

# COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE MANDIOCA COM DIFERENTES CARACTERÍSTICAS FOLIARES SUBMETIDAS A DIVERSAS DENSIDADES DE PLANTIO<sup>1</sup>

FRANCISCO JOSÉ A.F. TÁVORA<sup>2</sup>, GENÁRIO MARCOLINO DE QUEIROZ,  
JOÃO LICÍNIO NUNES DE PINHO e FRANCISCO IVALDO O. MELO<sup>3</sup>

**RESUMO** - Foi instalado, no município de Pacajus, litoral leste do Estado do Ceará, no período de março de 1978 a agosto de 1979, um ensaio de campo, com o objetivo de estudar o comportamento de duas cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), Saracura e Do Céu, constituídas de folhas com lóbulos estreitos e largos, respectivamente, em diferentes densidades populacionais. O estudo foi realizado durante os dois ciclos de crescimento da cultura e procurou identificar igualmente o efeito da deficiência hídrica causada à planta durante o período de estiagem entre os dois ciclos de crescimento. Foi estudado também o modelo de acumulação e distribuição de matéria seca pela planta. O índice de área foliar (IAF) das cultivares apresentou valores máximos aos quatro e quinze meses após o plantio, correspondentes aos períodos de chuva de 1978 e 1979. A cultivar Saracura apresentou maior IAF nas diversas populações estudadas ao longo dos dois ciclos de crescimento, com diferenças máximas registradas nos dois períodos de chuva. O IAF da cultura acompanhou aproximadamente a curva de precipitação pluviométrica. A cultivar Saracura apresentou área foliar unitária menor que a Do Céu. Ambas as cultivares apresentaram folhas maiores no primeiro ciclo de crescimento. A cultivar Saracura foi um pouco superior à Do Céu com relação à produção de biomassa e apresentou maior produção de raízes frescas e maior índice de colheita (IC). Ambas as cultivares apresentaram valores máximos de IC e teor de amido aos sete meses de plantio. O melhor desempenho da cultivar Saracura não parece estar associado à forma da folha em si, mas à grande capacidade dessa cultivar em formar rapidamente um elevado IAF e translocar grande proporção de matéria seca produzida para as raízes. Constatou-se uma tendência generalizada de redução de matéria seca das raízes com o aumento da população de plantio nas duas cultivares.

Termos para indexação: *Manihot esculenta* Crantz, população de plantas, morfologia foliar, índice de área foliar, deficiência hídrica, acumulação de matéria seca, índice de colheita, teor de amido.

## BEHAVIOR OF CASSAVA CULTIVARS WITH DIFFERENT FOLIAGE CHARACTERISTICS GROWN UNDER DIFFERENT PLANT POPULATIONS

**ABSTRACT** - A field study was conducted at the east coast of the State of Ceará, Brazil, from March 1978 to August 1979, which included two growing seasons. The objective was to study the behavior of two cassava cultivars (*Manihot esculenta* Crantz), Do Céu and Saracura with broad and narrow lobed leaves, respectively, grown under varying population densities. The pattern of the plant dry matter accumulation and distribution was also studied. The Leaf Area Index (IAF) showed maximum values in the 4th and 15th months after planting, corresponding to the rainy seasons of 1978 and 1979. Cultivar Saracura showed higher IAF in all population densities, with the highest differences taking place during the two rainy seasons. The IAF followed closely the amount of rainfall in the experimental area. Cultivar 'Saracura' had considerably smaller leaves than cultivar 'Do Céu'. Both cultivars showed larger leaves in the first growing season. Cultivar 'Saracura' slightly outyielded 'Do Céu' in total biomass. A greater proportion of the dry matter was diverted into the root tubers of 'Saracura' than in 'Do Céu'. As a consequence 'Saracura' had higher harvest index during all stages of growth. For both cultivars the harvest index was highest in the 7th month after planting. The best performance of cultivar 'Saracura' does not seem to be related to its narrow leaf lobes but to the ability of this cultivar to rapidly produce a high IAF associated to the capacity to divert large proportion of dry matter to the root tubers. For both cultivars it was observed that a reduction in the proportion of dry matter diverted to the roots with the increase in plant population.

Index terms: cassava, *Manihot esculenta* Crantz, plant population, leaf morphology, leaf area index, water stress, dry matter accumulation, harvest index, starch content.

## INTRODUÇÃO

A mandioca apresenta morfologia foliar bastante diversa, algumas cultivares sendo constituídas de folhas com lóbulos estreitos, e outras apresentando-as com lóbulos extremamente largos. A absor-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 14 de agosto de 1981.

<sup>2</sup> Ph.D., Prof. Universidade Federal do Ceará. Av. Mister Hull s/nº, Caixa Postal 354, CEP 60000 - Fortaleza, CE.

<sup>3</sup> M.S., Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará. Av. Rui Barbosa, 1246, CEP 60000 - Fortaleza, CE.

ção do total de radiação solar incidente depende, em grande parte, da forma, postura e área foliar.

Uma melhor estrutura da folhagem será obtida caso se reduza a largura das folhas sem prejuízo da área foliar total da cultura, de modo a permitir uma distribuição mais uniforme de luz no perfil da vegetação (Loomis & Williams 1969). Estudos de distribuição de luz no perfil da cultura revelam que, quanto maior for a área foliar capaz de absorver o total da radiação solar incidente, maior será a eficiência fotossintética da cultura (Loomis & Williams 1969).

Williams & Ghazali (1969), trabalhando com três cultivares de mandioca de alta, média e baixa produtividade, relatam que as folhas da cultivar mais produtiva apresentavam lóbulos estreitos com uma orientação vertical ao meio-dia. Por outro lado, a cultivar menos produtiva apresentava lóbulos largos e folhas com orientação horizontal.

Enyi (1973) não encontrou relação entre forma da folha e produção de raízes ao estudar o comportamento de três variedades de mandioca submetidas a diferentes densidades de plantio.

Segundo Cock (1976b), a mandioca requer, durante seu ciclo, um índice de área foliar (IAF) entre 3 e 3,5 para otimizar sua produção. O mesmo autor relata que não foram constatados efeitos significativos do ângulo e da largura da folha na taxa de crescimento da mandioca, apesar das observações em contrário de Loomis & Williams (1969) e Watson (1971).

Segundo Cock (1978), a planta ideal seria aquela constituída de folhas com lóbulos largos, com área unitária mais elevada, propiciando à planta atingir rapidamente e manter o IAF ótimo (3 a 3,5).

Cock et al. (1977) relatam que cultivares de mandioca responderam de forma diferente quando submetidas a diferentes densidades populacionais. A população ótima variou com a cultivar e com a idade da planta.

No presente trabalho procurou-se estudar o comportamento de cultivares de mandioca com lóbulos estreitos e largos, submetidas a diferentes índices de área foliar nas condições prevalentes no litoral cearense. O estudo foi realizado durante os dois ciclos da cultura, procurando-se identificar igualmente o efeito da deficiência hídrica causada

à planta durante o período de estiagem entre os dois ciclos de crescimento.

Foi estudado também o modelo de acumulação e distribuição da matéria seca na planta, objetivando identificar elementos para melhor definir um manejo adequado da cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo constou de um experimento de campo conduzido na Unidade de Pesquisa do Litoral, em Pacajus, Ceará, durante o período de março de 1978 a agosto de 1979, em solo Areia Quartzosa. As coordenadas geográficas do local são 4° 10' de latitude sul, 38° de longitude oeste e altitude de 60 metros.

Foram utilizadas as cultivares Do Céu e Saracura, constantes da coleção de cultivares da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE), e que apresentavam folhas de lóbulos largos e estreitos, respectivamente.

