

# DIREÇÃO E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO EM MANDIOCA<sup>1</sup>

ÁLVARO BUENO<sup>2</sup>

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi avaliar a direção e a eficiência de diferentes critérios de seleção aplicados na geração segregante de cruzamentos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Os experimentos foram conduzidos na sede do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA. Os critérios considerados foram os pesos de raízes, parte aérea e total, número de raízes/planta e índice de colheita, os quais foram aplicados nos sentidos positivo e negativo, sobre amostras de "seedlings" de cinco famílias de polinização aberta, no ano agrícola de 1983/84. Os clones resultantes da seleção foram avaliados em 1984/85, no delineamento de blocos ao acaso, onde os tratamentos foram os critérios de seleção e as repetições o número de clones selecionados em cada amostra. As médias e as variâncias das amostras foram semelhantes, portanto, os critérios de seleção foram aplicados de maneira imparcial sobre as amostras. As características agrônômicas mais afetadas pelas variações ambientais foram os pesos de raízes, parte aérea e total, sendo que a mais estável foi o índice de colheita. Em geral a seleção positiva foi mais eficiente do que a negativa, mas a seleção de genótipos com alto índice de colheita originou clones com menores pesos da parte aérea e total. A seleção positiva para o peso da parte aérea, contribuiu para a redução do índice de colheita dos clones. Para a seleção de clones com alto peso de raízes, o critério mais eficiente foi o peso total da planta, seguido do peso da parte aérea, número de raízes/planta, peso de raízes e índice de colheita. Aconselha-se aplicar os principais critérios em conjunto, evitando o uso de critérios isolados.

Termos para indexação: *Manihot esculenta*, características agrônômicas, segregação, clones, "seedlings", variabilidade.

## DIRECTION OF AND SELECTION CRITERIA IN CASSAVA

**ABSTRACT** - The objective of this work was the evaluation of direction and efficiency of different selection criteria applied at the segregating generation in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) crosses. The experiments were conducted at Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, in Cruz das Almas, Bahia State, Brazil. Selection criteria used were weights of roots, aerial part and plant total, number of roots/plant and harvest index, which were applied in the positive and negative sense on seedling samples of five open pollinated families, in the crop year of 1983/84. Clones resulting from selection were evaluated in 1984/85, in randomized complete blocks, where the treatments were the selection criteria and replications the number of selected clones in each sample. Means and variances of samples were similar, therefore selection was not biased by the constitution of samples. Traits which were more affected by environmental variation were weights of roots, aerial part and plant total, and the most stable one was harvest index. In general, the positive selection was more efficient than the negative one, but selection of genotypes with high harvest index gave origin to clones with lower weights of aerial part and plant total. Positive selection for aerial part weight, contributed for reduction of clone harvest index. For selection of clones with high root weight the most efficient criterion was total-plant weight, followed by aerial part weight, number of roots/plant, root weight and harvest index. It is suggested that the main criteria should be applied simultaneously, avoiding the use of isolated ones.

Index terms: *Manihot esculenta*, agronomic characteristics, segregation, clones, seedlings, variability.

## INTRODUÇÃO

A biologia floral e o modo de polinização fazem da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) uma espécie predominante alógama, que sofre grande depressão de vigor quando autofecundada (Kawano et al. 1978). Estas características peculiares e a propagação vegetativa empregada na cultura deter-

minam que os clones existentes sejam altamente heterozigotos. Em vista disso, a segregação ocorre na primeira geração após a hibridação, época em que se selecionam os genótipos superiores (Bueno 1983).

Alguns clones apresentam baixa intensidade de floração, e em condições ambientais subótimas, a germinação das sementes verdadeiras ocorre a taxas reduzidas. Mesmo assim, a experiência mostra que para a maioria dos cruzamentos é possível produzir um elevado número de genótipos segregantes.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 25 de agosto de 1986.

<sup>2</sup> Eng. - Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (CNPMPF), Caixa Postal 007, CEP 44380 Cruz das Almas, BA.

A eficiência da seleção na geração segregante é um aspecto de suma importância, com implicações científicas e econômicas no desenvolvimento dos programas de melhoramento da mandioca e depende fundamentalmente da herdabilidade do caráter a ser selecionado e do mecanismo utilizado para identificá-lo (Bueno 1983). A seleção é eficiente para caracteres de alta herdabilidade e fácil identificação, como a resistência a bacteriose (Hahn et al. 1973), mas pode ser problemática para atributos de baixa herdabilidade, como a maioria das características agrônomicas de importância.

Em geral, o aumento do rendimento de raízes é o principal objetivo da maioria dos programas de melhoramento de mandioca. Assim sendo, é necessário que os genótipos identificados como superiores em relação ao rendimento de raízes, na geração segregante, conservem esta superioridade nos futuros ciclos de propagação vegetativa.

A metodologia utilizada por Kawano et al. (1978), para estudar este assunto no Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), envolveu o cálculo da correlação fenotípica entre os principais caracteres agrônomicos de genótipos originados de sementes verdadeiras ("seedlings") e estes mesmos genótipos propagados por manivas (clones). Os autores constataram que a correlação foi positiva e significativa para o peso total e índice de colheita.

Além disso, Hawano (1985) observou que o índice de colheita foi menos influenciado pelo efeito da competição intergenotípica do que o rendimento de raízes e concluiu que nos primeiros estágios de seleção, quando a avaliação é baseada em plantas ou linhas individuais, a seleção baseada no índice de colheita é mais eficiente do que a baseada no peso de raízes. No entanto, este mesmo autor alertou que a ênfase exagerada sobre o índice de colheita pode diminuir a atenção sobre o peso total, o que pode ser prejudicial em ambientes de baixa produtividade. Em adição, Tan (1985) argumentou que, do ponto de vista fisiológico, é necessário manter uma quantidade adequada de parte aérea, de modo que a capacidade fotossinté-

tica da planta seja preservada para satisfazer suas necessidades de crescimento e produzir excedentes de matéria seca para armazenamento nas raízes.

