

CURVA DE CRESCIMENTO, CONCENTRAÇÃO E ABSORÇÃO DE
CÁLCIO, MAGNÉSIO E ENXOFRE PELO ABACAXIZEIRO
(*Ananas comosus* L. Merrill) VARIEDADE
PÉROLA DURANTE UM CICLO DE CULTURA¹

Gonçalo E. de França²
Moacyr de O.C.do Brasil S^o³
José Renato Sarruge³
Sérgio Moraes⁴

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos grandes produtores mundiais de abacaxi, ocupando em 1980 o 4º lugar nas estatísticas de produção (FAO, 1980), com 572.000 t e 7,5% da produção mundial (GIACOMELLI, 1982).

É uma planta da família *Bromeliaceae*, sendo as variedades cultivadas pertencentes à espécie *Ananas comosus* (L.) Merrill.

O seu cultivo ocupa principalmente a faixa compreendida entre os paralelos de 30º ao Norte e Sul do Equador. No Brasil, é difundido principalmente nos Estados da Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo.

A principal variedade cultivada no mundo é a Caiena ou Smooth Cayenne, enquanto que no Brasil, à exceção do Estado de São Paulo, predomina a variedade Branco de Pernambuco ou Pérola.

Apesar de sua importância, por ser uma das nossas

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, apresentada no Curso de Pós-Graduação de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP.

² Engenheiro Agrônomo da EMBRAPA, MG.

³ Professores da ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

⁴ Engenheiro Agrônomo.

principais plantas frutíferas, o abacaxizeiro não tem recebido a devida atenção, sendo ainda pouco estudado no Brasil. As referências encontradas na literatura sobre sua nutrição mineral e adubação são bastante escassas. Não existem dados sobre curva de crescimento e marcha de absorção de nutrientes para as nossas variedades e condições edafo-climáticas. Estas informações são importantes para o conhecimento da nutrição mineral das plantas, possibilitam a determinação das quantidades de nutrientes absorvidos nos diferentes estágios de seu ciclo e caracterizam os períodos críticos de maior demanda de nutrientes.

A aplicação de fertilizantes nos períodos de maior exigência promoverá uma nutrição adequada das plantas e, conseqüentemente, uma melhor produção, além de reduzir a perda de nutrientes através dos diversos processos.

A finalidade do presente trabalho foi, pois, a determinação da curva de crescimento e da marcha de absorção de cálcio, magnésio e enxofre, durante um ciclo de cultura, em condições de campo, além das quantidades de nutrientes extraídas e da caracterização dos períodos de maior demanda dos três macronutrientes.

REVISÃO DE LITERATURA

O crescimento do abacaxizeiro da variedade "Cayenne" é muito lento nos seis primeiros meses que sucedem o seu plantio. A partir do sexto mês a planta entra em período de rápido crescimento, que se acelera, ainda, ao se aproximar a floração. Estas observações estão de acordo com FOLLET-SMITH & BOURNE (1936), PY (1959) e BLACK (1962).

Segundo ALBRIGO (1967) o sucesso do uso contínuo dos solos do Havaí com o cultivo do abacaxizeiro durante vários anos só foi possível devido a um programa bem orientado de reposição anual dos nutrientes extraídos pelas colheitas.

A maior parte dos trabalhos de nutrição mineral e de adubação do abacaxizeiro se refere apenas ao N, P e K. Daí o grande interesse em se conhecerem as exigências da cultura em variedades nacionais, cultivadas em condições edafo-climáticas diferentes, e levando em conta, não só o estudo do nitrogênio, de fósforo e do potássio, mas também dos demais nutrientes, tais como do cálcio, do magnésio, do enxofre e dos micronutrientes.

MARCHAL (1971), em Guadalupe, indica que a adubação com fósforo proporcionou uma extração de 8,5 g de N; 2,3 g de P_2O_5 ; 48,7 g de K_2O ; 9,9 g de CaO e 4,4 g de MgO , o que corresponde a uma relação de 10,0:27:5,73:0,52, respectivamente.

Observa-se que o cálcio é mais absorvido do que o nitrogênio e apresenta uma relação 1,16:1,0, sendo, portanto, um elemento que deve ser mais bem pesquisado. Quanto ao magnésio, apresenta uma relação de 0,52:1,0 em relação ao nitrogênio, sendo, portanto, absorvido em maior quantidade que o próprio fósforo.

As quantidades de nutrientes exportadas pelas colheitas, segundo PY (1964), em relação a cálcio e magnésio, são de 14 e 20% dos totais extraídos durante o ciclo. Para LACOEUILHE & GICQUIAUX (1971) são de 20 e 28% dos totais as taxas exportadas pelas colheitas em cálcio e magnésio.

Os trabalhos citados não fazem referência ao enxofre.

ARZOLLA (1961), estudando o abacaxizeiro em condições de solução nutritiva, encontrou nas folhas, nos tratamentos que receberam enxofre, 1,0% e nas "sem enxofre", 0,65% do elemento. Entretanto, o tratamento sem enxofre chegou a produzir frutos, muito embora de tamanho e qualidade muito inferiores à dos que receberam enxofre. O mesmo se deu em relação ao cálcio. Em relação ao magnésio, embora omitido, produziu fruto igual ao com magnésio.

Quanto à marcha de absorção de nutrientes, FOLLET-

-SMITH & BOURNE (1936) verificaram que, nos primeiros seis meses após o plantio, a absorção de cálcio e magnésio foi de apenas 3,7% e de 6,3%, respectivamente. O período de maior exigência destes nutrientes está compreendido entre o 6º e o 12º mês após o plantio. Neste período foram absorvidos 72,5% de CaO e 63,2% de MgO dos totais absorvidos no ciclo.