O preparo do solo constou de desmatamento e destocamento, seguido de gradagem cruzada no início do período chuvoso. O plantio foi realizado nos dias 13 e 14 de março de 1978. Foram utilizadas manivas-sementes com 20 cm de comprimento, plantadas na posição inclinada, formando um ângulo de 45° com o solo. As manivas foram originadas de plantas com 12 meses de idade. Foi empregado o espaçamento quadrangular, com cinco níveis de população, a saber: 5.000 plantas/ha (1,41 m x 1,41 m); 10.000 plantas/ha (1,00 m x 1,00 m); 15.000 plantas/ha (0,82 m x 0,82 m); 20.000 plantas/ha (0,71 m x 0,71 m) e 25.000 plantas/ha (0,63 m x 0,63 m).

Foi adotado o delineamento em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e com três repetições, em que as densidades populacionais constituíram as parcelas e as cultivares constituíram as subparcelas, com um total de dez tratamentos.

As parcelas eram constituídas de 16 fileiras (oito fileiras por subparcela), com 21 plantas por fileira, nos espaçamentos ajustados a cada tratamento.

Aplicou-se uma adubação de nivelamento, em todos os tratamentos, consistindo de 100 kg/ha de N, 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O, na forma de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. O fósforo e o potássio foram aplicados no sulco do plantio, logo abaixo das manivas, isoladas estas por uma pequena camada de solo (2 cm). O nitrogênio foi aplicado 60 dias após o plantio, em cobertura.

Foram realizadas colheitas aos 4, 7, 11, 15 e 17 meses após o plantio. Em cada época foram colhidas seis plantas por subparcela, para determinação da matéria fresca de raízes, ramas, e teor de amido das raízes. A área foliar e a matéria seca das diversas partes da planta foram determinadas numa amostra de duas plantas por subparcela, nas mesmas épocas de colheita. A área foliar foi determinada seguindo-se o método da quadrícula, descrito por Cock (1976a). Foram retiradas seis folhas de cada planta

(duas da parte basal, duas da parte média e duas da parte apical), todas elas já desenvolvidas e aparentando ter atividade fotossintética. Foi utilizada uma prensa constituída de uma base de madeira com 50 cm x 80 cm, forrada de esponja na face inferior, com a parte superior constituída de uma moldura de vidro transparente. A moldura de vidro foi marcada com quadrículas de 2 cm de lado. As folhas, após remoção dos pecíolos eram dispostas sobre a base de esponja, uma ao lado da outra, sem se tocarem, sendo estão comprimidas com a moldura de vidro. Em seguida, contava-se o número de vértices das quadrículas que se superpunham à área foliar disposta na prensa. A área foliar era determinada multiplicando-se o número de áreas superpostas à área foliar por 4 cm<sup>2</sup>, área unitária de cada quadrícula. Em seguida, as amostras de folhas eram postas a secar em estufa a uma temperatura inicial de 65°C, e, após 24 horas a 105°C, até o material atingir peso constante. Obtinha-se, então, a relação peso de matéria seca das folhas/área foliar. Com essa relação obtinha-se a área foliar total da planta a partir da matéria seca total das folhas das duas plantas amostradas por subparcela.

O teor de amido foi determinado segundo o método da balança hidrostática, que permite determinar esta variável a partir da matéria seca presente na raiz (Grossman & Freitas 1950).

Para a análise de variância dos parâmetros estudados, aplicou-se a análise de regressão com o desdobramento dos graus de liberdade, utilizando-se os polinômios ortogonais, segundo Snedecor & Cochran (1968).

## RESULTADOS

O regime pluviométrico da região litorânea do Estado do Ceará onde o trabalho foi conduzido caracteriza-se por duas estações distintas, uma de chuvas (janeiro a junho) e a outra de estio (julho a dezembro).

Na Fig. 1 está representada a distribuição de chuva em Pacajus durante o período de condução do experimento. Observam-se dois picos correspondentes ao mês de março de 1978 e 1979. A mesma figura revela que a quantidade de chuvas em 1979, embora tenha mostrado distribuição semelhante, foi menor que a do ano anterior.

**Raiz:** A Tabela 1 apresenta a produção de raízes frescas. Foram encontrados efeitos significativos para população (regressão quadrática), época de colheita (regressão linear e do 4º grau) e cultivar (Tabela 2).

Em todas as épocas e populações (Fig. 2 e 3), a cultivar Saracura superou em produção de raízes a Do Céu. Os maiores níveis de produtividade fo-

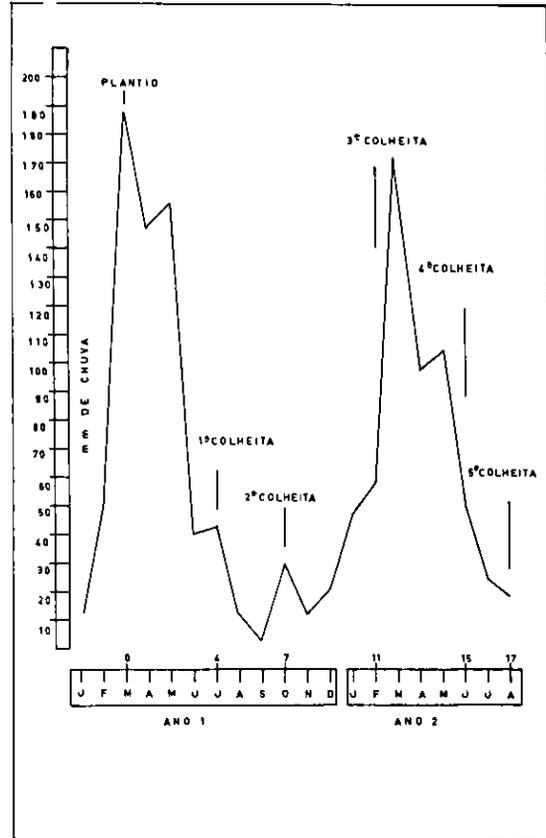


FIG. 1. Distribuição pluviométrica durante o período de condução do ensaio. Pacajus, Ceará - 1978/79.

ram obtidos em ambas as cultivares quando submetidas a populações de 15.000 plantas/ha.

A cultura da mandioca apresenta, em função do regime pluviométrico da região, dois fluxos de crescimento, correspondentes à estação das chuvas, intercalados por uma fase de repouso devido ao estio característico ao período de julho a dezembro. Em todas as épocas a cultivar Saracura superpoujou a Do Céu em produção de raízes. As diferenças entre elas foram maiores no segundo ciclo aos 15 meses após o plantio. A produção de raízes frescas aumentou dos quatro aos sete meses, demonstrando tendência à estabilização daí até o 11º mês (período de repouso). A partir do 11º mês, com o advento das chuvas correspondentes ao segundo ciclo, a planta reinicia o acúmulo de material nas raízes de reserva, atingindo o máximo

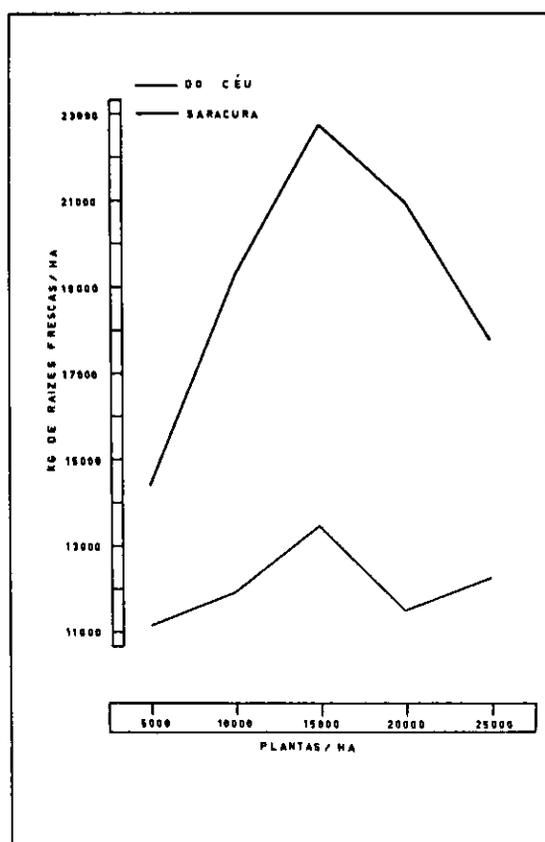


FIG. 2. Produção de raízes frescas de duas cultivares de mandioca constituídas de folhas com lóbulos estreitos e largos, submetidas a cinco níveis de população.