Bueno (1983) utilizou metodologia semelhante a de Kawano et al. (1978) e verificou que o peso de raízes dos genótipos originados de semente verdadeira não apresentou correlação significativa com nenhum atributo agrônomico dos clones, mas o índice de colheita dos "seedlings" apresentou correlação significativa com o peso de raízes dos clones, embora tenha originado um baixo coeficiente. Na opinião do autor, os baixos valores dos coeficientes de correlação não são confiáveis para respaldar a escolha do índice de colheita como o principal critério de seleção na fase de "seedlings".

O estudo da correlação fenotípica entre caracteres medidos em gerações diferentes pode apresentar problemas, visto que "seedlings" e clones do mesmo genótipo não podem ser cultivados no mesmo ano. A diferença ambiental, que é imprevisível, pode afetar o valor dos coeficientes e prejudicar as inferências e conclusões neste tipo de estudo. Visando contornar estas dificuldades, o presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes critérios de seleção e determinar os mais eficientes, capazes de identificarem genótipos superiores na geração segregante e que mantenham a superioridade nas fases seguintes de propagação vegetativa.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na sede do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (CNPMP), em Cruz das Almas, BA.

Em junho de 1983, foram transplantados para o local definitivo, em área não adubada, no espaçamento de 1,00 m x 1,00 m, um número variável de "seedlings" pertencentes a cinco famílias de polinização aberta, cujos progenitores femininos foram os seguintes: BGM 104 (Pretinha), BGM 335 (CM 425/1), BGM 354 (IAC 105/66), Cl. 125 (Clone 125) e Cl. 333 (Clone 333). Não houve controle dos progenitores masculinos, sendo que o pólen foi proveniente de uma mistura de várias cultivares e clones que compunham o campo de cruzamentos instalado em 1982.

Por ocasião da colheita em junho de 1984 cada família foi dividida aleatoriamente em cinco amostras de "seedlings", exceto a BGM 104 que foi dividida em apenas quatro amostras. As amostras das famílias BGM 104, BGM 354 e Cl. 125 ficaram formadas por doze "seedlings", ao passo que as da BGM 335 possuíam 14

e as da Cl. 335 tinham 18 "seedlings" cada. Dentro de cada família, a média de cada amostra foi comparada com a média geral das amostras pelo teste t de Student, sendo que as variâncias das amostras foram submetidas ao teste de homogeneidade de Bartlett (Snedecor & Cochran 1967).

Em cada amostra foi aplicado um dos seguintes critérios de seleção: peso de raízes, peso da parte aérea, peso total (exceto na família BGM 104), índice de colheita e número de raízes/planta. A intensidade de seleção foi 50% para todos os critérios e os genótipos remanescentes foram aproveitados e considerados seleção negativa para o caráter.

Cada "seedlings" selecionado (seleção positiva) e os remanescentes (seleção negativa) foram clonados em cinco manivas de 0,20 m e plantadas em junho de 1984 na área experimental do CNPMF em local não adubado. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso onde os tratamentos foram a combinação da direção da seleção com os critérios de seleção. As repetições foram o número de clones selecionados dentro de cada amostra, sendo seis para as famílias BGM 104, BGM 354 e CL. 125, sete para a BGM 335 e nove para a família Cl. 333, tanto para os "seedlings" selecionados na direção positiva quanto para as remanescentes.

As parcelas foram formadas por linhas simples de cinco plantas no espaçamento de 1,00 m x 1,00 m e os blocos, que foram constituídos de 48 linhas, foram circundados por uma linha de plantas da cultivar de ramificação alta 'Cigana' que serviu de bordadura. A colheita foi realizada em maio de 1985 e na ocasião foram medidos todos os caracteres que serviram como critérios de seleção na fase de "seedlings".

A análise da variância de cada critério de seleção foi feita separadamente para os grupos de seleção positiva e negativa. A análise conjunta sobre a direção da seleção foi realizada dentro de cada família e a análise conjunta sobre as famílias foi realizada apenas para os clones resultantes da seleção positiva em quatro famílias, visto que na BGM 104 não foi aplicado o critério de peso total. Nesta análise foram utilizadas apenas as seis primeiras repetições comuns a todos os tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O requisito básico para que a metodologia adotada seja eficiente é a necessidade de semelhança estatística entre a população de "seedlings" de uma determinada família e as amostras que dela se originaram, pois assim os critérios de seleção serão aplicados em amostras homogêneas e que representam com fidelidade a população.

Os parâmetros que caracterizam a população de "seedlings" da família BGM 104 e as estatísti-

cas das amostras estão na Tabela 1. Nesta família foram aplicados apenas quatro critérios de seleção, em virtude do tamanho reduzido da população. Pode-se verificar que a média geral não diferiu significativamente das médias das amostras para todas as características estudadas. No entanto, as variâncias das amostras do número de raízes/planta apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, sendo que as amostras 1 e 2 foram as mais contrastantes.

Os coeficientes de variação dos pesos de raízes e parte aérea foram substancialmente superiores aos do número de raízes/planta e índice de colheita, evidenciando que as duas primeiras características foram mais influenciadas pelas variações do ambiente. O índice de colheita foi a variável mais estável, pois apresentou o menor coeficiente de variação (Tabela 1). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Kawano (1985).

Os parâmetros de variabilidade da família BGM 353 foram semelhantes aos da BGM 104, exceto a variância do índice de colheita que foi maior (Tabela 2). As médias gerais da maioria dos caracteres foram estatisticamente semelhantes às médias das amostras, no entanto, a amostra 5 do peso total apresentou valor significativo menor do que a média de todas as amostras.

