

# TRATAMENTO DE MANDIOCA PELA COLQUICINA

## III - Análise comparativa entre clones diplóides e tetraplóides

**E. A. GRANER**

*Escola Superior de Agricultura  
"Luiz de Queiroz"  
da Universidade de São Paulo*

### ÍNDICE

1) Introdução .....	100	nos de 1943/1944) ....	129
2) Diferenças de crescimento .....	100	6) Diferença nas estacas para plantação .....	131
3) Um ciclo vegetativo (Anos de 1940/1941 .....	107	7) Percentagem de amido ..	132
4) Dois ciclos vegetativos anos de 1941/1942 e 1942/1943) .....	117	8) Resumo e conclusões ..	134
5) Um ciclo vegetativo (A-		9) Conclusão geral .....	136
		10) Abstract .....	137
		11) Literatura Citada .....	138

## 1 — INTRODUÇÃO

Em trabalhos anteriores (3, 4, 5 e 6) tivemos a oportunidade de relatar, em detalhe, os resultados obtidos em mandioca pelo tratamento com colquicina. Não vamos repetir êsses detalhes mas convém lembrar que o tratamento, aplicado na parte apical de brotos com cerca de 20 dias e obtidos de estacas plantadas em vasos, foi feito a fim de se estudar as plantas que apresentassem duplicação do seu número de cromossomos, uma vez que tôdas as formas até agora examinadas são diplóides. Estas formas poliplóides, assim obtidas experimentalmente, poderão auxiliar o melhoramento bem como o estudo filogenético desta planta cultivada, cuja importância econômica é bem conhecida e já foi tratada por vários autores (2, 6, 7, 8, 9).

Neste artigo vamos apresentar detalhadamente os resultados obtidos numa análise comparativa entre clones diplóides e tetraplóides, realizada em três séries de experiências, respectivamente com um, dois e um ciclos vegetativos.

Agradecemos ao Prof. F. G. Brieger as críticas apresentadas durante o desenvolver dos trabalhos e aos colegas Theodemiro Teixeira Mendes e José Corrêa Vasconcellos a ajuda em parte dos cálculos, cujos resultados estão reunidos nos quadros que acompanham esta publicação.

## 2 — DIFERENÇAS DE CRESCIMENTO

Fizemos, de início, observações sôbre o crescimento dos clones tetraplóides obtidos experimentalmente, bem como de dois clones da variedade **Vassourinha Paulista**, que forneceu estacas para o tratamento com colquicina e de três outros clones amargosos, referidos pelos nomes de **Preta da Bahia**, **Mata Negro** e **Preta Suruí**. Tôdas as variedades foram obtidas da Fazenda Modêlo, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

As plantas para as observações, duas de cada clone, cresceram em canteiros, distanciadas uma da outra de um metro. Esta distância, boa para os clones tetraplóides e contrôles da variedade **Vassourinha Paulista**, mostrou-se, entretanto, insuficiente para os três clones amargosos, que têm hábito vegetativo bastante diferente e maior que os demais. Mas, apesar disto, êstes clones deram ainda informações que serviram para estudos comparativos.

QUADRO N.º 1

Clone	N.º cromossomos	Comprimento cms.			Peso grs.			N.º folhas			n
		$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma \bar{v}$	$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma \bar{v}$	$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma \bar{v}$	
		8	36	100,00	15,49	6,32	278,33	62,85	25,65	38,66	
18	36	85,00	14,14	5,77	364,16	103,44	42,22	37,16	9,89	4,04	6
1	72	55,16	6,17	2,51	102,50	27,15	11,08	24,16	5,27	2,15	6
3	72	60,16	7,13	2,91	140,00	44,27	18,07	28,66	2,81	1,14	6
6	72	61,66	3,39	1,38	168,33	46,04	18,79	30,66	3,67	1,49	6
5	72	57,66	3,21	1,85	311,66	25,65	14,82	35,00	2,00	1,15	3
7	72	62,83	7,31	2,98	325,00	73,14	29,85	32,66	4,76	1,94	6
15	72	81,33	4,36	1,45	286,11	37,01	12,33	31,77	3,35	1,11	9
11	36	83,33	6,28	2,56	118,33	28,74	11,73	29,00	2,19	0,89	6
10	36	95,83	10,82	4,41	315,00	94,39	38,52	29,50	1,52	0,62	6
12	36	121,16	8,05	3,28	247,50	31,26	12,92	29,50	1,97	0,80	6

Após um ciclo vegetativo completo, cêrca de 10 meses (2, 7), fizemos uma anotação dos seguintes caracteres: comprimento das hastes, pêso das mesmas e número de fôlhas contidas em cada uma. Estes dados foram tomados sempre nas três hastes que constituem a primeira ramificação de cada planta e os limites de cada haste foram aquêles da base da primeira ramificação até a base da segunda ramificação. Analisando duas plantas de cada clone, obtivemos assim um total de seis hastes para cada clone. Para o clone tetraplóide n.º 5 só obtivemos uma planta (3 hastes) e para o de n.º 15, 3 plantas (9 hastes). As médias dessas medidas estão reunidas no quadro n.º 1, acompanhadas dos respectivos erros e do êrro "standard" da distribuição. O quadro n.º 2 contém os mesmos

QUADRO N.º 2

Clone	N.º cromossômios	i = comp n.º folhas			i = pêso n.º fôlhas			n
		$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma v$	$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma v$	
8	36	2,63	0,41	0,17	7,23	1,08	0,44	6
18	36	2,34	0,22	0,09	9,78	1,17	0,48	6
1	72	2,36	0,49	0,20	4,03	1,26	0,52	6
3	72	2,11	0,27	0,11	4,80	1,11	0,45	6
6	72	2,04	0,31	0,13	5,41	0,89	0,36	6
5	72	1,65	0,17	0,09	8,91	0,74	0,42	3
7	72	2,01	0,48	0,19	8,48	1,71	0,69	6
15	72	2,59	0,55	0,18	9,03	0,90	0,30	9
11	36	2,88	0,34	0,14	4,04	0,79	0,32	6
10	36	4,13	0,35	0,14	8,90	2,86	1,17	6
12	36	3,27	0,46	0,18	8,57	1,06	0,43	6

valores para os quocientes obtidos pela divisão do comprimento pelo número de fôlhas e do pêso pelo número de fôlhas, quocientes êstes referidos como índices (i). Para mais facilidade, vamos analisar êsses dados por partes:

#### a) clones contrôles

As diferenças apresentadas pelos dois clones controles provaram ser estatisticamente insignificantes, conforme os dados

incluídos no quadro n.º 3. O único valor significativo obtido foi aquele entre os índices  $\text{pêso/n.º}$  de fôlhas dos 2 clones ( $t = 3,92$ ,  $P$  aproximadamente  $0,006\%$ ) mas esta significância não deve ser considerada como muito importante em vista dos dois valores quando considerados separadamente ( $\text{pêso}$  e número de fôlhas) não serem estatisticamente diferentes para os dois clones. Podemos assim razoavelmente concluir que os dois clones contrôles (variedade Vassourinha Paulista) tiveram um hábito igual de crescimento.

### b) clones tetraplóides

Contrariamente ao que aconteceu com os contrôles, os clones tetraplóides apresentaram uma variação bastante grande no seu desenvolvimento. A simples inspeção dos valores médios para o comprimento das hastes mostra que um dos clones, o de n.º 15, teve um crescimento bastante diferente dos demais. Deixando o clone n.º 15 de lado, fizemos uma análise da decomposição do erro para os demais. Com relação ao comprimento das hastes, os resultados estão reunidos na primeira parte do quadro n.º 4. Podemos verificar que a variação foi do acaso, com valor de  $\eta$  insignificante, indicando que os clones tetraplóides considerados não diferem entre si quanto ao comprimento das hastes.

No que se refere ao número de fôlhas, a análise da decomposição do erro, cujos dados estão reunidos na parte central do quadro n.º 4, mostra um valor duvidoso para  $\eta$ . Por um teste  $t$  podemos verificar que o clone n.º 1, cujo valor médio para o número de fôlhas é apenas de 24, difere significativamente dos demais clones.

A decomposição do erro para o índice  $\text{comprimento/n.º}$  de fôlhas está contida na parte final do quadro n.º 4. Vemos que o valor de  $\eta$  é insignificante, mostrando assim que, com relação a esta relação, os clones tetraplóides não diferem entre si.

No que se refere ao  $\text{pêso}$  das hastes e ao índice  $\text{pêso/n.º}$  de fôlhas, os clones tetraplóides formam 2 grupos distintos: um com a  $\bar{v}$  para  $\text{pêso}$  igual a 136,94 gramas e a  $\bar{v}$  para índice  $\text{pêso/n.º}$  de fôlhas igual a 4,74 gramas; outro grupo com as médias 303,88 e 8,82, respectivamente para  $\text{pêso}$  e índice  $\text{pêso/n.º}$  de fôlhas.

A análise da decomposição do erro para os 2 grupos mostra valores insignificantes de  $\eta$  tanto para o  $\text{pêso}$  das hastes como para o índice  $\text{pêso/n.º}$  de fôlhas (Quadros n.ºs 5 e 6).

**QUADRO N.o 3**  
**Clones n.os 8 e 18**

$$t := \frac{\bar{v}_8 - \bar{v}_{18}}{\sigma \text{ dif}}$$

Comprimento cms.	$t = + 1,75$ (insignificante)
Pêso grs.	$t = - 1,74$ (insignificante)
N.º de fólhas	$t = + 0,36$ (insignificante)
$i = \frac{\text{comprimento}}{\text{n.º fólhas}}$	$t = + 1,53$ (insignificante)
$i = \frac{\text{pêso}}{\text{n.º fólhas}}$	$t = - 3,92$ (significante)

**QUADRO N.o 4**

**Grupo 4n**

Variável	Efeito	nf	$\pm \sigma$	$\bar{v}$	Significância
Comprimento cms. $\bar{v} = 59,86$	Total	26	6,30	1,29	Insignificante
	Entre Clones	4	7,74		
	Dentro	22	5,99		
n.º de fólhas $\bar{v} = 29,70$	Total	26	5,19	1,93	Duvidoso
	Entre Clones	4	8,41		
	Dentro	22	4,35		
$i = \frac{\text{comp.}}{\text{n.º fólhas}}$ $\bar{v} = 2,07$	Total	26	0,37	0,72	Insignificante
	Entre Clones	4	0,28		
	Dentro	22	0,39		

**c) Outros clones**

Os três outros clones citados nos quadros n.os 1 e 2 (clones n.os 10, 11 e 12) mostram ter hábitos bastante diferentes um do outro, conforme pode ser facilmente verificado pelos dados contidos nos referidos quadros. Um caráter constante para os três foi entretanto o n.º de fôlhas por haste.