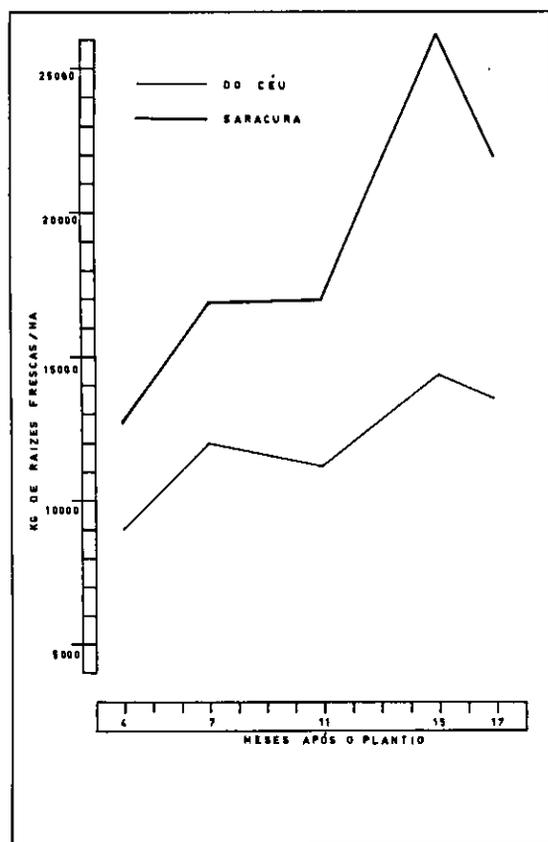


FIG. 3. Produção de raízes frescas de duas cultivares de mandioca constituídas de folhas com lóbulos estreitos e largos, em diversas fases de desenvolvimento da cultura.

aos 15 meses após o plantio. A redução observada entre o 15º e 17º mês é consequência da segunda fase de estio.

A taxa de crescimento das raízes no segundo ciclo foi menor que no primeiro, principalmente para a cultivar Do Céu (Fig. 3). Este fato foi revelado pela análise de variância, que atestou significância para a interação cultivar versus época de colheita (Tabela 2).

**Parte aérea:** Na Tabela 3 são apresentados os resultados relativos à produção de matéria fresca da parte aérea (rama). Foram encontrados efeitos significativos para populações (linear), épocas (linear, quadrática, cúbica, de 4º grau) e cultivares (Tabela 2).

A cultivar Do Céu produziu uma maior quantidade de rama do que a cultivar Saracura. As diferenças foram maiores nas populações de 20 a 25 mil plantas/ha (Fig. 4) e no primeiro ciclo da cultura (Fig. 5). Em geral, observa-se uma tendência de aumento da produção da parte aérea com o aumento da população, fato evidenciado pela alta significância constatada para efeito linear (Tabela 2).

No primeiro ciclo, a produção máxima de ramas foi obtida logo na primeira colheita, aos quatro meses. Dos quatro ao sete meses observa-se uma redução na quantidade de ramas presente nas plantas, motivada principalmente pela queda das folhas. Aos 11 meses após o plantio, constata-se

TABELA 1. Produção de raízes (kg/ha) de cultivares de mandioca constituídas de lóbulos estreitos e largos, submetidas a diferentes níveis de população.

População (plantas/ha)	Cultivar Do Céu						Cultivar Saracura					
	Meses após o plantio						Meses após o plantio					
	4	7	11	15	17	Média	4	7	11	15	17	Média
5.000	7.444	10.722	10.694	13.639	13.500	11.199	9.135	14.000	13.833	19.861	15.388	14.443
10.000	9.444	11.499	11.444	13.056	14.000	11.889	11.777	16.610	16.722	26.778	24.388	19.255
15.000	9.189	14.453	13.534	15.038	14.181	13.279	12.280	18.462	21.219	29.239	32.449	22.729
20.000	9.333	10.777	10.222	16.000	11.667	11.599	14.666	20.666	18.778	32.666	18.333	21.021
25.000	10.000	12.500	10.139	14.166	14.722	12.305	15.971	15.000	15.139	23.611	18.888	17.721
Médias	9.082	11.990	11.206	14.380	13.614	12.054	12.766	16.948	17.138	26.431	21.889	19.034

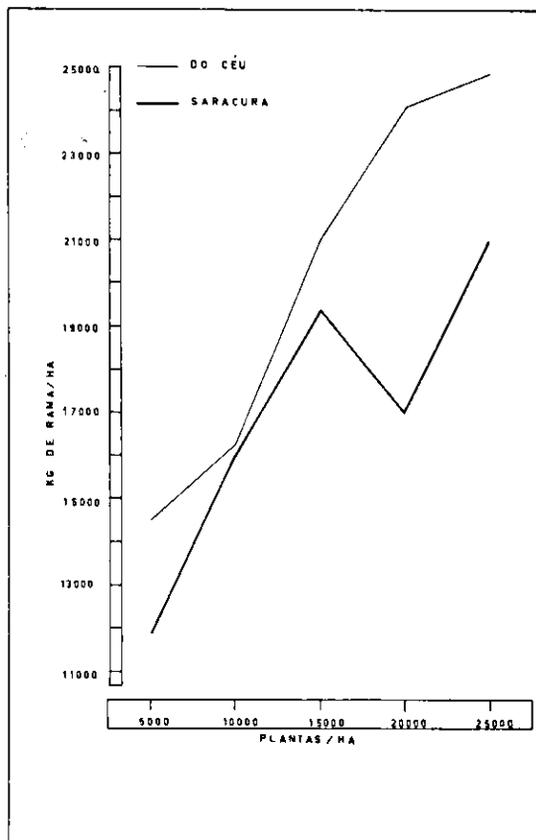


FIG. 4. Produção de ramas de duas cultivares de mandioca constituídas de folhas com lóbulos estreitos e largos, submetidas a cinco níveis de população.

uma grande redução na produção de ramas da cultivar Do Céu, ao passo que a cultivar Saracura apresenta um suave aumento nesse parâmetro. No segundo ciclo da cultura (15 meses), observa-se um acentuado aumento na parte aérea das duas cultivares, com taxas de acúmulo de matéria fresca bem superiores à do primeiro ciclo. Esse segundo fluxo de crescimento é decorrente do novo período chuvoso a que a planta é exposta. Finalmente, aos 17 meses, há nova tendência a declínio na produção de ramas nas duas cultivares (Fig. 5).

**Biomassa:** A produção total de peso fresco (raiz e rama) está presente na Tabela 4. Foram constatados efeitos significativos para populações (linear e quadrática), épocas de colheita (linear, quadrática,

TABELA 2. Análise da variância da produção de raiz, rama, biomassa, índice de área foliar (IAF), índice de colheita (IC) e teor de amido de raízes de duas cultivares de mandioca submetidas a diferentes populações de plantio e colhidas em cinco épocas no litoral do Estado do Ceará. 1978/79.