As variâncias das amostras dos pesos da parte aérea e total apresentaram diferença significativa, sendo que os baixos valores das amostras 3 e 5 refletiram-se em coeficientes de variação reduzidos. À semelhança do que ocorreu na família BGM 104, os coeficientes de variação do índice de colheita foram os que apresentaram os valores mais baixos (Tabela 2).

As médias e as variâncias dos pesos de raízes, parte aérea e total da família BGM 354 foram menores do que as das famílias anteriores, mas o índice de colheita apresentou média levemente superior e o número de raízes/planta teve média e variância semelhantes (Tabela 3). Os coeficientes de variação dos pesos de raízes, parte aérea e total foram superiores aos das famílias anteriores, indicando que as médias foram proporcionalmente menores do que as variâncias.

TABELA 1. Variabilidade [média ( $\bar{x}$ ), variância ( $s^2$ ) e coeficiente da variação (C.V.)] das principais características agrônômicas da população e das amostras de genótipos da família de polinização aberta BGM 104 e valores e níveis de significância dos testes de Student (t) e Bartlett (M/C).

Parâmetros/estatísticas		Peso (kg/planta)		Índice de colheita (%)	Número de raízes/planta
		Raízes	Parte aérea		
População	$\mu$	3,22	2,33	57,90	8,70
	$\sigma^2$	2,98	1,66	57,76	9,00
	C.V. (%)	53,61	55,28	13,10	34,48
Amostra 1	$\bar{x}$	2,95	1,90	61,00	9,40
	$s^2$	2,45	1,13	96,04	22,09
	C.V. (%)	53,02	55,84	16,07	50,00
	t	- 0,59 NS	- 1,41 NS	1,11 NS	0,50 NS
Amostra 2	$\bar{x}$	3,97	2,83	57,80	8,20
	$s^2$	5,49	4,80	53,29	2,56
	C.V. (%)	59,04	59,08	12,63	19,51
	t	1,11 NS	1,02 NS	- 0,05 NS	- 1,00 NS
Amostra 3	$\bar{x}$	2,84	2,05	57,90	8,80
	$s^2$	1,52	0,85	33,64	7,29
	C.V. (%)	43,42	44,88	10,02	30,68
	t	- 1,06 NS	- 1,06 NS	0,00 NS	0,13 NS
Amostra 4	$\bar{x}$	3,10	2,55	55,10	8,30
	$s^2$	3,27	2,32	67,24	6,76
	C.V. (%)	58,35	59,73	14,88	31,33
	t	- 0,21 NS	0,49 NS	- 1,17 NS	- 0,50 NS
	M/C	4,54 NS	4,93 NS	2,93 NS	12,18*

NS = Não significativo.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

As médias das amostras de todas as características não diferiram significativamente das médias gerais. As variâncias das amostras apresentaram-se homogêneas (Tabela 3).

Observando-se a Tabela 4, verifica-se que as médias dos pesos de raízes, parte aérea e total da família Cl. 125 foram um pouco superiores às da família BGM 354, mas menores do que as das duas primeiras famílias. Por outro lado, as variâncias destas características foram inferiores às da família BGM 354, originando menores coeficientes de variação. A média do índice de colheita foi superior as das três primeiras famílias, mas a variância foi apenas levemente superior à da família BGM 104. A família Cl. 125 foi a que apresentou o menor número de raízes/planta.

A média de todas as amostras não diferiu significativamente das médias de cada amostra para to-

das as características avaliadas. Semelhantemente, não foram observadas diferenças significativas entre as variâncias das amostras (Tabela 4).

Os dados apresentados na Tabela 5 mostram que as médias dos pesos de raízes, parte aérea e total e índice de colheita da família Cl. 333 foram baixas quando comparadas com as das outras famílias, mas as variâncias tiveram valores elevados, contribuindo para os altos coeficientes de variação observados. O número de raízes/planta apresentou média e variância semelhantes às das três primeiras famílias e maiores do que as da família Cl. 125.

Conforme aconteceu com as outras famílias, as médias das amostras da família Cl. 333 não diferiram significativamente da média geral para todas as características avaliadas, mas foi a família onde o maior número de características apresentou amostras com variâncias heterogêneas. Para os

TABELA 2. Variabilidade [média (x), variância (s) e coeficiente de variação (C.V.)] das principais características agronômicas da população e das amostras de genótipos da família de polinização aberta BGM 335 e valores e níveis de significância dos testes de Student (t) e Bartlett (M/C).

Parâmetros/estatísticas		Peso (kg/planta)			Índice de colheita (%)	Número de raízes/planta
		Raízes	Parte aérea	Total		
População	$\mu$	3,33	2,43	5,76	58,28	8,04
	$\sigma^2$	2,83	2,46	8,79	128,60	10,69
	C.V. (%)	50,09	64,54	51,47	19,46	40,67
Amostra 1	x	3,42	2,24	5,65	61,25	9,43
	$s^2$	2,93	3,47	10,55	142,09	17,95
	C.V. (%)	50,05	83,16	57,49	19,46	44,93
	t	-0,19 NS	-0,38 NS	-0,12 NS	0,93 NS	1,23 NS
Amostra 2	x	3,36	2,97	6,33	54,32	7,64
	$s^2$	3,56	4,07	13,99	59,34	13,02
	C.V. (%)	56,15	67,93	59,09	14,18	47,23
	t	0,05 NS	1,01 NS	0,57 NS	-1,92 NS	-0,41 NS
Amostra 3	x	3,18	2,54	5,73	55,86	8,36
	$s^2$	2,21	1,33	5,30	127,53	8,25
	C.V. (%)	46,75	45,40	40,18	20,22	34,36
	t	-0,36 NS	0,38 NS	-0,05 NS	-0,80 NS	0,41 NS
Amostra 4	x	3,85	2,46	6,30	60,08	7,57
	$s^2$	5,18	3,52	14,01	250,30	9,95
	C.V. (%)	59,12	76,27	59,41	26,33	41,67
	t	0,85 NS	0,06 NS	0,54 NS	0,43 NS	-0,56 NS
Amostra 5	x	2,86	1,92	4,78	59,89	7,21
	$s^2$	1,14	0,77	2,79	103,02	7,57
	C.V. (%)	37,33	45,70	34,92	16,95	38,16
	t	-1,66 NS	-2,15 NS	-2,19*	-0,59 NS	-1,12 NS
	M/C	7,46 NS	11,41*	10,57*	6,74 NS	3,27 NS

NS = Não significativo.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

pesos de raízes, parte aérea e total, a amostra 3 apresentou os valores mais discrepantes.