**QUADRO N.o 5**  
Clones 4n: n.ºs 1, 3, 6

Variável	Efeito	nf	$\pm \sigma$	$\theta$	Significância
Pêso grs. $\bar{v} = 136,94$	Total	17	52,85	1,69	Insignificante
	Entre Clones	2	80,88		
	Dentro	15	47,90		
$i = \frac{\text{Pêso}}{\text{n.º fôlhas}}$ $\bar{v} = 4,74$	Total	17	1,18	1,27	Insignificante
	Entre Clones	2	1,45		
	Dentro	15	1,14		

**QUADRO N.o 6**  
Clones 4n: n.ºs 5, 7, 15

Variável	Efeito	nf	$\pm \sigma$	$\theta$	Significância
Pêso grs. $\bar{v} = 303,80$	Total	17	45,17	1,21	Insignificante
	Entre Clones	2	53,38		
	Dentro	15	44,04		
$i = \frac{\text{Pêso}}{\text{n.º fôlhas}}$ $\bar{v} = 8,82$	Total	17	1,19	0,58	Insignificante
	Entre Clones	2	0,73		
	Dentro	15	1,24		

**d) Correlação**

Uma análise da correlação entre os 3 valores estudados (comprimento, pêso e número de fôlhas, das hastes) foi tam-

bém realizada e os resultados estão reunidos no quadro n.º 7. Verifica-se que, sendo o valor de  $n$  muito pequeno, não se pode estabelecer se os valores são significantes ou não. Entretanto, é interessante observar, para os valores de  $r$ , a diferença encontrada entre o grupo controle e o grupo tetraplóide. No grupo representado pelos três clones amargosos, n.º 10, 11 e 12, encontramos uma diferença grande entre o  $r$  para comprimento/pêso e os valores de  $r$  para as outras duas relações e diferença esta que não é tão acentuada nos outros dois grupos (controle e tetraplóide). Os valores médios de  $r$  para cada grupo foram calculados e uma análise pelo teste  $X^2$  mostrou que nenhum dos valores individuais difere desses valores médios, em cada grupo. Em resumo, podemos dizer que, para as três relações, parece existir uma correlação mais forte no grupo dos tetraplóides do que no grupo controle.

QUADRO N.º 7

Clone	N.º cromos- sômios	r			n
		Comprimento x Pêso	Comprimento x n.º folhas	Pêso x n.º folhas	
8	36	0,08	0,17	0,14	6
18	36	0,08	0,16	0,11	6
		$\bar{r} = 0,08$	$\bar{r} = 0,16$	$\bar{r} = 0,12$	12
1	72	0,17	0,28	0,21	6
3	72	0,15	0,43	0,38	6
6	72	0,29	0,35	0,29	6
5	72	0,33	0,27	0,42	3
7	72	0,14	0,22	0,22	6
15	72	0,09	0,59	0,62	9
		$\bar{r} = 0,19$	$\bar{r} = 0,35$	$\bar{r} = 0,35$	36
11	36	0,16	0,50	0,50	6
10	36	0,09	0,60	0,69	6
12	36	0,11	0,42	0,70	6
		$\bar{r} = 0,12$	$\bar{r} = 0,51$	$\bar{r} = 0,64$	18

## e) Conclusões

As conclusões aqui apresentadas poderão ser bem compreendidas se examinadas em comparação com os quadros n.ºs 1 e 2. Os clones tetraplóides têm um crescimento diferente dos clones controles. O tamanho médio da haste da primeira ra-

mificação da planta é menor no grupo tetraplóide e, como consequência, as plantas são menores que as plantas diplóides. No que se refere ao pêso das mesmas hastes, os clones tetraplóides se dividem em 2 grupos: um grupo onde o valor da média é praticamente igual à média do grupo contrôle e outro grupo onde o valor da média é igual à metade do valor da média do contrôle. Sendo todos os tetraplóides menores que os contrôles, temos um grupo (clones 1, 3 e 6) onde as hastes são bem mais finas que as hastes do outro grupo (clones 5, 7 e 15) que, por sua vez, têm estacas mais grossas que o grupo diplóide contrôle. Quanto ao número de fôlhas para cada haste, os clones tetraplóides, tendo o comprimento das hastes menor que os dos clones diplóides, têm também um número menor de fôlhas, cuja redução é aproximadamente proporcional, conforme os valores para os índices comprimento/n.º de fôlhas contidos no quadro n.º 2. Os valores para índice pêso/n.º de fôlhas confirmam o estabelecimento de 2 grupos diferentes entre os clones tetraplóide e a diferença entre êstes dois grupos será melhor verificada nos capítulos seguintes. Os três clones amargos, que constituem o terceiro grupo analisado, não são iguais entre si e a sua variação pode melhor ser compreendida comparando-se os dados contidos nos quadros n.ºs 1 e 2.

### 3 — UM CICLO VEGETATIVO (ANOS DE 1940/1941)

Uma vez de posse das informações obtidas na análise anterior, procurámos organizar uma experiência a fim de obter dados sôbre a produção dos diferentes clones em estudo.

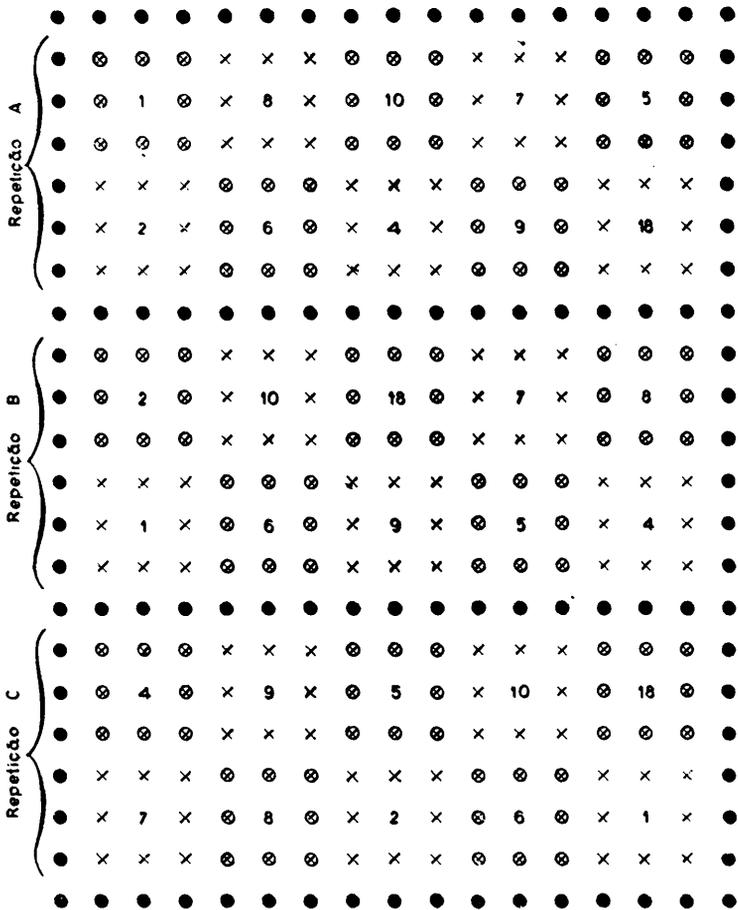
#### a) Terreno

O terreno utilizado pertenceu até o ano de 1936 à Fazenda Modelo da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e estava, desde algum tempo, sendo cultivado também com mandioca. A partir de 1936 êsse terreno passou para a Seção de Genética, sendo então cultivado com milho e mostrando-se uniforme conforme várias análises estatísticas realizadas com o material nêle plantado. Durante o tempo que esteve ocupado com milho recebeu inicialmente uma adubação de estêrco e depois apenas a adubação normal para esta planta, feita nas covas e consistindo de superfosfato e farinha de ossos.

b) Organização e controle da experiência

Dos clones analisados no capítulo anterior entraram para esta experiência os dois clones controles, n.ºs 8 e 18; do grupo tetraplóide, entraram os clones n.ºs 1, 6, 5 e 7 e em substitui-

GRÁFICO I



ção aos de n.º 3 e 15, entraram os clones tetraplóides n.ºs 2 e 4. Esta substituição foi feita por falta de material dos clones n.ºs 3 e 15. Dos clones amargosos, entrou para esta experiência

apenas o de n.º 10 e, em substituição aos outros dois, entrou o clone n.º 9, chamado Vassourinha Grande. Tivemos assim um total de 10 clones. Estes 10 clones foram repetidos 3 vezes na experiência, chamadas as repetições A, B e C. (compare o gráfico I). Toda a experiência, (inclusive as repetições) foi cercada por uma barreira, representada no gráfico por círculos pretos. Cada clone, em cada repetição, era formado de 9 plantas, estando no gráfico I, a planta central substituída pelo n.º do clone. A distância entre as plantas foi de 1x1 metro, dando a experiência uma área total de aproximadamente 400 metros quadrados. A distribuição dos clones em cada repetição foi feita ao acaso, tendo para isso sido utilizado um baralho de cartas.

Algumas dificuldades surgiram para a obtenção de material bastante uniforme para esta experiência. As estacas tiveram que ser obtidas da planta original tratada pela colquicina e não foi possível obter 27 estacas (9 plantas x 3 repetições), todas perfeitamente iguais. Assim, algumas estacas eram mais grossas e outras mais finas, conforme a ramificação da planta de onde foram obtidas. Elas foram porém cortadas todas do mesmo tamanho, 20 cms. e foram distribuídas também ao acaso no campo, tendo sido feito um mapa de sua distribuição, para ulterior comparação.

A anotação da brotação mostrou o resultado seguinte :

Número de dias após a plantação	N.º de estacas brotadas	%
15	2	0,59
30	291	86,10
45	42	12,43
60	3	0,88

Os dados obtidos não indicaram qualquer correlação entre a grossura das estacas e o número de dias para a brotação. Parece ter havido, de um modo geral, correlação entre as estacas finas e o número de falhas. De acordo com os dados da brotação, tivemos um total de 338 plantas e como a experiência organizada compreendeu 374 plantas, houve uma percentagem de brotação de 90,38%. As 36 estacas que falharam foram substituídas no campo por plantas obtidas de estacas plantadas no mesmo dia que as do campo, porém em vasos,

para esse mesmo fim de replanta. Apesar disto, não foi possível obter, no final da experiência, um "stand" de 100%, pois algumas replantas, bem como outras plantas, morreram. A anotação, feita 5 meses após a plantação, incluindo portanto o replante, acusou falhas representadas por 3,47%. Houve ainda algumas outras falhas até o final da experiência. Uma observação qualitativa não mostrou, no presente material, uma correlação entre o tamanho e vigor da planta para com a grossura de estaca plantada, um fato bem conhecido daqueles que trabalham com mandioca (9).

As observações realizadas durante o desenvolvimento das plantas mostraram que os clones tetraplóides comportaram-se diferentemente um do outro, alguns tendo plantas que competiam com as plantas contrôles e outros tendo plantas bem menores. Também o clone n.º 9, Vassourinha Grande e o clone n.º 10, amargoso, tiveram um hábito de crescimento completamente diferente dos demais, ambos com plantas bastante grandes. (Compare as fotografias).

