 b	45,6 a
SRT 59	7,2 a	30,0 a	44,4 a
IAC 576-70	8,7 b	30,8 a	41,6 b
IAC 1287	8,5 b	26,8 b	47,8 c
MÉDIAS - ESP.	8,2	29,2	44,6
MÉDIAS - Cv.	8,1	29,2	44,6
C.V. (%) - ESP.	4,4	5,9	3,0
C.V. (%) - Cv.	12,2	9,6	3,9

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.14. Diâmetro mediano de raízes tuberosas

Os dados analisados desta propriedade revelam valor de F significativo apenas para o efeito do cultivar, a 5% de probabilidade. Não foram encontrados efeitos para espaçamento e para a interação entre os tratamentos. A Tabela 16 apresenta os resultados obtidos para diâmetro mediano de raízes tuberosas nos diferentes espaçamentos e cultivares.

É possível observar na Tabela 16 que todos os cultivares diferem entre si com relação a esta característica. O maior valor de diâmetro foi obtido com o cultivar IAC 1287 - Fibra, seguido pelo cultivar SRT 59 - Branca de Santa Catarina. O cultivar IAC 576-70 foi o que apresentou o menor valor para o diâmetro mediano de raízes tuberosas. Quando se observa os resultados obtidos nesta tabela com aqueles obtidos na Tabela 12, percebe-se que ocorre uma relação direta do diâmetro das raízes tuberosas com o rendimento em raízes. O cultivar IAC 1287 - Fibra possui os melhores resultados quanto à produção de raízes tuberosas por hectare, dentro do espaçamento mais adensado de 1,0m x 0,4m, e da mesma forma, apresenta o maior diâmetro de raízes, indicando haver um efeito direto desta característica como componente do rendimento.

A produção de uma cultura é dependente da ação resultante dos componentes de produção, que no caso específico de raízes de mandioca, são compostos pelo número de raízes por planta, comprimento e diâmetro mediano de raízes tuberosas. A partir dos resultados obtidos por este trabalho, é possível perceber que dos componentes de produção, aquele que atua diretamente sobre o rendimento da cultura é o diâmetro mediano, uma vez que não foi encontrado relação entre os resultados obtidos para número de raízes por

planta e comprimento de raízes tuberosas. Tais resultados concordam com aqueles obtidos por BARROS (1976).

4.15 Porcentagem de matéria seca nas hastes

Os resultados obtidos para este parâmetro revelam valor de F significativo apenas para o efeito dos cultivares, a 5% de probabilidade. A Tabela 14 apresenta estes resultados.

Pela Tabela 14 observa-se que apenas o cultivar IAC 1287 - Fibra apresenta-se significativamente inferior aos demais cultivares, que por sua vez, não diferem entre si. Estes resultados estão de acordo com os obtidos na Tabela 11, onde observa-se uma menor produção de parte aérea por hectare do cultivar IAC 1287 - Fibra. Desta forma, pode-se afirmar que o menor rendimento em parte aérea deste cultivar é também função de uma menor porcentagem de matéria seca nas hastes, além do fato de que o porte dos cultivares que não ramificam é significativamente inferior àqueles que ramificam, como pode ser observado pela Tabela 9.

4.16. Porcentagem de matéria seca nas raízes tuberosas

Os dados analisados para este parâmetro não revelaram valores de F significativos para nenhum dos efeitos estudados, indicando que não há efeito de cultivares, de espaçamento e da interação entre estes sobre a porcentagem de matéria seca nas raízes tuberosas, a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos neste trabalho com relação ao acúmulo de matéria seca da planta como um todo

(parte aérea e raízes tuberosas) não concordam com os obtidos por autores como BARROS *et al.* (1978) e ENYI (1972b). Tais autores obtiveram acréscimos nos valores de matéria seca de parte aérea e raízes tuberosas com a diminuição da densidade populacional. Também não concorda com resultados obtidos por WILLIAMS (1972), CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU (1975), GODFREY-SAM-AGGREY (1978) e TAVORA *et al.* (1982) que observaram reduções na matéria seca das raízes com o incremento da densidade populacional.