A análise global destes resultados permite concluir que as médias das amostras não foram significativamente diferentes das médias de todas as amostras dentro de cada família, exceto em uma amostra na família BGM 335. Com relação as variâncias das amostras, estas foram heterogêneas apenas para poucas características agronômicas na maioria das famílias, exceto na família Cl. 333 onde várias características apresentaram amostras com variâncias heterogêneas. Sendo assim, a imparcialidade na aplicação dos tratamentos sobre a maioria das amostras ficou assegurada.

Neste trabalho, a eficiência da seleção foi considerada sob dois aspectos: a) direção da seleção, onde os genótipos ("seedlings") com o maior valor para o caráter foram considerados seleção positiva e os remanescentes seleção negativa; b) critério aplicado, onde o mais eficiente foi aquele capaz de identificar clones com maior peso de raízes.

Embora a variável resposta mais importante seja o peso de raízes, serão discutidos os efeitos da seleção sobre todas as variáveis analisadas.

As Tabelas 6 a 10 apresentam os valores médios dos pesos de raízes, parte aérea e total, índice de colheita e teor de amido dos clones resultantes da

TABELA 3. Variabilidade [média ( $\bar{x}$ ), variância ( $s^2$ ) e coeficiente de variação (C.V.)] das principais características agrônomicas da população e das amostras de genótipos da família de polinização aberta BGM 354 e valores e níveis de significância dos testes de Student (t) e Bartlett (M/C).

Parâmetros/estatísticas		Peso (kg/planta)			Índice de colheita (%)	Número de raízes/planta
		Raízes	Parte aérea	Total		
População	$\mu$	2,22	1,55	3,77	60,30	8,40
	$\sigma^2$	1,83	1,57	5,85	98,01	9,00
	C.V. (%)	60,94	80,90	64,16	16,42	35,71
Amostra 1	$\bar{x}$	2,29	1,53	3,82	60,30	9,50
	$s^2$	2,27	1,04	5,40	110,25	8,41
	C.V. (%)	65,85	66,60	60,84	17,41	30,53
	t	0,15 NS	- 0,09 NS	0,05 NS	0,00 NS	1,28 NS
Amostra 2	$\bar{x}$	2,06	1,52	3,58	58,70	7,80
	$s^2$	1,04	1,00	2,93	153,76	9,61
	C.V. (%)	49,61	65,92	47,82	21,12	39,74
	t	- 0,55 NS	- 0,12 NS	- 0,40 NS	- 0,44 NS	- 0,67 NS
Amostra 3	$\bar{x}$	2,16	1,33	3,49	61,40	8,10
	$s^2$	1,53	0,49	3,45	72,25	4,84
	C.V. (%)	57,27	52,78	53,24	13,84	27,16
	t	- 0,18 NS	- 1,07 NS	- 0,53 NS	0,46 NS	- 0,50 NS
Amostra 4	$\bar{x}$	1,83	1,21	3,04	60,20	8,80
	$s^2$	1,30	0,82	3,84	106,09	15,21
	C.V. (%)	62,30	75,06	64,44	17,11	44,32
	t	- 0,18 NS	0,11 NS	- 0,01 NS	- 0,03 NS	0,36 NS
Amostra 5	$\bar{x}$	2,30	1,32	3,62	60,70	7,90
	$s^2$	2,43	0,79	5,86	90,25	10,24
	C.V. (%)	67,83	67,48	66,85	15,65	40,51
	t	0,49 NS	0,44 NS	0,50 NS	0,14 NS	- 0,56 NS
	M/C	2,74 NS	1,74 NS	1,86 NS	1,67 NS	3,42 NS

NS = Não significativo.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

seleção aplicada nos "seedlings" das várias famílias segundo os diferentes critérios. Em geral, não foram observadas diferenças significativas entre os critérios, tanto para os clones resultantes da seleção positiva quanto para os da negativa. A falta de significância estatística deveu-se, inegavelmente, ao elevado erro experimental expresso nos altos valores dos coeficientes de variação. Isto ocorreu em virtude das variações ambientais, principalmente de solo, de parcela para parcela, acrescidos das diferenças de origem genética entre as parcelas de um mesmo tratamento, visto que cada repetição correspondeu a um clone diferente. Sendo assim,

o erro experimental elevado é perfeitamente compreensível e as discussões levarão em consideração, principalmente, o comportamento das médias. Outro aspecto a ser salientado sobre as análises de variância foi a falta de significância estatística da interação critério de seleção x família para todas as características analisadas. No entanto, em virtude da magnitude do erro experimental, não foi possível concluir com segurança se todos os critérios de seleção tiveram a mesma eficiência sobre todas as famílias.

Observando-se as médias dos pesos de raízes resultantes das seleções positiva e negativa sobre os

TABELA 4. Variabilidade [média ( $\bar{x}$ ), variância ( $s^2$ ) e coeficiente de variação (C.V.)] das principais características agronômicas da população e das amostras de genótipos da família de polinização aberta CI. 125 e valores e níveis de significância dos testes de Student (t) e Bartlett (M/C).