#### c) Uniformidade de terreno

Após um ciclo vegetativo, cerca de 10 meses, todas as plantas foram arrancadas e tomados os pesos das raízes e das ramas para cada planta. A ramificação de cada planta foi muito variável, fato bastante conhecido nesta planta quando o ataque por insetos é grande. Tivemos também esse ataque em nossas experiências o qual não foi possível ser avaliado quantitativamente. Espera-se porém, razoavelmente, que o ataque tenha afetado as plantas por acaso, de modo que uma análise pode ser ainda realizada. Pelos dados da produção de raízes e de ramas, como também já pela observação qualitativa feita durante o desenvolvimento das plantas, tornou-se evidente que os clones n.º 9 e 10 não poderiam entrar numa análise em conjunto. Eles foram portanto separados dos demais e procedeu-se então a uma análise de cada um deles separadamente, afim de se ganhar informações sobre a uniformidade do lote de terreno utilizado e de aproximadamente 400 m<sup>2</sup>. Os dados para o clone n.º 9, Vassourinha Grande, estão incluídos no quadro n.º 8 e os valores de // foram sempre insignificantes. Os dados para o clone amargoso n.º 10 estão reunidos no quadro n.º 9. Verifica-se por eles os mesmos resultados obtidos para com o clone n.º 9, ambos mostrando portanto que o pedaço de terreno era bem uniforme, todas as variações tendo sido determinadas pelo acaso. Com-

## QUADRO N.º 8

## Clone n.º 9

Variável	Efeito	nf	$\pm \sigma$	$\bar{v}$	Significância
Raiz $\bar{v} = 6,08$	Total	16	1,76	1,59	Insignificante
	Entre Repetições	2	2,57		
	Dentro	4	1,61		
Rama $\bar{v} = 4,14$	Total	16	1,22	1,82	Insignificante
	Entre Repetições	2	1,93		
	Dentro	4	1,06		
$\frac{i}{\bar{v}} = \frac{\text{Rama}}{\text{Raiz}} = 0,65$	Total	16	0,09	1,55	Insignificante
	Entre Repetições	2	0,14		
	Dentro	4	0,09		

## QUADRO N.º 9

## Clone n.º 10

Variável	Efeito	nf	$\pm \sigma$	$\bar{v}$	Significância
Raiz $\bar{v} = 7,55$	Total	26	2,33	1,58	Insignificante
	Entre Repetições	2	3,49		
	Dentro	4	2,21		
Rama $\bar{v} = 5,85$	Total	26	2,07	1,76	Insignificante
	Entre Repetições	2	3,40		
	Dentro	4	1,93		
$\frac{i}{\bar{v}} = \frac{\text{Rama}}{\text{Raiz}} = 0,79$	Total	26	0,16	1,07	Insignificante
	Entre Repetições	2	0,15		
	Dentro	4	0,14		

parando-se os dois clones pelos valores das médias constantes dos mesmos quadros, pode-se observar que um é diferente do outro.

#### d) Clones diplóides e tetraplóides

Os dados obtidos para os clones diplóides e tetraplóides da variedade Vassourinha Paulista estão reunidos no quadro n.º 10. A primeira coluna mostra o n.º do clone, a segunda o número de cromossômios e, na ordem seguinte, os valores das médias para raiz, rama e índice rama/raiz. Na sexta coluna estão os valores de  $r$  e na última, o número de plantas analisadas para cada clone.

Como no caso dos clones n.ºs 9 e 10, uma simples inspeção do quadro n.º 10 mostra que os clones contróles são diferentes dos clones tetraplóides e que devem portanto ser considerados como um grupo em separado. Uma análise desses dois clones foi realizada e os dados estão contidos no quadro n.º 11. No que se refere à produção de raízes e das ramas, um clone não é diferente do outro. A análise mostra também com relação ao peso das raízes, a uniformidade do terreno utilizado. O índice rama/raiz apresentou um valor de  $/$  significativa, mostrando assim que quanto a este índice, os dois clones são estatisticamente diferentes. Porém, observando-se os valores, essa diferença não parece de grande importância prática.

Os seis clones tetraplóides incluídos nesta experiência, mostraram, com relação aos valores das médias para produção de raízes e ramas, bem como quanto aos respectivos erros, uma sequência de valores. Numa tentativa de separação, a julgar pelos valores dos erros "standard" da produção de raízes, fizemos uma separação em um grupo representado pelos clones 1, 4, 5 e 7, ficando os clones n.ºs 2 e 6 fora desse grupo: Procedendo-se a uma análise dos 4 clones citados, verificamos que eles diferem entre si no que se refere à produção de raízes e ramas, os valores de  $/$  sendo significantes, conforme os dados reunidos do quadro n.º 12. Esta análise mostra também valores de  $/$  significantes para as repetições. Como sabemos, de resultados anteriores, o terreno foi uniforme; assim esta significância pode ser atribuída à grande variação apresentada por esses clones, devido à diferença das estacas plantadas e fato observado qualitativamente nas plantas quando ainda no campo. A análise do índice rama/raiz mostrou que os 4 clones, embora diferentes um do outro com relação à produção de raízes

QUADRO N.º 10  
Um ciclo vegetativo

Clone	N.º craes/cm²	Raiz			Rama			i = Rama Raiz			r		n
		$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma v$	$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma v$	$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma v$	r	z(r)	
8	36	5,86	1,90	0,38	1,79	0,60	0,12	0,30	0,03	0,01	0,87	1,33	25
18	36	5,79	1,84	0,36	1,89	0,52	0,14	0,34	0,04	0,01	0,94	1,74	25
2	72	2,37	1,52	0,30	0,83	0,52	0,09	0,37	0,06	0,01	0,97	2,09	25
7	72	2,76	1,10	0,24	1,06	0,43	0,09	0,39	0,06	0,01	0,97	2,09	22
4	72	2,11	0,80	0,26	0,86	0,35	0,11	0,42	0,03	0,01	0,79	1,07	10
5	72	1,97	0,94	0,18	0,81	0,36	0,06	0,44	0,08	0,02	0,89	1,42	25
1	72	1,69	0,79	0,15	0,73	0,24	0,05	0,42	0,11	0,02	0,61	0,71	26
6	72	1,20	0,34	0,08	0,49	0,22	0,05	0,43	0,18	0,04	0,43	0,46	17

e ramas, têm um mesmo índice, sendo o valor de  $t$  insignificante (Compare o quadro n.º 12).

QUADRO N.º 11

Clones n.ºs 8 e 18

Variável	Efeito	nf	$\pm \sigma$	$t$	Significância
$\bar{v} = 5,82$ Raiz	Total	49	1,81		
	Entre Clones	1	1,09	0,60	Insignificante
	Entre Repetições	2	2,39	1,33	Insignificante
	Resto	46	1,79		
$\bar{v} = 1,83$ Rama	Total	49	0,57		
	Entre Clones	1	1,53	1,02	Insignificante
	Entre Repetições	2	1,26	2,42	Significante
	Resto	46	0,52		
$\bar{v} = 0,32$ $\frac{\text{Rama}}{\text{Raiz}}$	Total	49	0,04		
	Entre Clones	1	0,13	4,33	Significante
	Entre Repetições	2	0,07	2,33	Duvidoso
	Resto	46	0,03		

Verifica-se assim que parece não haver razão para a separação destes 4 clones, em um grupo, diferindo dos outros dois clones restantes. Procedemos então a uma análise dos valores das médias dos clones n.ºs 2 e 6, em relação ao valor da média geral, obtido de todos os 6 clones. Os valores de  $t$  para esta análise acham-se reunidos no quadro n.º 13. Nota-se por esses dados que apenas o clone n.º 6, que apresentou a menor produção de raízes e ramas, mostrou valores de  $t$  significantes, indicando assim que ele provavelmente não faz parte do conjunto de clones tetraplóides em questão. Os resultados obtidos em outras experiências e que serão analisados mais adiante mostram que de fato trata-se de um clone tetraplóide diferente dos demais. No que se refere ao valor do índice rama/raiz, o clone n.º 6 não é diferente do conjunto tetraplóide, sendo o valor do  $t$  insignificante, de acordo com o quadro n.º 13. O clone n.º 2 mostrou-se, quanto ao índice, ser diferente do conjunto; na experiência com dois ciclos vegetativos vamos verifi-

QUADRO N.º 12  
Clones 4n: 1, 4, 5 e 7

Variável	Efeito	nf	$\pm \sigma$	$\vartheta$	Significância
$\bar{v} = 2,11$ Raiz	Total	82	1,00		Significante "
	Entre Clones	3	2,20	2,53	
	Entre Repetições	2	2,14	2,46	
	Resto	77	0,87		
$\bar{v} = 0,83$ Rama	Total	82	0,37		Significante "
	Entre Clones	3	0,84	2,62	
	Entre Repetições	2	0,82	2,56	
	Resto	77	0,32		
$i = \frac{\text{Rama}}{\text{Raiz}}$ $\bar{v} = 0,41$	Total	82	0,09		Insignificante "
	Entre Clones	3	0,10	1,11	
	Entre Repetições	2	0,16	1,55	
	Resto	77	0,09		

QUADRO N.º 13  
Clones n.ºs 2 e 6

Clone 2:		$t = \frac{v_2 - v_4n}{\sigma \bar{v}_2}$
Raiz		$t = + 1,20$ (insignificante)
Rama		$t = + 0,33$ (insignificante)
Índice		$t = - 4,00$ (significante)
Clone: 6		$t = \frac{v_6 - v_4n}{\sigma \bar{v}_6}$
Raiz		$t = - 10,12$ (significante)
Rama		$t = - 6,20$ (significante)
Índice		$t = + 0,50$ (insignificante)

car adiante que se trata de um clone tetraplóide diferente dos demais, mas deve-se observar também que êle é um clone extremamente variável, conforme se pode ver pelos valores do erro para a produção de raízes e de ramas.

A análise da correlação mostrou que, com exceção do clone n.º 6, houve uma correlação positiva e forte entre a produção de ramas e de raízes, fato já bem conhecido em mandioca (9). O clone n.º 6, que apresentou o menor valor de r, deu um valor de t duvidoso, (quadro 14, a) quando comparado com o valor médio para r obtido de todos os 6 clones, e um valor de t significativa, (quadro 14, b) quando comparado com o valor médio de r obtido dos demais clones com a sua exclusão. Também com relação à correlação, o clone n.º 6 parece ser diferente dos outros.

#### QUADRO N.º 14

##### Clone n.º 6

$$r \quad t = \frac{z(r)_6 - \bar{z}(r)_4 n}{\sigma z(r)_6}$$

a)  $t = - 2,19$  (duvidoso)

b)  $t = - 2,96$  (significante)

##### e) Conclusão

Verifica-se, nesta experiência, com um ciclo vegetativo, que os dois clones diplóides da variedade Vassourinha Paulista não diferem entre si mas são diferentes dos clones tetraplóides obtidos da mesma variedade, por meio da colquicina. (Compare quadro n.º 10). Os clones tetraplóides, cujas plantas foram menores que as plantas dos clones diplóides, tiveram uma produção de rama e raiz também menor. No grupo tetraplóide, os clones não foram todos iguais e dentre êles pelo menos um, o de n.º 6, mostrou-se estatisticamente diferente do conjunto. Esta diferença foi já referida em uma publicação anterior (6) e será, neste trabalho, analisada mais adiante. Houve uma diferença acentuada entre os índices rama/raiz dos

clones diplóides para com os clones tetraplóides. O valor médio para o índice do grupo controle foi  $i = 0,32$  e, para o grupo tetraplóide tomando-se todos os 6 clones, foi  $i = 0,41$ . Isto indica que a produção de raízes em relação à parte vegetativa é maior nos controles diplóides, no 1.º ciclo vegetativo, do que nos clones tetraplóides. Esta diferença pode ser devida ao crescimento mais vagaroso das plantas tetraplóides, um fato bem observado no campo, quando as plantas estavam em desenvolvimento. Com exceção de um clone tetraplóide, o de n.º 6, houve uma correlação positiva entre a produção de rama e raiz.