BLACK & PAGE (1969) verificaram que a planta leva três meses para se estabelecer e dar início ao seu desenvolvimento. A absorção de nutrientes se deu em dois períodos distintos: entre o 4º e o 8º mês e entre o 14º e o 19º mês. Entretanto, não fazem referência a Ca, Mg e S.

Para LACOEUILHE & CICQUIAUX (1971), que analisaram as plantas por ocasião das colheitas, a maior proporção encontrada de nutrientes foi nas folhas, inclusive 40% a 45% do magnésio total extraído, os teores mais baixos de cálcio foram encontrados nas raízes e frutos e os mais elevados no talo. O talo contribui com 25% do total absorvido e o fruto com 10%.

SIDERIS & YOUNG (1950, 1951) verificaram que o teor de cálcio diminui com a idade da planta. A concentração de cálcio na planta se mostrou inversamente proporcional ao potássio da solução. O teor do cálcio no talo foi mais elevado antes da floração do que após a mesma. No período pós-floração houve diminuição do cálcio no talo com translocação do mesmo para as folhas.

A concentração do magnésio nos vários órgãos seguiu a mesma ordem da do potássio. Uma parte importante do magnésio absorvido se localiza no fruto (22 a 28%) sendo esse nutriente mais importante para o fruto do que o potássio.

Esses dados todos, com exceção dos de ARZOLLA (1961) não se referem à variedade Pérola, de origem nacional, que foi o motivo do presente trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Solos

Este trabalho foi realizado no município de Piracicaba, em um Regossolo da série Sertãozinho (Areias Quartzosas) (RANZANI *et alii*, 1966), situado no Bairro Sertãozinho, nos arredores da cidade, em uma área tradicionalmente cultivada com abacaxi da variedade Pérola.

Características físicas e químicas do solo

Os solos da série Sertãozinho possuem textura moderadamente grosseira, boa drenagem e profundidade efetiva entre 200 e 300 cm.

Foram coletados, para caracterização física e química, doze amostras compostas de solo da camada 0-20 cm.

As análises granulométricas e as análises químicas foram feitas, respectivamente, pelos métodos usados por RANZANI *et alii*, 1966 e CATANI *et alii*, 1954. Os extractores usados foram: HNO_3 0,05N para o cálcio e magnésio, o acetato de cálcio nN para o hidrogênio e o KCl 1 N para o alumínio.

Os dados granulométricos e as características químicas se encontram na Tabela 1 e no texto, respectivamente.

Análise granulométrica (método da pipeta, NaOH)

Areia muito grossa	13,3%
Areia grossa	47,7%
Areia média	12,2%
Areia fina	9,5%
Areia muito fina	0,3%
Limo	1,2%
Argila	15,6%
Classe textural	bag.

Quadro I. Resultados da análise química do solo da área experimental.

	Talhão	
	Adubado	Sem adubar
pH em água (1:2,5)	5,22	5,07
PO ₄ ³⁻ e.mg/100 g	0,09	0,10
K ⁺ e.mg/100 g	0,18	0,16
Ca ²⁺ e.mg/100 g	0,78	0,72
Mg ²⁺ e.mg/100 g	0,31	0,26
Al ³⁺ e.mg/100 g	0,63	0,62
H ⁺ e.mg/100 g	3,79	3,47
CTC e.mg/100 g	5,69	5,25
V %	22,32	21,71

Os resultados analíticos dos solos da parte adubada e da não adubada não mostraram diferença, por serem amostras coletadas nas entrelinhas e as adubações feitas no sulco, junto às plantas, e, por último, nas axilas das folhas.

Adubação e plantio

A área experimental, uma vez devidamente preparada, através de adubação e gradagem, foi dividida em dois talhões de 8 x 12 m cada um. Um destes foi adubado e o outro não recebeu qualquer adubação durante todo o transcorrer do trabalho.

Utilizou-se o esquema de adubação recomendado por BRASIL SOBRINHO et alii (1962) e ARZOLLA (1961), apresentado no quadro II.

Quadro II. Quantidade e época de aplicação dos fertilizantes.

Fertilizantes	Époda da aplicação			
	Plantio 8/6/70 g/m/sulco	1ª 20/7/70 -----	2ª 5/10/70 g/planta	3ª 10/2/71 -----
Sulfato de amônio (20% N)	-	20	20	20
Superfosfato simples (20% P ₂ O ₅)	20	10	-	10
Cloreto de potássio (60% K ₂ O)	-	10	10	10

Amostragem da planta

As plantas foram coletadas em número de cinco repetições para cada talhão de amostragem.

O período decorrido entre uma amostragem e outra foi de 30 dias, sendo a primeira realizada em 26 de outubro de 1970 e a última em 26 de outubro de 1971.

As plantas foram colhidas mediante abertura em sua volta de uma cova de 30x30x30 cm, procurando-se retirar todas as raízes, que na sua maioria, 96% aos 8 meses e 94% aos 12 meses, deveriam encontrar-se a uma profundidade de 0,20 m (INFORZZATO *et alii*, 1968).

Preparo das plantas para análise

Uma vez colhidas, as plantas eram levadas imediatamente para o laboratório e mantidas em câmara fria até serem manipuladas. Elas foram separadas em suas diversas partes: raiz, talo, folhas e órgãos reprodutores (pedúnculo do fruto, fruto, coroa do fruto, filhote e filho

te de rebentão). As diferentes partes foram analisadas em separado para cálcio, magnésio e enxofre.

As amostras das plantas foram preparadas e analisadas pelos métodos descritos por SARRUGE & HAAG (1974), sendo o peso de massa seca determinado a 80°C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acumulação de massa seca

O crescimento da planta em função da idade foi avaliado em função do peso de massa seca.