Parâmetros/estatísticas		Peso (kg/planta)			Índice de colheita (%)	Número de raízes/planta
		Raízes	Parte aérea	Total		
População	$\mu$	2,84	1,57	4,41	66,18	6,92
	$\sigma^2$	1,99	0,99	5,24	67,24	6,92
	C.V. (%)	49,65	63,25	51,93	12,39	38,01
Amostra 1	$\bar{x}$	2,96	1,96	4,92	62,77	6,15
	$s^2$	2,96	2,25	10,18	76,21	5,48
	C.V. (%)	58,12	76,53	64,84	13,91	38,05
	t	0,25 NS	0,96 NS	0,59 NS	- 1,40 NS	- 1,19 NS
Amostra 2	$\bar{x}$	3,20	1,60	4,80	66,79	7,23
	$s^2$	1,30	0,55	3,17	47,47	4,04
	C.V. (%)	35,63	46,25	37,09	10,32	27,80
	t	1,07 NS	0,17 NS	0,76 NS	0,32 NS	0,56 NS
Amostra 3	$\bar{x}$	2,32	1,22	3,54	65,42	6,85
	$s^2$	1,70	0,54	3,92	27,25	11,16
	C.V. (%)	56,20	60,16	55,93	7,98	48,76
	t	- 1,43 NS	- 1,68 NS	1,56 NS	- 0,52 NS	- 0,08 NS
Amostra 4	$\bar{x}$	2,72	1,64	4,36	63,03	6,00
	$s^2$	2,04	1,30	5,43	139,24	4,83
	C.V. (%)	52,51	69,51	53,44	18,72	36,63
	t	- 0,30 NS	0,23 NS	0,07 NS	- 0,96 NS	1,51 NS
Amostra 5	$\bar{x}$	2,80	1,28	4,08	67,81	7,85
	$s^2$	2,53	0,61	5,20	67,24	11,29
	C.V. (%)	56,18	60,94	55,88	12,20	42,80
	t	- 0,09 NS	- 1,31 NS	- 0,51 NS	0,71 NS	0,99 NS
	M/C	2,13 NS	9,34 NS	4,45 NS	7,46 NS	5,01 NS

NS = Não significativo.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

vários critérios dentro de cada família, verificou-se que os maiores valores foram os resultantes da seleção positiva, embora as diferenças não tenham sido significativas nas famílias BGM 104 e BGM 335 (Tabela 6). Apenas na família BGM 335 a interação direção de seleção x critério de seleção apresentou significância estatística. Nesta família a seleção positiva com base no peso total foi mais eficiente, mas quando os critérios utilizados foram o peso de raízes e o índice de colheita, a seleção negativa isolou genótipos com maior peso de raízes (Tabela 6). Estes desvios não eram esperados pois, tanto o peso de raízes como o índice de co-

lheita dos "seedlings" possuem correlação positiva com o peso de raízes dos clones (Bueno 1983). As possíveis causas destas discrepâncias foram o tamanho reduzido das amostras e a baixa intensidade de seleção aplicada. Estes fatores combinados podem ter permitido que entre os genótipos remanescentes após a aplicação da seleção tenham ficado alguns superiores.

Para os pesos da parte aérea e total, as médias sobre os vários critérios de seleção aplicados nas cinco famílias evidenciaram a maior eficiência da seleção positiva exceto nas famílias BGM 104 e BGM 335 onde as diferenças não foram significati-

TABELA 5. Variabilidade [média ( $\bar{x}$ ), variância ( $s^2$ ) e coeficiente de variação (C.V.)] das principais características agrônômicas da população e das amostras de genótipos da família de polinização aberta Cl. 333 e valores e níveis de significância dos testes de Student (t) e Bartlett (M/C).

Parâmetros/estatísticas		Peso (kg/planta)			Índice de colheita (%)	Número de raízes/planta
		Raízes	Parte aérea	Total		
População	$\mu$	2,25	2,08	4,33	50,80	8,20
	$\sigma^2$	2,62	2,10	8,77	94,09	9,00
	C.V. (%)	72,00	69,71	68,38	19,09	36,59
Amostra 1	$\bar{x}$	2,01	1,68	3,69	51,30	7,70
	$s^2$	1,99	0,86	5,19	86,49	7,29
	C.V. (%)	70,10	55,24	61,76	11,44	36,06
	t	-0,73 NS	-1,83 NS	-1,24 NS	0,44 NS	-0,81 NS
Amostra 2	$\bar{x}$	2,16	2,30	4,46	46,50	7,40
	$s^2$	2,46	2,61	8,81	123,21	4,41
	C.V. (%)	72,69	70,30	66,55	23,87	28,38
	t	-0,25 NS	0,58 NS	0,19 NS	-1,64 NS	-1,60 NS
Amostra 3	$\bar{x}$	2,41	1,97	4,38	53,20	8,00
	$s^2$	5,75	3,80	18,93	139,24	9,00
	C.V. (%)	99,46	98,95	99,34	22,18	37,50
	t	-0,28 NS	0,22 NS	0,05 NS	0,87 NS	-0,25 NS
Amostra 4	$\bar{x}$	2,41	2,18	4,60	52,30	9,10
	$s^2$	1,24	1,03	3,90	70,56	18,49
	C.V. (%)	46,18	46,56	49,40	16,06	47,75
	t	0,61 NS	0,44 NS	0,57 NS	0,75 NS	0,86 NS
Amostra 5	$\bar{x}$	2,27	2,26	4,53	50,10	8,80
	$s^2$	2,37	2,62	9,50	70,56	8,41
	C.V. (%)	67,89	71,59	68,06	16,77	32,95
	t	0,05 NS	0,48 NS	0,27 NS	-0,31 NS	0,89 NS
	M/C	10,97*	12,78*	12,58*	3,25 NS	9,25 NS

NS = Não significativo.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

vas (Tabelas 7 e 8). Nas famílias BGM 335 e Cl. 333 a interação direção da seleção x critérios de seleção foi significativa para ambas as variáveis. Na BGM 335 a seleção positiva para peso de raízes e índice de colheita isolou clones com menores pesos da parte aérea e total do que a seleção negativa. No entanto, a seleção positiva para o peso total e número de raízes/planta identificou genótipos com maiores pesos da parte aérea e total do que a seleção negativa. Na família Cl. 333 a seleção positiva com base nos pesos da parte aérea e total foi mais eficiente do que a negativa, no entanto, a seleção negativa baseada no índice de

colheita identificou clones com maiores pesos da parte aérea e total do que a seleção positiva (Tabelas 7 e 8).