#### 4) DOIS CICLOS VEGETATIVOS (ANOS DE 1941/1942 E 1942/1943)

A experiência com um ciclo vegetativo forneceu já certas informações, como, por exemplo, a de que os clones n.ºs 9 e 10 não devem mais entrar numa experiência em conjunto e a de que os clones tetraplóides diferem entre si. Assim, uma experiência com 2 ciclos vegetativos foi agora planejada, porém, diferentemente da experiência com um ciclo.

##### a) Terreno

O terreno utilizado nesta experiência não foi o mesmo utilizado na experiência anterior e pertenceu também à Fazenda Modelo da Escola "Luiz de Queiroz", tendo nele sido cultivado, durante algum tempo, milho. Ele passou a ser utilizado pela Secção de Genética, tendo sido nele feita uma plantação de fumo, com adubação química uniforme, de acordo com as nossas observações.

##### b) Organização e controle da experiência

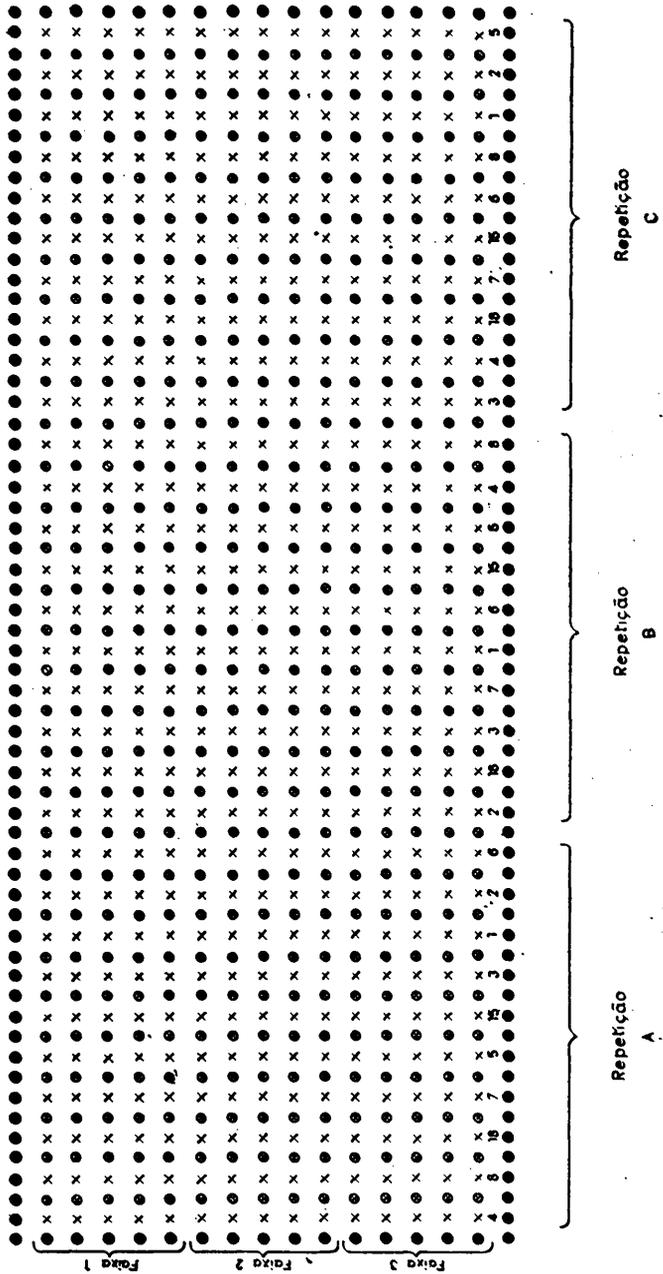
Para melhor compreensão desta exposição, convém comparar o gráfico II. Entraram nesta experiência os mesmos dois clones diplóides para controle, n.ºs 8 e 18. Dos tetraplóides, entraram os de n.ºs 1, 2, 4, 5, 6 e 7 da experiência com um ciclo vegetativo. Em substituição aos clones n.ºs 9 e 10, introduzimos dois outros clones tetraplóides, os de n.ºs 3 e 15. Tivemos assim um total de 10 clones, que foram repetidos três vezes, em fileiras. Cada clone, em cada repetição, tinha 17 plantas, afim de se eliminar as 2 plantas das pontas para, num total de 15, ser feita a análise. Procuramos, nesta expe-

riência, empregar estacas bastante uniformes. Entretanto, em dois casos não conseguimos estacas uniformes para as 3 repetições, mas fizemos a devida separação e anotação e como os clones foram analisados separadamente, faremos depois as observações necessárias com referência a este ponto. A distância, dentro da fileira, foi de 2 metros entre plantas e entre as fileiras, 1,50 metro. Entre uma fileira e outra foi sempre plantada, nas mesmas distâncias, uma fileira do clone controle. Visamos com isso dar a cada planta o máximo de espaçamento e uniformidade para o seu desenvolvimento individual, sem competição, afim de ganharmos informes mais ou menos seguros sobre a diferença de produção de cada clone e ainda, produção individual. As fileiras dos clones foram plantadas ao acaso, em cada repetição, (veja gráfico II) e as plantas estão representadas no gráfico por X. As três repetições estão assinaladas no gráfico por A, B e C. Fizemos também, para fins de análise, uma subdivisão no sentido longitudinal do terreno e subdivisão esta que chamamos por Faixas 1, 2 e 3. Toda a experiência ficou inteiramente cercada por plantas controles. A área total utilizada foi assim de aproximadamente 3.350 m<sup>2</sup> e o terreno apresentou um pequeno declive no sentido transversal. Como na experiência com um ciclo vegetativo, o desenvolvimento dos clones tetraplóides foi menor que o dos clones controles e assim pareceu indicado arrancar, com cerca de um e meio ciclo vegetativo, todas as plantas que formavam o que chamamos barreira, entre cada clone, a fim de não prejudicar muito a iluminação das plantas menores dos clones tetraplóides. As plantas que ficaram portanto no campo continuaram o seu desenvolvimento com o máximo de condições favoráveis para não sofrer competição. Após 2 ciclos vegetativos (cerca de 20 meses), a experiência foi considerada como terminada, pesando-se individualmente todas as plantas, raiz e rama separadamente.

### c) Análise do terreno

Fizemos uma pesagem das raízes das plantas das fileiras "barreiras" e plantas que foram arrancadas com cerca de um e meio ciclo vegetativo. Estes dados foram aproveitados para uma análise preliminar da uniformidade do terreno. Para esta análise mantivemos, de início, a mesma subdivisão do terreno, em repetições e em faixas. Numa outra análise, dividimos também o terreno em 8 partes iguais e que chamamos de sub-blocos. Os resultados destas análises estão reuni-

GRÁFICO II



dos no quadro n.º 15. Na primeira análise verificamos que a variação entre faixas foi maior que a variação entre repetições. Os valores de  $\eta^2$  calculados foram: insignificante para as repetições, indicando ser o terreno uniforme no sentido longitudinal; duvidoso para o caso das faixas, indicando uma provável diferença no sentido transversal. A análise seguinte mostrou os mesmos resultados, isto é, uma variação entre faixas maior que a variação entre sub-blocos e repetições. Os valores das médias de cada linha no sentido longitudinal foram então organizados de acôrdo com a distribuição dessas linhas no terreno e estão contidos no quadro n.º 16. Os valores médios para as faixas estão também incluídos na primeira coluna do mesmo quadro n.º 16. Podemos assim verificar que os valores vão aumentando na parte mais baixa do terreno (3.ª faixa). Isto pode ser explicado pela erosão, que dá assim um valor duvidoso para  $\eta^2$  quando o terreno é analisado no sentido transversal. Mas, essa desuniformidade do terreno nesse sentido transversal não atrapalha muito a nossa experiência de competição entre clones, uma vez que cada clone está plantado de maneira a abranger tôda essa variação.

#### d) Análise dos clones

A variação apresentada pelos diferentes clones era tão grande que se tornou aconselhável fazer uma análise de cada um deles separadamente, antes de se tentar qualquer reunião em grupos. Vamos primeiramente nos referir aos clones tetraplóides n.ºs 3 e 4 e que, conforme dissemos anteriormente, não tinham estacas uniformes para todas as 3 repetições. Para o clone n.º 3 foi plantado, na repetição I, as estacas da primeira ramificação da planta, também chamada pé, e que são as mais grossas e melhores. Na repetição II foram colocadas as estacas provenientes da primeira ramificação e classificadas como boas e na repetição III as estacas da mesma ramificação porém finas. Tratando-se de um mesmo clone, foi interessante observar os resultados obtidos. Os dados desta análise, tanto quanto a produção de raízes, como quanto a produção de ramos, estão reunidos no quadro n.º 17. Os valores de  $\eta^2$  entre repetições, para os dois valores rama e raiz, são significantes, mostrando que há diferença de produção conforme o tipo de estaca plantada. Para o clone n.º 4, foi plantado, na repetição I, as estacas do pé e nas outras duas repetições, estacas uniformes da primeira ramificação. A análise da produção, cujos dados estão contidos do quadro n.º

QUADRO N.º 15

Barreiras

Variável	Efeito	nf	$\pm \sigma$	$\vartheta$	Significância
Raiz $\bar{v} = 9,91$	Total	408	3,35		Insignificante Duvidoso "
	Entre Repetições	2	3,78	1,15	
	Entre Faixas	2	7,17	2,18	
	Entre Sub-Blocos	8	4,67	1,42	
	Resto	396	3,28		

QUADRO N.º 16

Barreiras

Faixas	Fileiras	$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma v$	n
1 $\bar{v} = 9,65$	I	8,84	2,07	0,38	31
	II	8,42	2,39	0,45	23
	III	10,12	3,84	0,71	29
	IV	9,18	3,76	0,71	28
	V	11,90	3,83	0,74	27
2 $\bar{v} = 9,44$	VI	8,84	4,32	0,78	31
	VII	9,73	3,49	0,64	30
	VIII	9,25	4,31	0,79	30
	IX	9,58	4,40	0,79	31
	X	9,93	5,33	0,97	30
3 $\bar{v} = 10,59$	XI	9,37	4,01	0,74	29
	XII	10,64	3,63	0,65	31
	XIII	10,44	4,10	0,74	31
	XIV	10,24	4,00	0,73	30
	XV	12,15	3,58	0,65	30

18, indicam um valor duvidoso de  $\hat{\nu}$  para o caso das raízes e um valor de  $\hat{\nu}$  significativo para a produção de ramos. Houve aqui também a influência da qualidade das estacas plantadas. Podemos comprovar bem essa diferença separando a produção da repetição I das outras duas repetições, no caso do clone n.º 4. A análise das duas repetições com estacas uniformes e da primeira ramificação (Quadro n.º 18) mostra agora valores de  $\hat{\nu}$  insignificantes, tanto para a produção de raízes como para a produção de ramos. Tanto no caso do clone n.º 3, como no de n.º 4, a variação entre faixas foi sempre insignificante, mostrando bem que toda a significância era devida à diferença produzida pelas estacas. O quadro n.º 19 mostra a produção média para raízes e ramos dos dois clones re-

## QUADRO N.º 17

## Clone n.º 3

Variável	Efeito	nf	$\pm \sigma$	$\hat{\nu}$	Significância
Raiz $\bar{v} = 4,87$	Total	39	3,04	3,63	Significante
	Entre Repetições	2	8,61		
	Entre Faixas	2	2,66		
	Resto	35	2,37		
Rama $\bar{v} = 1,40$	Total	39	0,97	2,59	Significante
	Entre Repetições	2	2,03		
	Entre Faixas	2	0,71		
	Resto	35	0,88		

feridos e classificados de acôrdo com o tipo de estaca. Por êsse quadro pode-se bem verificar as diferenças de produção, diferenças essas acusadas como significantes pelos métodos estatísticos empregados na sua análise.

