

ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES E ACUMULAÇÃO DE  
MATÉRIA SECA PARA DUAS CULTIVARES DE MANDIOCA  
(*Manihot esculenta*, Crantz)

JOSÉ OSMAR LORENZI

Orientador: E. Malavolta

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade  
de São Paulo, para obtenção do título de  
Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA  
Estado de São Paulo - Brasil  
Dezembro, 1978

A minha esposa, Maria Helena

A meus filhos, Alexandre  
e  
Rogério

D E D I C O

## A G R A D E C I M E N T O S

Manifestamos nossos agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho e, particularmente, as seguintes pessoas e Instituições:

- Ao Prof. Dr. Eurípedes Malavolta, pela orientação segura durante a execução deste trabalho;
- Ao Dr. José Romano Gallo, pelo apoio concedido na execução das análises químicas;
- Ao Prof. Dr. Humberto de Campos, pela orientação na condução das análises estatísticas;
- Aos colegas Araken Soares Pereira, Hilário da Silva Miranda Filho, Domingos Antonio Monteiro, Jairo Lopes de Castro e demais funcionários da Seção de Refeições e Tubérculos, pelo alto espírito de compreensão e colaboração, sem o qual não seria possível a realização do presente trabalho;
- Ao pesquisador Manuel Cláudio Motta Macedo, pelas sugestões apresentadas;
- À Bibliotecária Sonia Corrêa da Rocha, pelo auxílio nas correções das citações bibliográficas;
- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", e ao Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, pela oportunidade que nos foi concedida para frequentar o Curso de Pós-graduação;

- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro possibilitando a execução deste trabalho.

## Í N D I C E

	Página
1 - RESUMO .....	1
2 - INTRODUÇÃO .....	4
3 - REVISÃO DE LITERATURA .....	8
4 - MATERIAL E MÉTODOS .....	25
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
5.1 - Crescimento .....	33
5.2 - Nutrientes .....	40
5.2.1 - Nitrogênio .....	40
5.2.2 - Fósforo .....	46
5.2.3 - Potássio .....	52
5.2.4 - Cálcio .....	58
5.2.5 - Magnésio .....	65
5.2.6 - Enxofre .....	71
5.3 - Produção de Raízes ... ..	77
5.4 - Extração e Exportação de Nutrientes ....	79
6 - CONCLUSÕES .....	82
7 - SUMMARY .....	85
8 - LITERATURA CITADA .....	87

## 1 - RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo verificar a produção de matéria seca, absorção dos macronutrientes em diversas fases do desenvolvimento, extração e exportação dos macronutrientes e produção de raízes para as cultivares de mandioca Branca de Santa Catarina e IAC Mantiqueira.

O experimento foi instalado em área do Centro Experimental de Campinas, I.A.C., SP, no ano agrícola 1975/76, em solo de grande grupo Latossolo Roxo.

Utilizou-se uma adubação N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O de 40 - 80 - 60 kg/ha. O nitrogênio, na forma de sulfato de amônio, foi aplicado somente em cobertura aos 60 dias após a brotação.

O fósforo e o potássio, na forma de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, foram aplicados no fundo dos sulcos por ocasião do plantio.

O experimento foi irrigado duas vezes, aos 15 e 45 dias após o plantio, com a finalidade de se obter bom "stand" e uniformidade das plantas, em virtude da estiagem que ocorreu neste período.

As plantas foram amostradas em 6 (seis) épocas do desenvolvimento a intervalos regulares de 60 dias. As plantas amostradas foram divididas em raízes, hastes e folhas e analisadas para N , P , K , Ca , Mg e S .

O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso. As curvas representativas da acumulação da matéria seca e nutrientes, pela planta inteira e pelas raízes, foram obtidas a partir dos dados calculados por equações de regressão. As quantidades extraídas de nutrientes foram calculadas através do ponto de máximo destas equações.

As principais conclusões e os dados mais relevantes foram os seguintes:

- Houve diferença estatística na produção de raízes das cultivares;
- O período de maior acumulação de matéria seca foi dos 120 aos 180 dias após a emergência;
- A exigência máxima de macronutrientes coincidiu com o período de máxima acumulação de matéria seca;

- A extração de macronutrientes foi a mesma para as duas cultivares, exceto para o P . A exportação foi diferente somente para o K e S .



## 2 - INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) é considerada pela maioria dos estudiosos do assunto como planta originária do Brasil.

Atualmente, a cultura da mandioca, no mundo, estende-se numa ampla faixa compreendida entre 30º de latitude norte a sul e é conhecida como planta rústica no tocante a pragas e moléstias, a fertilidade do solo e a oscilações climáticas.

De acordo com a concentração de ácido cianídrico nas raízes (PEREIRA *et alii*, 1977), substância oriunda da hidrólise de um cianoglicosídeo comum a todas as variedades de mandioca, estas podem ser classificadas em três grupos, a saber:

mansas, até 100 ppm ; intermediárias, de 100 a 200 ppm e bravas ou tóxicas, com mais de 200 ppm.

A mandioca pode ser considerada como planta de aproveitamento integral, uma vez que suas raízes e folhas são excelentes fontes de carboidratos e proteínas, respectivamente. As raízes são largamente utilizadas na alimentação direta do homem e dos animais (variedades mansas), ou como matéria prima industrial de um grande número de produtos dos quais destacam-se o amido, farinha de mesa, raspa e farinha de raspa e álcool (variedades mansas ou bravas). As folhas, de uso bem menor, apresentam proteína suficiente para merecer maior atenção com vistas a seu aproveitamento. NORMANHA (1966) relata teores encontrados de 16 a 22% e de 19 a 40% de proteína na matéria seca das folhas, em variedades do Estado de São Paulo e Pará, respectivamente. Ressalta ainda, que as folhas possuem razoáveis teores de cálcio, fósforo, ferro e vitaminas, apresentando, por 100 gramas de folhas frescas, a seguinte variação:

Proteínas .....	4 a	7,5 g
Cálcio .....	100 a	210 mg
Ferro .....	2 a	3,5 mg
Vitamina A .....	9.000 a	13.000 U.I.
Vitamina B <sub>1</sub> ....	0,15 a	0,30 mg
Riboflavina .....	0,25 a	0,43 mg
Niacina .....	0,85 a	3,53 mg
Vitamina C .....	100 a	320 mg

Com cerca de trinta milhões de toneladas anuais, o Brasil ocupa o primeiro lugar em produção, representando aproximadamente 30% da produção mundial (NESTEL, 1973). Ela é produzida em todos estados da federação e em volume de produção, depois da cana-de-açúcar, é a mais importante do país (IBGE, 1975). Embora o rendimento nacional de 12,6 t/ha seja maior que a média mundial (9,1 t/ha, FAO, 1975) é forçoso reconhecer que a mandioca é uma de nossas culturas de mais baixa aplicação tecnológica.

A literatura mostra que a mandioca retira do solo quantidades relativamente grandes de minerais, principalmente de potássio; no entanto, no Brasil, é prática corrente cultivá-la nos solos mais pobres, mesmo sem adubação, onde ela pode competir favoravelmente com outras culturas.

A Seção de Raízes e Tubérculos — Instituto Agrônomico de Campinas, São Paulo — iniciou os estudos de adubação da mandioca em 1937 e até o presente realizou cerca de 150 ensaios nos diferentes tipos de solo do Estado de São Paulo. De uma maneira geral, o fósforo foi o elemento que mais incrementou a produção de raízes. O potássio e o nitrogênio contribuíram pouco.

Cumprе salientar que a grande maioria desses ensaios foram conduzidos em áreas temporárias e com a cultivar Branca de Santa Catarina, a mais cultivada, ainda atualmente, no Estado de São Paulo (INSTITUTO AGRONÔMICO, 1937 / 1973).

Os estudos sobre nutrição mineral da mandioca são muito escassos. Assim, torna-se necessário verificar aspectos de suas exigências minerais, principalmente em se tratando de uma cultura que os exige em grande quantidade e que promete sair da primitividade agrícola em que se encontra para tornar-se uma cultura ampla e racional, com vistas a atender à produção de álcool combustível motivado pela crise mundial de energia. Esta necessidade é reforçada pela pretensão de se utilizar amplas áreas disponíveis de cerrado, de pobreza mineral acentuada, aproveitando-se de sua fácil adaptação e rusticidade.

O presente trabalho teve por objetivo verificar as necessidades nutricionais e suas possíveis diferenças entre a cultivar IAC Mantiqueira (mandioca mansa) e a cultivar Branca de Santa Catarina (mandioca brava ou tóxica), nos seguintes aspectos:

- a) produção de matéria seca;
- b) absorção dos macronutrientes em diversas fases do desenvolvimento;
- c) extração e exportação dos macronutrientes;
- d) produção de raízes.

### 3 - REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 - Concentração de Nutrientes

A mandioca ocupa nas regiões tropicais um ponto tão importante quanto o milho e o arroz todavia, no campo da divulgação, há grande disparidade de volume entre os trabalhos a ela dedicados e os referentes às outras duas culturas, disparidade essa que implica numa diferença estimada da ordem de 5 a 6 para 1 (ALBUQUERQUE, 1969).

Trabalhos específicos sobre nutrição mineral da mandioca são escassos na literatura. Assim, a Tabela 1 resume os teores dos macronutrientes estudados, citados na literatura, em diferentes partes da planta, condições de cultivo e épocas de amostragem.

Como se pode observar, existe pequena variação nos dados apresentados que é devida, principalmente, ao reduzido número de trabalhos além de terem sido conduzidos em condições normais de cultivo, sem omissão de nutrientes. As variações existentes são devidas, entre outros fatores, a época de amostragem e cultivares utilizadas

Os intervalos de variação para cada elemento, resultantes da Tabela 1, estão contidos na Tabela 2 a/.

Pelo exposto, verifica-se que os dados obtidos em campo prevalecem sobre os demais. Também observa-se que o enxofre é o elemento menos estudado e o nitrogênio é o que apresenta maior intervalo de variação.

Estudos sobre níveis deficientes e críticos de nutrientes nas diferentes partes da planta são ainda mais reduzidos. KROCHMAL e SAMUELS (1968) cultivaram plantas de mandioca em areia lavada com solução nutritiva completa e omissão de nutrientes e analisaram as folhas, pecíolos e hastes aos 90 dias de idade. Os resultados obtidos com a solução completa já foram citados na Tabela 1. As plantas que cresceram em tratamentos deficientes (ausência do elemento), apresentaram os seguintes teores:

-----  
a/ No presente trabalho os resultados são sempre referentes a matéria seca, salvo indicação em contrário.

Tratamento	Folha	Pecíolo	Paste
Sem N (%)	2,62	0,78	0,70
Sem P (%)	0,20	0,10	0,10
Sem K (%)	1,34	1,18	1,07
Sem Ca (%)	1,83	1,75	0,37
Sem Mg (%)	0,48	0,43	0,09

MALAVOLTA *et alii* (1954) conduziram um ensaio em areia lavada com diferentes níveis de NPK, usando a variedade Branca de Santa Catarina. Os teores encontrados de nitrogênio nas raízes, (transformados do original de % proteína para % nitrogênio) aos 10 meses de idade, para os tratamentos  $N_0P_1K_1$ ,  $N_1P_1K_1$  e  $N_2P_1K_1$  foram 0,25%, 0,47% e 0,82%, respectivamente. Segundo os autores a dose dupla de nitrogênio garantiu a maior produção de raízes entretanto, acarretou uma queda na porcentagem de amido de 32% para 24% e como consequência a quantidade total de amido obtida não diferiu da dose simples.

TABELA 1 - Concentrações de nutrientes encontrados em diferentes épocas e partes, na matéria seca, da planta da mandioca

Cultura	Parte Amostrada	Época	Teores na Matéria Seca	Autores
Nitrogênio (%) ***				
Campo	Raiz pelada	Colheita	0,32	MUTHUSWAMY (1975)
Campo	Raiz	6 meses/plantio	0,28	KANAPATHY (1974)
Campo	Raiz	182 - 210 - 244 - 273	1,02 - 1,11 - 0,91 - 0,96	OELSGLIGLE (1975)
		305 - 343 dias/plantio	0,78 - 0,82	
Campo	Raiz	8 - 9 - 10 - 11	0,69 - 0,77 - 0,80 - 0,79	MENDES (1940)
		12 - 13 meses/plantio	0,62 - 0,58	
Campo	Raiz pelada	Sem especificação	0,47	NGONGI (1976)
Campo	Raiz	2 - 4 - 6 - 8	1,03 - 0,45 - 0,36 - 0,28	NIJHOLT (1935)
		10 - 12 - 14 meses/plantio	0,22 - 0,18 - 0,17	
Campo	Haste	6 meses/plantio	0,61	KANAPATHY (1974)
Vaso	Haste	90 dias/plantio	0,60	KROCHMAL e SAMUELS (1968)
Campo	Parte aérea	48 - 77 - 123 - 152	4,79 - 3,84 - 4,64 - 4,83	OELSGLIGLE (1975)
		182 - 210 - 244 - 273	4,04 - 3,14 - 2,83 - 2,41	
		305 - 343 dias/plantio	1,85 - 1,69	
Campo	Haste	2 - 4 - 6 - 7	2,26 - 1,15 - 1,07 - 1,10	MENDES (1940)
		8 - 9 - 12 - 13 meses/plantio	1,13 - 1,46 - 2,03 - 1,67	

-----  
 Continua ...



TABELA 1 - Continuação

Cultura	Parte Amostrada	Época	Teores na Matéria Seca	Autores
<u>Nitrogênio (%)</u>				
Campo	Haste	2 - 4 - 6 - 8	0,88 - 0,81 - 0,64 - 0,49	NIJHOLT (1935)
Campo	Folha	10 - 12 - 14 meses/plantio	0,48 - 0,44 - 0,48	
Campo	Folha nova	6 meses/plantio	3,18	KANAPATHY (1974)
Vaso	Folha velha	Sem especificação	5,50	COURS <i>et alii</i> (1953)
	Folho	90 dias/plantio	5,00	
	Pecíolo		2,80	KROCHMAL e SAMUELS (1968)
			0,86	
Campo	Folha	2 - 4 - 6 - 7	5,22 - 4,09 - 3,82 - 3,31	MENDES (1940)
		8 - 9 - 11 - 12	3,30 - 3,01 - 4,94 - 4,26	
		13 meses/plantio	4,29	
Campo	Folha nova	20 meses/plantio	4,31 - 4,82	ROCHE <i>et alii</i> (1957)
Campo	Folha	2 - 4 - 6 - 8	3,28 - 3,41 - 3,06 - 3,20	NIJHOLT (1935)
		10 - 12 - 14 meses/plantio	2,79 - 2,47 - 2,34	
<hr/>				
<u>Fósforo (%)</u>				
Campo	Raiz ***	Colheita	0,13	MUTHUSWAMY (1975)
Campo	Raiz *	Colheita	0,13	SOLORZANO e BORNEMISZA (1976)
<hr/>				
Continua ...				

TABELA 1 - Continuação

Cultura	Parte Amostrada	Época	Teores na Matéria Seca	Autores
<u>Fósforo (%)</u>				
Campo	Raiz	6 meses/plantio	0,12	KANAPATHY (1974)
Campo	Raiz **	Colheita	0,10	BARRIOS e BRESSANI (1967)
Campo	Raiz	182 - 210 - 244 - 273	0,15 - 0,13 - 0,13 - 0,10	OELSLIGLE (1975)
Campo	Raiz	305 - 343 dias/plantio	0,11 - 0,10	
Campo	Raiz	Colheita	0,09 - 0,10	MENDES (1940)
Campo	Raiz	2 - 4 - 6 - 8	0,19 - 0,11 - 0,11 - 0,09	NIJHOLT (1935)
Campo	Haste *	10 - 12 - 14 meses/plantio	0,10 - 0,09 - 0,11	
Campo	Haste	Colheita	0,16	SOLORZANO e BORNEMIS ZA (1976)
Campo	Haste	6 meses/plantio	0,49	KANAPATHY (1974)
Vaso	Haste	90 dias/plantio	0,36	KROCHMAL e SAMUELS (1968)
Campo	Parte aérea	48 - 77 - 123 - 152	0,30 - 0,21 - 0,27 - 0,34	OELSLIGLE (1975)
Campo		182 - 210 - 244 - 273	0,28 - 0,25 - 0,27 - 0,22	
Campo		305 - 343 dias/plantio	0,18 - 0,18	
Campo	Haste	Colheita	0,12 - 0,14	MENDES (1940)

-----  
 Continua ...