Como foi mostrado no trabalho relativo à extração de N, P e K (FRANÇA et alii, 1987), o estudo das curvas de crescimento foi feito através de análises de variância das massas de cada parte da planta em função da idade e das equações de regressão.

Os dados que serviram para o cálculo se encontram no quadro III, onde se observam as percentagens de massa acumulada, de Ca, de Mg e de S extraídas nas diversas épocas de amostragem.

Nas plantas adubadas, o crescimento máximo foi na fase final de 480 dias (100%) enquanto que nas não adubadas o valor 100% correspondeu à fase de 450 dias.

Concentração de cálcio, magnésio e enxofre na raiz, talo, folha e órgãos reprodutivos nos diversos estágios de desenvolvimento da planta

Cálcio

A concentração de cálcio nos tecidos foi nitidamente maior no talo do que na folha (figuras 1 e 2) o que demonstra a pequena mobilidade destes nutrientes na planta, fato bastante citado na literatura (EPSTEIN, 1975; CHAPMAN, 1966 e outros). Entretanto, houve uma queda visível na

concentração de cálcio com o aparecimento dos órgãos reprodutivos, o que indica translocação para estes órgãos. DIRERIS & YOUNG (1951), também verificaram que a concentração do cálcio é maior no talo do que na folha.

Quadro III. Percentagem de massa seca acumulada e de nutrientes extraídos nas diversas épocas de amostragens em relação ao total.

Idade da planta em dias	Massa seca (%)	Nutrientes		
		Ca (%)	Mg (%)	S (%)
Planta adubada				
150	9,9	17,8	15,3	12,3
180	9,7	22,0	20,0	20,8
210	13,7	24,6	25,6	20,1
240	18,7	37,6	33,3	29,5
270	31,2	55,1	52,3	43,9
300	46,3	64,7	63,4	55,5
330	48,5	60,1	64,9	53,0
360	56,3	86,8	97,0	73,0
390	45,3	60,9	80,6	47,7
420	73,3	96,8	91,5	77,1
450	86,5	100,0	97,3	75,1
480	100,0	74,3	100,0	100,0
Planta sem adubar				
150	16,5	19,8	16,0	19,1
180	17,1	19,8	17,5	19,6
210	18,4	26,0	22,2	22,9
240	15,3	23,6	16,9	17,3
270	21,0	35,8	29,1	25,1
300	32,6	41,2	37,8	38,8
330	39,9	59,0	55,4	45,9
360	54,7	71,6	100,0	58,4
390	51,0	67,1	50,3	52,6
420	85,5	100,0	90,6	71,3
450	100,0	90,8	78,7	87,7
480	98,4	55,1	72,7	100,0

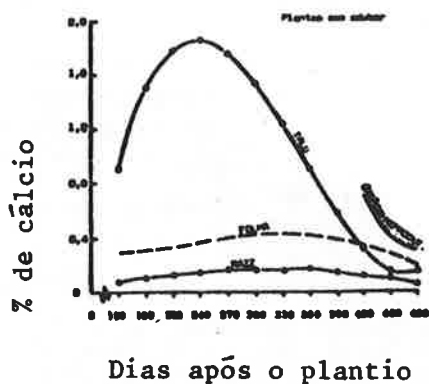
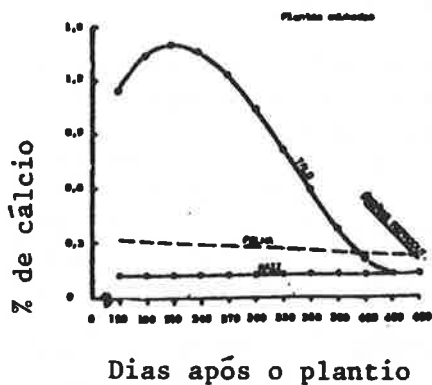


Figura 1. Percentagem de cálcio na massa seca das diversas partes das plantas em função da idade.

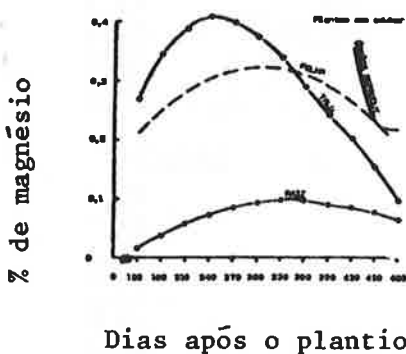
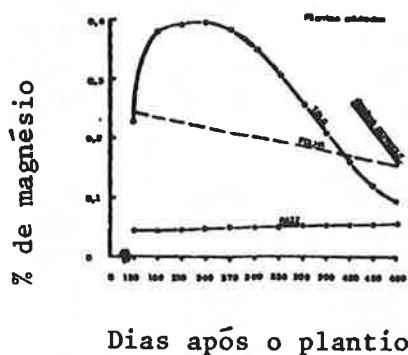


Figura 2. Percentagem de magnésio na massa seca das diversas partes das plantas em função da idade.

Ainda SIDERIS & YOUNG (1945), verificaram que, com a formação do pedúnculo e do fruto e com a formação completa do tecido meristemático apical do talo durante o

período de frutificação, diminui consideravelmente a acumulação de cálcio no talo. Concluem os autores que a acumulação de cálcio na região apical do talo das plantas, antes do período de frutificação, resulta da pequena translocação desse nutriente para as folhas através dos tecidos meristemáticos, com os vasos condutores ainda em formação.

Observa-se que o teor de cálcio no talo decresce de maneira acentuada com a idade da planta.