Tabela 14. Valores médios obtidos para porcentagem de matéria seca nas hastes e nas raízes tuberosas, em diferentes espaçamentos e cultivares.

Tratamentos	Matéria seca (%)	
	Hastes	Raízes tuberosas
1,0m x 0,4m	22,3 a	32,6 a
1,0m x 0,6m	21,9 a	31,8 a
1,0m x 0,8m	21,6 a	32,8 a
1,0m x 1,0m	21,6 a	30,8 a
SRT 59	23,3 a	32,0 a
IAC 576-70	23,4 a	31,8 a
IAC 1287	18,9 b	32,1 a
MÉDIAS - ESP.	21,9	32,0
MÉDIAS - Cv.	21,9	32,0
C.V.(%) - ESP.	2,6	4,8
C.V.(%) - Cv.	3,9	9,1

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.17. Considerações finais

Considerando os resultados obtidos no presente trabalho, pode-se constatar que, para os cultivares SRT 59 - Branca de Santa Catarina, IAC 576-70 e IAC 1287 - Fibra, nos espaçamentos de 1,0m x 1,0m, 1,0m x 0,8m, 1,0m x 0,6m e 1,0m x 0,4m:

- Cultivares que ramificam e espaçamentos mais adensados influenciam, individualmente, os períodos necessários para os fechamentos da linha e da entrelinha pelas plantas, promovendo uma cobertura mais rápida do terreno;

- O aumento da densidade populacional provoca, nos cultivares que ramificam, reduções na abertura de ramificação e no diâmetro das ramas, não afetando nem a altura da primeira ramificação e nem a altura total das plantas de forma significativa;

- A diferenciação entre os cultivares, quanto às arquiteturas de parte aérea, pode ser determinada pela presença ou não de ramificação e, no caso da presença dessa, pela abertura existente entre os ramos e a haste principal das plantas;

- Há uma resposta positiva, em relação ao rendimento de raízes tuberosas, para os cultivares que não ramificam, decorrente do aumento do número de plantas na linha de plantio. Para os cultivares que ramificam, não há efeito do espaçamento utilizado. Para o rendimento em parte aérea e índice de colheita, o aumento da densidade

populacional provoca um incremento na produção de ramas e, conseqüentemente, uma diminuição do índice de colheita de raiz, em todos os cultivares;

- É observado uma maior produção de ramas e um menor índice de colheita nos cultivares que ramificam que nos de haste única;

- Dos componentes de produção de mandioca, apenas o diâmetro das raízes tuberosas possui efeito sobre o rendimento de raízes na cultura;

- Os maiores espaçamentos promovem um aumento no comprimento e no número de raízes tuberosas por planta;

- O acúmulo de matéria seca nos órgãos da planta é função do cultivar utilizado, não dependendo do espaçamento em questão.

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que a distribuição espacial afeta a arquitetura de planta e ambas afetam o comportamento vegetativo e produtivo das plantas de mandioca. A definição do espaçamento deve levar em consideração o cultivar a ser utilizado, bem como a finalidade da exploração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M. de. Estudos com mandioca. Belém, IPEAN, 1962. p.12-33. (Circular do Instituto Agrônômico do Norte, 6).

ALVAREZ, L.A.C. Efeito da população sobre algumas características em dez cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em três localidades da Colômbia. Lavras, 1986. 104p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura de Lavras).

ALVES, A.A.C. Fisiologia da mandioca. In: CURSO INTENSIVO NACIONAL DE MANDIOCA, 7., Cruz das Almas, 1990. Cruz das Almas, CNPMF/EMBRAPA, 1990. p.1-25.