TABELA 1 - Continuação

Cultura	Parte Amostrada	Época	Teores na Matéria Seca	Autores
<u>Fósforo (%)</u>				
Campo	Haste	2 - 4 - 6 - 8	0,27 - 0,21 - 0,13 - 0,12	NIJHOLT (1935)
		10 - 12 - 14 meses/plantio	0,12 - 0,12 - 0,12	
Campo	Folha	Colheita	0,31	SOLORZANO e BORNEMIS ZA (1976)
Campo	Folha	6 meses/plantio	0,33	KANAPATHY (1974)
Campo	folha **	Colheita	0,19	BARRIOS e BRESSANI (1967)
Campo	Folha nova	Sem especificação	0,40	COURS <i>et alii</i> (1953)
	Folha velha		0,30	
Vaso	Folhíolo	90 dias/plantio	0,25	KROCHMAL e SAMUELS (1968)
	Pecíolo		0,24	
Campo	Folha	Colheita	0,26	MENDES (1940)
Campo	Folha nova	20 meses/plantio	0,33 - 0,37	ROCHE <i>et alii</i> (1957)
Campo	Folha	2 - 4 - 6 - 8	0,29 - 0,27 - 0,24 - 0,24	NIJHOLT (1985)
		10 - 12 - 14 meses/plantio	0,22 - 0,23 - 0,23	

Continua ...

TABELA 1 - Continuação

Cultura	Parte Amostrada	Época	Teores na Matéria Seca	Autores
<u>Potássio (%)</u>				
Campo	Raiz ***	Colheita	1,06	MUTHUSWAMY (1975)
Campo	Raiz *	6 meses/plantio	0,57	KANAPATHY (1974)
Campo	Raiz	Colheita	1,33	SOLORZANO e BORNEMIS ZA (1976)
Campo	Raiz	182 - 210 - 244 - 273	1,23 - 1,10 - 0,92 - 0,77	OELSIGLE (1975)
Campo	Raiz	305 - 343 dias/plantio	0,64 - 0,59	
Campo	Raiz	Colheita	0,94 - 1,19	MENDES (1940)
Campo	Raiz pelada	Sem especificação	0,80	NGONGI (1976)
Campo	Raiz	2 - 4 - 6 - 8	2,13 - 1,47 - 1,41 - 1,18	NIJHOLT (1935)
Campo	Raiz	10 - 12 - 14 meses/plantio	1,07 - 1,14 - 1,19	
Campo	Haste	6 meses/plantio	1,13	KANAPATHY (1974)
Vaso	Haste	90 dias/plantio	1,92	KROCHMAL e SAMUELS (1968)
Campo	Haste *	Colheita	1,40	SOLORZANO E BORNEMIS ZA (1976)
Campo	Parte aérea	48 - 77 - 123 - 152	2,53 - 1,93 - 1,85 - 1,98	OELSIGLE (1975)
		182 - 210 - 244 - 273	1,39 - 1,05 - 1,15 - 0,89	
		305 - 343 dias/plantio	0,93 - 0,77	

Continua ...

TABELA 1 - Continuação

Cultura	Parte Amostrada	Época	Teores na Matéria Seca	Autores
<u>Potássio (%)</u>				
Campo	Haste	Colheita	1,23 - 1,40	MENDES (1940)
Campo	Haste	2 - 4 - 6 - 8	1,96 - 1,69 - 1,53 - 1,52	NIJHOLT (1935)
Campo	Folha *	10 - 12 - 14 meses/plantio	1,53 - 1,38 - 1,26	
Campo	Folha *	6 meses/plantio	1,33	KANAPATHY (1974)
Campo	Folha	Colheita	2,34	SOLORZANO e BORNEMIS ZA (1976)
Campo	Folha nova	Sem especificação	1,20	COURS <i>et alii</i> (1953)
Vaso	Folha velha		0,70	
Vaso	Folhíolo	90 dias/plantio	1,27	KROCHMAL e SAMUELS (1968)
Campo	Pecíolo		1,56	
Campo	Folha	Colheita	1,38 - 1,44	MENDES (1940)
Campo	Folha nova	20 meses/plantio	0,58 - 0,90	ROCHE <i>et alii</i> (1957)
Campo	Folha	2 - 4 - 6 - 8	2,21 - 2,05 - 2,11 - 2,16	NIJHOLT (1935)
		10 - 12 - 14 meses/plantio	2,00 - 1,61 - 1,33	

Continua ...

TABELA 1 - Continuação

Cultura	Parte Amostrada	Época	Teores na Matéria Seca	Autores
<u>Cálcio (%)</u>				
Campo	Raiz ***	Colheita	0,09	MUTHUSWAMY (1975)
Campo	Raiz **	6 meses/plantio	0,10	KANAPATHY (1974)
Campo	Raiz **	Colheita	0,08	BARRIOS e BRESSANI (1967)
Campo	Raiz *	Colheita	0,09	SOLORZANO e BORNEMIS ZA (1976)
Campo	Raiz	Colheita	0,14 - 0,23	MENDES (1940)
Campo	Raiz	2 - 4 - 6 - 8	0,48 - 0,22 - 0,16 - 0,13	NIJHOLT (1935)
Campo	Haste *	10 - 12 - 14 meses/plantio	0,15 - 0,16 - 0,19	KANAPATHY (1974)
Campo	Haste *	6 meses/plantio	0,52	SOLORZANO e BORNEMIS ZA (1976)
Vaso	Haste	Colheita	0,74	KROCHMAL e SAMUELS (1968)
		90 dias/plantio	0,88	
Campo	Haste	Colheita	0,55 - 1,35	MENDES (1940)
Campo	Haste	2 - 4 - 6 - 8	1,07 - 1,03 - 0,78 - 0,69	NIJHOLT (1935)
		10 - 12 - 14 meses/plantio	0,73 - 0,70 - 0,72	

Continua ...

TABELA 1 - Continuação

Cultura	Parte Amostrada	Época	Teores na Matéria Seca	Autores
<u>Cálcio (%)</u>				
Campo	Folha **	6 meses/plantio	1,08	KANAPATHY (1974)
Campo	Folha	Colheita	1,30	BARRIOS e BRESSANI (1967)
Campo	Folha *	Colheita	1,22	SOLOZZANO e BORNEMIS ZA (1976)
Campo	Folha nova	Sem especificação	0,70	COURS <i>et alii</i> (1953)
	Folha velha		1,40	
Vaso	Folha	120 dias/plantio	1,10	HOWELER (1975)
Vaso	Folhíolo	90 dias/plantio	2,23	KROCHMAL e SAMUELS (1968)
	Pecíolo		5,86	
Campo	Folha	Colheita	2,01 - 2,56	MENDES (1940)
Campo	Folha	2 - 4 - 6 - 8	1,13 - 1,38 - 1,37 - 1,43	NIJHOLT (1935)
		10 - 12 - 14 meses/plantio	1,39 - 1,48 - 1,61	
-----				
<u>Magnésio (%)</u>				
Campo	Raiz ***	Colheita	0,06	MUTHUSWAMY (1975)
Campo	Raiz	6 meses/plantio	0,14	KANAPATHY (1974)
-----				

Continua ...

TABELA 1 - Continuação

Cultura	Parte Amostrada	Época	Teores na Matéria Seca	Autores
<u>Magnésio (%)</u>				
Campo	Raiz *	Colheita	0,06	SOLORZANO e BORNEMIS ZA (1976)
Campo	Raiz	Colheita	0,11 - 0,23	MENDES (1940)
Campo	Raiz	2 - 4 - 6 - 8	0,16 - 0,07 - 0,06 - 0,05	NIJHOLT (1935)
Campo	Haste	10 - 12 - 14 meses/plantio	0,07 - 0,06 - 0,07	
Campo	Haste *	6 meses/plantio	0,36	KANAPATHY (1974)
Campo	Haste	Colheita	0,24	SOLORZANO e BORNEMIS ZA (1976)
Vaso	Haste	90 dias/plantio	0,07	KROCHMAL e SAMUELS (1968)
Campo	Haste	Colheita	0,35 - 0,47	MENDES (1940)
Campo	Haste	2 - 4 - 6 - 8	0,30 - 0,27 - 0,20 - 0,15	NIJHOLT (1935)
Campo	Folha *	10 - 12 - 14 meses/plantio	0,17 - 0,15 - 0,17	
Campo	Folha	6 meses/plantio	0,64	KANAPATHY (1974)
Campo	Folha	Colheita	0,30	SOLORZANO e BORNEMIS ZA (1976)
Campo	Folha nova	Sem especificação	0,30	COURS <i>et alii</i> (1953)

-----  
 Continua ...



TABELA 1 - Continuação

Cultura	Parte Amostrada	Época	Teores na Matéria Seca	Autores
<u>Magnésio (%)</u>				
Campo	Folha velha	Sem especificação	0,40	COURS <i>et alii</i> (1953)
Vaso	Folha	120 dias/plantio	0,45	HOWELER (1975)
Vaso	Folhólo	90 dias/plantio	0,55	KROCHMAL e SAMUELS (1968)
	Pecíolo		1,23	
Campo	Folha	Colheita	0,51 - 0,52	MENDES (1940)
Campo	Folha	2 - 4 - 6 - 8	0,33 - 0,28 - 0,27 - 0,28	NIJHOLT (1935)
		10 - 12 - 14 meses/plantio	0,28 - 0,29 - 0,35	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
<u>Enxofre (%)</u>				
Campo	Raiz pelada	Sem especificação	0,06	NGONGI (1976)
Vaso	Folha	120 dias/plantio	0,16	HOWELER (1975)
Campo	Lâmina Foliar	Sem especificação	0,37	NGONGI (1976)

(\*) Calculada a média de três variedades

(\*\*) Calculada a média de oito variedades

(\*\*\*) Média de 45 variedades

TABELA 2 - Intervalos de variação para cada elemento nas diversas partes da planta

Parte da Planta	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
Raiz	0,17 - 1,11	0,09 - 0,15	0,57 - 2,13	0,08 - 0,48	0,05 - 0,23	0,06
Haste	0,44 - 2,26	0,12 - 0,49	1,13 - 1,96	0,52 - 1,35	0,15 - 0,47	-----
Folha	2,34 - 5,50	0,19 - 0,40	0,70 - 2,34	0,70 - 2,56	0,27 - 0,64	0,16 - 0,37

### 3.2 - Extração e Exportação de Nutrientes

Na Tabela 3 são apresentadas as amplitudes de variação da extração de nutrientes pela planta inteira correspondente a produção de 1 (uma) tonelada de raízes e da extração de nutrientes somente pelas raízes, ou seja, as quantidades exportadas. Estes valores são oriundos dos dados obtidos da literatura (Tabelas 4 e 5) que, para facilidade de comparação, foram transformados para quilos por tonelada de raízes.

TABELA 3 - Extração e exportação de nutrientes por uma tonelada de raízes de mandioca, em kg

Elementos	Extração	Média	Exportação	Média
Nitrogênio	1,93 - 20,10	6,78	0,70 - 6,85	2,22
Fósforo	6,67 - 2,40	1,33	0,29 - 0,77	0,48
Potássio	4,69 - 14,96	7,28	1,77 - 7,14	3,51
Cálcio	1,00 - 9,90	3,51	0,28 - 1,34	0,66
Magnésio	0,46 - 2,20	1,19	0,05 - 1,08	0,39

Verificam-se diferenças acentuadas nos dados obtidos pelos diversos autores, as quais são devidas, principalmente, por terem trabalhado com cultivares diferentes e condições variadas de clima, solo e tratos culturais.

TABELA 4 - Extração de nutrientes (planta inteira), em quilos, para a produção correspondente a uma tonelada de raízes de mandioca (\*)

	Elementos					Autores
	N	P	K	Ca	Mg	
5,68	1,74	5,97	---	1,48	---	KANAPATHY (1970)
4,24	1,83	5,66	2,23	1,70	---	KANAPATHY (1974)
8,53	0,95	4,95	---	---	---	OELSLIGLE (1975)
2,50	0,92	9,04	3,06	0,99	---	NIJHOLT (1935)
1,93	0,70	7,53	2,40	0,66	---	NIJHOLT (1935)
5,00	0,80	5,00	1,20	0,50	---	COURS <i>et alii</i> (1953)
2,88	---	---	---	---	---	FOX <i>et alii</i> (1975)
---	1,94	14,96	6,16	2,03	---	SOLORZANO e BORNEMISZA (1976)
20,10	2,40	9,00	9,90	2,20	---	BONNEFOY (1933)
6,02	0,67	5,95	1,00	0,69	---	DUFOURNET e GOARIN (1957)
10,96	1,38	4,69	2,15	0,46	---	DUFOURNET e GOARIN (1957)

(\*) Os dados, em sua maioria, foram transformados do original para kg/t .

TABELA 5 - Exportação de nutrientes (raízes), em quilos, correspondente a uma tonelada de raízes de mandioca (\*)

	Elementos						Autores
	N	P	K	Ca	Mg	S	
1,83	0,39	2,76	---	0,18	---	KANAPATHY (1970)	
4,05	0,49	2,91	---	---	---	DELSIGLE (1975)	
1,03	0,45	2,13	0,37	0,49	---	KANAPATHY (1974)	
2,20	0,44	1,92	---	---	---	CATANI et alii (1954)	
3,00	0,50	3,50	0,60	0,10	---	COURS et alii (1953)	
1,90	---	---	---	---	---	FOX et alii (1975)	
---	0,43	4,21	0,28	0,18	---	SOLORZANO e BORNEMISZA (1976)	
0,70	0,44	2,80	1,00	0,05	---	BONNEFOY (1933)	
1,82	0,36	1,77	0,34	1,08	---	VELLY (1969)	
2,00	0,73	7,14	---	---	---	In: DE GEUS (1967)	
2,13	0,68	5,81	1,34	---	---	In: DE GEUS (1967)	
3,64	0,40	4,40	0,60	0,14	---	DUFURNET e GOARIN (1957)	
6,85	0,77	3,50	1,00	0,12	---	DUFURNET e GOARIN (1957)	
0,72	0,53	5,08	0,65	0,37	---	NIJHOLT (1935)	
0,70	0,44	4,91	0,79	0,28	---	NIJHOLT (1935)	
1,83	0,37	1,80	0,36	1,08	---	In: DULONG (1971)	
1,00	0,29	2,64	---	---	---	HONGSAPAN (1962)	
3,00	0,35	3,80	0,64	0,60	---	MENDES (1940)	
1,49	0,49	2,11	---	---	---	MEJIA FRANCO (1964)	

(\*) Os dados, em sua maioria, foram transformados do original para kg/t

#### 4 - MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas as cultivares de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) Branca de Santa Catarina e IAC Mantiqueira, a primeira foi introduzida e, a segunda, criada e selecionada pela Seção de Raízes e Tubérculos do Instituto Agronômico de Campinas, SP. A descrição geral dessas cultivares é a seguinte:

##### Branca de Santa Catarina

Introduzida do Estado de Santa Catarina em 1935. Planta de porte alto, folhas largas com 3 ou 5 lobos, hastes maduras claras e brotos novos vermelhos, película suberosa da raiz clara, lisa com anéis arroxeados, córtex branco e polpa branca. Considerada mandioca brava ou tóxica, contendo em média 300 ppm de ácido cianídrico na polpa fresca.