Causas da Variação	G.L.	Variância (SQ)					
		Raiz	Rama	Biomassa	IAF	IC	Amido
Blocos	2	113,75	121,79	494,22	2,98	0,004	41,46
Populações (P)	4	-	-	-	3,22	-	17,32
R. linear	1	78,71	1.926,72**	2.787,32**	-	0,266**	-
R. quadrática	1	320,02**	-	754,39**	-	-	-
Desvio regressão	2	15,63	38,28	35,78	-	0,003	-
Resíduo (a)	8	18,23	23,37	66,52	1,35	0,002	14,87
Cultivares (c)	1	1.827,11**	251,87	720,04	25,80**	0,750**	135,43
Int. P x C	4	53,66	23,52	77,52	0,05	0,007	5,21
Resíduo (b)	10	53,38	29,58	147,79	0,92	0,004	9,38
Épocas (E)	4	-	-	-	-	-	-
R. linear	1	1.234,49**	7.280,59**	14.524,88**	8,25	0,336**	614,71
R. quadrática	1	13,45	738,11**	549,96*	20,06*	0,191**	83,24
R. cúbica	1	13,80	746,53**	961,50**	181,93**	0,108**	61,07
R. 4º grau	1	324,70**	1.225,06**	2.812,48**	18,74*	0,015*	95,76
Resíduo (c)	8	21,81	28,33	84,52	1,78	0,002	6,11
Int. P. x E	16	20,47	13,18	49,62	1,76*	0,003	10,28
Int. C. x E	4	81,46**	24,54	139,72	5,15*	0,001	14,26
Int. P x C x E	16	14,83	13,92	44,88	0,23	0,002	2,75
Resíduo (d)	72	18,56	25,54	73,47	0,69	0,002	5,98
Total	149	-	-	-	-	-	-

cúbica e de 4º grau) não tendo sido constatada significância para cultivares (Tabela 2).

Apesar de não constatação de efeitos significativos para cultivares, bem como interação cultivares versus população, a máxima produção foi obtida, no caso da cultivar Saracura, ao nível de 15 mil plantas/ha, ao passo que a cultivar Do Céu respondeu ao aumento populacional até os limites estudados de 25 mil plantas/ha (Fig. 6).

A produção total de biomassa cresceu lentamente dos quatro aos 11 meses (primeiro ciclo), observando-se a partir daí uma elevada taxa de crescimento até o 15º mês. Portanto, o ritmo de acúmulo de biomassa nas duas cultivares estudadas foi maior no segundo do que no primeiro ciclo da cultura (Fig. 7).

**Índice de área foliar:** O índice de área foliar (IAF) presente na Tabela 5 apresentou variação entre cultivares, época e populações. A Tabela 2 revela significância para cultivares e épocas não sendo constatadas diferenças significativas para população.

A ausência de significância se deve à reduzida área foliar nas diversas populações estudadas em três das cinco épocas amostradas, correspondentes ao período de estio (7, 11 e 17 meses). A área foliar apresentou valores elevados apenas aos 4 e 15 meses, correspondentes aos períodos de chuva de 1978 e 1979. Nesses períodos, houve efeito significativo da população no IAF. A significância da interação população versus época atesta esse fato (Tabela 2). A Fig. 8 apresenta os valores médios do IAF nas diversas densidades de plantio. Em geral, o IAF cresceu com o aumento da população de plantas. A cultivar Saracura apresentou maior IAF nas diversas populações estudadas, bem como ao longo do ciclo de crescimento da cultura, com diferenças máximas registradas nos períodos de chuva. Na fase de repouso, a queda generalizada da folhagem tendeu a nivelar as cultivares em termos de IAF (Fig. 9).

O IAF da cultura acompanhou aproximadamente a curva de precipitação, demonstrando que a

TABELA 3. Produção de ramas (kg/ha) de cultivares de mandioca constituídas de lóbulos estreitos e largos, submetidas a diferentes níveis de população.

População (plantas/ha)	Cultivar Do Céu							Cultivar Saracura						
	Meses após o plantio							Meses após o plantio						
	4	7	11	15	17	Média	4	7	11	15	17	Média		
5.000	7.333	8.750	8.916	24.249	23.416	14.532	6.139	6.416	8.139	23.333	14.933	11.802		
10.000	10.166	10.389	10.722	24.944	24.833	16.210	9.278	8.166	10.166	33.000	19.667	16.055		
15.000	13.199	14.703	17.042	32.184	27.778	20.981	11.278	11.111	14.202	29.406	30.530	19.305		
20.000	17.222	15.111	17.222	38.111	33.167	24.166	14.889	11.889	13.222	34.000	24.888	16.999		
25.000	19.722	17.083	16.666	35.416	34.444	24.815	15.277	11.805	13.611	34.444	29.861	20.999		
Médias	19.528	19.207	14.119	30.980	28.727	20.140	11.372	9.877	11.868	30.836	23.985	17.030		

TABELA 4. Produção total (kg/ha) de cultivares de mandioca constituídas de lóbulos estreitos e largos, submetidas a diferentes níveis de população.

População (plantas/ha)	Cultivar Do Céu							Cultivar Saracura						
	Meses após o plantio							Meses após o plantio						
	4	7	11	15	17	Média	4	7	11	15	17	Média		
5.000	14.777	19.472	19.610	37.888	36.916	25.733	15.277	20.416	21.972	43.194	30.371	26.246		
10.000	19.610	21.888	22.166	38.000	38.833	28.099	21.055	24.776	26.888	59.778	44.055	35.310		
15.000	22.388	29.156	30.576	47.202	41.959	34.256	23.558	29.573	35.421	58.645	62.975	42.034		
20.000	29.722	25.888	27.444	54.111	44.834	36.399	29.555	32.555	31.980	66.666	43.221	40.795		
25.000	29.722	29.583	26.805	49.582	49.166	36.972	31.248	26.805	28.750	58.055	48.749	38.721		
Médias	23.244	25.197	25.320	45.357	42.342	32.292	24.139	26.825	29.002	57.268	45.874	36.621		

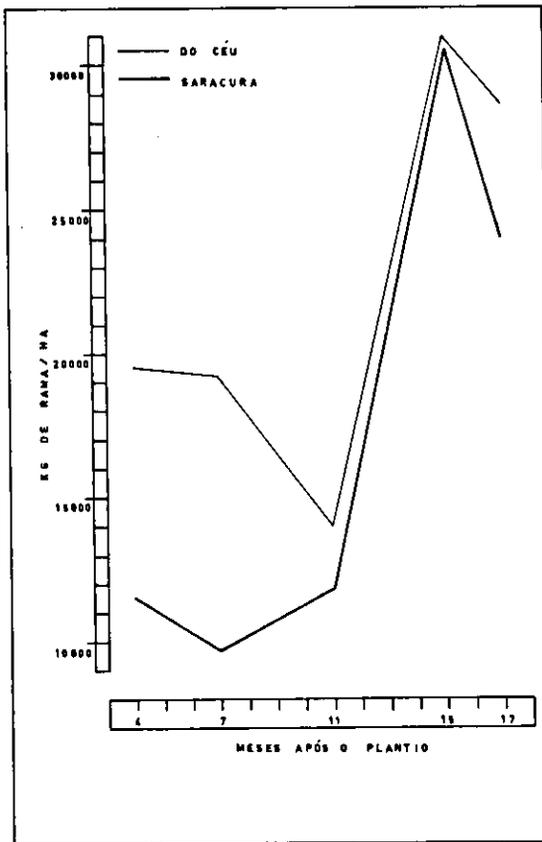


FIG. 5. Produção de rama de duas cultivares de mandioca constituídas de folhas com lóbulos estreitos e largos, em diversas fases de desenvolvimento da cultura.