Os demais clones foram reunidos na mesma ordem daquela para o caso de um ciclo vegetativo. Os mesmos valores calculados para um ciclo vegetativo e para os mesmos clones estudados, estão reunidos no quadro n.º 20. A mesma classificação em grupo de clones tetraplóides foi tentada, a qual parece agora bastante razoável a julgar pelos valores das médias de produção e pelos valores dos erros da distribuição. Os dois

QUADRO N.º 18

Clone n.º 4

Variável	Efeito	3 Repetições				2 Repetições			
		nf	$\pm \sigma$	$\theta$	Significância	nf	$\pm \sigma$	$\theta$	Significância
Raiz $\bar{v} = 7,66$ (3) $\bar{v} = 6,38$ (2)	Total	37	4,37			25	3,96		
	Entre Repetições	2	8,77	2,00	Duvidoso	1	4,11	1,06	Insignificante
	Entre Faixas	2	2,85	0,65	Insignificante	2	4,32	1,10	"
	Resto	33	4,39			22	3,91		
Rama $\bar{v} = 2,48$ (3) $\bar{v} = 2,0$ (2)	Total	37	1,54			25	1,43		
	Entre Repetições	2	2,87	2,45	Significante	1	1,63	1,17	Insignificante
	Entre Faixas	2	3,56	3,04	"	2	1,65	1,18	"
	Resto	33	1,17			22	1,40		

clones contróles, n.ºs 8 e 18, mostraram-se uniformes, como no caso para um ciclo vegetativo. (Dados reunidos no quadro n.º 21). Os clones tetraplóides foram separados e a sua análise feita de acórdio com esta separação. Assim, analisamos separadamente os clones n.ºs 2 e 6, de maior e menor produção, respectivamente; em conjunto foram analisados os clones n.ºs 1, 4, 5 e 7. A análise destes 4 clones tetraplóides está resumida no quadro n.º 22. Eles não mostram diferença entre si, parecendo formar agora um grupo uniforme, com todos os valores de  $r$  calculados insignificantes. As análises dos clones n.ºs 2 e 6 estão reunidos respectivamente nos quadros n.ºs 23 e 24. Pode-

### QUADRO N.º 19

#### Clones n.ºs 3 e 4

Clones	Partes da Planta	Produção média em Kgr.		
		Estacas plantadas		
		Pé	Melo	Ponta
3	Raiz	7,25	4,11	2,70
3	Rama	1,96	1,23	0,89
4	Raiz	10,46	6,39	—
4	Rama	3,36	2,07	—

mos verificar que estes dois clones parecem se destacar do grupo formado pelos clones n.ºs 1, 4, 5 e 7, o clone n.º 2 parecendo um clone tetraplóide de maior produção e o clone n.º 6 um tetraplóide com a menor produção de todos. Uma análise da correlação, cujos resultados estão contidos na última coluna do quadro n.º 20, mostra também, no caso de 2 ciclos vegetativos, um valor de  $r$  bastante alto para muitos clones, indicando assim uma correlação muito forte entre produção de rama e de raiz. O clone n.º 6 continua com um valor de  $r$  mais fraco que os demais, como no caso de um ciclo vegetativo.

Deixamos para último lugar a análise com referência ao índice. Neste caso de 2 ciclos vegetativos, os valores para índice rama/raiz mostraram-se bem semelhantes e por isso foi tentada uma análise de todos os clones em conjunto, diplóide-

QUADRO N.º 20

Dois ciclos vegetativos

Clone	N.º cromossomos	Raiz			Rama			i = Rama Raiz			r		n
		$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma \bar{v}$	$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma \bar{v}$	$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma \bar{v}$	r	z (r)	
8	36	23,76	5,36	0,85	6,98	2,09	0,33	0,30	0,07	0,01	0,72	0,91	40
18	36	22,63	5,66	0,84	6,70	2,06	0,30	0,30	0,07	0,01	0,77	1,02	45
2	72	9,79	7,44	1,19	2,93	2,42	0,38	0,29	0,06	0,01	0,93	1,66	39
5	72	6,59	4,01	0,63	1,93	1,22	0,19	0,30	0,09	0,01	0,82	1,16	40
4	72	6,38	3,96	0,77	2,06	1,43	0,28	0,32	0,14	0,03	0,59	0,68	38
7	72	6,96	3,82	0,59	2,06	1,18	0,19	0,31	0,09	0,01	0,87	1,33	41
1	72	6,78	3,24	0,51	2,08	1,23	0,19	0,30	0,08	0,01	0,86	1,29	40
6	72	4,70	2,13	0,32	1,43	0,65	0,09	0,32	0,09	0,01	0,59	0,68	44

## QUADRO N.º 21

## Clones n.ºs 8 e 18

Variável	Efeito	nf	$\pm \sigma$	$\vartheta$	Significância
Raiz $\bar{v} = 23,16$	Total	84	5,51		Insignificante " "
	Entre Clones	1	5,21	0,95	
	Entre Repetições	2	7,53	1,37	
	Entre Faixas	2	3,11	0,56	
	Resto	79	5,50		
Rama $\bar{v} = 6,94$	Total	84	2,02		Insignificante " "
	Entre Clones	1	0,30	0,14	
	Entre Repetições	2	0,72	0,34	
	Entre Faixas	2	0,95	0,45	
	Resto	79	2,08		

## QUADRO N.º 22

## Clones 4n : 1, 4, 5, e 7

Variável	Efeito	nf	$\pm \sigma$	$\vartheta$	Significância
Raiz $\bar{v} = 7,56$	Total	146	3,72		Insignificante " "
	Entre Clones	3	1,44	0,39	
	Entre Repetições	2	5,47	1,49	
	Entre Faixas	2	5,30	1,44	
	Resto	139	3,69		
Rama $\bar{v} = 2,30$	Total	146	1,24		Insignificante " "
	Entre Clones	3	0,42	0,33	
	Entre Repetições	2	0,58	0,47	
	Entre Faixas	2	2,04	1,63	
	Resto	139	1,24		

QUADRO N.º 23

Clone n.º 2

Variável	Efeito	nf	$\pm \sigma$	$\vartheta$	Significância
Raiz $\bar{v} = 9,79$	Total	38	7,44	0,50	Insignificante
	Entre Repetições	2	3,58		
	Entre Faixas	2	11,64		
	Resto	34	7,04		
Rama $\bar{v} = 2,93$	Total	38	2,42	0,92	Insignificante Duvidoso
	Entre Repetições	2	2,03		
	Entre Faixas	2	4,17		
	Resto	34	2,20		

QUADRO N.º 24

Clone n.º 6

Variável	Efeito	nf	$\pm \sigma$	$\vartheta$	Significância
Raiz $\bar{v} = 4,70$	Total	43	2,13	1,13	Insignificante
	Entre Repetições	2	2,44		
	Entre Faixas	2	1,11		
	Resto	39	2,15		
Rama $\bar{v} = 1,43$	Total	43	0,65	0,64	Insignificante
	Entre Repetições	2	0,42		
	Entre Faixas	2	0,90		
	Resto	39	0,65		

des e tetraplóides. O resumo desta análise, contido no quadro n.º 25, mostra todos os valores de  $\vartheta$  insignificantes, indicando assim que o índice rama/raiz para 2 ciclos vegetativos é o mesmo para todos os clones tetraplóides e diplóides. É interessante lembrar aqui que o índice para os tetraplóides, no caso de um ciclo vegetativo, difere do índice para os clones diplóides. Assim, parece que para o caso de 2 ciclos, estando portanto a planta já completamente desenvolvida, a produção de raízes em relação a ramos nos clones tetraplóides é a mesma que para os clones diplóides e o que se não verifica no caso de um ciclo vegetativo.

QUADRO N.º 25

$$\text{Índice } \frac{\text{Rama}}{\text{Raiz}} \quad v = 0,30$$

Efeito	nf	$\pm \sigma$	$\vartheta$	Significância
Total	406	0,09		
Entre Clones	9	0,06	0,66	Insignificante
Entre Repetições	2	0,07	0,77	"
Entre Faixas	2	0,22	2,44	Significante
Resto	393	0,09		

#### e) Conclusão

Os resultados obtidos nesta experiência com 2 ciclos vegetativos confirmam aqueles obtidos na experiência com um ciclo e estabelecem bem as diferenças existentes entre os clones diplóides e tetraplóides, bem como a diferença existente entre os clones tetraplóides.

Há um clone tetraplóide (n. 2) com produção maior, um clone tetraplóide de produção muito baixa (n.º 6) e um grupo de 4 clones com produção intermediária (Compare quadro n.º 20). A produção dos clones tetraplóides foi sempre menor que a produção dos diplóides. A experiência foi organizada de ma-

neira a mostrar a produção média de cada planta, tentando-se eliminar qualquer possível competição, de modo que os valores calculados são bons para fins comparativos e não devem ser tomados como representando produção do ponto de vista econômico. Não se pode dizer exatamente se a diferença entre os clones tetraplóides foi determinada por diferenças existentes nos clones de origem ou se essa diferença tenha sido produzida pela colquicina. Sabemos que o material inicial não formava um só clone, de modo que nada podemos responder em definitivo sobre esta questão. Relativamente a produção individual, os clones tetraplóides mostraram-se de menor valor que os clones diplóides, mas isto não quer ainda dizer que eles não possam ser utilizados economicamente, plantando-os em distância menor uma planta da outra. Pode assim ser que, na mesma área, obtenha-se dos tetraplóides igual ou maior produção que os diplóides, pelo aumento do número de plantas, e o que pode ser feito por serem as plantas tetraplóides menores que as plantas diplóides. Só experiências conduzidas neste sentido poderão assim resolver sobre a utilização econômica dos tetraplóides.

O clone tetraplóide n.º 6, de menor produção, sendo também um clone com plantas muito pequenas, poderia ser utilizado com vantagens para fins hortícolas; detalhes sobre este clone poderão ser encontrados numa outra publicação (6).

É interessante notar aqui que o índice rama/raiz, nesta experiência com 2 ciclos vegetativos, (compare quadros n.ºs 20 e 25) é igual para todos os clones. Assim, a produção de raiz em relação a rama é a mesma para todos os clones (diplóides e tetraplóides) e é igual ainda àquela das plantas diplóides com um ciclo vegetativo. Vimos que o índice para os clones tetraplóides com um ciclo vegetativo é diferente daquele para 2 ciclos, confirmando assim a nossa hipótese anterior de que a diferença entre os índices dos tetraplóides, em comparação aos diplóides, no caso de um ciclo, é devida ao retardamento do crescimento das plantas tetraplóides no início do seu desenvolvimento.