Na folha das plantas adubadas, o decréscimo da concentração de cálcio no tecido se dá suavemente, enquanto que na raiz não houve qualquer alteração do início ao fim do ciclo de desenvolvimento da planta.

Nas plantas não adubadas houve acréscimo acompanhado de ponto de máximo aos 240 dias, e, a seguir, decréscimo até o final do ciclo, em relação ao talo.

Na raiz e nas folhas houve variações muito pequenas em relação ao ciclo de desenvolvimento da planta.

Magnésio

A concentração de magnésio foi mais elevada no talo do que na folha durante uma parte do ciclo vegetativo (figura 2). O antagonismo do Mg é muito conhecido (SIDERIS & YOUNG, 1946; LACOEUILHE & GICQUIAUS, 1971a) não apareceu como no caso do colmo.

Mesmo os talhões não adubados com K deixaram de mostrar o antagonismo, como pode-se observar pelo quadro IV.

Enxofre

A concentração de enxofre (S), enalagamente ao que ocorreu com o cálcio, foi muito maior no talo do que na folha (figura 3), o que demonstra a pequena mobilidade de que goza esse macronutriente na planta.

Quadro IV. Teores percentuais dos macronutrientes contidos na massa seca das diversas partes da planta em função da idade (média de cinco plantas).

Partes das plantas	Idade em dias	Nutrientes (mg/planta)					
		Plantas adubadas			Plantas sem adubar		
		Ca	Mg	S	Ca	Mg	S
Raiz	150	0,07	0,04	0,03	0,09	0,04	0,03
	180	0,07	0,04	0,05	0,07	0,03	0,03
	210	0,14	0,05	0,06	0,14	0,05	0,04
	240	0,14	0,04	0,05	0,14	0,05	0,04
	270	0,13	0,06	0,06	0,16	0,07	0,07
	300	0,10	0,04	0,06	0,11	0,06	0,05
	330	0,19	0,04	0,06	0,24	0,06	0,05
	360	0,16	0,07	0,05	0,16	0,24	0,05
	390	0,08	0,05	0,06	0,15	0,06	0,04
	420	0,16	0,05	0,05	0,18	0,07	0,05
	450	0,11	0,05	0,05	0,11	0,06	0,06
	480	0,05	0,05	0,07	0,06	0,07	0,06
Talo	150	1,06	0,24	0,66	0,96	0,27	0,72
	180	1,44	0,43	1,26	1,31	0,34	0,96
	210	1,33	0,44	1,33	1,86	0,40	1,20
	240	1,55	0,39	1,43	2,11	0,40	1,30
	270	1,13	0,33	1,11	1,74	0,42	1,19
	300	0,90	0,30	0,88	1,32	0,34	0,95
	330	0,85	0,27	0,80	1,27	0,29	0,84
	360	0,51	0,38	0,57	0,78	0,42	0,61
	390	0,48	0,19	0,58	0,72	0,21	0,58
	420	0,25	0,13	0,35	0,37	0,15	0,33
	450	0,14	0,13	0,34	0,21	0,13	0,42
	480	0,08	0,09	0,34	0,10	0,11	0,33
Folha	150	0,39	0,21	0,14	0,31	0,23	0,14
	180	0,36	0,26	0,23	0,31	0,24	0,16
	210	0,30	0,24	0,15	0,33	0,29	0,15
	240	0,36	0,23	0,17	0,40	0,27	0,14
	270	0,32	0,22	0,16	0,48	0,34	0,15
	300	0,25	0,18	0,14	0,35	0,28	0,17
	330	0,19	0,17	0,11	0,42	0,26	0,16
	360	0,30	0,21	0,11	0,38	0,48	0,13
	390	0,25	0,21	0,09	0,40	0,25	0,11
	420	0,27	0,17	0,13	0,38	0,25	0,12
	450	0,27	0,15	0,10	0,32	0,21	0,11
	480	0,17	0,14	0,14	0,19	0,19	0,19
Órgãos Reprodutivos	420	0,52	0,27	0,15	0,73	0,35	0,13
	450	0,34	0,19	0,15	0,39	0,22	0,14
	480	0,20	0,17	0,13	0,30	0,22	0,13

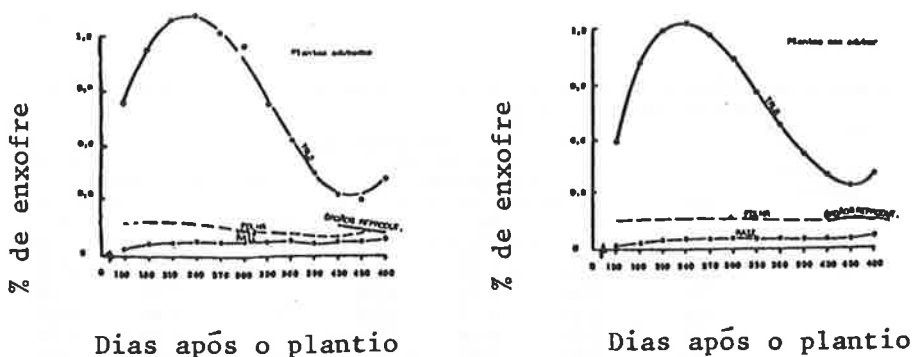


Figura 3. Percentagem de enxofre na massa seca das diversas partes das plantas em função da idade.

Não se encontraram na literatura menções sobre a importância do enxofre na planta, talvez por ser este macronutriente um constituinte constante nos fertilizantes usados no abacaxizeiro (sulfato de amônio, sulfato de potássio e superfosfato simples).

HAAG et alii (1963) e CIBES & SAMUELS (1958), analisaram o S na folha do abacaxizeiro cultivado em solução nutritiva, e encontraram valores de 1,00% a 0,25% para os tratamentos com enxofre. Neste trabalho, porém, os valores variaram entre 0,10-0,18% em plantas adubadas, sendo muito semelhantes, portanto, àqueles encontrados por CIBES & SAMUELS (1958).