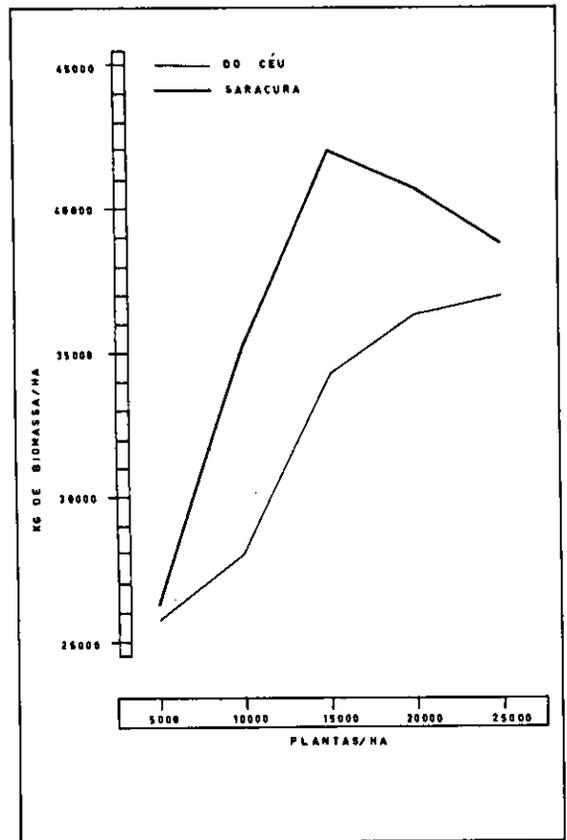


FIG. 6. Produção de biomassa de duas cultivares de mandioca constituídas de folhas com lóbulos estreitos e largos, submetidas a cinco níveis de população.

produção e queda de folhas constituem importantes mecanismos de adaptação da planta às flutuações climáticas. Nas condições estudadas, observou-se que aos quatro meses ele apresenta valores máximos, caindo rapidamente aos sete meses após o plantio. Daí por diante, observa-se novo aumento, a princípio lento (11 meses) e em seguida mais rápido (15 meses), para cair novamente.

No segundo ciclo de crescimento, a superioridade da cultivar Saracura, em termos de área foliar, é patente, fato que justifica a interação significativa cultivar versus época (Tabela 2).

A Tabela 6 apresenta a área foliar unitária das cultivares estudadas ao longo dos 17 meses de cultivo nos cinco níveis de população. Consta-se

que a cultivar Saracura, apesar de apresentar um IAF sempre maior que a cultivar Do Céu (Tabela 5), mostrou, durante todo o ciclo da cultura, área foliar unitária menor (Tabela 6). Os resultados demonstram, ainda, que o tamanho das folhas cai durante o período de estiagem, apresentando variações cíclicas em função da disponibilidade hídrica. Consta-se, também, que a área foliar unitária é menor no segundo ciclo de crescimento para as duas cultivares.

Os níveis populacionais não afetaram a área foliar unitária de forma sistemática.

**Índice de colheita:** O índice de colheita (IC), apresentado na Tabela 7, mostrou diferenças significativas para população (linear), época (linear, qua-

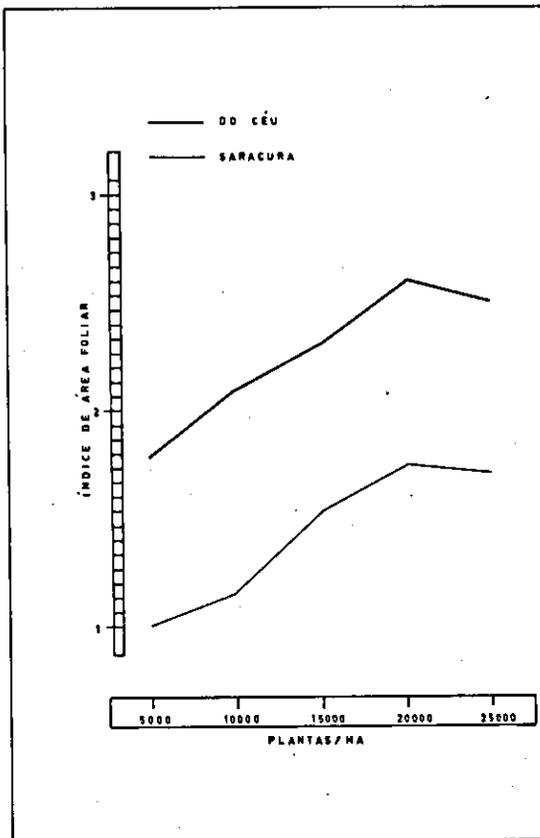
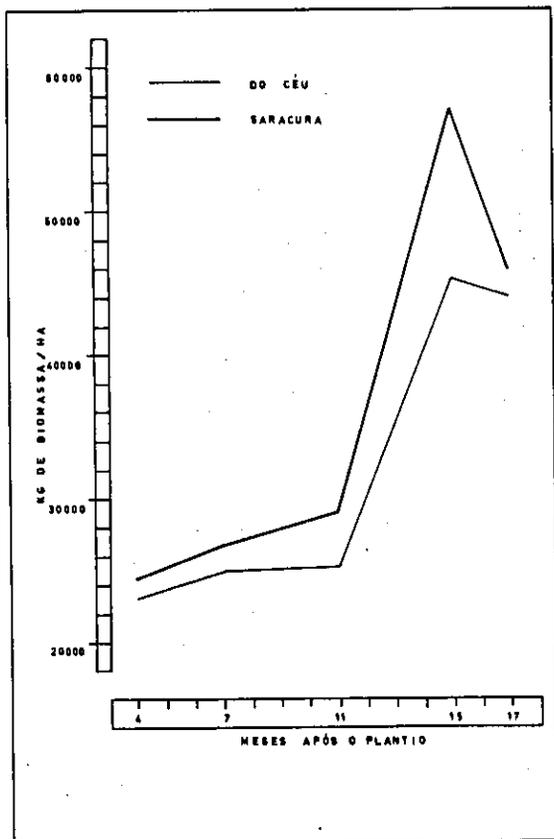


FIG. 7. Produção de biomassa de duas cultivares de mandioca constituídas de folhas com lóbulos estreitos e largos, em diversas fases de desenvolvimento da cultura.

FIG. 8. Índice de área foliar de duas cultivares de mandioca constituídas de folhas com lóbulos estreitos e largos, submetidas a cinco níveis de população.

TABELA 5. Índice de área foliar de cultivares de mandioca constituídas de lóbulos estreitos e largos, submetidas a diferentes níveis de população.

População (plantas/ha)	Cultivar Do Céu						Cultivar Saracura					
	Meses após o plantio						Meses após o plantio					
	4	7	11	15	17	Média	4	7	11	15	17	Média
5.000	1,72	0,54	0,66	1,50	0,58	1,00	2,15	0,37	1,18	3,73	1,46	1,77
10.000	2,03	0,51	0,75	1,96	0,47	1,14	2,90	0,30	1,63	4,65	0,88	2,09
15.000	3,16	1,02	1,00	2,22	0,26	1,53	4,26	0,72	2,05	3,43	1,05	2,30
20.000	3,67	0,49	0,86	2,79	1,02	1,76	4,10	0,69	1,72	5,13	1,37	2,60
25.000	3,91	0,56	0,90	2,92	0,31	1,72	5,04	0,32	1,72	5,15	0,22	2,49
Médias	2,89	0,62	0,83	2,27	0,52	1,43	3,69	0,48	1,66	4,41	0,99	2,25

TABELA 6. Área foliar unitária (cm<sup>2</sup>) de cultivares de mandioca constituídas de lóbulos estreitos e largos, submetidas a diferentes níveis de população.