Observando-se os resultados da Tabela 9 verifica-se que a direção positiva da seleção, sobre os vários critérios, tendeu a isolar clones com maior índice de colheita. No entanto, a diferença entre as médias foi significativa apenas na família Cl. 333. A interação entre direção e critério de seleção foi significativa somente na família Cl. 125, onde foi observado que a seleção negativa para os pesos da parte aérea e total identificou clones com maior índice de colheita do que os selecionados na dire-

TABELA 6. Peso médio de raízes (kg/m<sup>2</sup>) dos genótipos de mandioca pertencentes a cinco famílias de polinização aberta submetidas a seleção positiva (SP) e negativa (SN), segundo diferentes critérios.

Critérios de seleção	Progenitor feminino										Média	
	BGM 104		BGM 335		BGM 354		CI. 125		CI. 333		SP*	SN
	SP	SN	SP	SN	SP	SN	SP	SN	SP	SN		
Peso de raízes	2,05	3,06	2,71	3,22	2,05	0,92	2,82	1,95	2,33	1,23	2,42	2,08
Índice de colheita	2,94	2,15	1,79	2,13	2,06	1,01	2,33	2,00	1,73	1,67	2,02	1,79
Peso parte aérea	2,59	1,89	2,45	2,55	2,36	0,67	3,38	2,26	2,51	1,42	2,59	1,76
Peso total	-	-	4,09	1,68	1,96	0,62	2,55	1,24	2,30	1,09	2,69	1,16
Número de raízes/planta	2,49	2,04	3,16	2,19	1,80	1,88	3,00	1,88	1,87	1,47	2,53	1,89
Média	2,52	2,29	2,84	2,36	2,05	1,02	2,81	1,87	2,15	1,38	2,45	1,74
DMS (5%) direção da seleção		NS		NS		0,45		0,69		0,38		
Teste F (critérios)	0,41	1,14	3,52	2,37	0,25	2,79	0,51	0,66	1,40	0,47	1,18	-
Teste F (famílias)											4,05	-
DMS (5%) critérios	NS	NS	1,90	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-
DMS (5%) famílias											0,78	-
C.V. (%)	55,27	52,94	42,55	41,73	49,27	73,37	49,82	66,15	39,47	71,37	47,42	-

\* Médias calculadas com base nos dados da análise conjunta (exclusivo BGM 104).

TABELA 7. Peso médio da parte aérea (kg/m<sup>2</sup>) dos genótipos de mandioca pertencentes a cinco famílias de polinização aberta, submetidas a seleção positiva (SP) e negativa (SN), segundo diferentes critérios.

Critérios de seleção	Progenitor feminino										Média	
	BGM 104		BGM 335		BGM 354		CI. 125		CI. 333		SP*	SN
	SP	SN	SP	SN	SP	SN	SP	SN	SP	SN		
Peso de raízes	1,38	2,34	1,95	2,59	1,62	0,97	2,33	1,46	2,02	1,31	1,96	1,73
Índice de colheita	1,95	2,19	1,97	2,47	1,28	1,17	1,50	2,02	1,16	1,80	1,53	1,93
Peso parte aérea	1,86	1,16	3,02	2,37	2,04	0,53	2,50	1,28	2,62	1,21	2,51	1,31
Peso total	-	-	3,73	1,71	1,30	0,41	2,45	0,95	2,35	1,14	2,58	1,05
Número de raízes/planta	1,80	1,58	2,97	1,81	1,53	1,32	1,71	1,31	1,94	1,53	2,13	1,51
Média	1,75	1,82	2,73	2,19	1,55	0,88	2,10	1,40	2,02	1,40	2,14	1,51
DMS (5%) direção da seleção		NS		NS		0,34		0,62		0,35		
Teste F (critérios)	0,40	1,16	1,91	1,10	0,95	2,88	0,69	1,61	3,21	1,25	3,33	-
Teste F (famílias)											5,37	-
DMS (5%) critérios	NS	NS	NS	NS	NS	0,53	NS	NS	1,08	NS	0,95	-
DMS (5%) famílias											0,80	-
C.V. (%)	55,11	68,41	53,33	46,12	49,97	65,28	64,59	58,47	45,64	51,01	54,89	-

\* Médias calculadas com base nos dados da análise conjunta (exclusivo BGM 104).

TABELA 8. Peso médio total (kg/m<sup>2</sup>) dos genótipos de mandioca pertencentes a cinco famílias de polinização aberta, submetidas a seleção positiva (SP) e negativa (SN), segundo diferentes critérios.

Critérios de seleção	Progenitor feminino										Média	
	BGM 104		BGM 335		BGM 354		CI. 125		CI. 333		SP*	SN
	SP	SN	SP	SN	SP	SN	SP	SN	SP	SN		
Peso de raízes	3,44	5,40	4,66	5,81	3,67	1,89	5,15	3,41	4,35	2,54	4,38	3,81
Índice de colheita	4,88	4,34	3,77	4,61	3,34	2,18	3,83	4,02	2,89	3,47	3,53	3,72
Peso parte aérea	4,45	3,05	5,47	4,92	4,40	1,20	5,88	3,55	5,13	2,63	5,10	3,07
Peso total	-	-	7,82	3,39	3,26	1,02	5,00	2,19	4,66	2,33	5,27	2,21
Número de raízes/planta	4,29	3,62	6,12	4,01	3,33	3,18	4,71	3,19	3,82	3,00	4,66	3,40
Média	4,27	4,10	5,57	4,55	3,60	1,89	4,91	3,27	4,17	2,77	4,59	3,24
DMS (5%) direção da seleção		NS		NS		0,76		1,2		0,66		
Teste F (critérios)	0,42	1,13	2,72	1,78	0,46	2,65	0,50	0,90	2,54	0,87	2,35	-
Teste F (famílias)											4,57	-
DMS (5%) critérios	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-
DMS (5%) famílias											1,50	-
C.V. (%)	53,5	56,7	44,3	39,9	47,6	68,6	52,2	57,8	38,9	55,1	47,9	-

\* Médias calculadas com base nos dados da análise conjunta (exclusivo BGM 104).