##### 5) UM CICLO VEGETATIVO (ANOS DE 1943/1944)

Uma nova experiência de um ciclo vegetativo, a fim de confirmar as diferenças apresentadas pelos clones em estudo, foi realizada.

### a) Terreno

O terreno foi o mesmo que o para a experiência de 2 ciclos vegetativos e que, conforme vimos, é uniforme.

### b) Organização da experiência

A experiência foi agora organizada diferentemente das anteriores. Foi uma experiência sistemática, feita em blocos grandes, com três clones: os tetraplóides n.ºs 2 e 6 e o diplóide n.º 8. Cada clone foi plantado em um único bloco, com 119 plantas (7 linhas de 17 plantas), plantadas a distância de 1 x 1 metro. Este arranjo permitiu ainda que se fizesse uma análise estatística para cada um dos 3 clones. No fim de um ciclo vegetativo as plantas foram arrancadas e as mesmas medidas que para as experiências anteriores foram tomadas para a análise.

### c) Análise dos clones

Os três clones estudados nesta experiência foram analisados separadamente. Foi feita uma decomposição do erro entre linhas e entre fileiras, para cada um dos blocos, e os valores de  $\vartheta$  calculados mostraram a uniformidade do terreno. Chamamos linhas nesta experiência as plantas no sentido perpendicular à rua de passagem e fileiras às plantas no sentido horizontal à mesma rua.

As diferenças entre estes 3 clones, observadas nas experiências anteriores, foram mantidas e podem bem ser analisadas no quadro n.º 26. O clone diplóide controle n.º 8 é o que tem a maior produção média por planta, seguindo-se a ele o clone tetraplóide n.º 2, com uma produção média por planta igual aproximadamente a metade e o clone tetraplóide n.º 6, com uma produção média por planta igual a quinta parte da produção do clone diplóide. A mesma relação entre estes 3 clones foi observada nas experiências anteriores, de modo que podemos afirmar estarmos de posse de dois clones tetraplóides diferentes um do outro, ambos diferentes do controle.

### d) Conclusão

Os resultados desta experiência confirmam a diferença existente entre os clones diplóides e tetraplóides, bem como a diferença entre os tetraplóides. Um dos clones tetraplóides (n.º 6) tem plantas pequenas e parece porisso recomendado para ser cultivado como planta hortícula.

## 6) DIFERENÇA DE ESTACAS PARA PLANTAÇÃO

Observamos já anteriormente, quando fizemos a análise do crescimento das plantas diplóides e tetraplóides, haver um

QUADRO N.º 26  
Um ciclo vegetativo

Clone	N.º cromossomos	Raiz			Rama			i = $\frac{\text{Rama}}{\text{Raiz}}$			n
		$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma v$	$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma v$	$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma v$	
8	36	1,31	0,62	0,05	0,40	0,18	0,02	0,33	0,13	0,01	106
2	72	0,76	0,70	0,07	0,26	0,18	0,02	0,51	0,29	0,03	101
6	72	0,26	0,13	0,01	0,17	0,06	0,01	0,74	0,24	0,02	100

grupo de clones tetraplóides com haste mais fina que os demais clones. Do grupo com hastas mais finas, foi introduzido nas

nossas experiências o clone n.º 6, que é, como vimos, diferente dos demais também com relação à produção de raízes e ramos. Um exame do peso das estacas destinadas a plantação foi agora realizado, pesando-se 25 estacas de cada clone e os resultados estão reunidos no quadro n.º 27. Podemos verificar por esse quadro que as estacas do clone n.º 6 têm como média um valor que é estatisticamente diferente da média do controle e da média dos demais clones tetraplóides, com valores de  $t$  significantes e contidos na parte inferior do referido quadro n.º 27. Os valores das médias contidos na terceira coluna do mesmo quadro, mostram que não há diferença entre o clone diplóide n.º 8 e os demais tetraplóides.

### QUADRO N.º 27

#### Pêso de estacas para plantação

Clone	N.º cromos- sômios	$\bar{v}$	$\pm \sigma$	$\pm \sigma \bar{v}$	n
8	36	46,25	12,4	2,48	25
2	72	45,83	12,5	2,50	25
7	72	45,25	15,0	3,00	25
1	72	42,00	12,9	2,58	25
6	72	35,41	12,8	2,56	25

$$t = \frac{\bar{v}_6 - \bar{v}_8}{\sigma \text{ dif.}} = -3,07 \text{ (significante)}$$

$$t = \frac{\bar{v}_6 - \bar{v}_{1n}}{\sigma \sqrt{v_6}} = -3,49 \text{ (significante)}$$

### 7) PERCENTAGEM DE AMIDO

Um estudo sobre o valor dos diferentes clones, no que se refere à sua riqueza em amido, foi também realizado e devemos tôdas as determinações da percentagem de amido à gentileza dos Profs. Jayme Rocha de Almeida e Jorge Leme Junior, da Secção de Tecnologia Agrícola, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Estes resultados já foram citados num trabalho anterior (7) e as análises foram tôdas fei-

tas em material secado na estufa a 90°, até peso constante. Tomamos raízes de 3 plantas de cada clone e de cada raiz retiramos 3 amostras, obtendo-se assim, para cada clone, um total de 9 determinações de amido. Os valores das médias estão

QUADRO N.º 28  
% de amido

N.º	N.º cromos- sômios	v	$\pm \sigma$	$\pm \sigma \bar{v}$	n
8	36	65,1	8,4	2,8	9
18	36	67,8	3,2	1,1	9
9	36	70,3	3,6	1,2	9
10	36	67,7	2,9	0,9	9
1	72	67,2	2,8	0,9	9
2	72	69,1	3,1	1,0	9
4	72	66,8	5,3	1,8	9
5	72	68,2	2,8	0,9	9
6	72	66,0	5,6	1,9	9
7	72	68,5	3,8	1,3	9

QUADRO N.º 29

% de amido  $\bar{v} = 67,69$

Efeito	nf	$\pm \sigma$	$t$	Significância
Total	89	4,49		
Entre Clones	9	3,93	0,87	Insignificante
Entre Repetições	2	4,75	1,05	"
Resto	78	4,53		

representados no quadro n.º 28. Já uma simples inspeção desses valores mostra haver pouca variação entre os diferentes clones. Uma análise estatística foi realizada e os resultados reunidos no quadro n.º 29. Os valores de  $t$  insignificantes,

mostram que os clones não diferem um do outro quanto a percentagem de amido. Para comprovação, fizemos ainda uma análise estatística entre os 3 grupos estudados, isto é, grupo Vassourinha Paulista diplóide (n.ºs 8 e 18), grupo Vassourinha Paulista tetraplóide (clones n.ºs 1, 2, 4, 5, 6 e 7) e o grupo representado por um clone amargoso (n.º 10) e o clone Vassourinha Grande. Esta análise confirmou a análise anterior.

### 8) RESUMO E CONCLUSÕES

1) Um estudo sobre o modo de crescimento de clones tetraplóides de mandioca Vassourinha Paulista, obtidos experimentalmente por meio da colquicina, foi feito em comparação ao crescimento de clones diplóides da mesma variedade. Três outros clones da mandiosa amargosa foram também incluídos na análise para comparação. As observações foram feitas nas hastes da primeira ramificação de cada planta e podem ser resumidas como segue: (Quadros n.ºs 1 e 2).

a) comprimento: Dos 6 clones tetraplóides analisados, 5 (n.ºs 1, 3, 6, 5 e 7) tiveram um comprimento bem menor que o dos clones controles diplóides, mostrando assim serem plantas menores. Um único clone tetraplóide (n.º 15) teve um comprimento menor, porém com a média não estatisticamente diferente da média do clone diplóide.

b) peso: Os seis clones tetraplóides formaram dois grupos, com relação ao peso das hastes: um grupo de 3 clones (n.ºs 1, 3 e 6) com o peso médio diferente do peso médio dos controles e um grupo de 3 clones (n.ºs 5, 7 e 15) com peso médio não diferindo dos controles. Estes resultados estão confirmados pelo valor do índice peso/n.º de folhas.

c) n.º de folhas: O número de folhas por unidade de comprimento foi praticamente o mesmo para os clones diplóides e tetraplóides, conforme se pode verificar pelos valores do índice comprimento/n.º de folhas.

Pode-se concluir que os clones tetraplóides têm um hábito de crescimento diferente daquele dos clones diplóides; as plantas tetraplóides são menores que as diplóides e, entre os clones tetraplóides, houve também diferença, alguns clones tendo plantas mais finas que outros.

As estacas da variedade Vassourinha Paulista, de onde partimos para a obtenção das formas poliplóides, não foram obtidas de uma única planta e assim não podemos garantir se a diferença verificada entre os clones tetraplóides seja devida

a clones iniciais diferentes ou se produzida ainda pela colquicina.

2) A produção de raízes e ramos numa experiência de um ciclo vegetativo, em blocos ao acaso e com 3 repetições, foi analisada e mostrou que a produção dos clones diplóides é maior que aquela dos clones tetraplóides (Quadro n.º 10). A produção dos clones tetraplóides não foi uniforme. Eles formaram uma sequência de produção e pelo menos um clone, o de n.º 6, ficou significativamente fora do conjunto, quando a sua média foi comparada à média de raiz e rama obtidas do total de clones tetraplóides. Este clone foi o único tetraplóide do grupo de 3 com estacas mais finas, indicados na análise de crescimento, que entrou na experiência; ele confirma assim aquela separação. O índice rama/raiz foi menor para os clones diplóides que para os tetraplóides, indicando que a produção de raiz em relação à rama é menor nos clones tetraplóides, no primeiro ciclo, provavelmente devido ao retardamento de crescimento nos primeiros meses de vegetação, pois as plantas tetraplóides cresceram mais vagorosamente que as plantas diplóides.

3) Uma experiência com 2 ciclos vegetativos e 3 repetições, mostrou que o clone tetraplóide n.º 6 (Quadro n.º 20) é de fato diferente dos demais, tendo plantas muito pequenas e produção muito pequena no campo. Esta experiência mostrou também que o clone n.º 2, que foi o tetraplóide mais produtivo na experiência com um ciclo vegetativo, parece formar um outro grupo tetraplóide com relação a produção de raízes e ramos.

Esta experiência de dois ciclos foi realizada com um espaçamento bastante grande, de modo a eliminar toda possível competição entre plantas; os valores médios de produção por planta, contidos no quadro n.º 20, servem para identificar um clone do outro mas não representam produção comercial.

Com 2 ciclos vegetativos o índice rama/raiz torna-se igual para todos os clones, mostrando que, após o primeiro ciclo, a produção de raiz em relação à rama torna-se idêntica para todos os clones. A correlação positiva entre produção de rama e raiz é significativa e grande, tanto com um como com 2 ciclos vegetativos.

4) Mais uma experiência com um ciclo vegetativo, feita sistematicamente e com os clones n.º 8 (contrôle) e clones tetraplóides n.ºs 2 e 6, confirmou os resultados anteriores, isto é, que a produção por planta dos clones tetraplóides é menor que

a produção dos clones diplóides e que existe diferença entre os clones tetraplóides obtidos (quadro n.º 26).