- ANDRADE, C.A. de B. Efeito de espaçamentos, idades de colheita e anos de plantio sobre algumas características de duas cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Lavras, 1989. 63p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura de Lavras).
- AVILÁN R., L.; MENESES, L.; ARIAS, C.; PÉREZ, O. Distribucion del sistema radicular de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) cultivada a diferentes distancias entre plantas. Agronomia Tropical, Maracay, 31(1-6): 189-210, 1981.
- BARROS, R.S. Fisiologia da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CURSO INTENSIVO NACIONAL DA MANDIOCA, Cruz das Almas, 1976. Cruz das Almas, EMBRAPA/CNPMPF, 1976. p.231-257.
- BARROS, R.S.; MERCÊS, W.C.; ALVIM, R. Sink strength and cassava productivity. HortScience, Mount Vernon, 13(4): 474-475, 1978.
- BUENO, A. Comportamento de genótipos contrastantes de mandioca em diferentes sistemas de plantio. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 21(6): 631-640, 1986.
- BUENO, A. Competição intergenotípica e seleção em mandioca. Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas, 6(1): 21-27, 1987a.

- BUENO, A. Modificações morfológicas na parte aérea da mandioca causadas pela variação na densidade de plantio. Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas, 6(1): 55-70, 1987b.
- CÂMARA, G.M. de S.; GODOY, O.P.; MARCOS FILHO, J.; LIMA, U. de A. Mandioca; Produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. Piracicaba, FEALQ. 80p. (Série extensão agroindustrial, 4).
- CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU. Efeito da densidade de plantio na produtividade da mandioca. In: CEPEC - Informe Técnico. Itabuna, CEPEC, 1975. p.65-67.
- COCK, J.H. Some factors in successful cropping; 9.Cassava. SPAN, Oxford, 28(1): 23-25, 1985.
- COELHO, C. A influência do espaçamento na cultura da mandioca. In: Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio. Recife, Imprensa Oficial, 1945. 12(2), p.119-121.
- CONCEIÇÃO, A.J. da & SAMPAIO, C.V. Influência do espaçamento na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MANDIOCA, 1., Salvador, 1979. Anais. Brasília, EMBRAPA/SBM, 1981a. vol. 1. p.113-122.

CONCEIÇÃO, A.J. da & SAMPAIO, C.V. Competição de cultivares e espaçamentos na cultura de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para a produção de hastes e folhas como forragem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1, Salvador, 1979. Anais. Brasília, EMBRAPA/SBM, 1981b. vol.1, p.225-246.

CORRÊA, H. Possibilidades de aproveitamento do Cerrado para cultura da mandioca. In: REUNIÃO DA COMISSÃO NACIONAL DA MANDIOCA, 5., Sete Lagoas, 1971. Anais. Sete Lagoas, IPEACO, 1971. p.18-32.

CORRÊA, H. & ROCHA, B.V. Manejo da cultura da mandioca. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5(59-60): 16-30, 1979.

ENYI, B.A.C. The effects of spacing on growth, development and yield of single and multi-shoot plants of cassava (*Manihot esculenta* Crantz); I - Root tuber yield and attributes. East African Agricultural and Forestry Journal, Nairobi, 38(1): 23-26, 1972a.

ENYI, B.A.C. The effects of spacing on growth, development and yield of single and multi-shoot plants of cassava (*Manihot esculenta* Crantz); II - Physiological factors. East African Agricultural and Forestry Journal, Nairobi, 38(1): 27-34, 1972b.

ENYI, B.A.C. Growth rates of three cassava varieties (*Manihot esculenta* Crantz) under varying population densities. The Journal of Agricultural Science, Cambridge, 81(1): 15-28, 1973.

FAHL, J.I.; MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.P.; ARRUDA, H.V.; LORENZI, J.O. Características fisiológicas de três cultivares de mandioca. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 17(3): 399-405, 1982.

FAO - PRODUCTION YEARBOOK, Roma, 48, 1994.