Absorção pelas diversas partes da planta

Utilizando-se o peso da massa seca e a concentração percentual de nutrientes, determinou-se a absorção de cálcio, magnésio e enxofre (quadro V), a exemplo do que foi feito para nitrogênio, fósforo e potássio (FRANÇA et alii, 1987). Os dados se referem às diferentes idades da planta. As curvas de absorção obtidas foram ajustadas através da análise de regressão.

Quadro V. Quantidades de nutrientes extraídas pelas diversas partes das plantas em função da idade (média de cinco plantas).

Partes das plantas	Idade em dias	Nutrientes (mg/planta)						
		Plantas adubadas			Plantas sem adubar			
		Ca	Mg	S	Ca	Mg	S	
Raiz	150	0,51	0,31	0,22	0,71	0,30	0,26	
	180	0,67	0,34	0,40	0,66	0,34	0,36	
	210	1,82	0,43	0,78	2,11	0,71	0,55	
	240	1,36	0,42	0,55	2,75	0,86	0,74	
	270	7,36	3,18	3,39	3,94	1,80	1,59	
	300	8,86	3,41	5,01	4,77	2,79	2,13	
	330	13,89	3,15	4,38	9,24	2,30	1,74	
	360	8,70	3,63	2,85	8,68	4,24	2,65	
	390	4,72	3,03	3,64	7,00	2,56	1,85	
	420	14,21	4,34	4,73	14,87	6,24	3,80	
	450	11,08	4,90	6,40	10,21	3,37	3,10	
	480	7,95	8,92	11,08	5,60	6,04	5,43	
	Talo	150	74,19	16,90	46,31	76,42	21,79	58,63
		180	98,07	29,42	84,82	58,83	15,39	43,10
210		75,68	24,68	76,79	104,44	21,53	64,67	
240		118,09	29,43	106,38	80,53	15,29	49,73	
270		158,04	46,85	153,45	98,18	23,82	68,15	
300		200,02	66,22	196,14	122,72	31,24	87,67	
330		238,80	76,32	225,11	169,28	38,00	111,44	
360		236,10	177,40	365,00	231,83	125,45	181,86	
390		194,34	76,80	228,20	187,89	56,72	154,58	
420		198,56	107,56	278,09	214,52	87,57	188,54	
450		123,48	115,65	300,26	121,90	75,46	253,46	
480	70,71	78,57	303,66	55,00	62,95	185,39		
Folha	150	118,79	85,82	59,44	136,34	101,81	61,94	
	180	139,92	105,30	93,78	155,20	119,60	80,90	
	210	188,59	147,79	94,77	174,99	149,54	79,74	
	240	288,70	195,07	146,37	172,03	114,91	59,25	
	270	432,19	303,19	219,62	285,90	200,08	89,51	
	300	497,87	358,54	275,52	318,51	258,67	155,87	
	330	396,71	358,71	225,56	461,42	389,03	177,51	
	360	695,89	471,93	262,90	536,18	644,90	185,26	
	390	461,06	364,08	177,13	537,25	330,33	240,27	
	420	690,05	430,30	336,17	702,60	473,49	232,65	
	450	704,42	401,09	225,55	625,24	400,19	214,02	
480	491,10	393,01	398,11	359,81	364,58	364,04		
Órgãos Reprodutivos	420	147,12	75,55	43,29	151,75	77,78	27,05	
	450	245,17	135,16	109,16	226,62	131,00	83,30	
	480	235,34	194,62	145,18	177,14	129,69	78,68	

Os ajustes das curvas foram feitos segundo os resultados estatísticos obtidos. Assim, a absorção dos nutrientes pelo talo foi mais bem ajustada através da regressão cúbica, exceto para o enxofre nas plantas adubadas, enquanto para a raiz, a folha, e os órgãos reprodutivos, o ajuste foi feito pela regressão cúbica, quadrática ou linear, dependendo dos resultados de cada nutriente (figuras 4 a 6).

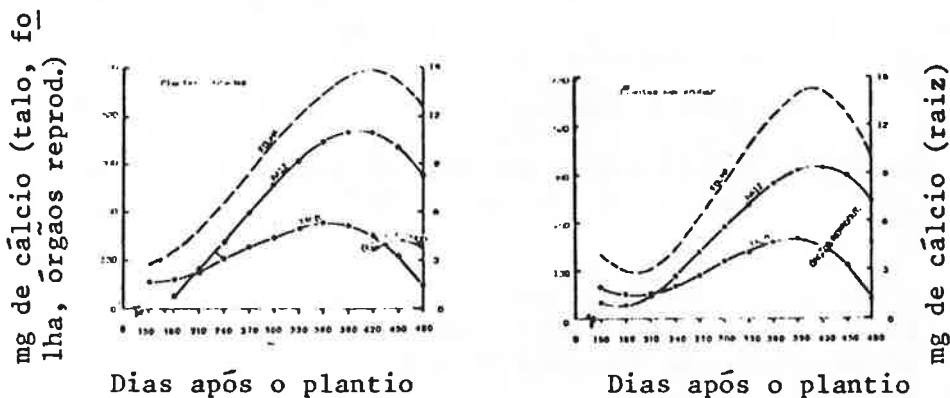


Figura 4. Quantidade de cálcio absorvida pelas diversas partes das plantas em função da idade.