### Mantiqueira (IAC 24-2)

Obtida por cruzamento aberto em 1956. Planta de porte alto, folhas largas com 7, 8 ou 9 lobos, hastes maduras arroxeadas e brotos novos verde arroxeados, película suberosa da raiz marrom, áspera, córtex externamente arroxeadado e polpa branca. Considerada mandioca mansa ou aipim, contendo em média 60 ppm de ácido cianídrico na polpa fresca.

O experimento foi instalado no Centro Experimental de Campinas, do Instituto Agronômico de Campinas, SP, situado à 22°05' Latitude Sul e 47°05' Longitude Oeste a 669 metros de altitude, cujo clima, segundo a classificação de Koeppen é do tipo Cwa (SETZER, 1966).

O solo do ensaio é classificado como Latossol roxo, cujas características químicas e granulométricas nas profundidades de 0 - 20, 20 - 40 e 40 - 60 cm acham-se na Tabela 6.

Os dados de temperatura média do ar e da distribuição hídrica durante o período estudado e as normais de 20 anos (1956/1976) encontram-se na Tabela 7.

O experimento foi irrigado duas vezes, uma no início de agosto por ocasião da emergência das plantas e a outra um mês após. A finalidade desta operação foi garantir bom "stand" e uniformidade das plantas, em virtude da estiagem que ocorreu neste período (Tabela 7).

Todos os tratamentos foram adubados com a fórmula 40 - 80 - 60 Kg/ha de N ,  $P_2O_5$  e  $K_2O$  , respectivamente. O nitrogênio, na forma de sulfato de amônio, foi aplicado somente em cobertura aos 60 dias após a brotação. O fósforo e o potássio, nas formas de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, foram aplicados nos sulcos de plantio e misturados com a terra.

As manivas de ambas as cultivares provieram da Estação Experimental de Piracicaba, SP, as quais receberam os mesmos tratos culturais e apresentavam-se sadias e com cerca de um ano de idade. Foram cortadas com serra circular no tamanho de 25 cm e plantadas pelo sistema comum, horizontalmente, no espaçamento de 1,0 x 0,6 m . As parcelas foram constituídas de 108 plantas cada, compostas de 9 linhas de 12 plantas.

As amostragens das plantas foram feitas em 6 épocas do desenvolvimento colhendo-se 3 plantas inteiras por repetição, devidamente circundadas por plantas competitivas. A primeira amostragem foi feita 60 dias após a brotação e as outras a intervalos de 60 dias até o fim do primeiro ciclo vegetativo.

Informações mais detalhadas à respeito das cultivares por ocasião das amostragens encontram-se na Tabela 8 .

Após a coleta, as plantas foram separadas nas partes: folhas (folíolos + pecíolos) , hastes e raízes tuberosas. As amostras foram pesadas, lavadas, secas e moídas segundo SAR RUGE e HAAG (1974).



As análises químicas foram efetuadas na Seção de Química Analítica do Instituto Agrônomo, Campinas, SP, de acordo com os seguintes métodos: N e P pelo Autoanalisador I TECHNICON, a partir de amostras digeridas segundo CONCON e SOLTESS (1973), sendo o P pelo método colorimétrico do ácido fosfovandomolibdico - amarelo (LOTT *et alii*, 1956) e o N pelo fenol alcalino (GEHRKE *et alii*, 1973) ; S pelo Autoanalisador II TECHNICON segundo TEIXEIRA et alii (1976) ; Ca e Mg (BATAGLIA e GALLO, 1972) e K (PERKIN-ELMER, 1971).

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso com 2 (dois) tratamentos e 4 (quatro) repetições, dispostos em parcelas subdivididas para 6 (seis) épocas de colheita (GOMES, 1973).

Deste modo, procedeu-se a análise da variância, incluindo todas as épocas amostradas, para matéria seca total (raízes, hastes e folhas), matéria seca e fresca das raízes ambas em gramas por planta e para os nutrientes N , P , K , Ca , Mg e S , em miligramas por planta, contidos nas raízes e na planta inteira.

As equações de regressão assim como os respectivos pontos de máximo e de inflexão, quando couberam, foram calculadas para as quantidades acumuladas de matéria seca total, matéria seca e frescas das raízes e N , P , K , Ca , Mg e S na planta inteira e raízes, pelas cultivares em função do tempo.

A escolha da curva de regressão recaiu sobre aquela de maior grau, até o 4º grau, cujo componente mais elevado foi significativo ao nível de 5% de probabilidade. Para determinar o ponto de máximo foram obtidas as raízes da equação diferencial de primeira ordem e a quantidade máxima foi calculada pela substituição desse valor na equação principal. O ponto de inflexão foi obtido pela resolução da diferencial de segunda ordem.

TABELA 6 -- Resultados da análise química e granulométrica do solo do experimento

ANÁLISE QUÍMICA (*)									
Profundidade (cm)	pH	Matéria Orgânica %	Al <sup>+3</sup> e.mg / 100 ml	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup> T.F.S.A.	K µg/ml	P	T.F.S.A.	
								e.mg / 100 ml	µg/ml
0 - 20	4,9	3,4	0,3	1,2	0,5	76			2
20 - 40	4,9	2,8	0,5	0,7	0,3	38			1
40 - 60	5,2	2,6	0,2	0,8	0,3	26			1

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (**)							
Profundidade (cm)	Argila %	Limo %	Areia fina %	Areia grossa %	Classificação	T.F.S.A.	
						e.mg / 100 ml	µg/ml
0 - 20	62,5	5,0	13,2	19,3	Muito argiloso		
20 - 40	62,5	7,5	11,0	19,0	Muito argiloso		
40 - 60	65,0	6,2	13,3	15,5	Muito argiloso		

(\*) Seção de Fertilidade do Solo, IAC, SP

(\*\*) Seção de Pedologia, IAC, SP

TABELA 7 - Temperatura média do ar e distribuição hídrica no Centro Experimental de Campinas, IAC, SP, nos meses de execução do experimento (\*)

Meses	Precipitação natural		Temperatura	
	Média de 20 anos (mm)	75/76 (mm)	Média de 20 anos (°C)	75/76 (°C)
Julho	33,4	39,4	17,2	15,7
Agosto	35,0	0,0	18,9	21,3
Setembro	57,4	23,9	20,7	21,5
Outubro	139,0	214,9	21,2	21,0
Novembro	136,9	252,2	21,8	21,2
Dezembro	214,0	181,0	22,5	23,1
Janeiro	240,5	261,5	23,1	23,1
Fevereiro	216,0	276,4	23,0	21,6
Março	132,8	166,6	22,6	22,5
Abril	61,3	84,7	20,8	20,4
Maiο	50,3	151,1	18,2	17,8
Junho	44,9	86,1	17,2	16,5
Julho	---	138,7	---	16,1
Agosto	---	105,3	---	18,3
Setembro	---	182,3	---	18,3

(\*) Seção de Climatologia Agrícola, IAC, SP

TABELA 8 - Observações efetuadas sobre as cultivares nos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas. Centro Experimental de Campinas, IAC, SP.  
1975/76 (\*)

Cultivar	Observações	Dias após o início da brotação					
		59	117	178	240	301	360
Branca de Santa Catarina	Altura da planta em cm	17,4	65,4	187,5	215,9	236,5	216,2
	Número de raízes tuberosas	---	---	9,2	6,6	6,8	6,3
	Número de folhas presentes	15,0	37,4	166,3	143,2	12,2	21,0
	Número de folhas ausentes	1,3	6,9	60,3	145,7	320,3	295,8
	Número total de folhas	16,3	44,3	226,6	288,9	332,5	316,8
	Número de hastes primárias	1,6	1,2	1,8	1,3	1,8	1,6
Mantiqueira	Diâmetro da haste primária a 5 cm do solo em mm	5,5	14,0	21,8	23,4	22,0	23,5
	Altura da planta em cm	19,6	57,9	169,2	212,5	220,8	213,7
Mantiqueira	Número de raízes tuberosas	---	---	8,9	10,0	9,4	9,7
	Número de folhas presentes	17,4	41,9	97,8	161,4	18,2	11,2
	Número de folhas ausentes	2,6	9,4	48,9	140,5	253,5	242,8
	Número total de folhas	20,0	51,3	146,7	301,9	271,7	254,0
	Número de hastes primárias	1,6	1,5	1,3	1,7	1,5	1,5
	Diâmetro da haste primária a 5 cm do solo em mm	5,8	12,0	22,5	23,0	24,3	23,8
Datas	Plantio	Início da brotação					
	18/07/75	03/08/75	01/10/75	28/11/75	28/01/76	31/03/76	31/05/76
							29/07/76

(\*) Média de quatro repetições

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 - Crescimento

Na Tabela 9 são apresentados os dados referentes à a cumulação de matéria seca nos Órgãos das cultivares em função do crescimento.

A análise da variância foi conduzida para a produção da planta inteira e para a produção de raízes e os resultados constam da Tabela 10.

Verifica-se que houve diferença significativa na pro dução de matéria seca das raízes, sendo a cultivar Mantiqueira mais produtiva que a outra. A interação cultivar x época também foi significativa ao nível de 5% de probabilidade o que in

dica que as cultivares comportaram-se diferentemente em relação as épocas de acumulação de matéria seca nas raízes. Quando se considera a planta inteira não se observa diferença entre as cultivares, isto ocorreu, provavelmente, porque a cultivar Branca de Santa Catarina produziu mais parte aérea (hastes + folhas) que a Mantiqueira, compensando a diferença na produção de raízes.

As curvas de regressão ajustadas recaíram, para as duas cultivares, em equações de 2º grau para as raízes e 4º grau para a planta inteira (Figura 1).

Na Tabela 11 são apresentados para as duas cultivares o ponto de máximo, em dias, e a respectiva quantidade e o ponto de inflexão, correspondente à época em que a taxa de acumulação passa a ser máxima, obtidos através das equações ajustadas. A cultivar Mantiqueira atingiu o ponto de máximo, para a planta inteira e raízes, antes da Branca de Santa Catarina, evidenciando ser mais precoce que esta.

A marcha de acumulação, ressaltando as variações devido a condição de clima, solo, tratos culturais e cultivar empregado, está de acordo com NIJHOLT (1935) ; ORIOLI (1967) e OELSLIGLE (1975).

As duas cultivares atingiram o ponto de inflexão na mesma época (161 dias) para a acumulação de matéria seca total. Assim, no período de 120 a 180 dias acumularam em média 114,2 e 95,7 Kg/ha/dia e no período de 180 a 240 dias, 88,5 e 76,9 Kg/ha/dia, respectivamente, para as cultivares Mantiquei-

ra e Branca de Santa Catarina. Estes períodos corresponderam aos meses de dezembro a março que normalmente apresentam alta precipitação pluviométrica e temperatura (Tabela 7) concorrendo para o elevado desenvolvimento vegetativo da mandioca. A taxa de acumulação máxima obtida está de acordo com a encontrada por COURTS (1951) de 10 - 12,5 g/m<sup>2</sup>/dia (100 - 125 Kg/ha/dia) de matéria seca.

A mandioca, à medida que cresce, perde gradativamente suas folhas em função de fatores ambientais e fisiológicos (MENDES, 1940 ; COURTS, 1951 ; VIÉGAS, 1976). Nas condições do Estado de São Paulo ela chega a ficar totalmente desfolhada na época mais fria e seca do ano. Em virtude da queda gradativa das folhas torna-se difícil avaliar a produção real de matéria seca. Pelos dados das Tabelas 8 e 9 e considerando o peso seco das folhas caídas igual ao peso seco das folhas presentes obteríamos uma taxa máxima aproximada para o cultivar Mantiqueira de 12,7 e 11,7 g/m<sup>2</sup>/dia nos períodos de 120 a 180 e 180 a 240 dias, respectivamente, bem abaixo, portanto, de 20 g/ha/dia que HUNT *et alii* (1977) acham ser possível quando se considera a perda de folhas e cultivo sob boas condições climáticas e edáficas.

A queda que pode ocorrer, no final do ciclo, na matéria seca das raízes, bastante evidente na cultivar Mantiqueira, é devida, provavelmente, a mobilização do amido para recompor a parte aérea e assim iniciar o segundo ciclo vegetativo.



TABELA 9 - Produção de matéria seca pelas cultivares em diferentes estádios de desenvolvimento das plantas (\*\*)

Dias após Brotação <sup>a</sup>	Branca de Santa Catarina				IAC - Mantiqueira			
	Raiz	Haste	Folha	Total	Raiz	Haste	Folha	Total
60	---	0,9	1,6	2,5	---	1,2	2,1	3,3
kg/ha *	---	15	27	42	---	20	35	55
120	---	14,9	35,3	50,2	---	13,4	32,9	46,3
kg/ha *	---	248	588	836	---	223	548	771
180	99,6	241,2	136,3	477,1	150,0	141,9	110,2	402,1
kg/ha *	1.660	4.020	2.272	7.952	2.500	2.365	1.837	6.702
240	265,7	327,5	76,2	669,4	419,3	287,4	88,1	794,8
kg/ha *	4.428	5.458	1.270	11.156	6.988	4.790	1.468	13.246
300	333,5	436,1	3,1	772,7	485,3	309,5	3,4	798,2
kg/ha *	5.558	7.268	52	12.878	8.088	5.158	57	13.303
360	397,4	419,7	1,4	818,5	472,7	295,2	0,6	768,5
kg/ha *	6.623	6.995	23	13.641	7.878	4.920	10	12.808

(\*) Calculado para uma população de 16.666 plantas

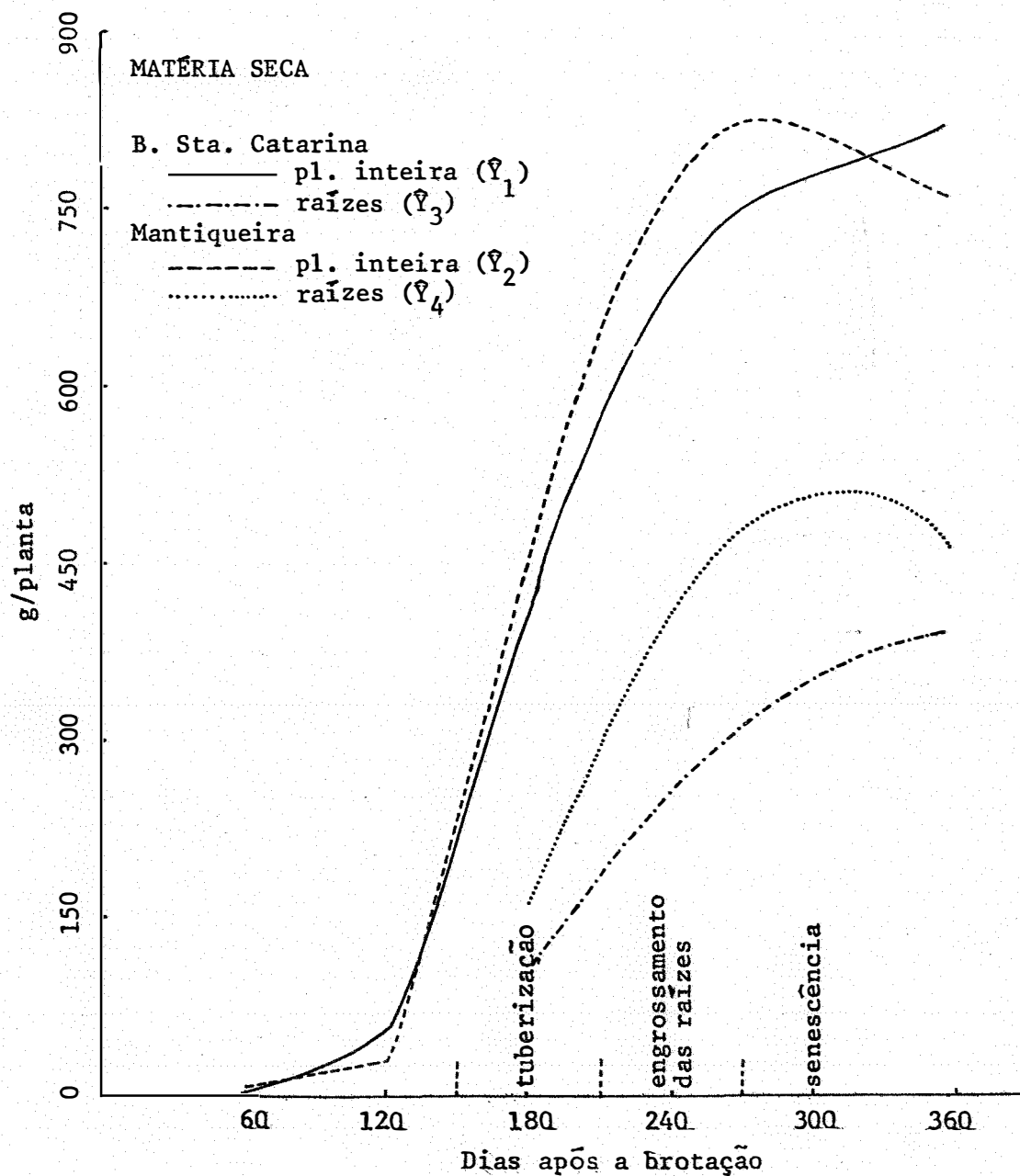
(\*\*) Média de quatro repetições

TABELA 10 - Análise da variância global para acumulação de matéria seca pela planta inteira e pelas raízes

