

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 22

Campinas, novembro de 1963

N.º 56

MARCA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELO TOMATEIRO (1)

H. GARGANTINI e H. GARCIA BLANCO, *engenheiros-agrônomo, Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agrônomo*

RESUMO

São apresentados, neste trabalho, os dados da marcha da absorção dos elementos nutritivos essenciais pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), em plantas cultivadas em igualdade de condições em vasos de Mitscherlich. Durante o ciclo da planta, em cada dez dias, foram colhidas e analisadas para determinar os teores de N, P, K, Ca, Mg e S.

Os resultados obtidos mostraram que o tomateiro absorve grande quantidade de potássio, 185 kg/ha, e pouco menos de nitrogênio, 93,6 kg/ha. A seguir, em ordem decrescente, vieram o cálcio, com 31 kg, o enxofre, com 28 kg, o fósforo, com 21 kg, e, finalmente, o magnésio, com 9 kg por hectare.

As quantidades totais de nitrogênio, potássio e magnésio foram absorvidas até a cultura completar 120 dias, a de enxofre, até 100 dias após a germinação. O fósforo e o cálcio foram absorvidos, continuamente, desde o início até o final do ciclo.

1 - INTRODUÇÃO

A bibliografia mundial acêrca da adubação da cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), não é muito farta. Os problemas agrícolas da planta são grandes, demandando muitos cuidados e trabalho exaustivo, o que dificulta seu estudo.

Diversos trabalhos existem mostrando as quantidades de elementos nutritivos absorvidos pela cultura, e que são removidos do solo através de suas produções.

Halliday (2) apresenta a quantidade de elementos retirados do solo, por uma cultura produzindo de 15 a 25 toneladas por acre, como sendo de 85 libras de N, 25 de P₂O₅, 172 de K₂O, 100 de CaO e 22 de MgO. Nestas quantidades estão incluídos também os elementos retirados pelas raízes,

(1) Trabalho apresentado no IX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Fortaleza, Ceará, em 15-23 de julho de 1963. Recebido para publicação em 30 de julho de 1963.

caules e folhas. Mostra ainda que, na sementeira em janeiro, para colheita em julho e agosto, 90% de todos os nutrientes são retirados entre meados de maio e fins de julho, que é o período máximo de crescimento.

Hester (3), trabalhando também com tomate, fez análises dessa planta em alguns estádios de crescimento, no ponto de transplante e no primeiro, segundo e terceiro mês após o transplante. Fez adubação completa com N-P-K-Ca-Mg. Os dados de absorção mostram que no primeiro mês de crescimento são absorvidas pequenas quantidades de nutrientes (2 a 3%); no segundo, cerca de 1/3 do total (28 a 35%), e finalmente, do terceiro mês ao final do ciclo, os outros 2/3 dos nutrientes necessários (62 a 77%).

Lewis e Marmay (4) conduziram ensaio com tomateiro cultivado em estufa, em solo muito bem adubado com fertilizantes completos, além de fertilização com adubos orgânicos. As produções obtidas foram da ordem de 80 toneladas de frutos por acre. Foram executadas análises periódicas dos nutrientes, em tôdas as partes da planta.

Owen (8) estudou a composição da planta de tomate através de análises mensais de N, P e K, obtendo curvas de absorção desses nutrientes nos períodos determinados, bem como as relações entre os três elementos. No final do ciclo, ou seja, aos sete meses, a relação encontrada foi de 4,12: 1: 8,81, para os elementos N — P₂O₅ — K₂O, respectivamente.

Ensaio de adubação conduzidos no Texas (1) mostraram ser grande a necessidade de adubações nitrogenadas e fosfatadas para o tomateiro produzir grandes colheitas. O potássio nenhuma influência apresentou.

O objetivo do presente trabalho é determinar as curvas de absorção pela cultura do tomateiro, para os elementos nutritivos essenciais N, P, K, Ca, Mg e S, nas diversas partes da planta, durante o ciclo vegetativo.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido ao abrigo de casa de vegetação e em vasos de Mitscherlich. Cada vaso recebeu 6 kg de solo — terra-roxa-misturada — procedente da Estação Experimental "Theodoreto de Camargo", município de Campinas.