População (plantas/ha)	Cultivar Do Céu						Cultivar Saracura					
	Meses após plantio						Meses após plantio					
	4	7	11	15	17	Média	4	7	11	15	17	Média
5.000	528	222	215	341	80	277	506	83	135	171	73	194
10.000	558	160	179	197	93	237	418	65	119	186	73	172
15.000	590	144	203	239	57	247	406	62	117	231	43	172
20.000	651	179	192	243	65	266	342	93	128	217	62	168
25.000	576	130	159	209	69	228	381	102	101	161	34	156
Médias	581	167	189	246	73	251	411	81	120	193	57	172

TABELA 7. Índice de colheita de cultivares de mandioca constituídas de lóbulos estreitos e largos, submetidos a diferentes níveis de população.

População (plantas/ha)	Cultivar Do Céu						Cultivar Saracura					
	Meses após o plantio						Meses após o plantio					
	4	7	11	15	17	Média	4	7	11	15	17	Média
5.000	0,50	0,55	0,54	0,56	0,36	0,50	0,60	0,68	0,62	0,46	0,51	0,59
10.000	0,48	0,52	0,51	0,34	0,36	0,44	0,56	0,67	0,62	0,44	0,55	0,56
15.000	0,41	0,50	0,44	0,31	0,34	0,40	0,52	0,62	0,59	0,49	0,51	0,54
20.000	0,35	0,41	0,37	0,29	0,26	0,33	0,49	0,63	0,58	0,48	0,42	0,52
25.000	0,33	0,42	0,37	0,28	0,30	0,34	0,51	0,56	0,52	0,41	0,38	0,49
Médias	0,41	0,48	0,44	0,35	0,32	0,40	0,53	0,63	0,58	0,45	0,47	0,54

drática, cúbica e 4º grau), bem como para cultivares (Tabela 2).

Observa-se uma redução linear do IC com o aumento de população nas duas cultivares, significando que, à medida que aumenta a população, ocorrem reduções na proporção de material acumulado nas raízes.

A cultivar Saracura apresentou, em todas as populações e épocas, um IC superior à cultivar Do Céu (Fig. 10 e 11). As duas cultivares apresentaram um IC mais elevado no primeiro ciclo de crescimento (7 meses). A partir do sétimo mês após o plantio até o 17º, constatou-se uma redução progressiva do IC.

**Teor de amido:** O teor de amido das raízes variou

de 17 a 30% (Tabela 8). Foram constatadas diferenças significativas para épocas (linear, quadrática, cúbica e 4º grau) e para cultivares (Tabela 2). A cultivar Saracura apresentou, em média, valores de teor de amido inferiores à Do Céu. O teor de amido das raízes cresceu do quarto ao sétimo mês, caindo em seguida até o final do ciclo da planta (Fig. 12). As diferenças entre as cultivares foram maiores aos 7 e 11 meses, embora não tenha sido constatada interação significativa entre cultivares e épocas. Não foram constatados efeitos significativos de população de plantas no teor de amido das raízes (Tabela 2).

**Distribuição de matéria seca:** A distribuição de matéria seca das cultivares estudadas nas diversas po-

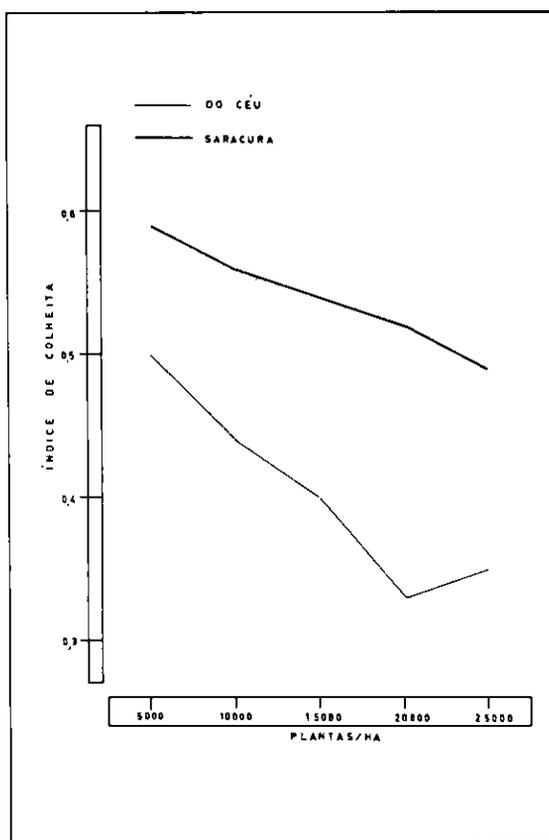
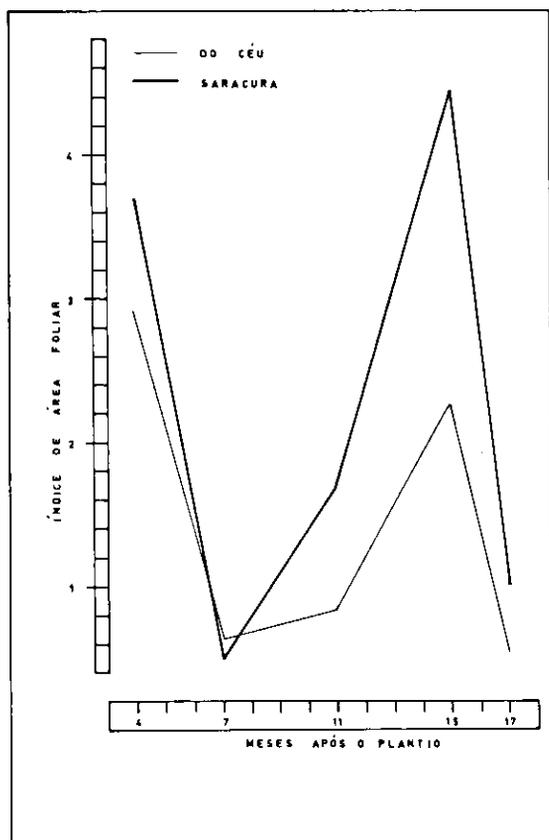


FIG. 9. Índice de área foliar de duas cultivares de mandioca constituídas de folhas com lóbulos estreitos e largos, em diversas fases de desenvolvimento da cultura.

FIG. 10. Índice de colheita de duas cultivares de mandioca constituídas de folhas com lóbulos estreitos e largos, submetidas a cinco níveis de população.

TABELA 8. Teor de amido (%) de cultivares de mandioca constituídas de lóbulos estreitos e largos, submetidas a diferentes níveis de população.

População (plantas/ha)	Cultivar Do Céu						Cultivar Saracura					
	Meses após o plantio					Média	Meses após o plantio					Média
	4	7	11	15	17		4	7	11	15	17	
5.000	24,13	28,15	25,89	24,99	19,41	24,51	23,56	24,92	24,05	20,95	17,00	22,09
10.000	25,48	29,30	25,84	22,96	20,08	24,73	25,52	25,30	22,34	20,67	20,22	22,81
15.000	25,33	30,07	28,18	23,96	22,87	26,08	25,39	26,89	26,31	20,76	21,21	24,11
20.000	26,59	30,12	26,76	20,72	21,67	25,17	25,61	27,60	23,80	24,41	21,59	24,60
25.000	25,09	28,26	20,33	23,28	22,14	23,82	26,34	27,32	19,20	21,40	21,12	23,07
Médias	25,32	29,18	25,40	23,18	21,23	24,86	25,28	26,46	23,14	21,63	20,23	23,35