Causa de Variação	Graus de Liberdade		Quadrado Médio	
	Planta inteira	Raízes	Planta inteira	Raízes
Blocos	3	3	30.143,09	14.329,05
Cultivares	1	1	3.216,12	92.977,51 *
Resíduo (A)	3	3	4.157,18	5.743,35
-----				
Parcelas	7	7		
-----				
Épocas	5	3	1.076.641,56 **	158.919,97 **
Cult. x Épocas	5	3	6.910,08	5.592,97 *
Blocos x Épocas	15	9	13.671,98	9.507,81 *
Resíduo (B)	15	9	5.110,86	1.090,07
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>31</b>		
	C. V. Res. (A)		14,0%	23,1%
	C. V. Res. (B)		15,5%	10,1%

TABELA 11 - Pontos de inflexão, pontos de máximo e respectivas quantidades máximas acumuladas de matéria seca pelas cultivares

Cultivar	Ponto de Máximo		Quantidade Acumulada			Ponto de Inflexão	
	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)	Planta Inteira (g/pl)	Raízes (s/pl)	Raízes (Kg/ha)	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)
Branca Santa Catarina	315	360	778,1	392,6	6.543	161	---
Mantiqueira	284	314	823,6	507,9	8.465	161	---



$$\hat{Y}_1 = 854,8 - 26,2 x + 0,24 x^2 - 7,57 \cdot 10^{-4} x^3 + 0,797 \cdot 10^{-6} x^4 \quad (r^2 = 0,99)$$

$$\hat{Y}_2 = 1.175,9 - 35,2 x + 0,32 x^2 - 9,82 \cdot 10^{-4} x^3 + 1,016 \cdot 10^{-6} x^4 \quad (r^2 = 0,99)$$

$$\hat{Y}_3 = -644,0 + 5,44 x - 0,0071 x^2 \quad (r^2 = 0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = -1.422,8 + 12,30 x - 0,0196 x^2 \quad (r^2 = 0,99)$$

Fig. 1 - Curvas de regressão da quantidade de matéria seca ( $\hat{Y}$ ) em função da idade ( $x$ ), na planta inteira e raízes, das cultivares.

## 5.2 - Macronutrientes

### 5.2.1 - Nitrogênio

A concentração e a quantidade de N acumulada nos diferentes órgãos das cultivares, em função da idade das plantas, são apresentados na Tabela 12.

A análise da variância global mostra que não há diferenças significativas quanto a acumulação de N pelas cultivares, quer pela planta inteira ou somente pelas raízes (Tabela 13). Em ambos os casos, a interação cultivar x época também não foi significativa evidenciando que os mesmos independem da época para absorver diferencialmente o elemento.

As equações ajustadas para acumulação de N recaíram, para as duas cultivares, sobre equações de 2º grau para as raízes e 4º grau para a planta inteira (Figura 2). Os pontos de máxima acumulação e demanda, obtidos destas equações, constam da Tabela 14.

A acumulação máxima de N nas raízes ocorreu no final do ciclo (360 dias) para ambas as cultivares e em quantidades semelhantes.

A maior demanda de N pela planta inteira ocorreu ao redor de 126 dias após a brotação e atingiu o máximo acumulado aos 216 dias para ambas as cultivares. Embora a cultivar Branca de Santa Catarina acumulou cerca de 20 kg/ha de N a mais que a Mantiqueira esta diferença não foi significativa, provavel -

mente, devido ao pequeno número de repetições.

A partir do ponto de máximo, a quantidade acumulada cai drasticamente até aos 300 dias, quando então, as plantas encontram-se praticamente desfolhadas. A absorção não cessou, apenas foi excedida pela perda através das folhas. Nesta época a planta entra em "repouso" caracterizado por baixa atividade metabólica.

O teor de N nas raízes e hastes, aos 300 e 360 dias, sofre ligeira elevação, com mais evidência nas hastes, sugerindo que parte do N contido nas folhas é transferido, antes de sua queda, para estes órgãos e/ou absorvido do solo e armazenado em virtude da impossibilidade de aproveitamento pela ausência de folhas. Esta deve ser a principal razão pela retomada da acumulação com a planta preparando-se para entrar no 2º ciclo vegetativo o que aliás é evidenciado pelo teor elevado de N das folhas novas aos 360 dias. De maneira geral, este fato aconteceu com todos os nutrientes estudados.

A concentração de N nos órgãos está de acordo com a maioria dos autores citados e obedeceram a seguinte ordem de crescente: folhas, hastes e raízes. As folhas e hastes apresentaram maior variação na concentração de N entre o início do crescimento e a senescência da planta.

Para efeito de diagnose nutricional, são apresentados a seguir, as variações nos teores de N das folhas e hastes, aos 120 dias, época mais próxima da exigência máxima:

Folhas: 5,29 a 5,66% ; Hastes: 1,78 a 1,90%

TABELA 12 Concentração e quantidade de nitrogênio nos órgãos das cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas (\*\*)

Dias após a Brotação	Branca de Santa Catarina				IAC - Mantiqueira				Total
	Raiz	Haste	Folha	Total	Raiz	Haste	Folha	Total	
60	---	2,86	7,69	---	---	2,75	7,48	---	---
	mg/pl	27	118	145	---	33	152	185	---
	kg/ha *	0,4	2,0	2,4	---	0,5	2,5	3,0	---
120	---	1,78	5,29	---	---	1,90	5,66	---	---
	mg/pl	265	1.860	2.125	---	255	1.851	2.106	---
	kg/ha *	4,4	31,0	35,4	---	4,2	30,8	35,0	---
180	---	0,59	4,21	---	---	0,58	4,25	---	---
	mg/pl	584	5.740	7.665	658	821	4.690	6.169	---
	kg/ha *	9,7	95,7	127,7	11,0	13,7	78,2	102,9	---
240	---	0,58	3,34	---	---	0,45	2,84	---	---
	mg/pl	1.567	2.544	6.011	1.593	1.284	2.495	5.372	---
	kg/ha *	26,1	42,4	100,2	26,5	21,4	41,6	89,5	---
300	---	0,60	2,61	---	---	0,74	2,85	---	---
	mg/pl	1.998	3.100	5.179	1.936	2.300	94	4.330	---
	kg/ha *	33,3	51,7	86,3	32,3	38,3	1,6	72,2	---
360	---	0,62	5,78	---	---	0,70	6,55	---	---
	mg/pl	2.385	2.926	5.388	2.364	2.048	34	4.446	---
	kg/ha *	39,7	48,8	89,8	39,4	34,1	0,6	74,1	---

(\*) Calculado para uma população de 16.666 plantas

(\*\*) Média de quatro repetições

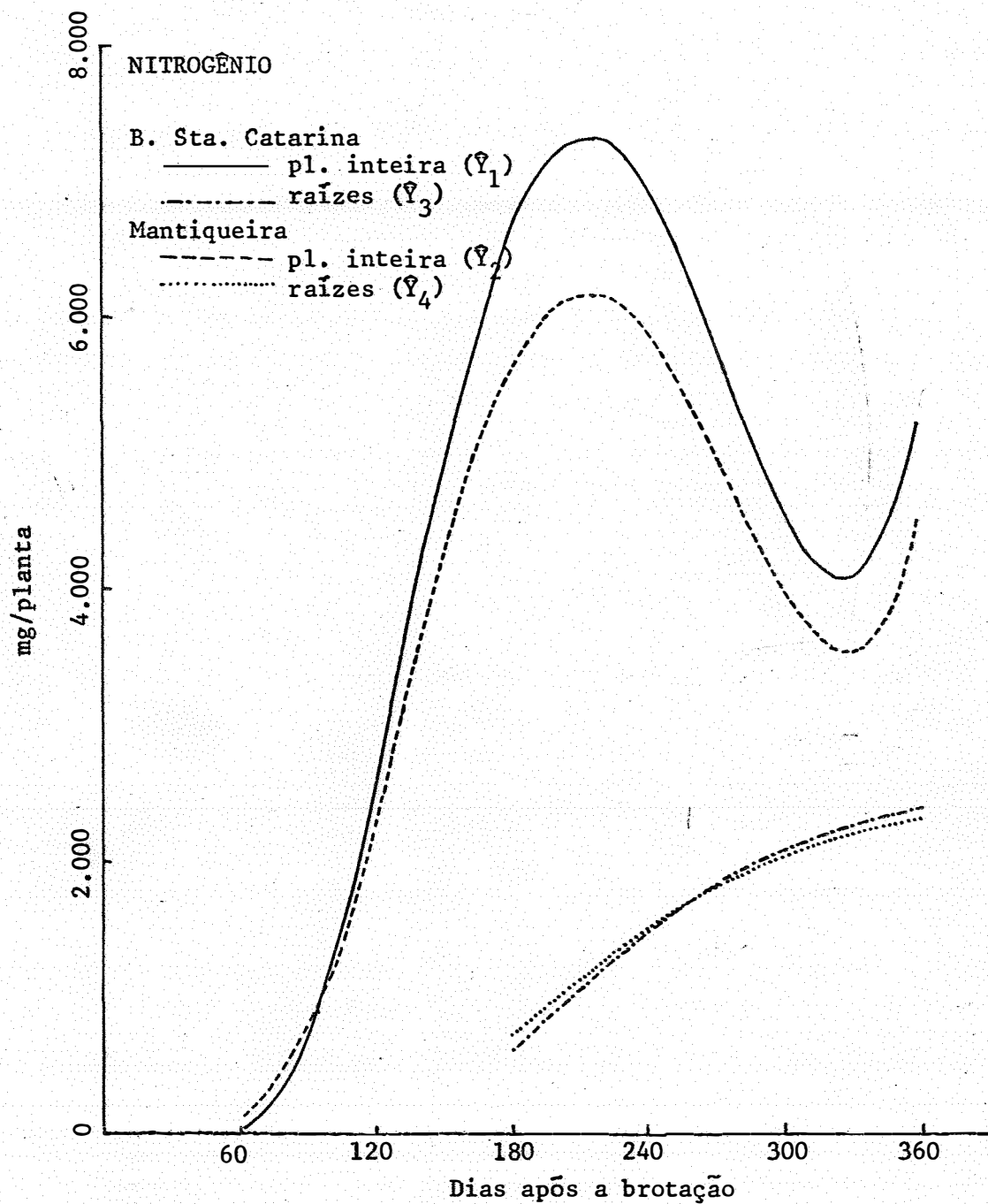
TABELA 13 - Análise da variância global para acumulação de nitrogênio pela planta inteira e pelas raízes

Causa da Variação	Graus de Liberdade		Quadrado Médio	
	Planta inteira	Raízes	Planta inteira	Raízes
Blocos	3	3	1.777.766,83	339.482,08
Cultivares	1	1	5.078.453,00	136,13
Resíduo (A)	3	3	1.066.037,17	107.869,88
-----				
Parcelas	7	7		
-----				
Épocas	5	3	49.590.588,72 **	4.500.988,09 **
Cult. x Épocas	5	3	686.593,40	6.940,38
Blocos x Épocas	15	9	650.978,30	255.953,72 **
Resíduo (B)	15	9	482.481,20	32.454,13
Total	47	31		
-----				
		C. V. Res. (A)	25,2%	20,1%
		C. V. Res. (B)	17,0%	11,0%



TABELA 14 - Pontos de inflexão, pontos de máximo e respectivas quantidades máximas acumuladas de nitrogênio pelas cultivares

Cultivares	Ponto de Máximo		Quantidade Acumulada				Ponto de Inflexão	
	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)	Planta Inteira (mg/pl)	Raízes (mg/pl)	Planta Inteira (Kg/ha)	Raízes (Kg/ha)	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)
Branca Santa Catarina	216	360	7.385,8	123,1	2.359,8	39,3	127	---
Mantiqueira	216	360	6.207,3	103,5	2.330,1	38,8	126	---



$$\hat{Y}_1 = 9.111,8 - 328,9 x + 3,76 x^2 - 1,43 \cdot 10^{-2} x^3 + 0,176 \cdot 10^{-4} x^4 \quad (r^2 = 0,93)$$

$$\hat{Y}_2 = 6.667,0 - 244,0 x + 2,86 x^2 - 1,10 \cdot 10^{-2} x^3 + 0,135 \cdot 10^{-4} x^4 \quad (r^2 = 0,96)$$

$$\hat{Y}_3 = - 3.821,3 + 32,06 x - 0,0414 x^2 \quad (r^2 = 0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = - 3.226,1 + 28,10 x - 0,0352 x^2 \quad (r^2 = 0,99)$$

Fig. 2 - Curvas de regressão da quantidade de nitrogênio ( $\hat{Y}$ ) em função da idade ( $x$ ), na planta inteira e raízes, das cultivares.

### 5.2.2 - Fósforo

Os dados referentes à concentração e quantidade de P encontram-se na Tabela 15.

A análise da variância, incluindo todas as épocas amostradas, para P acumulado nas raízes e na planta inteira acham-se na Tabela 16.

Considerando a planta inteira verifica-se que as cultivares diferem significativamente quanto a acumulação de P. A interação cultivar x época significativa indica dependência dos mesmos em relação a épocas de acumulação. Levando-se em conta o pequeno número de repetições, praticamente, pode-se dizer o mesmo com relação a acumulação de P pelas raízes uma vez que o valor de F calculado (7,85) está próximo do limite de significância (10,13).

Da análise de regressão resultaram equações de 4º grau para a planta inteira e de 2º grau para as raízes. As curvas e as equações acham-se na Figura 3.

A quantidade máxima de P na planta inteira ocorreu para as duas cultivares em épocas semelhantes, todavia, as quantidades foram muito diferentes. Com relação a raízes, a cultivar Mantiqueira atingiu o ponto de máximo cerca de 45 dias antes da Branca de Santa Catarina, ambas seguindo, de maneira geral, a curva de acumulação de matéria seca. Esses dados e os pontos de inflexão estão expostos na Tabela 17.

Pelos dados apresentados verifica-se que a quantidade máxima acumulada de P pelas cultivares é pequena em relação a outros nutrientes e, no entanto, o fósforo tem sido o elemento que mais tem incrementado a produção em ensaios realizados pela Seção de Raízes e Tubérculos (INSTITUTO AGRONÔMICO, 1937-1973). MALAVOLTA *et alii* (1953) relatam que dos elementos N, P e K, o P é o que influenciou mais fortemente na produção da mandioca e ressaltam a sua importância na fosforilação das reservas de amido nos períodos iniciais do desenvolvimento. Outros autores também tem constatado a importância da adubação fosfatada para a mandioca.