Tôdas as plantas receberam os mesmos tratamentos e a mesma adubação completa, constituída de 30 g de sulfato de amônio, 90 g de superfosfato simples, 30 g de cloreto de potássio, 300 mg dos sulfatos de Fe, Mg, Ca, Cu e Mn, além de 300 mg de tetraborato de sódio e 50 mg de molibdato de amônio.

A variedade utilizada foi a Santa Cruz 1639, e o sistema de plantio foi o direto nos vasos, sem repicagem ou transplante. Semeou-se a 2 de junho de 1961, tendo ocorrido a germinação a 9 do mesmo mês.

O "stand" de germinação foi ótimo, tendo as platinhas apresentado ótimo desenvolvimento. Foram feitos dois desbastes, para, finalmente, deixar-se somente uma planta por vaso. Aplicaram-se os tratamentos fitossanitários requeridos pela cultura, não havendo qualquer ocorrência anormal.

As quantidades de adubos citadas foram aplicadas em três parcelas, de acordo com o desenvolvimento das plantas, para evitar grande concentração de sais no solo e não prejudicar o bom desenvolvimento da cultura. Durante todo o transcorrer do ensaio, foram mantidas somente plantas bastante homogêneas, constituindo uma população uniforme. Os vasos receberam os tratamentos recomendados por Mitscherlich, tendo o percolado retornado regularmente aos mesmos.

Periódicamente, cada dez dias, procedeu-se à colheita do material: a parte aérea, separando-se posteriormente caules, folhas, flores e frutos, e a parte subterrânea, que era lavada muito bem com jatos de água. Esse material era pesado e, em seguida, colocado em estufa a 60°C. Conforme o desenvolvimento e a quantidade de material requerido para análise, colhiam-se três ou mais plantas por década. O número de plantas colhidas a cada dez dias acha-se arrolado no quadro 2.

Deve-se observar que as plantas escolhidas para serem cortadas em épocas posteriores, tinham seus frutos colhidos quando maduros. Eram pesados, secos e guardados, e então juntados aos frutos colhidos por ocasião do arrancamento da planta determinada.

As análises dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S, foram executadas no Laboratório de Pesquisas de Elementos Minerais em Plantas, deste Instituto Agrônomo, segundo métodos já publicados (6, 7) (1).

3 – RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

3.1 – DESENVOLVIMENTO DO TOMATEIRO

Por ocasião da colheita em cada década, procedia-se à tomada da altura, como medida do crescimento. A figura 1 mostra essa curva. Os dados de altura, bem como os de material colhido, em peso fresco e seco, podem ser observados no quadro 1.

(1) Os autores agradecem ao Eng.º-Agr.º José Romano Gallo, do Laboratório de Pesquisas de Elementos Minerais em Plantas, pela execução das análises dos tecidos de plantas, constantes deste trabalho.