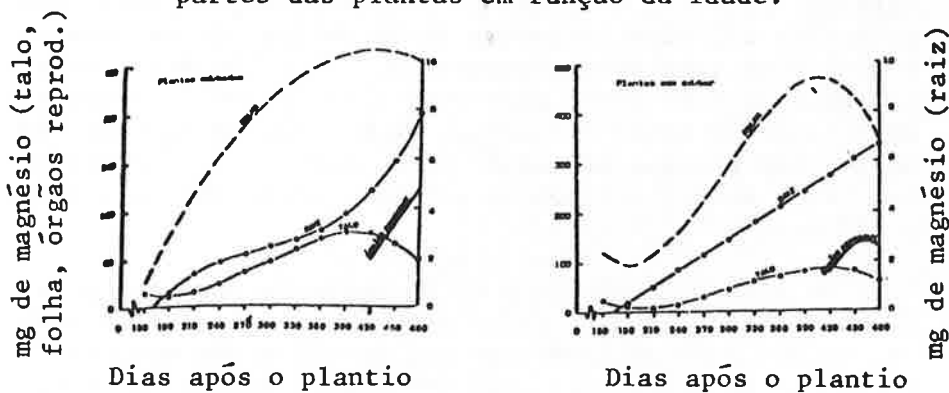


Figura 5. Quantidade de magnésio absorvida pelas diversas partes das plantas em função da idade.

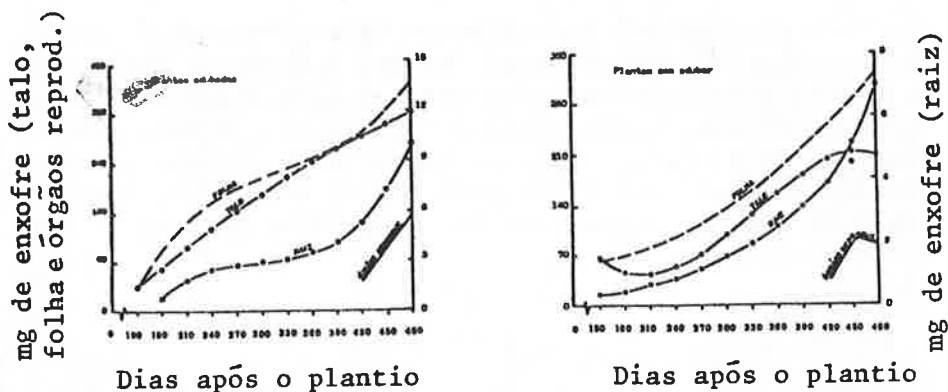


Figura 6. Quantidade de enxofre absorvida pelas diversas partes das plantas em função da idade.

As quantidades de cálcio, magnésio e enxofre absorvidas pela raiz, talo, folha e órgãos reprodutivos, em função da idade da planta, seguiram, de um modo geral, a mesma acumulação de massa seca por esses órgãos (figuras 4, 5 e 6).

Considerando a absorção do Ca, Mg e S pela planta inteira, persiste a tendência de uma absorção lenta nos primeiros 210 dias, seguidos de um período de intensa exigência de nutrientes (quadro IV). Aos 300 dias, a percentagem de nutrientes absorvida pelas plantas adubadas em relação ao total foi de 65% de Ca, 63% de Mg e de 55% de S. Nas plantas sem adubação a absorção se processou num ritmo menor, e alcançou 41% para o Ca, 39% para o Mg e 39% para o S.

Os pontos de máximo e ou de inflexão para as curvas de segundo ou terceiro grau permitiram calcular as épocas em que as quantidades do Ca, Mg e S foram maiores e o período de maior exigência dos órgãos nesses nutrientes (quadro VI).

Para o talo, as quantidades necessárias de Ca, Mg e S foram maiores nos períodos entre 366 e 405 nas plantas adubadas e de 384 a 462 nas não adubadas. O ponto de maior exigência variou entre 261 e 330 dias.

Quadro VI. Ponto de inflexão e de máxima extração de nutrientes pelo talo, folha e órgãos reprodutivos.

	Ponto de inflexão (dias)		Ponto de máxima (dias)		
	Talo	Folha	Talo	Folha	Órgãos reprodutivos
Plantas adubadas					
Ca	261	267	366	417	462
Mg	291	-	405	426	-
S	-	327	-	-	-
Plantas sem adubar					
Ca	288	300	384	408	453
Mg	309	297	414	411	-
S	330	-	462	-	462

Com relação à folha, a forma de extração máxima variou entre 417 a 426 dias nas plantas adubadas e de 408 a 411 para não adubadas; os pontos são muito próximos entre os dois tratamentos. Esses dados se referem ao S, por não terem alcançado os pontos de inflexão e de máximo.

Com o aparecimento dos órgãos reprodutivos aos 420 dias, verificou-se uma diminuição na acumulação de cálcio e magnésio nos demais órgãos (figuras 4 e 5). Quanto ao enxofre, continuou crescente a absorção (figura 6). Este fato indica, como se deu também com o N, P e K, uma translocação do Ca e do Mg para os órgãos reprodutivos.

Para os órgãos reprodutivos, a absorção seguiu efeito quadrático para plantas sem adubar e efeito linear para magnésio e enxofre, e quadrático para cálcio nas plantas adubadas. A variação no ponto de extração máxima foi de 453 e 462 em plantas adubadas ou não adubadas para cálcio e 462 para o enxofre nas não adubadas.

Quanto à raiz, não apresentou definição na absor-

ção, a não ser para o cálcio onde mostrou efeitos quadráticos caindo a acumulação dos 390 dias em diante, dando a entender que houve translocação do elemento para os órgãos reprodutivos.

Em relação ao magnésio e enxofre a absorção se deu linearmente ou mesmo com tendências quadráticas ou cúbicas mas com aumento da absorção.