ção positiva destes caracteres. Por outro lado, a seleção positiva com base no índice de colheita e número de raízes/planta foi mais eficiente do que a seleção negativa. Outro aspecto importante evidenciado nos resultados da Tabela 9 foi a tendência da seleção positiva com base no peso da parte aérea isolar clones com menor índice de colheita. Isto reflete claramente a correlação negativa existente entre os dois caracteres (Bueno 1983). Estes resultados indicam que a seleção para alto índice de colheita poderá originar populações com parte aérea e peso total reduzidos. Em casos extremos isto poderá afetar o rendimento de raízes (Tan 1985).

A média do número de raízes/planta sobre os

vários critérios de seleção foi significativamente aumentada pela direção positiva da seleção nas famílias BGM 354 e Cl. 333. Nas outras famílias as diferenças não foram significativas, embora as médias da seleção positiva tivessem sido maiores (Tabela 10). Para esta variável a interação entre direção e critério de seleção não foi significativa em nenhuma família.

Estes resultados permitem concluir que, em geral, a seleção positiva na fase de "seedlings" foi mais eficiente do que a negativa para todas as variáveis, critérios de seleção e famílias consideradas. Algumas divergências, no entanto, merecem destaque. A seleção positiva para o índice de colheita identificou clones com menores pesos de

TABELA 9. Índice médio (%) de colheita dos genótipos de mandioca pertencentes a cinco famílias de polinização aberta, submetidas a seleção positiva (SP) e negativa (SN), segundo diferentes critérios.

Critérios de seleção	Progenitor feminino										Média	
	BGM 104		BGM 335		BGM 354		Cl. 125		Cl. 333		SP*	SN
	SP	SN	SP	SN	SP	SN	SP	SN	SP	SN		
Peso de raízes	60,0	57,4	58,5	54,9	56,9	45,8	58,2	57,4	54,4	41,1	56,6	51,3
Índice de colheita	60,3	53,9	46,3	46,6	61,5	46,1	62,3	44,2	61,1	44,4	57,5	47,0
Peso parte aérea	58,2	62,1	44,5	49,7	55,2	52,7	57,0	64,3	49,5	55,2	50,8	56,8
Peso total	-	-	52,4	47,5	58,6	60,1	49,6	57,2	50,9	45,2	51,2	52,5
Número de raízes/planta	59,9	56,8	53,2	54,5	54,9	58,3	61,7	53,8	51,0	44,5	54,5	53,6
DMS (5%) direção da seleção	NS		NS		NS		NS		5,4			
Média	59,6	57,6	51,0	50,6	57,4	52,6	57,8	55,4	53,4	46,1	54,1	52,2
Teste F (critérios)	0,2	1,3	2,3	1,2	1,1	1,6	1,5	2,1	2,4	1,0	3,5	-
Teste F (famílias)											7,30	-
DMS (5%) critérios	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	6,5	-
DMS (5%) famílias											5,5	-
C.V. (%)	10,7	12,7	19,9	19,0	11,0	24,2	17,8	24,2	17,1	34,8	14,9	-

\* Médias calculadas com base nos dados da análise conjunta (exclusive BGM 104).

TABELA 10. Número médio de raízes por planta dos genótipos de mandioca pertencentes a cinco famílias de polinização aberta, submetidas a seleção positiva (SP) e negativa (SN), segundo diferentes critérios.

Critérios de seleção	Progenitor feminino										Média	
	BGM 104		BGM 335		BGM 354		Cl. 125		Cl. 333		SP*	SN
	SP	SN	SP	SN	SP	SN	SP	SN	SP	SN		
Peso de raízes	7,50	8,38	8,51	11,34	7,62	5,92	10,27	11,20	7,35	5,63	8,17	8,49
Índice de colheita	9,42	8,37	9,95	8,62	7,97	5,52	7,87	9,47	6,87	6,75	7,91	7,75
Peso parte aérea	8,67	6,94	9,94	8,94	9,37	4,23	11,61	8,95	8,40	7,68	9,75	7,35
Peso total	-	-	12,74	7,54	7,54	4,75	9,31	7,76	8,34	6,03	9,68	6,52
Número de raízes/planta	8,72	10,44	9,37	8,40	8,18	7,26	9,67	7,10	7,33	4,89	8,58	7,62
Média	8,58	8,53	10,10	8,97	8,13	5,53	9,74	8,90	7,66	6,20	8,82	7,55
DMS (5%) direção da seleção	NS		NS		1,36		NS		1,08			
Teste F (critérios)	0,58	2,10	2,33	1,34	0,46	1,73	1,27	0,87	0,55	1,92	1,73	-
Teste F (famílias)											3,36	-
DMS (5%) critérios	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-
DMS (5%) famílias											2,17	-
C.V. (%)	29,67	28,55	27,49	35,90	32,64	39,25	30,44	50,70	35,89	37,31	36,00	-

\* Médias calculadas com base nos dados da análise conjunta (exclusive BGM 104).

parte aérea e total do que os identificados pela seleção negativa. A seleção positiva para o peso da parte aérea isolou clones com índice de colheita mais baixos do que a seleção negativa.