O fato da cultivar Branca de Santa Catarina ser mais exigente em P, pelo menos em relação à Mantiqueira, pode explicar em parte os resultados obtidos por MALAVOLTA *et alii* (1953) e pela Seção de Raízes e Tubérculos que também trabalharam com esta cultivar.

A concentração de P nos órgãos seguiu a mesma ordem que o N. Em todos os órgãos a concentração caiu do início até o fim do ciclo. Estes dados, com pequenas variações, estão de acordo com a maioria dos autores citados.

A época de maior exigência foi ao redor de 140 dias. Assim sendo, sugere-se para efeito de diagnose nutricional as variações obtidas aos 120 dias:

Folhas: 0,209 a 0,228

Hastes: 0,165 a 0,244

TABELA 15 - Concentração e quantidade de fósforo nos órgãos das cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas (\*\*)

Dias após a Brotação	Branca de Santa Catarina				IAC - Mantiqueira			
	Raiz	Haste	Folha	Total	Raiz	Haste	Folha	Total
60	%	0,301	0,372	---	---	0,209	0,326	---
	mg/pl	3	6	9	---	3	7	10
120	kg/ha *	0,05	0,1	0,15	---	0,05	0,1	0,15
	%	---	---	---	---	---	---	---
180	mg/pl	0,244	0,209	---	---	0,165	0,228	---
	kg/ha *	36	74	110	---	22	75	97
240	%	0,6	1,2	1,8	---	0,4	1,2	1,6
	mg/pl	0,092	0,138	0,198	---	0,072	0,165	---
300	kg/ha *	92	269	689	---	100	182	390
	%	1,5	4,5	11,5	---	1,7	3,0	6,5
360	mg/pl	0,084	0,115	---	---	0,060	0,164	---
	kg/ha *	222	379	749	---	172	144	501
360	%	3,7	2,5	12,5	---	2,9	2,4	8,3
	mg/pl	0,073	0,100	---	---	0,058	0,160	---
360	kg/ha *	244	434	684	---	181	6	373
	%	4,1	0,1	11,4	---	3,0	0,1	6,2
360	mg/pl	0,070	0,094	---	---	0,059	0,478	---
	kg/ha *	276	393	675	---	181	3	359
360	%	4,6	0,1	11,2	---	3,0	0,05	6,0
	kg/ha *	4,6	0,1	11,2	---	3,0	0,05	6,0

(\*) Calculado para uma população de 16.666 plantas

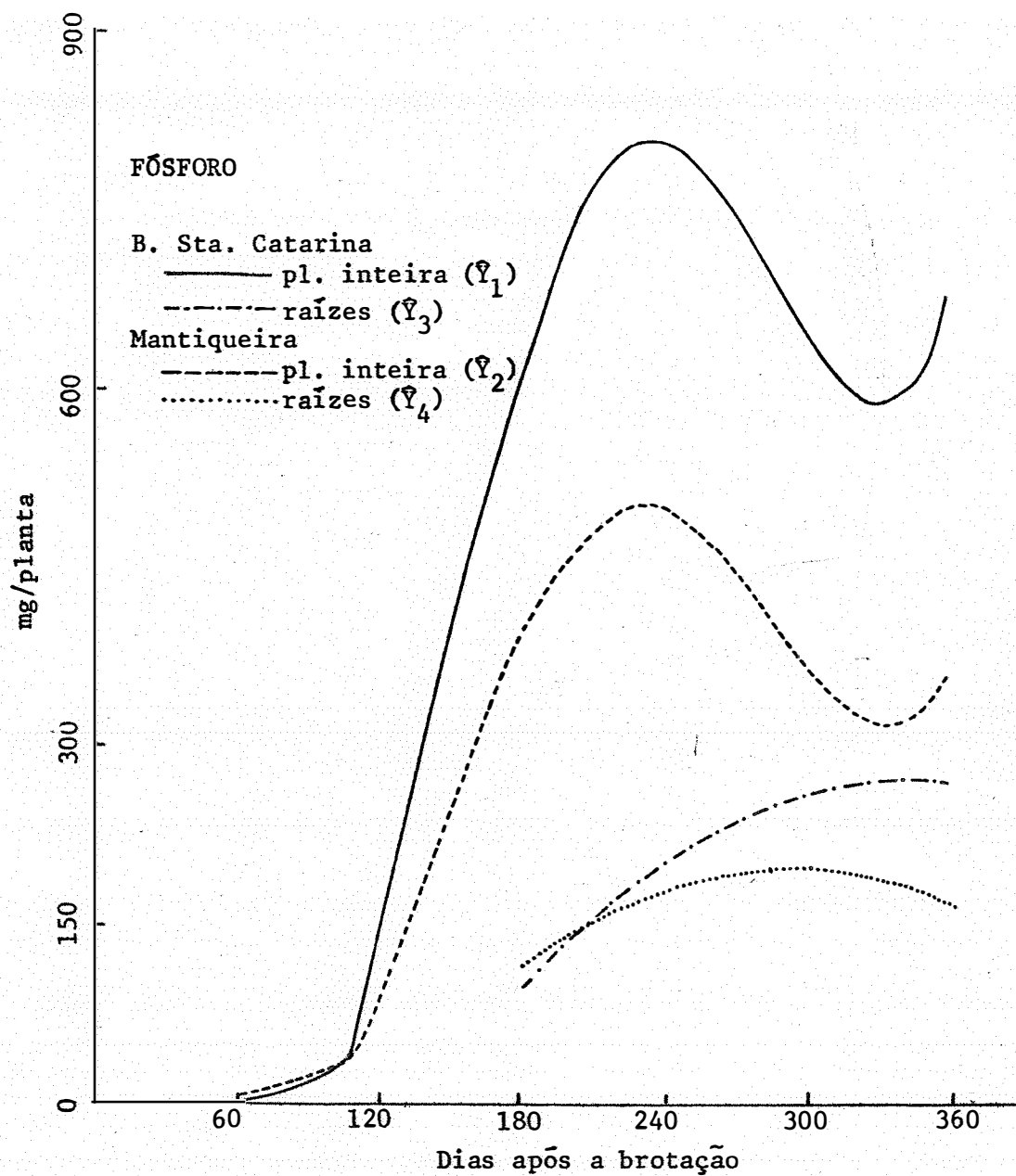
(\*\*) Média de quatro repetições

TABELA 16 - Análise da variância global para acumulação de fósforo pela planta inteira e pelas raízes

Causa da Variação	Graus de Liberdade		Quadrado Médio	
	Planta inteira	Raízes	Planta inteira	Raízes
Blocos	3	3	12.949,56	3.199,61
Cultivares	1	1	471.240,33 **	16.425,78
Resíduo (A)	3	3	13.573,99	2.092,03
-----				
Parcelas	7	7		
-----				
Épocas	5	3	543.658,30 **	26.884,95 **
Cult. x Épocas	5	3	45.468,73 **	4.795,53 **
Blocos x Épocas	15	9	6.937,32	3.249,25 *
Resíduo (B)	15	9	5.864,07	661,34
Total	47	31		
-----				
	C. V. Res. (A)		30,1%	24,6%
	C. V. Res. (B)		19,8%	13,8%

TABELA 17 - Pontos de inflexão, pontos de máximo e respectivas quantidades máximas acumuladas de fósforo pelas cultivares

Cultivar	Ponto de Máximo		Quantidade Acumulada		Ponto de Inflexão			
	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)	Planta Inteira (mg/pl)	Raízes (Kg/ha)	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)		
Branca Santa Catarina	234	341	813,4	13,6	272,7	4,5	141	---
Mantiqueira	232	297	499,5	8,3	195,1	3,3	141	---



$$\hat{Y}_1 = 1.438,3 - 46,4 x + 0,46 x^2 - 1,63 \cdot 10^{-3} x^3 + 0,190 \cdot 10^{-5} x^4 \quad (r^2 = 0,98)$$

$$\hat{Y}_2 = 912,8 - 29,2 x + 0,29 x^2 - 1,03 \cdot 10^{-3} x^3 + 0,119 \cdot 10^{-5} x^4 \quad (r^2 = 0,99)$$

$$\hat{Y}_3 = -514,5 + 4,62 x - 0,0068 x^2 \quad (r^2 = 0,96)$$

$$\hat{Y}_4 = -342,7 + 3,62 x - 0,0061 x^2 \quad (r^2 = 0,95)$$

Fig. 3 - Curvas de regressão da quantidade de fósforo ( $\hat{Y}$ ) em função da idade ( $x$ ), na planta inteira e raízes, das cultivares.



### 5.2.3 - Potássio

Os dados de concentração e quantidade de K nos órgãos das cultivares, em diferentes estádios do desenvolvimento das plantas, estão expostos na Tabela 18.

Na Tabela 19 são apresentados os resultados da análise da variância global para K na planta inteira e raízes.

No caso das raízes, as cultivares comportaram-se igualmente face às épocas estudadas, todavia, o fizeram em quantidades diferentes, cabendo à Mantiqueira uma acumulação maior.

Quando se considerou a planta inteira, as cultivares tiveram o mesmo comportamento em relação às épocas de acumulação e não diferiram no total de K acumulado, provavelmente, pela maior quantidade de K na parte aérea (hastes + folhas) da cultivar Branca de Santa Catarina.

Ambas as cultivares foram representadas por equações de regressão de 4º grau para a planta inteira e de 1º grau para as raízes, como está exposto na Figura 4. Os pontos de máximo e de inflexão, para a planta inteira, obtidos através das equações ajustadas, acham-se na Tabela 20. Para as equações de 1º grau considerou-se a última época de amostragem como ponto de máximo.

De acordo com a literatura consultada nota-se que o K, em média, é o elemento mais absorvido pela mandioca (Tabela 3).

Pelos dados apresentados a acumulação foi maior para o N seguido pelo K , o que, apesar de não concordar com a maioria dos autores, está de acordo com OELSLIGLE (1975) ; DUFOURNET e GOARIN (1957) e BONNEFOY (1933).

No Estado de São Paulo, a mandioca raramente tem respondido à adubação potássica (INSTITUTO AGRONÔMICO, 1973-1973). Em ensaio de areia lavada, MALAVOLTA *et alii* (1953) admitem o efeito favorável da dose dupla de N , combinada às doses simples de P e K .

No início do desenvolvimento o teor de K foi maior nas hastes que nas folhas e raízes. Após os 60 dias, embora decrescente para todos os órgãos até o final do ciclo, a ordem foi a seguinte: folhas, hastes e raízes.

Para a diagnose nutricional, sugere-se a variação nos teores aos 120 dias, por estar mais próximo do período de máxima absorção:

Folhas: 1,80 a 2,23

Hastes: 1,50 a 1,67

TABELA 18 - Concentração e quantidade de potássio nos órgãos das cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas (\*\*)

Dias após Brotação <sup>a</sup>	Branca de Santa Catarina				IAC - Mantiqueira			
	Raiz	Haste	Folha	Total	Raiz	Haste	Folha	Total
60	---	3,62	2,62	---	---	3,39	2,72	---
	mg/pl	33	40	73	---	41	56	97
	kg/ha *	0,5	0,7	1,2	---	0,7	0,9	1,6
120	---	1,50	1,80	---	---	1,67	2,23	---
	mg/pl	223	636	859	---	216	724	940
	kg/ha *	3,7	10,6	14,3	---	3,6	12,1	15,7
180	---	0,70	1,21	---	---	0,98	1,28	---
	mg/pl	697	1.651	4.454	1,06	1.451	1.411	4.451
	kg/ha *	11,6	27,5	74,2	26,5	24,2	23,5	74,2
240	---	0,39	0,97	---	---	0,63	0,66	---
	mg/pl	1.031	2.172	3.951	1.909	1.761	582	4.252
	kg/ha *	17,2	36,2	65,9	31,8	29,3	9,7	70,8
300	---	0,38	0,52	---	---	0,47	0,62	---
	mg/pl	1.275	2.290	3.590	2.233	1.456	21	3.710
	kg/ha *	21,2	38,2	59,8	37,2	24,3	0,3	61,8
360	---	0,38	0,44	---	---	0,47	0,48	---
	mg/pl	1.535	1.847	3.406	2.261	1.428	12	3.701
	kg/ha *	25,6	30,8	56,8	37,7	23,8	0,2	61,7

(\*) Calculado para uma população de 16.666 plantas

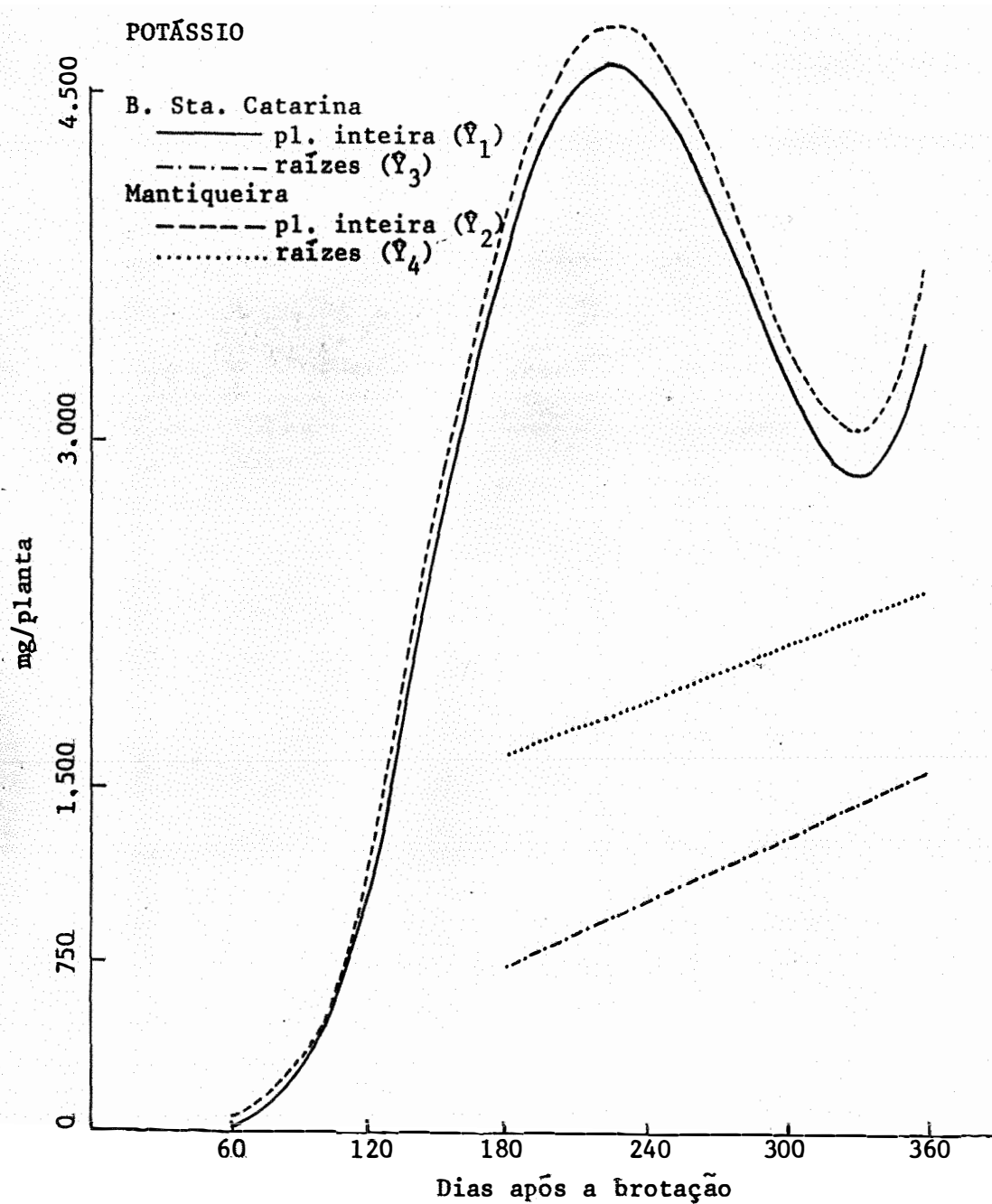
(\*\*) Média de quatro repetições

QUADRO 19 - Análise da variância global para acumulação de potássio pela planta inteira e pelas raízes