No quadro VII estão apresentadas as percentagens de cálcio, magnésio e enxofre absorvidos pelas folhas e talos na época de maior exigência das plantas em relação ao total.

Quadro VII. Percentagens de nutrientes absorvidos pelas folhas e talos na época de maior exigência das plantas em relação ao total.

Nutrientes	Época de maior exigência (dias)		% absorvida em relação à quantidade máxima	
	Folha	Talo	Folha	Talo
Cálcio	288	300	58	64
Magnésio	309	297	60	58
Enxofre	300	-	60	-

Para a folha as épocas de maior exigência em relação aos três nutrientes variou de 288 a 309 dias com uma absorção de 58% para o cálcio e de 60% para o magnésio e o enxofre.

Para o talo, 297 a 300 dias para o magnésio e o cálcio com uma absorção de 58 a 69% do total absorvido, respectivamente.

Praticamente, poder-se-ia considerar como de 300 dias a época de maior exigência com uma absorção de 60% para os três nutrientes.

Exigência de nutrientes (Ca, Mg e S)

Da mesma maneira como se fez para o nitrogênio, o fósforo e o potássio, pode-se fazer com o cálcio, o magnésio e o enxofre. Apesar das quantidades exigidas destes últimos serem muito menores, ainda assim, são necessários para o desenvolvimento normal das plantas.

Adotando-se a fase de 450 dias que foi a idade considerada melhor para o N, P e K e calculando-se as quantidades extraídas de Ca, Mg e S para plantas adubadas e não adubadas (quadro VIII) em relação a raiz, folha, talo, órgãos reprodutivos e planta inteira pode-se calcular as quantidades exigidas pela planta.

Quadro VIII. Quantidades de Ca, Mg e S absorvidas pela planta aos 450 dias.

Partes das plantas	Nutrientes		
	Ca	Mg	S
	g/10.000 plantas		
Planta adubada			
Raiz	1,10	0,50	0,50
Talo	1,40	1,30	3,40
Folha	2,70	1,50	1,00
Órgãos reprodutivos	3,40	1,90	1,50
Planta inteira	8,60	5,20	6,40
Plantas não adubadas			
Raiz	1,10	0,50	0,50
Talo	2,10	1,30	4,20
Folha	3,20	2,10	1,10
Órgãos reprodutivos	3,90	2,20	1,40
Planta inteira	10,30	6,10	7,20

Nas condições experimentais, onde se usou 22.200 plantas/ha as plantas inteiras extraíram 22,87 g de cálcio, 13,42 g de magnésio e 15,98 g de enxofre para plan-

tas não adubadas e 19,09 g de Ca, 1,54 g de Mg e 14,21 g de S por hectare para planta adubada. Como se nota as plantas adubadas acumularam menos nutrientes do que as não adubadas.

As quantidades de cálcio, magnésio e enxofre exigidas pelo abacaxizeiro são, realmente, muito pequenas e talvez possam ser fornecidas através de impurezas ou acompanhantes dos adubos nitrogenados (sulfato de amônio) ou dos fosfatados (super simples, 12% de S), ou, ainda, através das operações de adubações corretivas com calcário dolomítico, como se dá com a calagem.

A relação entre os nutrientes daria 22,87:13,42:15,98 ou 1,70:1,0:1,19 de Ca, Mg e S para plantas não adubadas e 19,09:1,54:14,21 ou 12,40:1,0:9,23 para plantas adubadas.

Nota-se um desequilíbrio muito grande do magnésio entre plantas adubadas e não adubadas, o que pode ser causado pelo potássio nas adubadas.

CONCLUSÕES

1. As concentrações de Ca e Mg nas diversas partes da planta diminuíram com a idade, exceto na raiz, onde o cálcio diminuiu dos 330 dias em diante.

2. A concentração de enxofre só diminuiu no talo, com a idade da planta.

3. A extração do magnésio foi maior nos órgãos reprodutivos e nas folhas, seguidos do talo e da raiz.

4. A extração de cálcio foi maior pelos órgãos reprodutivos, seguidos pelas folhas, talos e raízes.

5. A extração do enxofre foi maior no talo, seguido dos órgãos reprodutivos, das folhas e da raiz.

6. As quantidades de cálcio, magnésio e enxofre extraídas pela planta inteira, aos 450 dias de idade foram:

. plantas não adubadas:	10,30 g de Ca ou 1,7:1,0:1,19
(para 10.000 plantas)	6,10 g de Mg
	7,20 g de S
. plantas adubadas:	8,60 g de Ca
	5,20 g de Mg
	6,40 g de S.

RESUMO

Este trabalho foi conduzido em um solo Regossolo da Série Sertãozinho, localizado no município de Piracicaba, com o objetivo de determinar a curva de crescimento e a marcha de absorção de macronutrientes durante um ciclo da cultura do abacaxi.

Mudas do tipo filhote da variedade Pérola de Pernambuco, foram plantadas em dois talhões de 8 x 12 m cada um. Um dos talhões foi adubado e o outro não recebeu adubação durante todo o transcorrer do trabalho. O plantio foi realizado em 8 de junho de 1970. As amostragens de plantas, compreendendo parte aérea e raiz, começaram quatro meses e meio depois, quando as plantas já se haviam estabelecido.

O período decorrido entre uma amostragem e outra foi de 30 dias, sendo a primeira realizada em 26 de outubro de 1970, e a última em 26 de outubro de 1971, com o total de doze amostras por talhão. Em cada amostragem foram colhidas cinco plantas por talhão, cada planta constituindo uma repetição.

Por ocasião de cada amostragem de plantas, foi coletada uma amostra composta de solo da camada de 0 a 20 cm, para caracterização química.