FERRAZ, E.B.; BURITY, H.A.; LYRA FILHO, H.P.; BESSA, J.M.G.; SILVA, A.D.A. da. Efeito do espaçamento sobre a produção no município de Feira Nova - PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1, Salvador, 1979. Anais. Brasília, EMBRAPA/SBM, 1981. vol.1, p.137-148.

GODFREY-SAM-AGGREY, W. Effects of plant population on sole-crop cassava in Sierra Leone. Experimental Agriculture, Nova Iorque, 14(3): 239-244, 1978.

GRANER, E.A. & GODOY, C. Culturas da Fazenda Brasileira. 4.ed. São Paulo, Edições Melhoramentos, 1967. 461p.

JESUS, V.S. de; DETONI, C.E.; REGO, J.R.S. Espaçamentos para mandioca, *Manihot esculenta* Crantz, nos municípios baianos de Itaetê, Itaberaba, Iraquara e Santo Estevão. In: Boletim de Pesquisa. Salvador, Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia S.A., 1987. vol.12, p.1-24

LEONEL NETO, M. Influência da idade de colheita e espaçamento sobre algumas características de duas cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.). Lavras, 1983. 60p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura de Lavras).

- LORENZI, J.O.; NORMANHA, E.S.; CONCEIÇÃO, A.J. Sistemas de plantio e produção de mandioca no Brasil. In: PRÁTICAS CULTURAIS DA MANDIOCA, Salvador, 1980. Anais do Seminário. Brasília, EMBRAPA, 1984. p.61-70.
- LYRA, G. de M. Recomendações técnicas para a cultura da mandioca. Natal, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A, 1981. 37p. (Boletim Técnico, 7).
- NORMANHA, E.S. & PEREIRA, A.S. Aspectos agronômicos da cultura da mandioca (*Manihot utilissima* Pohl). Bragantia, Campinas, 10(7): 179-202, 1950.
- NORMANHA, E.S. & PEREIRA, A.S. Cultura da mandioca. O Agrônomo, Campinas, 15(9/10): 9-35, 1963.
- NUNES, W. de O.; BRITTO, D.P.P de S.; ARRUDA, N.B. de; OLIVEIRA, A.B. de. Espaçamento para mandioca (*Manihot esculenta*) em solos fluminenses de baixa fertilidade. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Série Agronomia. Brasília, 11(12): 59-64, 1976.
- SAMPAIO, C.V. & CONCEIÇÃO, A.J. Espaçamento na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: Projeto Mandioca. Série Pesquisa. Cruz das Almas, Universidade Federal da Bahia, 1975. 2(1), p.99-106.
- SERRATE, E.L. & HERNÁNDEZ, E.O. Efecto de la densidad de plantacion en los rendimientos de dos variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Centro Agrícola, Santa Clara, 14(3): 31-37, 1987.

- SILVA, P.R.F. da & CERETTA, C.A. Sistemas de cultivo de mandioca; I - Monocultivo em fileiras simples e duplas. Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas, 5(2): 55-63, 1986.
- SIQUEIRA, L.A. Mandioca; Resultados Experimentais. Cruz das Almas, Instituto de Pesquisa Agronômicas do Leste, 1973. 34p. (Circular, 36).
- TÁVORA, F.J.A.F.; QUEIROZ, G.M. de; PINHO, J.L.N. de; MELO, F.I.O. Comportamento de cultivares de mandioca com diferentes características foliares submetidas a diversas densidades de plantio. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 17(3): 417-431, 1982.
- WILLIAMS, C.N. Growth and productivity of tapioca (*Manihot utilissima*); III. Crop ratio, spacing and yield. Experimental Agriculture, Nova Iorque, 8(1): 15-23, 1972.
- ZADA, M.L. & SERRATE, E.L. Influencia de la densidad de plantacion en el desarrollo de la planta de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad "Señorita" y "CMC-40". Centro Agrícola, Santa Clara, 14(3): 38-43, 1987.