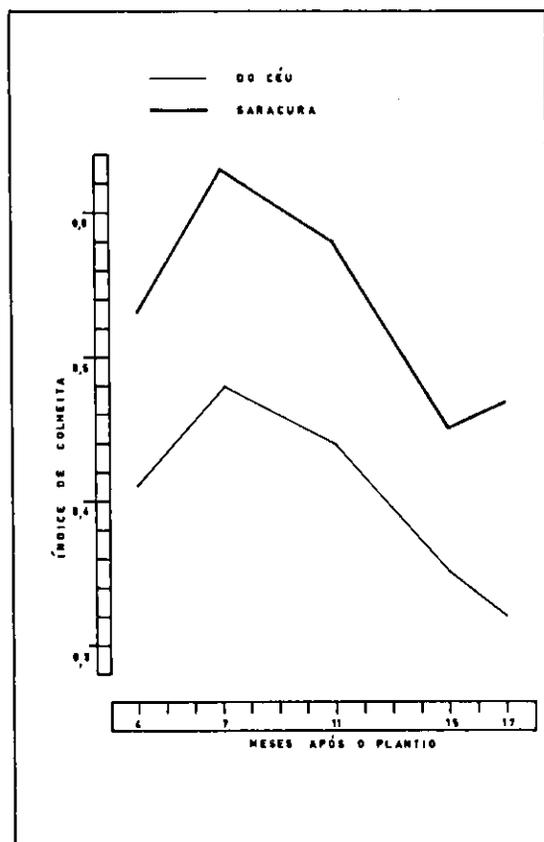


FIG. 11. Índice de colheita de duas cultivares de mandioca constituídas de folhas com lóbulos estreitos e largos, em diversas fases de desenvolvimento da cultura.

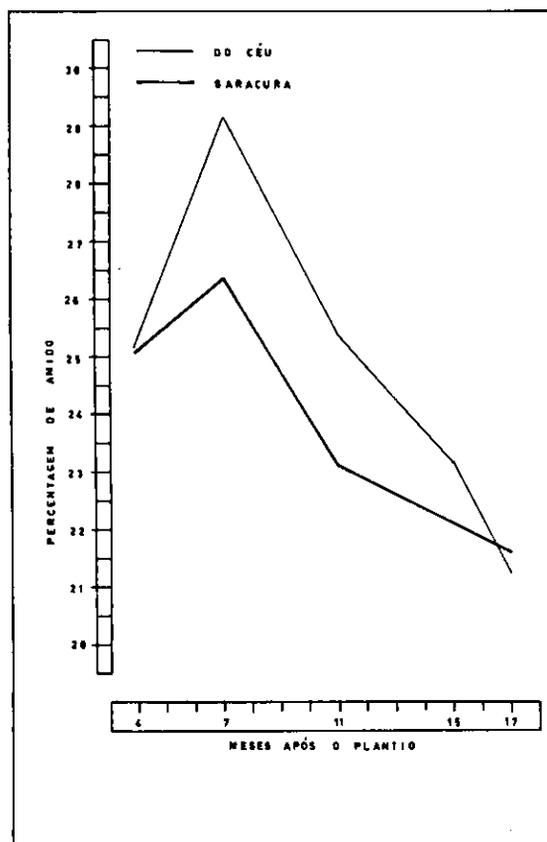


FIG. 12. Teor de amido das raízes de duas cultivares de mandioca constituídas de folhas com lóbulos estreitos e largos, em diversas fases de desenvolvimento da cultura.

populações e épocas está presente na Tabela 9. Observa-se que a proporção de matéria seca nas raízes das duas cultivares é maior no primeiro ciclo de crescimento (4, 7 e 11 meses) do que no segundo (15 e 17 meses). Ao contrário, a proporção de matéria seca presente na haste é baixa nas três primeiras colheitas correspondentes ao primeiro ciclo de crescimento da planta, elevando-se substancialmente por ocasião do segundo ciclo de crescimento (Fig. 13). A percentagem de matéria seca presente nas folhas foi a variável que maiores flutuações apresentou. Aos quatro meses, apresentou valores elevados, e caiu a níveis mínimos aos sete meses. Aos 11 e 15 meses, apresentou novamente valores elevados, para cair finalmente aos 17 meses. A cul-

tivar Saracura apresentou uma maior proporção de matéria seca nas raízes e nas folhas, em todas as épocas de colheita amostradas.

Constatou-se, ainda, uma tendência generalizada de redução da matéria seca das raízes e um conseqüente aumento da matéria seca presente na rama (haste e folhas) com o aumento da população nas duas cultivares (Tabela 9).

#### DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os valores obtidos para as variáveis estudadas refletem o regime hídrico a que a planta foi submetida nos dois ciclos de crescimento. A produção de raízes e ramos nas cultivares atingiu um valor

TABELA 9. Distribuição da matéria seca (%) de cultivares de mandioca constituídas de lóbulos estreitos e largos, submetidas a diferentes níveis de população.

População (plantas/ha)	Meses após o plantio														
	4			7			11			15			17		
	Haste	Folha	Raiz	Haste	Folha	Raiz	Haste	Folha	Raiz	Haste	Folha	Raiz	Haste	Folha	Raiz
	Cultivar Do Céu														
5.000	36,0	14,4	49,6	44,5	2,5	53,0	45,5	4,0	50,0	65,0	4,6	30,4	57,2	0,4	42,4
10.000	40,1	11,7	48,1	45,6	2,0	52,5	40,0	4,0	47,8	70,8	3,2	25,9	67,2	0,4	32,2
15.000	47,5	14,2	38,2	47,3	2,6	50,0	49,8	4,2	45,9	68,8	3,1	27,9	72,3	0,1	27,5
20.000	59,4	13,5	26,0	47,5	1,2	51,1	59,5	3,5	36,8	64,3	3,4	32,1	74,4	0,6	25,0
25.000	57,9	14,5	27,5	54,8	1,4	43,7	55,7	3,7	40,3	63,3	5,9	30,6	72,7	0,4	26,0
Média	48,1	13,6	37,9	47,9	1,9	50,0	49,9	3,9	44,1	66,4	4,0	29,4	68,7	0,4	30,6
	Cultivar Saracura														
5.000	23,0	16,5	60,4	30,1	1,4	68,3	32,3	9,7	57,9	39,5	8,4	40,4	56,6	1,6	41,8
10.000	25,8	16,7	57,4	38,7	1,4	59,8	32,8	9,9	57,1	48,4	7,4	44,1	44,6	0,7	54,6
15.000	30,2	15,8	54,0	27,6	1,8	62,8	37,1	10,1	52,7	41,7	4,7	53,4	41,6	0,5	57,9
20.000	28,0	16,9	55,0	34,6	1,6	66,8	38,5	7,3	54,0	47,6	5,8	46,5	59,1	1,0	39,8
25.000	29,8	16,6	53,0	31,7	2,5	65,6	43,6	8,7	47,5	61,0	7,6	31,3	61,4	1,2	37,3
Média	27,4	16,5	59,9	32,5	1,7	64,7	36,9	9,1	53,8	47,6	6,8	43,1	52,6	1,0	46,3

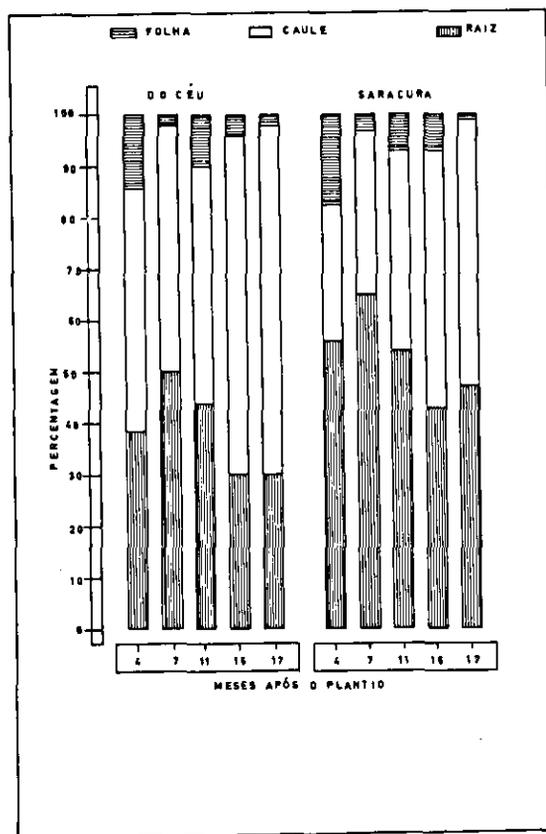


FIG. 13. Distribuição percentual de matéria seca de duas cultivares de mandioca constituídas de folhas com lóbulos estreitos e largos, ao longo dos dois ciclos de crescimento.