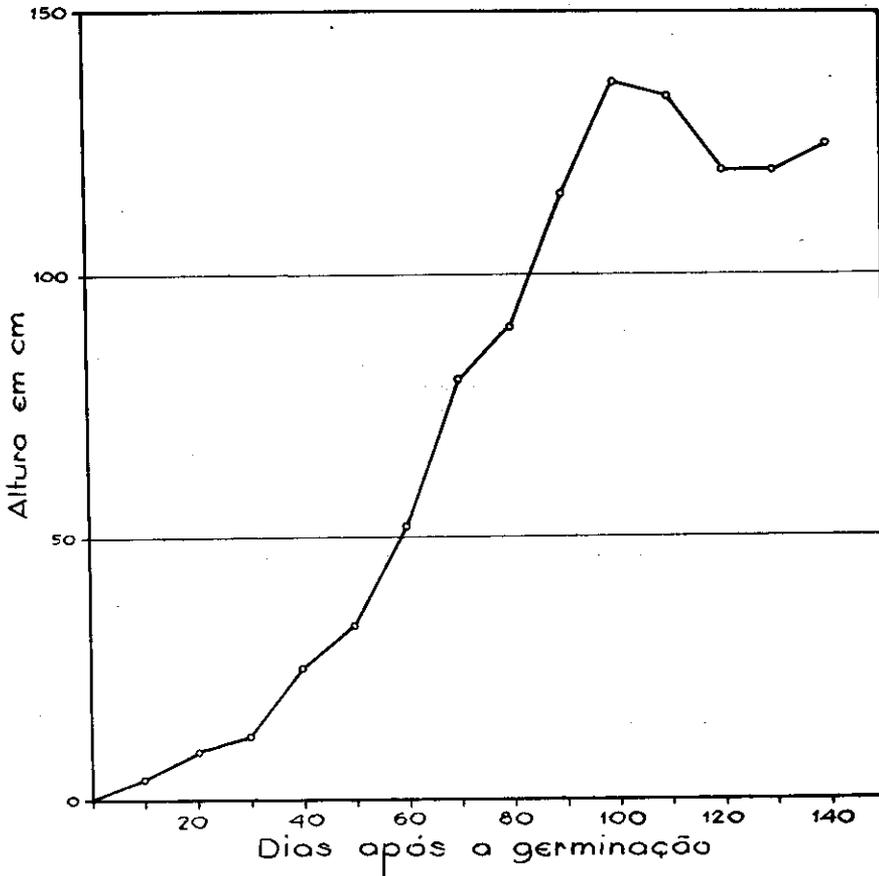


FIGURA 1. — Curva de crescimento da cultura do tomateiro, variedade Santa Cruz 1639, em função da idade.

Observações sôbre a sucessão dêsses pesos e medições das alturas, permitem acompanhar o desenvolvimento do tomateiro desde a germinação até o final do experimento. Verificou-se que o crescimento inicial do tomateiro não é muito rápido. Após trinta dias, no entanto, êle passa a se desenvolver com maior rapidez, atingindo, já aos quarenta dias, o dôbro do alcançado no final do primeiro mês. Dessa fase em diante, o crescimento é acentuado, até aos cem dias.

Na figura 2 estão expostos, grãficamente, os resultados em pêso do material fresco e sêco, nas diversas fases do desenvolvimento, podendo-se verificar que sômente quarenta dias após a germinação é que o tomateiro