As plantas, logo após a colheita, foram separadas em raiz, talo, folhas e órgãos reprodutivos.

As amostras das plantas foram preparadas e analisadas pelos métodos descritos por SARRUGE & HAAG (1974), sendo o peso da massa seca determinado a 80°C.

Os dados das análises químicas de plantas foram analisados estatisticamente para determinar a extração máxima de nutrientes e a época em que a demanda desses nutrientes se processou com maior intensidade.

SUMMARY

This paper was carried out for determining the growth curve and macro.nutrient uptake rate for pineapple during its crop cycle. It was conducted on a Regosol, "Sertaozinho" serie, located at Piracicaba country, SP.

Pineapple slips, Perola variety, from Pernambuco, were planted in two 8 m x 12 m plots, on june 8, 1970. One plot was fertilized, the other, not.

Plant sampling, including aerial part and root, began 4.5 months after planting, when all plants were grown up.

The first sampling was done on October 26, 1970, and, with 30 days interval, the last one was sampled on October 26, 1971. It were sampled 5 plants per plot, and each plant was take as a replication. At same time the soil was sampled to the depth of 20 cm, for laboratory tests.

Just after sampling, the plants were separated in roots, stems, leaves, and reproductive organs for chemical analysis using methods described by SARRUGE & HAAG (1974). Dry matter was obtained at 80°C.

All data from laboratories were statically compu-

ted for determining the maximum nutrient extraction and its more intensive uptake time.

LITERATURA CITADA

- ALBRIGO, L.G., 1967. Pineapple nutrition. In: CHILDERS, N.F. (ed.). Nutrition of fruit crops. New Jersey, Horticultural Publication, p. 611-659.
- ARZOLLA, S., 1961. Estudos sobre a nutrição mineral do abacaxizeiro. (*Ananas sativus*, Schult.). Piracicaba, ESALQ. (Tese de Doutorado).
- BLACK, R.F., 1962. Pineapple growth and nutrition over a plant crop cycle in southeastern Queensland. 1. Root development and general growth features. Qd.J. Agric.Sci. Brisbane, 19:435-451.
- BLACK, R.F. & P.E.PAGE, 1969. Pineapple growth and nutrition over a plant crop cycle in southeastern Queensland. 2. Uptake and concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium. Qd.J.Agric.Sci. Brisbane, 26(3):385-405.
- BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; F.A.F.MELLO; H.P.HAAG; S.ARZOLLA & E.R.OLIVEIRA, 1962. Competição de adubos nitrogenados no abacaxizeiro. Piracicaba, ESALQ. (Bol. Téc.Científico, 12).
- CIBES, H. & L.SAMUELS, 1959. Mineral deficiency symptoms displayed by red spanish pineapple plants grown under controlled conditions. Puerto Rico Agric. Exp. Sta., 32 p. (Tech.Pap.25).
- CHAPMAN, H.D. (ed.), 1966. Calcium. In: Diagnostic criteria for plants and soils. Riverside, Univ. of California, cp. 6, p. 65-92.
- FOLLET-SMITH, R.R. & C.L.BOURNE, 1936. The uptake of mineral by pineapple plant at different stages of growth. Agric.J.Brit.Guyane, 7:17-20.

- FRANÇA, G.E.de; M.O.C.BRASIL SOBRINHO; J.R.SARRUGE & L. C.B.FERRAZ, 1987. Curva de crescimento, concentração e absorção de nitrogênio, fósforo e potássio pelo abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) variedade Pérola durante um ciclo de cultura. *Revista de Agricultura*.
- GIACOMELLI, E.J., 1966. Ceva, cura e armazenamento de mudas de abacaxi. *Agrônomo*, Campinas 17(9-10):1-3.
- HAAG, H.P.; S.ARZOLLA; F.A.F.MELLO; M.O.C.BRASIL SOBRINHO; E.R.OLIVEIRA & E.MALAVOLTA, 1963. Estudos sobre a alimentação mineral do abacaxi (*Ananas sativus* Sch.). *Anais da ESALQ*, Piracicaba 20:34-40.
- INFORZZATO, R.; E.J.GIACOMELLI & L.A.ROCHELLE, 1968. Sistema radicular do abacaxizeiro, aos 4, 8 e 12 meses, plantado no início da estação seca, em Latossol Vermelho Escuro-orto. *Bragantia*, Campinas 28(11):135-141.
- LACOEUILHE, J.J. & Y.GICQUIAUX, 1971. La nutrition en cations de l'ananas en Martinique (III-IV). *Fruits* 26(7/8):519-531.
- MARCHAL, J., 1971. Le phosphore chez l'ananas. *Fruits* Paris 26(3):189-206.
- PY, C., 1959. Étude sur la croissance de l'ananas en Guiné. *Fruits*, Paris 14(1):3-24.
- PY, C., 1964. Recherches sur la fumure de l'ananas. In: IFAC, Paris. Journées d'études sur la nutrition minérale des plants fruitières tropicales et subtropicales. Paris. p. 19-36.
- RANZANI, G., O.FREIRE & T.KINJO, 1965. Carta de solos do município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ, 85 p. (mimeo).
- SARRUGE, J.R. & H.P.HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 56 p.

SIDERIS, C.P. & H.Y.YOUNG, 1945. Effects of different amount of potassium on growth and constituents of *Ananas comosus* (L.) Merr. **Plant Physiol.** Lancaster, 20:609-630.

SIDERIS, C.P. & H.Y.YOUNG, 1950. Growth of *Ananas comosus* (L.) Merr. at different levels of mineral nutrition under greenhouse and field conditions. I. Plant and fruit weight and absorption of nitrate and potassium at different growth intervals. **Plant Phisiol.** Lancaster 25:594-616.