Causa de Variação	Graus de Liberdade		Quadrado Médio	
	Planta inteira	Raízes	Planta inteira	Raízes
Blocos	3	3	1.139.710,50	493.802,42
Cultivares	1	1	223.177,50	5.963.331,13 *
Resíduo (A)	3	3	453.106,25	194.177,88
Parcelas	7	7		
Épocas	5	3	26.704.768,32 **	890.022,83 **
Cult. x Épocas	5	3	35.101,45	19.104,13
Blocos x Épocas	15	9	362.029,63	199.347,36 *
Resíduo (B)	15	9	162.453,47	37.617,65
Total	47	31		
	C. V. Res. (A)		24,1%	28,1%
	C. V. Res. (B)		14,4%	12,4%

ELA 20 - Pontos de inflexão, pontos de máximo e respectivas quantidades máximas acumuladas de potássio pelas cultivares

Cultivar	Ponto de Máximo		Quantidade Acumulada				Ponto de Inflexão	
	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)	Planta Inteira (mg/pl)	Raízes (mg/pl)	Planta Inteira (Kg/ha)	Raízes (Kg/ha)	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)
Canca Santa Catarina	226	360	4.625,5	77,1	1.548,1	25,8	136	---
antiqueira	227	360	4.797,6	80,0	2.348,6	39,1	136	---



$$\hat{Y}_1 = 7.347,8 - 246,1 x + 2,59 x^2 - 9,38 \cdot 10^{-3} x^3 + 0,111 \cdot 10^{-4} x^4 \quad (r^2 = 0,94)$$

$$\hat{Y}_2 = 7.854,4 - 260,2 x + 2,72 x^2 - 9,82 \cdot 10^{-3} x^3 + 0,117 \cdot 10^{-4} x^4 \quad (r^2 = 0,97)$$

$$\hat{Y}_3 = -106,9 + 4,597 x \quad (r^2 = 0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = 944,8 + 3,900 x \quad (r^2 = 0,98)$$

Fig. 4 - Curvas de regressão da quantidade de potássio ( $\hat{Y}$ ) em função da idade ( $x$ ), na planta inteira e raízes, das cultivares

#### 5.2.4 - Cálcio

Na Tabela 21 são apresentados os dados referentes à concentração e quantidade de cálcio, nos órgãos das cultivares em função do crescimento.

A análise da variância para a quantidade de cálcio na planta inteira e nas raízes, abrangendo as épocas estudadas constam da Tabela 22 .

Embora as cultivares não diferiram na quantidade total acumulada, quer pela planta inteira ou somente pelas raízes, nos dois casos a interação cultivar x época foi significativa evidenciando comportamento diferencial das mesmas em relação às épocas de acumulação.

A evolução da quantidade de cálcio na planta inteira e raízes puderam ser explicadas por equações de 4º e 2º graus, respectivamente. As curvas e equações correspondentes encontram-se na Figura 5 .

A cultivar Mantiqueira atingiu o máximo da acumulação de cálcio nas raízes aos 300 dias e a Branca de Santa Catarina, aos 360 dias, acompanhando, praticamente, suas respectivas curvas de acumulação de matéria seca. Para a planta inteira, a época de maior exigência foi aos 141 dias para as duas cultivares que atingiram o máximo ao redor dos 233 dias. Estes dados e respectivas quantidades acumuladas acham-se na Tabela 23.

A tolerância da mandioca à acidez do solo é citada com frequência na literatura. O efeito benéfico da calagem, normalmente, é atribuído ao fornecimento de cálcio e magnésio do que propriamente a elevação do pH ou a neutralização do alumínio (HOWELER, 1975).

Por essa razão e, em virtude das quantidades razoáveis de cálcio existentes nos solos, raramente tem-se conseguido efeito positivo da calagem.

HOWELER (1975) trabalhando em oxissolos da Colômbia, parecidos com os solos de cerrado do Brasil, conseguiu resposta à calagem (relação Ca : Mg de 10 : 1) na dose máxima de 0,5 t/ha. Além dessa dose o rendimento caiu. Segundo o autor, essa queda pode ser devida a diminuição na absorção de K, Zn, Cu e Mn, elementos estes, que a mandioca parece exigir mais que os outros cultivos ou não tem a mesma capacidade para extrair-los.

No Estado de São Paulo, a mandioca não tem respondido satisfatoriamente à calagem, mesmo em solos pobres e ácidos.

Pelos resultados apresentados verifica-se que a quantidade de cálcio absorvida é alta, vindo logo após o potássio, sendo necessário mais estudos para que a questão seja melhor esclarecida.

Os teores nas folhas, hastes e raízes estão contidos nos intervalos obtidos da literatura e apresentados na Tabela 3. O aumento no teor de cálcio nas folhas a partir dos



240 dias está de acordo com COURTS *et alii* (1953) e NIJHOLT (1935).

Os órgãos que mais concentraram cálcio foram pela ordem: folhas, hastes e raízes. Com fins de diagnose nutricional, as variações nos teores, aos 120 dias foram:

Folhas: 1,15 - 1,41

Hastes: 0,82 - 0,96

TABELA 21 - Concentração e quantidade de cálcio nos órgãos das cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas (\*\*)

Dias após a Brotação	Branca de Santa Catarina				IAC - Mantiqueira			
	Raiz	Haste	Folha	Total	Raiz	Haste	Folha	Total
60	---	1,60	1,51	---	---	1,41	1,75	---
	mg/pl	15	24	39	---	17	38	55
	kg/ha *	0,2	0,4	0,6	---	0,3	0,6	0,9
120	---	0,96	1,15	---	---	0,82	1,41	---
	mg/pl	142	405	547	---	108	461	569
	kg/ha *	2,4	6,7	9,1	---	1,8	7,7	9,5
180	---	0,35	1,09	---	0,20	0,64	1,37	---
	mg/pl	347	1.486	3.279	296	908	1.521	2.725
	kg/ha *	5,8	24,8	54,7	4,9	15,1	25,3	45,3
240	---	0,21	1,39	---	0,16	0,50	1,69	---
	mg/pl	548	1.931	3.547	679	1.447	1.493	3.619
	kg/ha *	9,1	32,2	59,1	11,3	24,1	24,9	60,3
300	---	0,20	2,43	---	0,14	0,55	2,59	---
	mg/pl	674	2.565	3.313	678	1.690	84	2.452
	kg/ha *	11,2	42,7	55,1	11,3	28,2	1,4	40,9
360	---	0,18	2,15	---	0,14	0,62	1,97	---
	mg/pl	717	2.591	3.337	646	1.837	10	2.493
	kg/ha *	11,9	43,2	55,6	10,8	30,6	0,2	41,6

(\*) Calculado para uma população de 16.666 plantas

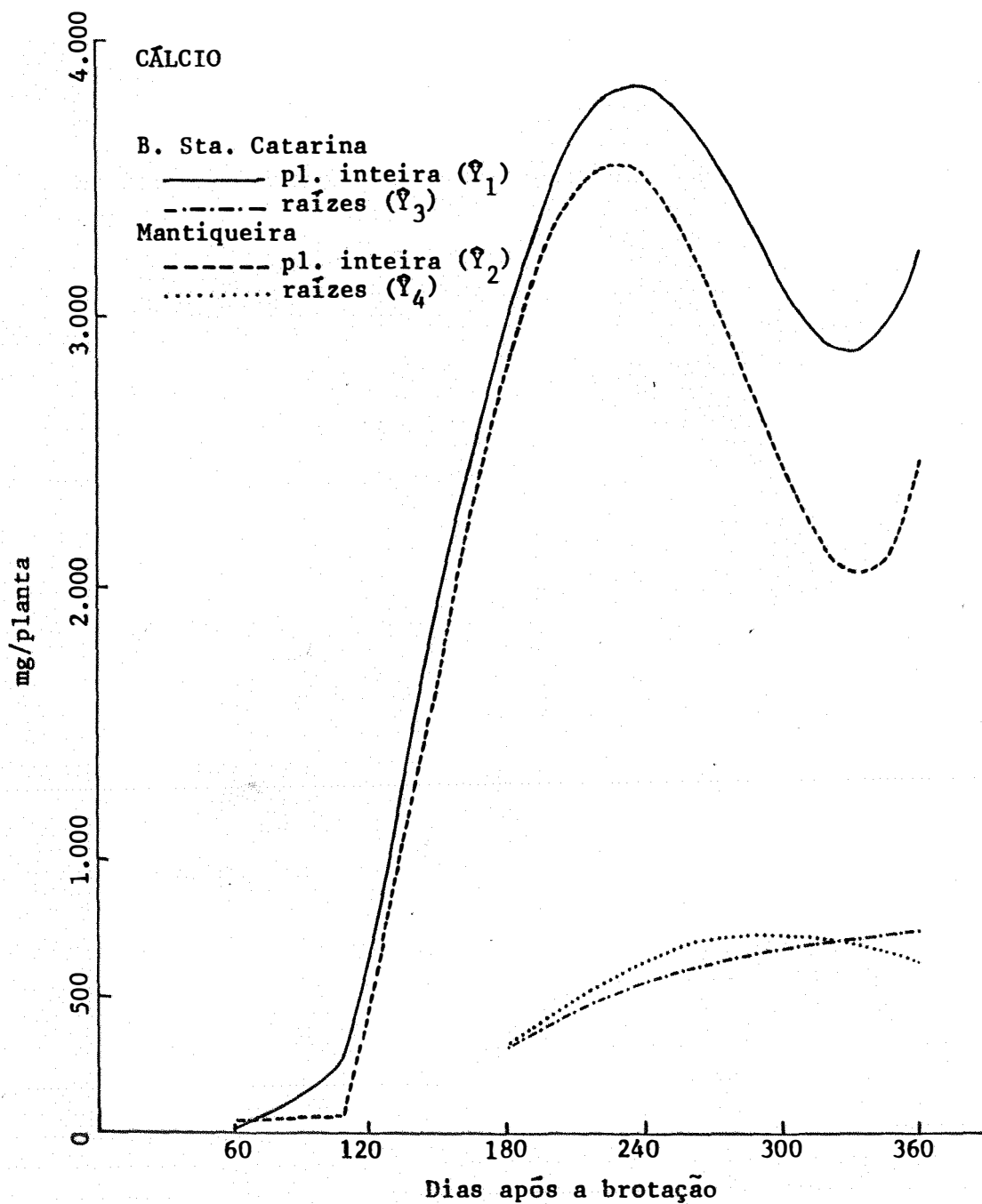
(\*\*) Média de quatro repetições

TABELA 22 - Análise da variância global para acumulação de cálcio pela planta inteira e pelas raízes

Causa da Variação	Graus de Liberdade		Quadrado Médio	
	Planta inteira	Raízes	Planta inteira	Raízes
Blocos	3	3	273.954,79	29.817,25
Cultivares	1	1	1.535.821,00	91,13
Resíduo (A)	3	3	269.575,58	26.162,88
-----				
Parcelas	7	7		
-----				
Épocas	5	3	17.367.490,02 **	232.726,25 **
Cult. x Épocas	5	3	399.549,10 *	16.591,71 *
Blocos x Épocas	15	9	171.517,44	19.605,44 *
Resíduo (B)	15	9	130.895,45	3.221,90
Total	47	31		
			C. V. Res. (A)	24,0%
			C. V. Res. (B)	16,7%
				9,9%

TABELA 23 - Pontos de inflexão, pontos de máximo e respectivas quantidades máximas acumuladas de cálcio pelas cultivares

Cultivar	Ponto de Máximo		Quantidade Acumulada				Ponto de Inflexão	
	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)	Planta Inteira (mg/pl)	Raízes (Kg/ha)	Planta Inteira (mg/pl)	Raízes (Kg/ha)	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)
Branca Santa Catarina	237	360	3.859,8	64,3	717,2	12,0	141	---
Mantiqueira	230	300	3.573,8	59,6	730,7	12,2	141	---



$$\hat{Y}_1 = 6.544,6 - 212,0 x + 2,14 x^2 - 7,52 \cdot 10^{-3} x^3 + 0,875 \cdot 10^{-5} x^4 \quad (r^2 = 0,98)$$

$$\hat{Y}_2 = 7.828,5 - 246,6 x + 2,43 x^2 - 8,53 \cdot 10^{-3} x^3 + 0,993 \cdot 10^{-5} x^4 \quad (r^2 = 0,99)$$

$$\hat{Y}_3 = -737,3 + 8,00 x - 0,011 x^2 \quad (r^2 = 0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = -1.869,1 + 17,32 x - 0,029 x^2 \quad (r^2 = 0,94)$$

Fig. 5 - Curvas de regressão da quantidade de cálcio ( $\hat{Y}$ ) em função da idade ( $x$ ), na planta inteira e raízes, das cultivares.

### 5.2.5 - Magnésio

Os dados obtidos para concentração e quantidade de magnésio nos órgãos das cultivares nas diferentes fases do crescimento das plantas, acham-se na Tabela 24.

Pelos resultados obtidos da análise da variância (Tabela 25), verifica-se que as cultivares tiveram o mesmo comportamento quanto às épocas estudadas e também não diferiram na quantidade absoluta acumulada pelas raízes e pela planta inteira.

A acumulação de magnésio nas raízes seguiu a tendência da curva de matéria seca. A cultivar Mantiqueira acumulou cerca de 50 mg/planta mais que a outra, todavia, esta diferença não foi significativa, talvez, pelos mesmos motivos já expostos. A representação gráfica das curvas, bem como as equações correspondentes para a planta inteira e raízes encontram-se na Figura 6 e os pontos de máximo e de inflexão, na Tabela 26

Os estudos sobre efeito da adubação magnesiana em mandioca são escassos. HOWELER (1978) relata resultados obtidos por NGONGI (1976), de deficiência de magnésio em Oxissolos, Ultissolos e solos de cinzas vulcânicas da Colômbia e resposta a até 50kg/ha de Mg. Além dessa dose a produção diminuiu pela deficiência induzida de cálcio.

Dos elementos estudados, o magnésio foi o elemento cuja concentração, nos órgãos, menos variou desde o início do

crescimento até a senescência das plantas. As concentrações encontradas estão de acordo com as da literatura e, pela ordem, os órgãos que apresentaram maior concentração foram: folhas, hastes e raízes.