O aproveitamento comercial dos melhores clones tetraplóides só poderá ser avaliado depois da realização de experiências de espaçamento, pois é possível que, com um maior número de plantas, possa se obter a mesma ou melhor produção que os clones diplóides, numa mesma área.

O clone tetraplóide n.º 6 não suporta as condições de campo (Fig. 32) e é possível que, pelo pequeno tamanho de suas plantas, seja útil para condições hortícolas, uma questão já discutida em outra publicação (6).

5) Uma análise de estacas para plantação, medindo 20 cms. cada uma, mostrou que há diferença de peso entre estacas dos clones tetraplóides. O clone n.º 6 teve um valor médio menor e diferindo estatisticamente dos demais clones tetraplóides, confirmando assim outros resultados anteriores.

6) Um estudo detalhado sobre a percentagem de amido dos diferentes clones mostrou que os tetraplóides não diferem dos diplóides quanto ao teor amido e que eles não são também diferentes de 3 outros clones de mandioca amargosa incluídos na análise para comparação.

## 9) CONCLUSÃO GERAL

Em mandioca, variedade Vassourinha Paulista, ao contrário do que acontece com algumas outras plantas, as formas tetraplóides, obtidas experimentalmente por meio da colquicina são, em tamanho, menores que as plantas diplóides, produzindo também menor quantidade de raízes, em peso, por planta.

Os clones tetraplóides obtidos não foram todos iguais e formaram, pelo menos, 2 grupos, dos quais um, representado por um único clone, tem plantas muito pequenas, que não suportam as condições de campo (Fig. 32). A causa dessas diferenças não foi possível ser estabelecida se devida a clones originais diferentes ou ao efeito do tratamento, sendo possível que a colquicina tenha produzido outras diferenças além da simples duplicação do número de cromossômios. Alguns dos clones tetraplóides se mostraram bastante heterogêneos e esta heterogeneidade pode ser atribuída às diferenças existentes nas estacas para plantação.

O aproveitamento comercial das formas tetraplóides não pode ser recomendado tendo em vista somente os dados obtidos nestas experiências. Outras experiências, principalmente

de espaçamento, deverão ser realizadas, pois as plantas tetraplóides, sendo menores que as diplóides, permitem um maior número delas por área, tendo também o seu arrancamento mais facilitado. O clone tetraplóide com plantas muito pequenas poderá ser utilizado, depois de outras experiências, como planta hortícola.

#### 10) ABSTRACT

1) Tetraploid plants of cassava (*Manihot utilissima* Pohl) obtained by colchicine treatment are smaller than diploid plants and an analysis of their growing habits showed that tetraploid clones were not uniform and could be divided into two groups: **group one**: plants with stalks so thick as but shorter than the diploid plants; **group two**: plants with stalks shorter as and thinner than the diploid ones (See tables 1 and 2).

2) Production of roots and stalks was studied in one experiment of randomized blocks and one vegetative cycle of the plants, (about 10 months); diploid clones are more productive and the tetraploid clones are very variable (Table 10). The indice stalk/root weight is smaller in diploid clones, thus showing that production of roots in relation to stalks in the tetraploid plants is smaller than in diploid plants. Tetraploid plants are slower in growing habits during the beginning of the development (Figs. 18 and 20 to 24).

3) One experiment of randomized lines of 15 plants each and two vegetative cycles of the plants (about 20 months) confirms the results obtained in the experiment of one vegetative cycle regarding the production of roots and stalks. However, the indice stalk/root in plants with two vegetative cycles is the same ( $i = 0,30$ ) for all clones (diploids and tetraploids) and is identical with the indice for diploid plants with one vegetative cycle, indicating that in plants with two vegetative cycles the production of roots in relation to stalks is the same both in diploid and tetraploid clones.

4) The production of roots and stalks was studied in one systematic experiment of 3 clones, in blocks of about 100 plants each: diploid clone n.º 8 and tetraploid clones n.º 2 and 6. The results obtained confirm the difference between tetraploid and diploid clones and also between the two tetraploid clones involved in the experiment (see table n.º 26 and figs. 25, 27 and 28.) The commercial value of tetraploid clones could be established only after other experiments (more tetraploid than

diploid plants in the same area) since the production per plant of tetraploid clones is smaller than the diploid ones. The tetraploid clone n.º 6 has plants very small, of low production of roots and did not support field conditions. It is suggested that this clone should be good for horticultural conditions.

5) The starch contents is the same in all tetraploid and diploid clones studied (see table n. 28) and in two other clones of bitter cassava (n.ºs 9 and 10) included for comparison in the analysis.

### 11) LITERATURA CITADA

- 1 — BRIEGER, F. G. (1937) — Tábuas e fórmulas para Estatística. Cia. de Melhoramentos de São Paulo.
- 2 — CANDIDO FILHO, J., O. MONTE, A. S. MILLER e A. G. GRAVATA (1942) — Manual da Mandioca. Edição Chácaras e Quintais — S. Paulo.
- 3 — GRANER, E. A. (1940) — Tratamento de mandioca pela colquicina I — Nota preliminar sôbre poliploidia, indicada pela diferença de tamanho dos estômatos. *Jornal de Agronomia* 3: 83-95.
- 4 — GRANER, E. A. (1941) — Polyploid cassava induced by colchicine treatment. *Journal of Heredity*. 32:281-288.
- 5 — GRANER, E. A. (1942) — Tratamento de mandioca pela colquicina. II — Formas poliplóides obtidas. 2:23-40.
- 6 — GRANER, E. A. (1944) — Uma forma tetraplóide de mandioca vassourinha de provável valor hortícola. *Revista de Agricultura*. 19:380-391.
- 7 — GRANER, E. A., F. M. CAMPOS, O. PAULA SANTOS, D. ORSINE e C. C. NOGUEIRA (1944) — A mandioca e seu valor nutritivo. *O Hospital*, Dezembro de 1944. 879-894.
- 8 — MENDES, C. T. (1929) — O ciclo vegetativo da mandioca. *Revista de Agricultura*. 4: 471-490.
- 9 — MENDES, C. T. (1940) — Contribuição para o estudo da mandioca. Publicação da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. 1940. 1-99.

## 12) EXPLICAÇÃO DAS FIGURAS

Produção de raízes das repetições A, B e C, da experiência com um ciclo vegetativo, colhida em 1941. Cada repetição tinha inicialmente 9 plantas.

- Fig. 1 — Clone Vassourinha Paulista n.º 8 (contrôle). Repetição A com 8 plantas, B com 9 plantas.
- Fig. 2 — Clone Vassourinha Paulista n.º 18 (7A + 9B).
- Fig. 3 — Clone da variedade amargosa Preta Bahia (9A + 9B).
- Fig. 4 — Clone tetraplóide n.º 2, de Vassourinha Paulista (7A + 9B + 9C).
- Fig. 5 — Clone tetraplóide n.º 6, de Vassourinha Paulista (8A + 8B + 9C).
- Fig. 6 — Clone tetraplóide n.º 1, de Vassourinha Paulista (9A + 8B + 9C).
- Fig. 7 — Clone tetraplóide n.º 4, de Vassourinha Paulista (4A + 3B + 4C).
- Fig. 8 — Clone tetraplóide n.º 5, de Vassourinha Paulista (8A + 8B + 9C).
- Fig. 9 — Clone tetraplóide n.º 7, de Vassourinha Paulista (8A + 8B + 6C).

Produção de raízes e ramos de uma das três repetições da experiência com dois ciclos vegetativos, colhida em 1943. Cada repetição tinha inicialmente 15 plantas.

- Fig. 10 — Clone Vassourinha Paulista n.º 8 (contrôle). Produção de 15 plantas.
- Fig. 11 — Clone Vassourinha Paulista n.º 18 ( 15 plantas).
- Fig. 12 — Clone tetraplóide n.º 6, de Vassourinha Paulista (15 plantas).
- Fig. 13 — Clone teraplóide n.º 2, de Vassourinha Paulista (15 plantas).
- Fig. 14 — Clone tetraplóide n.º 1, de Vassourinha Paulista (15 plantas).
- Fig. 15 — Clone tetraplóide n.º 4, de Vassourinha Paulista (15 plantas).

Fig. 16 — Clone tetraplóide n.º 6, de Vassourinha Paulista (15 plantas).

Fig. 17 — Clone tetraplóide n.º 7, de Vassourinha Paulista (15 plantas).

Plantas com 3 meses no campo.

Fig. 18 — Clone Vassourinha Paulista n.º 8 (contrôle).

Fig. 19 — Clone da variedade amargosa Preta Bahia.

Fig. 20 — Clone tetraplóide n.º 6, de Vassourinha Paulista.

Fig. 21 — " " n.º 2, " " "

Fig. 22 — " " n.º 7, " " "

Fig. 23 — " " n.º 5, " " "

Fig. 24 — " " n.º 1, " " "

Plantas com 6 meses no campo.

Fig. 25 — Clone Vassourinha Paulista n.º 8 (contrôle).

Fig. 26 — Clone da variedade amargosa Preta Bahia.

Fig. 27 — Clone tetraplóide n.º 6, de Vassourinha Paulista.

Fig. 28 — " " n.º 2, " " "

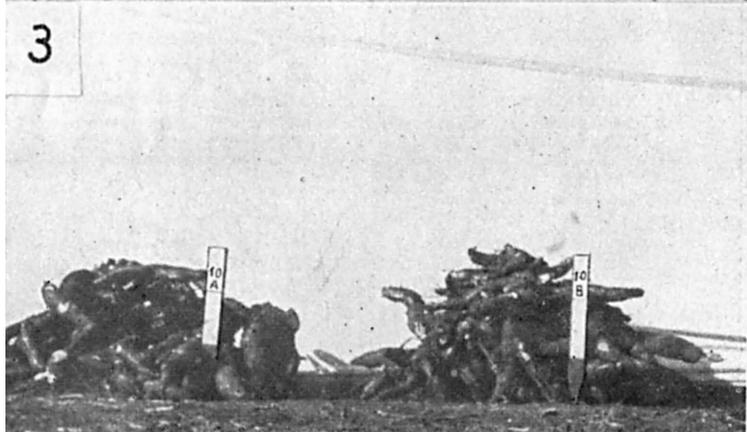
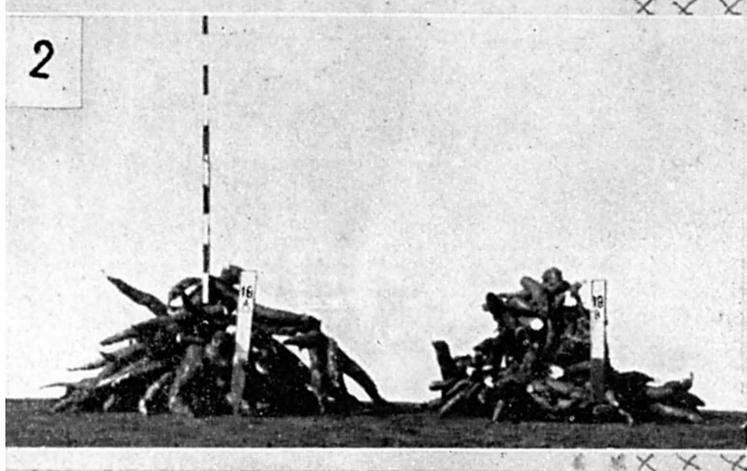
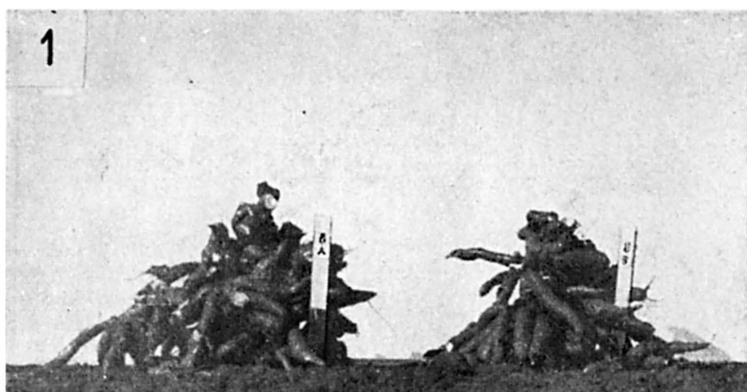
Fig. 29 — " " n.º 7, " " "