máximo no final do primeiro período de chuvas, e estabilizou-se o acúmulo de material até o novo período de chuvas, quando a planta inicia o segundo fluxo de crescimento. A produção de raízes nas duas cultivares é maior no primeiro ciclo do que no segundo, ao passo que a produção de rama apresenta comportamento inverso. Tal fato é refletido nos valores obtidos para o IC, que apresenta um máximo aos 7 meses, decrescendo continuamente no período de repouso, bem como durante o segundo ciclo de crescimento da planta. A obtenção de valores máximos do IC logo no final do primeiro ciclo de crescimento da cultura sugere que nas condições do litoral cearense seja mais indicada a exploração da cultura da mandioca em apenas um ciclo, ao invés de dois.

O teor de amido e matéria seca da raiz atingiu um máximo para as duas cultivares aos 7 meses após o plantio, correspondente ao final do primeiro ciclo de crescimento. A partir daí, constata-se um declínio acentuado nessa variável qualitativa da produção. Esses resultados estão de acordo com Centro Internacional de Agropecuária Tropical (1980), que apresenta uma relação inversa entre temperatura e período em que a cultivar atinge o teor máximo de matéria seca e amido da raiz. As condições climáticas do Ceará, com temperaturas elevadas (28 a 30°C), ensejam à planta atingir o teor máximo de amido das raízes logo aos 7 meses de idade.

O IAF da cultura variou de forma marcante ao longo dos dois ciclos de crescimento. Ele atingiu valores máximos aos 4 meses após o plantio, caindo rapidamente aos 7, subindo lentamente aos 11 e aceleradamente daí até os 15 meses. A quantidade de área foliar mantida pela cultura é bem inferior ao ótimo preconizado pela literatura (Cock 1976b), durante boa parte do desenvolvimento da planta, em função principalmente da prolongada estação seca, característica da região, associada à pequena capacidade de armazenamento de água do solo. Nessas condições é difícil esperar evidências de melhor aproveitamento da radiação pela folhagem, em função de diferenças em arquitetura ou postura das folhas, porque essas diferenças só são traduzidas efetivamente em maior rendimento quando a quantidade da área foliar presente na cultura atinge níveis ótimos durante grande parte do seu ciclo.

Ambas as cultivares apresentaram produções máximas de raízes quando foram utilizadas populações de 15.000 plantas/ha. Já a produção de ramos cresceu linearmente nos limites de população estudados.

Aos quatro e quinze meses após o plantio, períodos em que a área foliar apresentou níveis máximos nas duas cultivares, observou-se uma tendência de aumento do IAF com o incremento da população de plantas. Entretanto, as diferenças não são mantidas nos períodos de estiagem quando a queda generalizada das folhas nivela por baixo os níveis populacionais.

O IC mostrou declínio crescente com o aumento de densidade populacional. Tal fato significa

que à proporção que se aumenta a população, a planta passa a distribuir em maior proporção para a parte aérea o resultado de sua atividade fotossintética.

A cultivar Saracura apresentou uma produção de raízes superior à produção de ramas em todas as fases de crescimento estudadas. Com relação à biomassa total, a cultivar Saracura foi ligeiramente superior à Do Céu, embora essa diferença não tenha sido traduzida em significância estatística. A superioridade na produção de raízes em relação à produção de ramas, no caso da cultivar Saracura, apresenta grande relevância, pois atualmente há uma preocupação constante para a seleção de cultivares que aloquem uma maior proporção de sua produção nos órgãos de importância econômica, no caso, as raízes.

Nesse aspecto, a cultivar Saracura foi superior à Do Céu, pois, além de produzir mais biomassa, distribuiu-a em maior proporção para as raízes. Entretanto, é bom se frisar que essa característica (alto IC) não deve, necessariamente, estar ligada à forma da folha.

A cultivar Saracura atingiu níveis de IAF maiores que a Do Céu para o mesmo nível de população. Esse fato contradiz afirmações de Cock (1976b), segundo as quais uma planta com folha de lóbulo largo, e portanto área foliar unitária maior, atingiria mais rapidamente o IAF ótimo, do que uma planta de folha com lóbulo estreito com área foliar unitária menor. Os resultados levam a crer que a cultivar Saracura, apesar de ostentar área foliar unitária menor, apresentou uma maior taxa de crescimento de seu sistema foliar, para atingir, no mesmo período, níveis mais elevados de IAF. Vale destacar que a cultivar Saracura, apesar de produzir uma menor quantidade de rama, apresentou maior área foliar e matéria seca nas folhas, demonstrando, mercê dessa característica, elevada eficiência biológica.

A duração da área foliar não foi avaliada, porém os valores médios da área foliar presentes nas duas cultivares, nos cinco períodos amostrados, revelou que a cultivar Saracura apresentou valores significativamente superiores à cultivar Do Céu.

O melhor desempenho da cultivar Saracura não parece estar associado à forma da folha em si, mas sim à grande capacidade dessa cultivar em formar rapidamente um elevado IAF, e, mais, de translocar uma grande proporção de matéria seca produzida para as raízes tuberosas, apresentando, como consequência, elevado índice de colheita.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Técnico Agrícola Francisco Chagas de Oliveira, pela colaboração prestada durante a condução do trabalho.

#### REFERÊNCIAS

- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, Cali, Colombia. Informe anual del programa de yuca, 1979. s.l., 1980. 107p.
- COCK, J.H. Characteristics of high yielding cassava varieties. *Expl. Agric.*, 12:135-43, 1976a.
- COCK, J.H. Fisiología de la yuca. In: ————. Curso sobre producción de yuca. s.l., CIAT. 1976b. p.127-139.
- COCK, J.H. El tipo ideal de yuca para rendimiento máximo. In: ————. Curso de producción de yuca. CIAT. 1978. p.50-77.
- COCK, J.H.; WHALEY, D. & CASOS, O.G. de la. Effects of spacing on cassava (*Manihot esculenta*). *Expl. Agric.*, 13:209-99, 1977.
- ENYI, B.A.C. Growth rates of three cassava varieties (*Manihot esculenta* Crantz) under varying population densities. *J. Agric. Sci., Camb.*, 81:15-28, 1973.
- GROSSMAN, J. & FREITAS, A.G. Determinação do teor de matéria seca pelo método de peso específico em raízes de mandioca. *R. Agron.*, Porto Alegre, 14: 75-80, 1950.
- LOOMIS, R.S. & WILLIAMS, W.A. Productivity and the morphology of crop stands: pattern with leaves. In: DINAUER, R.C. *Physiological aspects of crop yield*. s.l., 1969. 28-51p.
- SNEDECOR W.G. & COCHRAN, W.G. *Statistical methods*. Ames, The Iowa State University Press. 1968. 593p.
- WATSON, D.J. Size, structure and activity of the productive system of crops. In: *Potential crop production*. s.l., Heinemann Educational Books. 1971. 76-88p.
- WILLIAMS, C.N. & GHAZALI, S.M. Growth and productivity of tapioca (*Manihot utilissima*). I. Leaf characteristics and yield. *Exp. Agric.*, 5(93):183-94, 1969.