O ponto de inflexão da curva ocorreu cerca de 145 dias após a brotação, por este motivo e para efeito de diagnóstico nutricional, são apresentadas as variações nos teores aos 120 dias:

Folhas: 0,28 - 0,31

Hastes: 0,24 - 0,29

TABELA 24 - Concentração e quantidade de magnésio nos órgãos das cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas (\*\*)

Dias após Brotação	Branca de Santa Catarina				IAC - Mantiqueira			
	Raiz	Haste	Folha	Total	Raiz	Haste	Folha	Total
60	---	0,37	0,40	---	---	0,39	0,39	---
	mg/pl	3	6	9	---	5	8	13
	kg/ha *	0,05	0,1	0,15	---	0,1	0,1	0,2
120	---	0,24	0,28	---	---	0,29	0,31	---
	mg/pl	35	97	132	---	40	102	142
	kg/ha *	0,6	1,6	2,2	---	0,7	1,7	2,4
180	---	0,12	0,33	---	0,09	0,21	0,31	---
	mg/pl	118	449	928	139	303	337	779
	kg/ha *	2,0	7,5	15,5	2,3	5,0	5,6	12,9
240	---	0,10	0,33	---	0,08	0,17	0,32	---
	mg/pl	252	481	987	335	496	281	1.112
	kg/ha *	4,2	8,0	16,4	5,6	8,3	4,7	18,6
300	---	0,09	0,15	---	0,09	0,20	0,33	---
	mg/pl	309	628	947	415	621	11	1.047
	kg/ha *	5,1	10,5	15,8	6,9	10,3	0,2	17,4
360	---	0,09	0,15	---	0,09	0,21	0,36	---
	mg/pl	359	615	981	397	615	2	1.014
	kg/ha *	6,0	10,2	16,3	6,6	10,2	0,03	16,8

(\*) Calculado para uma população de 16.666 plantas

(\*\*) Média de quatro repetições

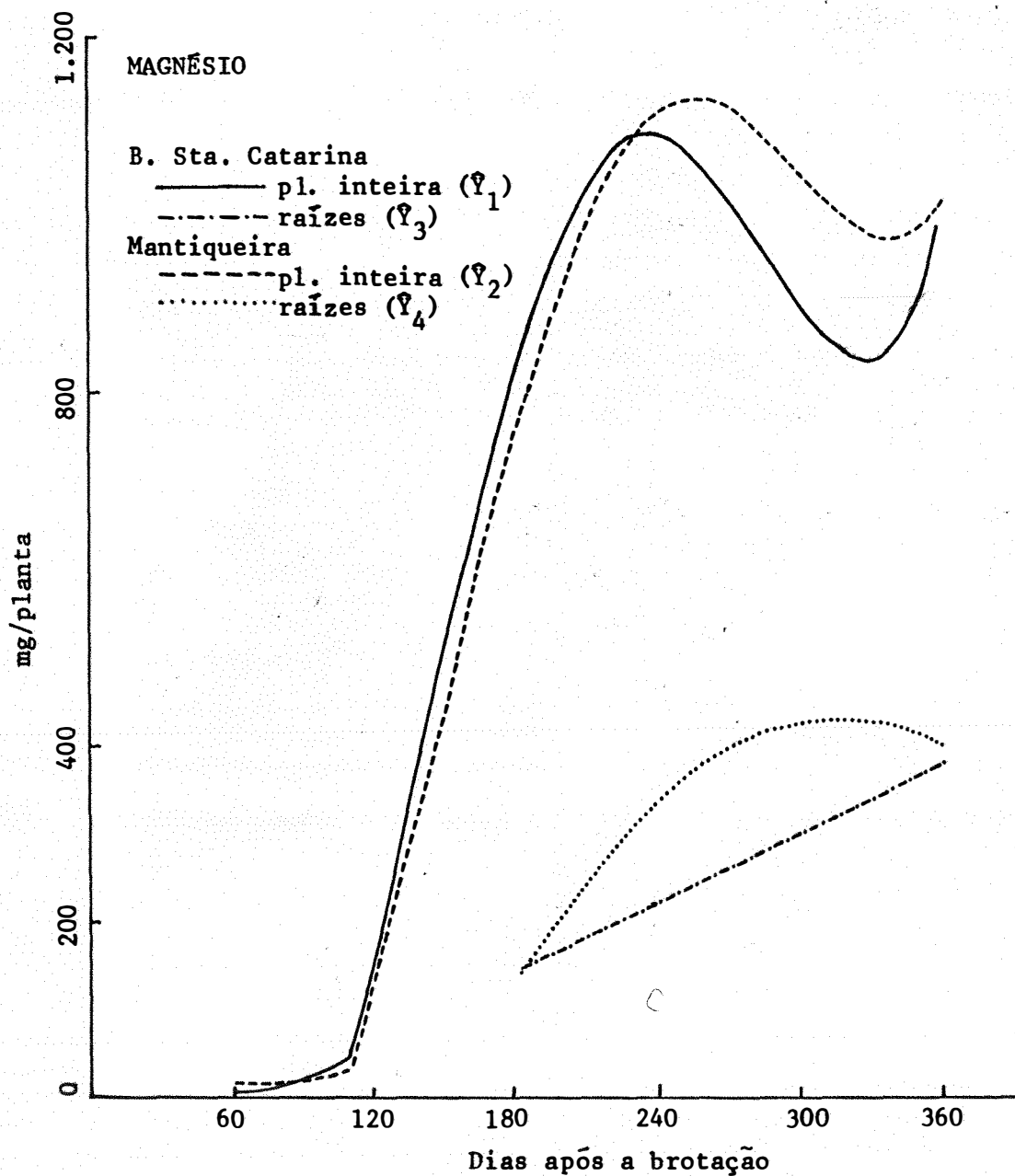


TABELA 25 - Análise da variância global para acumulação de magnésio pela planta inteira e pelas raízes

Causa da Variação	Graus de Liberdade		Quadrado Médio	
	Planta inteira	Raízes	Planta inteira	Raízes
Blocos	3	3	18.918,33	7.442,61
Cultivares	1	1	4.961,32	30.814,03
Resíduo (A)	3	3	16.790,78	5.571,86
<hr/>				
Parcelas	7	7		
<hr/>				
Épocas	5	3	17.750,89**	104.007,61 **
Cult. x Épocas	5	3	18.569,73	3.126,86
Blocos x Épocas	15	9	17.189,07	5.626,89 *
Resíduo (B)	15	9	14.621,18	1.456,03
Total	47	31		
<hr/>				
	C. V. Res. (A)		19,2%	25,7%
	C. V. Res. (B)		17,9%	13,1%

TABELA 26 - Pontos de inflexão, pontos de máximo e respectivas quantidades máximas acumuladas de magnésio pelas cultivares

Cultivar	Ponto de Máximo		Quantidade Acumulada		Ponto de Inflexão			
	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)	Planta Inteira (mg/pl)	Raízes (Kg/ha)	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)		
Branca Santa Catarina	238	360	1.086,9	18,1	376,2	6,3	142	---
Mantiqueira	254	317	1.132,3	18,9	422,4	7,0	148	---



$$\hat{Y}_1 = 1.925,3 - 62,1 x + 0,62 x^2 - 2,18 \cdot 10^{-3} x^3 + 0,255 \cdot 10^{-5} x^4 \quad (r^2 = 0,98)$$

$$\hat{Y}_2 = 1.766,5 - 55,3 x + 0,53 x^2 - 1,80 \cdot 10^{-3} x^3 + 0,200 \cdot 10^{-5} x^4 \quad (r^2 = 0,99)$$

$$\hat{Y}_3 = - 91,3 + 1,299 x \quad (r^2 = 0,94)$$

$$\hat{Y}_4 = - 1.083,7 + 9,48 x - 0,015 x^2 \quad (r^2 = 0,99)$$

Fig. 6 - Curvas de regressão da quantidade de magnésio ( $\hat{Y}$ ) em função da idade ( $x$ ), na planta inteira e raízes, das cultivares.

### 5.2.6 - Enxofre

Na Tabela 27~ são apresentados os dados obtidos referentes à concentração e quantidade de S , nos órgãos das cultivares, em função da idade das plantas.

Pela análise da variância (Tabela 28), observa-se que houve diferença significativa na acumulação de enxofre pelas raízes e, para a planta inteira, o valor de F calculado está muito próximo ao limite de significância.

A acumulação de enxofre nas raízes foi maior para a cultivar Mantiqueira e menor quando se considerou a planta inteira. Esta inversão, provavelmente, é devida a partição diferencial da matéria seca das cultivares, uma vez que a concentração de enxofre nos órgãos foi semelhante para ambas.

As curvas de regressão ajustadas, para as duas cultivares, recaíram sobre equações de 49 e 39 graus, para a planta inteira e raízes, respectivamente (Figura 7) . Os pontos de máximo e de inflexão destas equações são apresentados na Tabela 29 .

O enxofre tem sido muito pouco estudado em mandioca. NGONGI (1976), citado por HOWELER (1978), encontrou nas planícies orientais da Colômbia, resposta positiva ao sulfato de potássio em relação ao cloreto de potássio e obteve efeito similar misturando enxofre com ácido clorídrico. O autor concluiu que o enxofre era fator limitante e que aplicações altas de cloretos podiam inibir a absorção de sulfato e induzir defici-

ência.

Pelos dados apresentados verifica-se que apenas 20% aproximadamente do total do enxofre e cálcio acumulado estão nas raízes, evidenciando menor exportação relativa desses nutrientes.

Os resultados analíticos mostraram que as folhas e hastes possuem maior concentração de enxofre que as raízes. Nas folhas, os teores caíram continuamente em função da idade e nas hastes e raízes o decréscimo foi descontínuo.

O ponto de inflexão para acumulação total de enxofre esteve em torno de 140 dias, assim, para efeito de diagnose nutricional, sugerem-se as variações nos teores encontrados aos 120 dias:

Folhas: 0,208 - 0,231

Hastes: 0,283 - 0,291

TABELA 27 - Concentração e quantidade de enxofre nos órgãos das cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas (\*\*)

Dias após Brotação <sup>a</sup>	Branca de Santa Catarina				IAC - Mantiqueira			
	Raiz	Haste	Folha	Total	Raiz	Haste	Folha	Total
60	---	0,161	0,256	---	---	0,177	0,258	---
	mg/pl	2	4	6	---	2	6	8
	kg/ha *	0,03	0,07	0,1	---	0,03	0,1	0,13
120	---	0,291	0,231	---	---	0,283	0,208	---
	mg/pl	43	82	125	---	38	68	106
	kg/ha *	0,7	1,4	2,1	---	0,6	1,1	1,7
180	---	0,112	0,123	---	0,018	0,117	0,101	---
	mg/pl	18	167	459	27	167	111	305
	kg/ha *	0,3	2,8	7,7	0,4	2,8	1,8	5,0
240	---	0,121	0,128	---	0,011	0,122	0,090	---
	mg/pl	28	98	519	46	351	73	470
	kg/ha *	0,5	1,6	8,6	0,8	5,8	1,2	7,8
300	---	0,023	0,124	---	0,022	0,085	0,095	---
	mg/pl	75	6	458	107	263	4	374
	kg/ha *	1,2	0,1	7,6	1,8	4,4	0,06	6,3
360	---	0,018	0,182	---	0,017	0,083	0,194	---
	mg/pl	72	344	419	81	245	1	327
	kg/ha *	1,2	5,7	7,0	1,3	4,1	0,02	5,4

(\*) Calculado para uma população de 16.666 plantas

(\*\*) Média de quatro repetições.

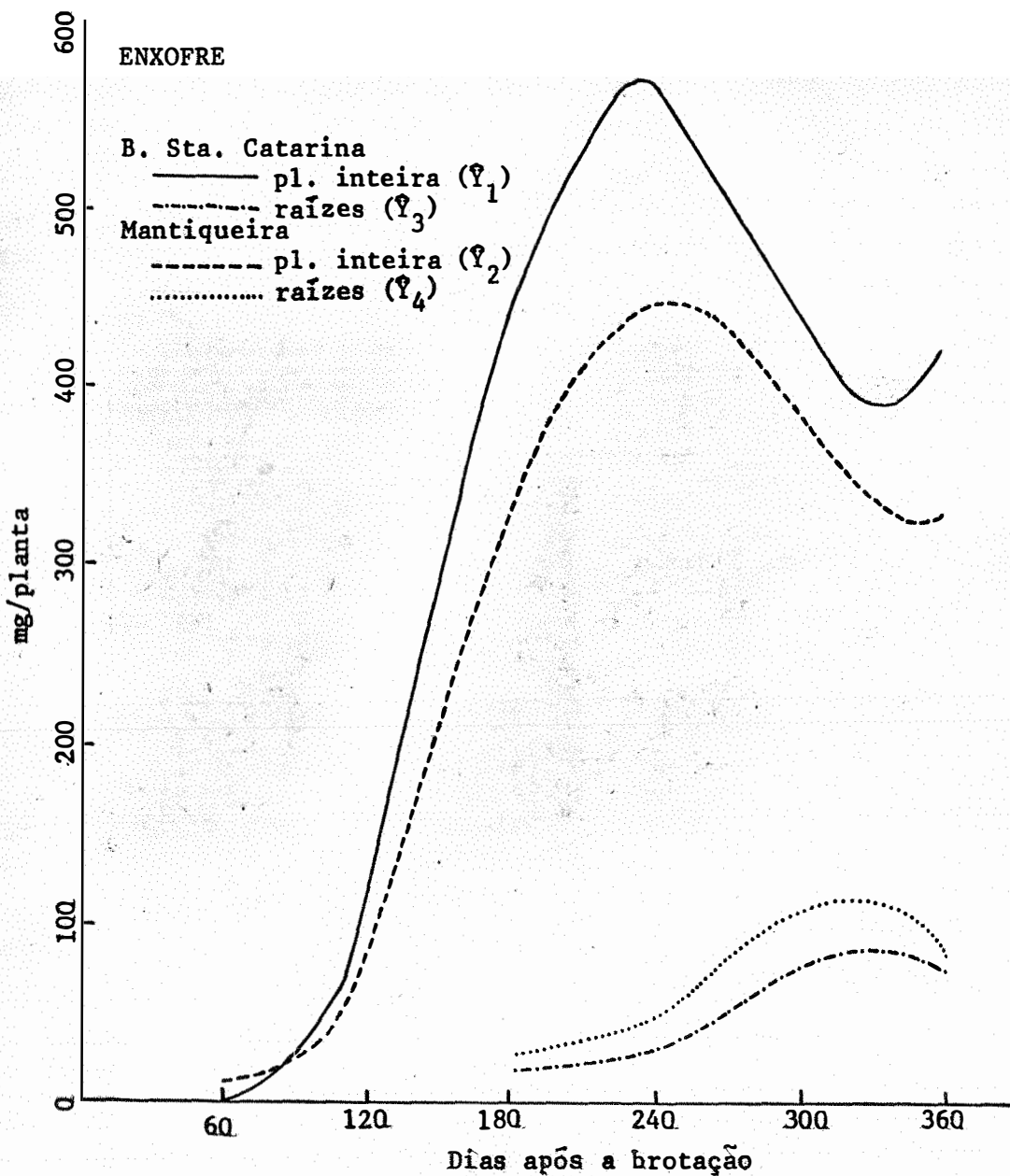
TABELA 28 - Análise da variância global para acumulação de enxofre pela planta inteira e pelas raízes

Causa da Variação	Graus de Liberdade		Quadrado Médio	
	Planta inteira	Raízes	Planta inteira	Raízes
Blocos	3	3	4.098,46	358,87
Cultivares	1	1	51.679,69	2.312,00 *
Resíduo (A)	3	3	5.518,02	144,75
-----				
Parcelas	7	7		
-----				
Épocas	5	3	296.241,87 **	8.310,46 **
Cult. x Épocas	5	3	7.322,14	236,00
Blocos x Épocas	15	9	4.856,45	326,10 *
Resíduo (B)	15	9	2.839,60	76,97
Total	47	31		
-----				
	C.V. Res. (A)		24,9%	21,3%
	C.V. Res. (B)		17,9%	15,5%

TABELA 29 - Pontos de inflexão, pontos de máximo e respectivas quantidades máximas acumuladas de enxofre pelas cultivares

Cultivar	Ponto de Máximo		Quantidade Acumulada				Ponto de Inflexão	
	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)	Planta Inteira (mg/pl)	Raízes (mg/pl)	Planta Inteira (Kg/ha)	Raízes (Kg/ha)	Planta Inteira (dias)	Raízes (dias)
Branca Santa Catarina	235	330	550,0	84,9	9,2	1,4	138	265
Mantiqueira	246	321	445,4	114,1	7,4	1,9	144	259





$$\hat{Y}_1 = 754,1 - 25,2 x + 0,26 x^2 - 0,93 \cdot 10^{-3} x^3 + 0,108 \cdot 10^{-5} x^4 \quad (r^2 = 0,99)$$

$$\hat{Y}_2 = 574,6 - 18,5 x + 0,19 x^2 - 0,64 \cdot 10^{-3} x^3 + 0,071 \cdot 10^{-5} x^4 \quad (r^2 = 0,99)$$

$$\hat{Y}_3 = 1.082,2 - 13,4 x + 0,05 x^2 - 0,67 \cdot 10^{-4} x^3 \quad (r^2 = 0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = 1.514,3 - 19,0 x + 0,08 x^2 - 1,00 \cdot 10^{-4} x^3 \quad (r^2 = 0,99)$$

Fig. 7 - Curvas de regressão da quantidade de enxofre ( $\hat{Y}$ ) em função da idade ( $x$ ), na planta inteira e raízes, das cultivares.