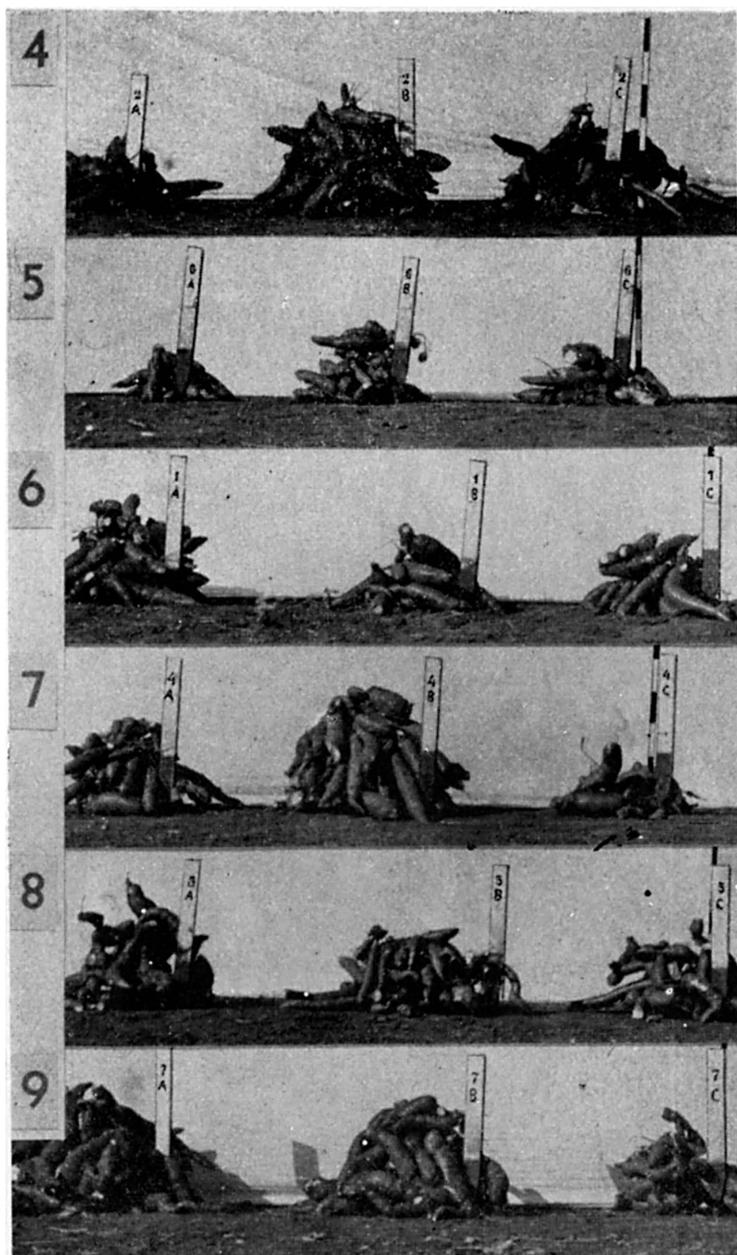
Fig. 30 — " " n.º 5, " " "

Fig. 31 — " " n.º 1, " " "

Comparação entre clones tetraplóides diferentes.

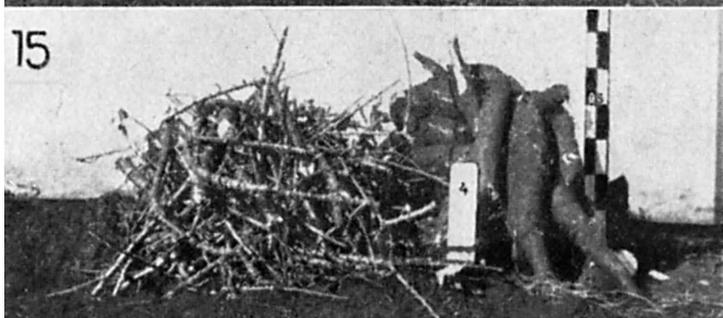
Fig. 32 — À esquerda, clone n.º 2 e à direita, clone n.º 6; plantas no campo, com 8 meses.

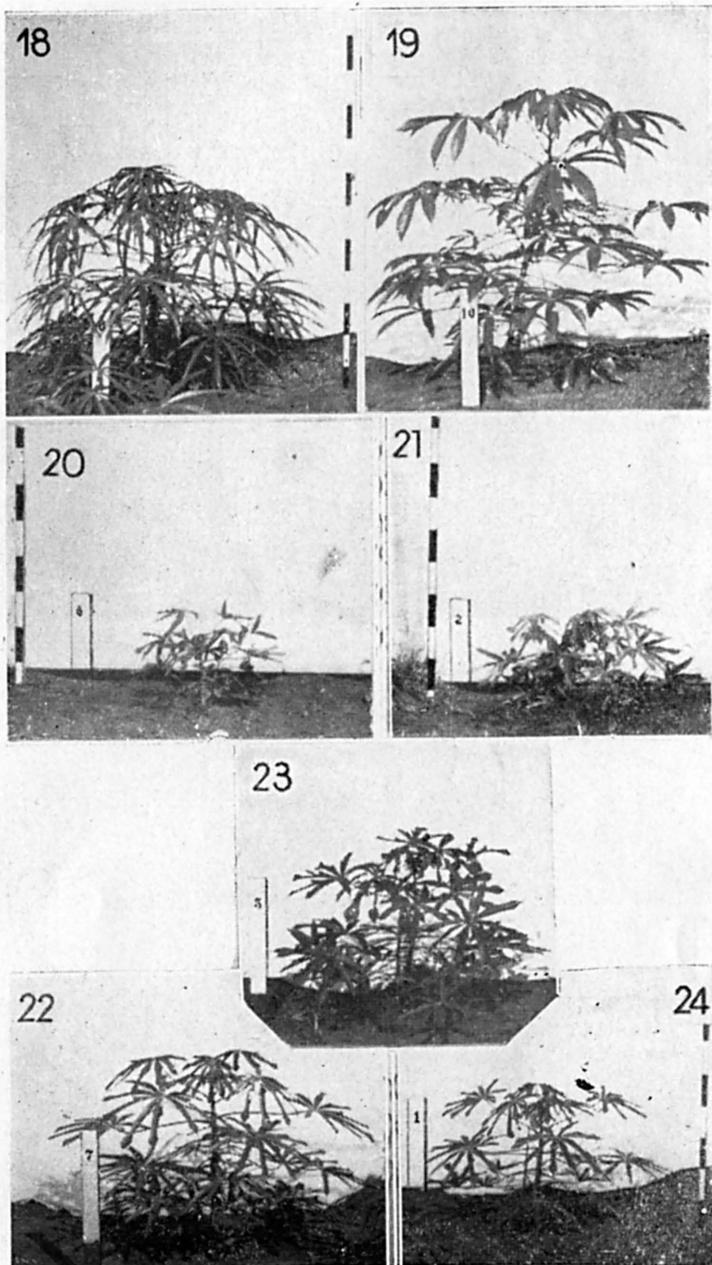










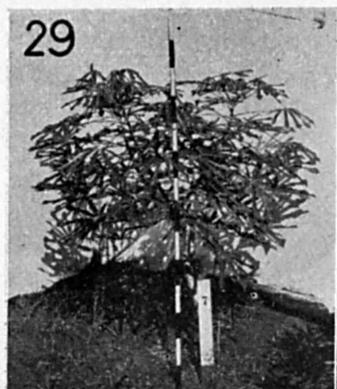


25

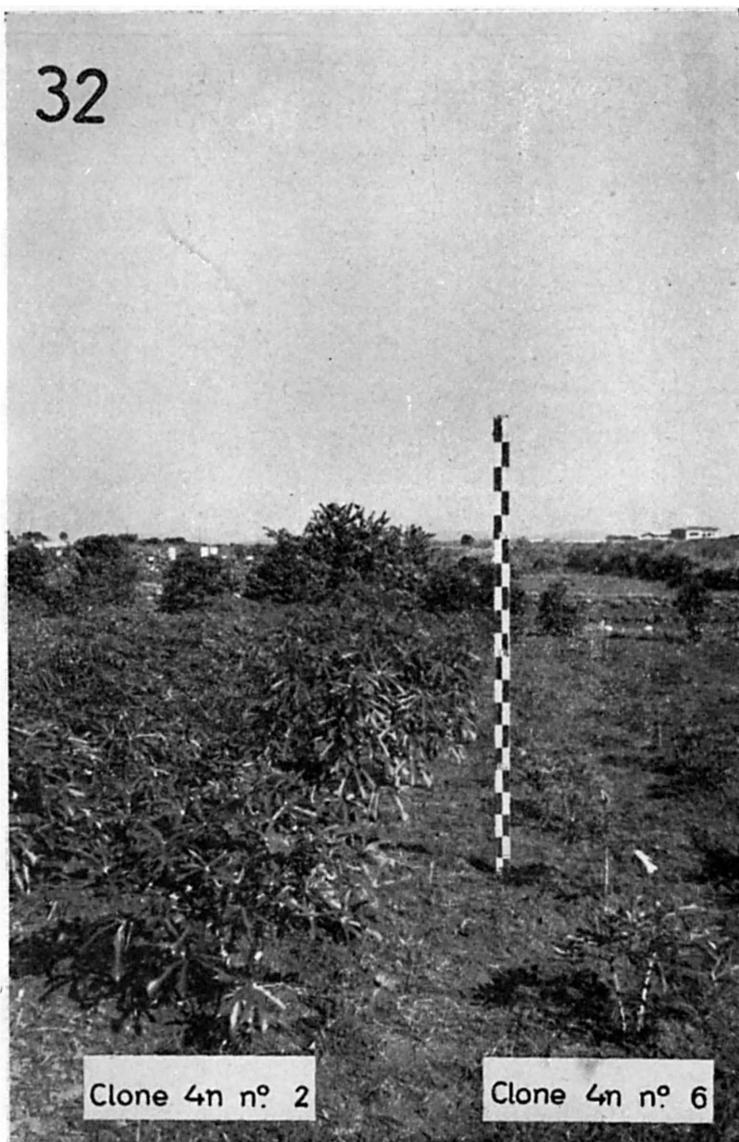


26





32



Clone 4n nº 2

Clone 4n nº 6