A análise da eficiência dos critérios dentro de cada família considerou apenas os clones resultantes da seleção positiva. Na família BGM 104, o maior peso de raízes foi apresentado pelos clones selecionados através do índice de colheita, seguido dos selecionados com base no peso da parte aérea, número de raízes/planta e peso de raízes (Tabela 6). Nenhum critério aplicado selecionou clones com maior peso de raízes do que a média da população original. Isto pode ter sido consequência da ineficiência dos critérios de seleção, da maior capacidade de produção de raízes dos genótipos originadas de sementes sexuais ou vantagens ambientais acontecidas no primeiro ano que propiciaram maior produção de raízes.

Na família BGM 335, os clones que apresentaram o maior peso de raízes foram os selecionados com base no peso total da planta, seguido dos escolhidos com base no número de raízes/plantas, peso de raízes, peso da parte aérea e índice de colheita (Tabela 6). O peso médio de raízes dos clones resultantes da seleção positiva para todos os critérios de seleção foi inferior ao peso de raízes da população original, mas o peso de raízes dos clones selecionados com base no peso total foi superior ao peso de raízes da população, sendo portanto o melhor critério para esta família.

Nas famílias BGM 354, Cl. 125 e Cl. 333 os clones que apresentaram o maior peso de raízes foram os selecionados com base no peso da parte aérea. Em nenhuma destas famílias o peso médio de raízes, sobre os vários critérios de seleção dos clones resultantes da seleção positiva, foi superior ao peso de raízes das respectivas populações, mas na família BGM 354 os clones selecionados com base no peso da parte aérea apresentaram peso de raízes superior à média da população, assim como os selecionados com base no peso da parte aérea e número de raízes/planta na família Cl. 125 e os escolhidos com base no peso da parte aérea, peso de raízes e peso total da planta na família Cl. 333.

Considerando-se a média do peso de raízes

sobre todas as famílias, verificou-se que os clones selecionados com base no peso total apresentaram o maior peso de raízes, seguido dos selecionados pelo peso da parte aérea, número de raízes/planta, peso de raízes e índice de colheita. Considerando que a interação critério de seleção x família não foi significativa para o peso de raízes, concluiu-se que para a seleção de clones de mandioca com alto peso de raízes, o peso total, peso de parte aérea e número de raízes/planta são critérios de seleção da maior importância, provavelmente mais importantes do que o peso de raízes e índice de colheita. O desenvolvimento de populações com elevado índice de colheita irá acarretar diminuição dos pesos da parte aérea e total, o que poderá comprometer o rendimento de raízes. Os resultados indicam, também, que os principais critérios devem ser aplicados em conjunto, visto que nenhum deles apresentou vantagens expressivas sobre os outros.

Para os pesos da parte aérea e total e número de raízes/planta verificou-se que, na maioria das famílias, os melhores clones foram aqueles selecionados com base nos pesos da parte aérea e total (Tabelas 7, 8 e 10).

Em relação ao índice de colheita, observou-se que os clones com os valores mais elevados foram os resultantes da seleção baseada no próprio índice de colheita e os selecionados para menor peso da parte aérea (Tabela 9).

Os resultados mostraram que os genótipos com maior capacidade de competição na fase de "seedlings" foram os que produziram clones com maior peso de raízes, indicando que nestas duas fases a capacidade de competição está positivamente associada à capacidade de produção de raízes. Estes resultados não estão de acordo com as conclusões iniciais de Kawano et al. (1978), que afirmaram ser o índice de colheita um critério de seleção mais eficiente do que o rendimento de raízes, mas guardam uma certa coerência com os resultados mais recentes divulgados pelo mesmo cientista, que afirmou ser o peso total uma característica importante no processo de seleção de genótipos superiores (Kawano 1985).

#### CONCLUSÕES

1. As amostras de cada família apresentaram

médias e variâncias semelhantes. Conseqüentemente, os critérios de seleção foram aplicados de maneira imparcial sobre as amostras.

2. Os pesos de raízes, parte aérea e total foram as características agrônômicas mais influenciadas pelas variações ambientais nos "seedlings" e clones sendo que o caráter mais estável foi o índice de colheita.

3. Em geral, a seleção positiva foi mais eficiente do que a negativa. No entanto, a seleção positiva para o índice de colheita identificou clones com menores pesos da parte aérea e total do que os identificados pela seleção negativa. Ao mesmo tempo, a seleção positiva para o peso da parte aérea contribuiu para a redução do índice de colheita dos clones.

4. Para a seleção de clones com alto peso de raízes, o critério mais eficiente foi o peso total da planta, seguido do peso da parte aérea, número de raízes/planta, peso de raízes e índice de colheita. Aconselha-se a aplicação em conjunto dos principais critérios, evitando o uso de critérios isolados.

#### REFERÊNCIAS

- BUENO, A. Selection in cassava seedlings. *Pesq. agropec. bras.*, 18(9):997-1000, 1983.
- HAHN, S.K.; HOWLAND, A.K.; TERRY, E.R. Cassava breeding at IITA. In: *INTERNATIONAL TROPICAL ROOT CROPS SYMPOSIUM*, Ibadan, 1973. *Proceedings*. Ibadan, International Institute of Tropical Agriculture, 1973. p.4-10.
- KAWANO, K. Inherent and environmental factors related to cassava varietal selection. In: COCH, J.H. & REYES, J.A., ed. *Cassava research, production and utilization*. Cali, UNDP/CIAT, 1985. cap. 2, p.107-32.
- KAWANO, K.; AMAYA, A.; DAZA, P.; RIOS, M. Factors affecting efficiency of hybridization and selection in cassava. *Crop Sci.*, 18:373-6, 1978.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. *Statistical methods*. Ames, Iowa State University Press, 1967. 593p.
- TAN, S.L. Selection for yield potential. In: COCH, J.M. & REYES, J.A., ed. *Cassava; research, production and utilization*. Cali, UNDP/CIAT, 1985. cap.2, p.133-46.