### 5.3 - Produção de Raízes Frescas

As cultivares diferiram na produção de raízes frescas tal como aconteceu para a matéria seca. As produções observadas e as calculadas, através das equações de regressão, são apresentadas na Tabela 30.

O ponto de máximo e a respectiva quantidade máxima de raízes frescas, estimadas a partir das equações de regressão, são apresentadas a seguir:

Cultivar	Ponto de Máximo (dias)	Quantidade g/pl	Máxima kg/ha
Branca de Santa Catarina	360	971,7	16.194
Mantiqueira	311	1.290,6	21.509

A estimativa da produção de raízes, procedida desta maneira, parece representar melhor o fenômeno da produção, em relação a uma só amostragem final, principalmente, em virtude das cultivares não terem apresentado o mesmo ciclo de maturação.

Os resultados obtidos estão de acordo, dentro de certos limites, com PEREIRA *et alii* (1977) que encontraram 19,5 e 20,0 t/ha, respectivamente, para as cultivares Branca de San

ta Catarina e Mantiqueira, como média de 9 (nove) ensaios de 1 (um) ciclo vegetativo, em diferentes localidades do Estado de São Paulo.

TABELA 30 - Produção observada e calculada de raízes frescas em diferentes estádios de desenvolvimento das plantas

Cultivar	Dias após a Brotação					
			180	240	300	360
Branca de Santa Catarina	Observada	g/pl	414,5	774,2	844,2	990,0
		kg/ha *	6.908	12.903	14.069	16.611
	Calculada (1)	g/pl	432,8	719,4	899,0	971,7
		kg/ha *	7.213	11.990	14.983	16.194
Mantiqueira	Observada	g/pl	590,8	1125,4	1250,4	1204,2
		kg/ha *	9.846	18.756	20.839	20.069
	Calculada (2)	g/pl	602,7	1089,5	1286,0	1192,2
		kg/ha *	10.045	18.158	21.432	19.869

(\*) Calculado para uma população de 16.666 plantas

$$(1) \quad \hat{Y} = - 1.068,5 + 11,01 x - 0,01485 x^2 \quad (r^2 = 0,96)$$

$$(2) \quad \hat{Y} = - 2.599,5 + 25,05 x - 0,04032 x^2 \quad (r^2 = 0,99)$$

#### 5.4 - Extração e Exportação de Nutrientes

A extração (planta inteira) e exportação (raízes) dos nutrientes estudados, obtidas no ítem 5.2 , estão resumidas na Tabela 31.

TABELA 31 - Extração e exportação de nutrientes pelas cultivares, em kg/ha \*

Cultivar		Nutrientes					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Branca de Santa Catarina	Planta Inteira	123,1	13,6	77,1	64,3	18,1	9,2
	Raízes	39,3	4,5	25,8	12,0	6,3	1,4
Mantiqueira	Planta Inteira	103,5	8,3	80,0	59,6	18,9	7,4
	Raízes	38,8	3,3	39,1	12,2	7,0	1,9

(\*) Calculado para uma população de 16.666 plantas.

A extração de nutrientes necessária para produzir 1 (uma) tonelada de raízes e a extração de nutrientes somente pelas raízes (1 tonelada), ou seja, as quantidades exportadas, são as apresentadas na Tabela 32. Esta transformação foi efetuada com os dados da Tabela 31 e considerando as produções de 16,2 e 21,5 t/ha de raízes, respectivamente, para as culti-

vares Branca de Santa Catarina e Mantiqueira e teve por objetivo facilitar a comparação com os dados da literatura.

Assim, os dados obtidos podem ser comparados com os da Tabela 3. Verifica-se que o nitrogênio, cálcio e magnésio estão contidos nos intervalos e próximos às médias. O fósforo e potássio, estiveram abaixo da média. Para o enxofre não se encontrou citação na literatura.

Embora exista variação na exportação de nutrientes para as cultivares, as maiores diferenças referem-se à extração (Tabela 32). Isto se deve, em parte, a partição diferencial da matéria seca total (raízes + hastes + folhas) entre as cultivares (item 5.1) e a maior concentração de nutrientes na parte aérea (folhas e hastes) em relação às raízes.

TABELA 32 - Extração e exportação de nutrientes, em quilos, para 1 (uma) tonelada de raízes

	Cultivar	Elementos					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Extração	Branca de Santa Catarina	7,60	0,84	4,76	3,97	1,12	0,57
	Mantiqueira	4,81	0,39	3,72	2,77	0,88	0,34
	Média	6,21	0,62	4,24	3,37	1,00	0,46
Exportação	Branca de Santa Catarina	2,43	0,28	1,59	0,74	0,39	0,09
	Mantiqueira	1,80	0,15	1,82	0,57	0,33	0,09
	Média	2,12	0,22	1,71	0,66	0,36	0,09

## 6 - CONCLUSÕES

Pelos dados obtidos, conclui-se que:

### Crescimento:

- As cultivares diferiram na produção de matéria seca de raízes, embora não apresentassem diferença significativa em relação a matéria seca total.
- Para uma população de 16.666 plantas/ha, a produção máxima de matéria seca de raízes foi de 8.465 e 6.543 kg/ha e a produção máxima de matéria seca total atingiu 13.726 e 12.968 kg/ha, respectivamente, para as cultivares Mantiqueira e Branca de Santa Catarina.

- No período de maior acumulação de matéria seca total (120 - 180 dias)<sup>#</sup>, as cultivares Mantiqueira e Branca de Santa Catarina, acumularam em média 114,2 e 95,7 kg/ha/dia, respectivamente.

#### Absorção dos Macronutrientes:

- As cultivares diferiram em relação às épocas de absorção para fósforo e cálcio, sendo que, só para o fósforo as quantidades extraídas foram diferentes.
- O máximo de absorção para os nutrientes ocorreu nas seguintes épocas, em dias: N (126 - 127) , P (141) , K (136) , Ca (141) , Mg (142 - 148) e S (138 - 144).

#### Produção de Raízes:

- As cultivares diferiram na produção de raízes frescas. As quantidades produzidas foram 21,5 e 16,2 t/ha, respectivamente, para as cultivares Mantiqueira e Branca de Santa Catarina.
- A cultivar Mantiqueira foi ~~mais~~ precoce na produção de raízes.

#### Extração e Exportação de Nutrientes:

- As cultivares extraíram quantidades diferentes de fósforo e exportaram quantidades diferentes de potássio e enxofre.



- A extração dos elementos, em ordem decrescente, foi em kg/ha: N (104 - 123) , K (77 - 80) , Ca (60 - 64) , Mg (18-19) , P (8 - 14) e S (7 - 9).
- A exportação dos elementos obedeceu a seguinte ordem decrescente, em kg/ha: N (39) , K (26 - 39) , Ca (12) , Mg (6 - 7) , P (3 - 5) e S (1 - 2).

## 7 - SUMMARY

This paper deals with the results of a field experiment conducted in order to study dry matter production and macronutrients accumulation by two cassava cultivars, 'Branca de Santa Catarina' and 'IAC Mantiqueira'.

Plants received a uniform dressing of N,  $P_2O_5$  and  $K_2O$  of 40, 80 and 60 Kg/ha, respectively as ammonium sulfate, simple superphosphate, and muriate of potassium; N was top dressed 60 days after emergence.

Two irrigations were provided in the beginning of the growth cycle due occurrence of a drought period.

Plants were sampled and analysed for growth parameters and macronutrient composition in six occasions with 60 days of interval.

The main conclusions and relevant data were the following:

- 1 - There was statistical difference in root production of the two cultivars ; maximum dry matter accumulation took place in the period of 120 - 180 days after emergence.
- 2 - Peaks of absorption of macronutrients coincided with maximum rates of dry matter production.
- 3 - Extraction of macronutrients was the same in the two cultivars, P excepted ; export was different only in the case of K and S.

## 8 - LITERATURA CITADA

- ALBUQUERQUE, M., 1969. A mandioca na Amazônia. Belém, Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. 277 p.
- BARRIOS, E. A. e R. BRESSANI, 1967. Composición química de la raíz y de la hoja de algunas variedades de yuca. Turrialba, 17(3): 314-320.
- BATAGLIA, O. C. e J. R. GALLO, 1972. Determinação de cálcio e de magnésio em plantas por fotometria de chama de absorção. Bragantia, Campinas, 31: 59-74.
- BONNEFOY, J. V., 1933. Calcul des éléments fertilizants enlevés au sol par une récolte de manioc. Bulletin Économique, Madagascar, (83): 75-77.

- CATANI, R. A. ; J. R. GALLO e H. GARGANTINI, 1954. Extração de elementos nutritivos do solo por diversas culturas. Campinas, Instituto Agronômico. (Cartaz).
- CONCON, J. M. e D. SOLTESS, 1973. Rapid micro Kjeldahl digestion of cereal grains and others biological materials. Analytical Biochemistry, New York, 53(1): 35-41.
- COURS, G., 1951. Le manioc à Madagascar. Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar. Sér. B.: Biologie Végétale, Tananarive, 3(2): 203-416.
- COURS, G., 1953. Le diagnostic foliaire et les carences. Recherche Agronomique de Madagascar, Compte Rendu, Tananarive, (2): 78-84.
- DE GEUS, J. G., 1967. Root crops: cassava. In: \_\_\_\_\_ . Fertilizer guide for tropical and subtropical farming . Zurich, Centre D'Etude de l'Azote, p. 181-185.
- DUFOURNET, R. e P. GOARIN, 1957. Note sur la culture du manioc à Madagascar. Riz et riziculture et cultures vivrières tropicales, Nogent-sur-Marne, 3(1): 15-38.
- DULONG, R., 1971. Le manioc a Madagascar. Agronomie tropicale, Nogent-sur-Marne, 26(8): 791-829.
- FAO, 1975. Production Yearbook. Rome, vol. 29.
- FOX, R. H. ; H. TALLEYRAND e T. W. SCOTT, 1975. Effect of nitrogen fertilization on yields and nitrogen content of cassava, Llanera cultivar. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Rio Piedras, 59(2): 115-124.

- FUNDAÇÃO IBGE, 1975. Anuário Estatístico do Brasil, Rio de Janeiro, Vol. 36, p. 167.
- GEHRKE, C. W. ; L. L. WALL e J. S. ABSHEER, 1973. Automated nitrogen method for fields. Journal of the Association of Official Agricultural Chemists, Washington, 56(5): 1096-1105.
- GOMES, F. P., 1973. Curso de Estatística Experimental. 7.<sup>a</sup> ed., São Paulo, Editora Nobel, 430 p.
- HONGSAPAN, S., 1962. Does planting of cassava really impoverish the soil ? Kasikorn, 35(5): 403-407. Apud HOWELER, R. H., 1978.
- HOWELER, R. H., 1975. Requerimento de elementos secundários e elementos menores da mandioca. In: Curso Especial de Aperfeiçoamento para Pesquisadores de Mandioca, Cali, Colômbia, CIAT, 14 p.
- HOWELER, R. H., 1978. Nutrición mineral y fertilización de la yuca. In: Curso de producción de yuca. Cali, Colômbia, CIAT, vol. 1 , p. 274-321.
- HUNT, L. A. ; D. W. WHOLEY e J. H. COCK, 1977. Growth physiology of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz). Field Crop Abstracts, 30(2): 77-91.
- INSTITUTO AGRONÔMICO, Campinas. Seção de Raízes e Tubérculos, 1937/1975. Relatórios anuais.
- KANAPATHY, K. e G. A. KEAT, 1970. Growing maize, sorghum and tapioca on peat soil. In: Proceedings of the Conference on Crop Diversification in Malaysian, Kuala Lumpur, p. 25-35.

- KANAPATHY, K., 1974. Fertilizer experiments on shallow peat under continuous cropping with tapioca. The Malaysian agricultural Journal, Kuala Lumpur, 49(4): 403-412.
- KROCHMAL, A. e G. SAMUELS, 1968. Deficiency symptoms in nutrient pot experiments with cassava. Ceiba, Tegucigalpa, 14: 1-9.
- LOTT, W. L. ; J. P. NERY ; J. R. GALLO e J. C. MEDCALF, 1956. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto Agrônômico, 29 p. (Boletim, 79).
- LOTT, W. L. *et alii*, 1961. Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. São Paulo, IBEC Research Institute. 69 p. (Boletim, 26).
- MALAVOLTA, E. *et alii*, 1954. Estudos sobre alimentação mineral da mandioca. Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 10: 217-222.
- MEJIA, F. R., 1946. El cultivo de la yuca, y su Explotación industrial. Agricultura tropical, Bogotá, 2(3): 13-21. Apud HOWELER, R. H., 1978.
- MENDES, C. T., 1940. Contribuição para o estudo da mandioca. São Paulo, Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio. 99 p.
- MUTHUSWAMY, P. *et alii*, 1975. Composition and nutritive value of certain cultivars of cassava tubers (*Manihot esculenta*, Crantz). Madras agricultural Journal, 62(2): 68-70.

- NESTEL, B., 1973. Current Utilization and Future Potencial for cassava. In: Proceedings of Chronic Cassava Toxicity, London, p. 11-26.
- NGONGI, A. G. N., 1976. Influence of some mineral nutrients on growth, composition and yield of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz). Ithaca, Cornell Un. (Ph.D. Thesis). Apud HOWELER, R. H., 1978.
- NIJHOLT, J. A., 1935. Opname van voedingsstoffen uit den bodem bij cassave. Algemeen Proefstation voor den Landbouw. Buitenzorg, Korte Mededeelingen n<sup>o</sup> 15, Apud HOWELER, R. H., 1978.
- NORMANHA, E. S., 1966. As folhas de mandioca servem como a alimento. O Estado de São Paulo, São Paulo, 9 mar. 1966. Suplemento agrícola 567: 4.
- OELSLIGLE, D. D., 1975. Accumulation of dry matter, nitrogen, phosphorus, and potassium in cassava. Turrialba, 25(1): 85-87.
- PEREIRA, A. S. ; J. O. LORENZI e E. ABRAMIDES, 1977. Competição de variedades de mandioca. Campinas, Instituto Agrônômico. 7 p. (Circular, 68).
- PERKIN-ELMER CORPORATION, 1971. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Norwalk, Connecticut.
- ROCHE, P. ; J. VELLY e B. JOLIET, 1957. Essai de détermination des seuils de carence en potasse dans le sol et dans les plants. Revue de la Potasse, Section 6, Berne, p. 1-5.



- SARRUGE, J. R. e H. P. HAAG, 1974. Análise química em plantas. Piracicaba, ESALQ-USP, 52 p.
- SETZER, J., 1966. Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo. São Paulo, Instituto Geológico e Geográfico, p. 35-38.
- SOLORZANO, N. e E. BORNEMISZA, 1976. Estudios del cultivo de yuca en Costa Rica. II. Composición química y producción de tres cultivares. Turrialba, 26(3): 261-264.
- TEIXEIRA, J. P. F. *et alii*, 1976. Determinação automatizada de enxofre em plantas, pelo sistema auto-analisador II Technicon. Bragantia, Campinas, 35(1): LXXVII-LXXXI.
- VELLY, J., 1969. Contribution à la détermination de la fumure d'entretien ; les exportations en éléments minéraux de principales cultures. Bulletin de Madagascar, 19 (282): 872-890. Apud HOWELER, R. H., 1978.
- VIÉGAS, A. P., 1976. Estudos sobre a mandioca. São Paulo. IAC, BRASCAN NORDESTE, 214 p.