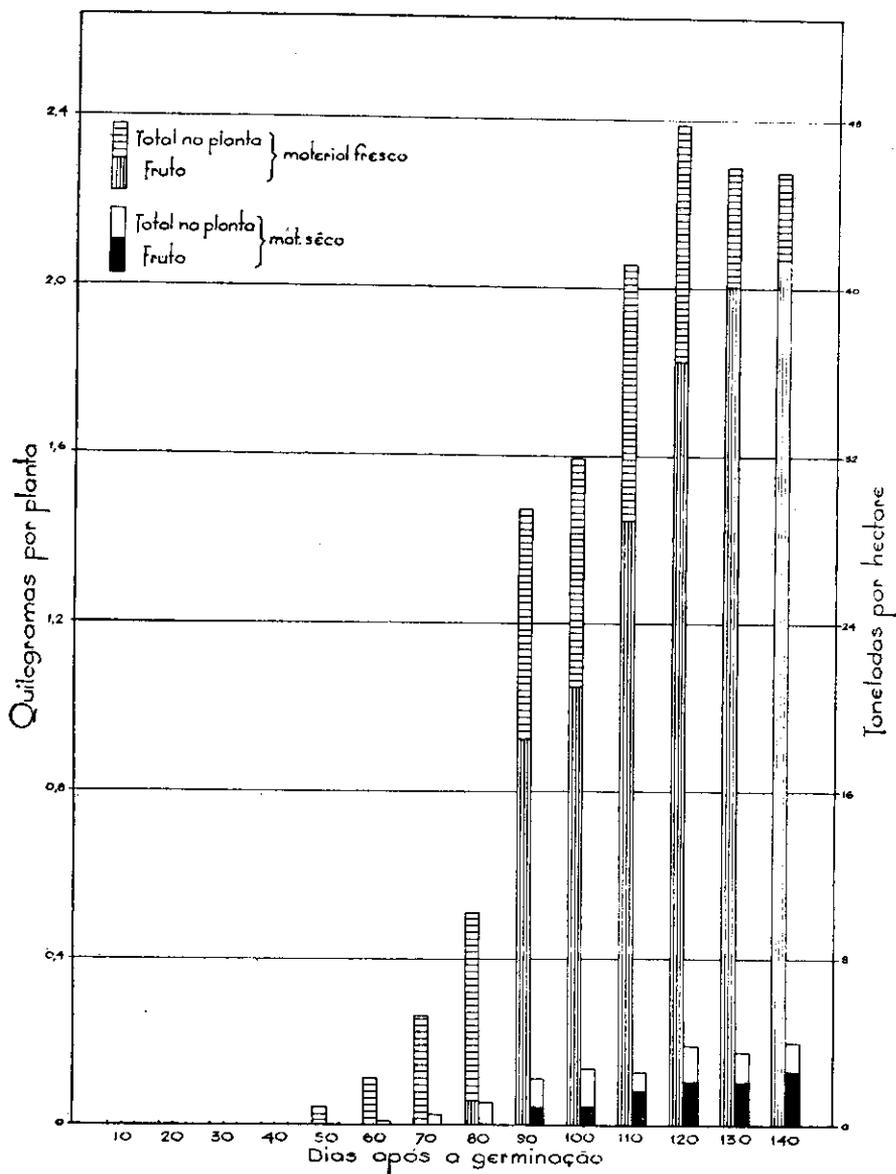


FIGURA 2. — Quantidades, em pêso, de material fresco e sêco, produzidas pela cultura do tomate, variedade Santa Cruz 1639, em vários estádios de desenvolvimento.

apresenta algum desenvolvimento, para, daí em diante, ir-se acentuando cada vez mais, até atingir o máximo aos 120 dias. Estabiliza-se daí até o final do ciclo. Verificou-se grande desenvolvimento na quantidade de material fresco entre os oitenta e noventa dias. Após êsse período, ainda ocorreu algum desenvolvimento, porém menos acentuado.

No primeiro mês de desenvolvimento, a planta atingiu somente 12 cm de altura e 0,1% do peso de material fresco total, aos 120 dias. No segundo mês, a altura das plantas foi de 52 cm, enquanto seu peso atingiu cerca de 4,8% do total. Aos noventa dias, as plantas atingiram a altura de 115 cm, e o peso, 61,7% do total. Finalmente, na décima década, verificou-se o máximo crescimento em altura, que foi de 137 cm. O desenvolvimento da planta continuou, porém, até aos 120 dias.

O aparecimento de flôres se deu entre quarenta e cinquenta dias, e o início da frutificação entre os setenta e oitenta dias após a germinação. O desenvolvimento dos frutos aumentou continuamente, atingindo o máximo no final do ciclo vegetativo. A produção alcançada foi de 41 toneladas por hectare, considerada bastante elevada.

3.2 - CONCENTRAÇÃO DOS NUTRIENTES

Os resultados encontrados sobre a concentração dos elementos nitrogenô, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxôfre, nas diversas partes do tomateiro, encontram-se no quadro 2.

Foram encontrados alguns dados analíticos pouco discordantes de uma para outra década. Fácil é compreendê-los, considerando-se a heterogeneidade do material, apesar do critério de uniformidade que se procurou dar às plantas do ensaio.

O fenômeno observado dos decréscimos de teores encontrados entre uma década e as posteriores, encontra explicação na diluição dos elementos, pelo desenvolvimento da planta.

As maiores concentrações de nitrogênio foram sempre encontradas nas fôlhas, que em tôdas as décadas foram superiores às de outras partes da planta, à exceção dos períodos de florescimento e frutificação, pois as flôres e os frutos apresentaram as maiores concentrações. É interessante observar que as concentrações de nitrogênio nas flôres foram elevadas durante todo o período de florescimento, verificado entre cinquenta e noventa dias após a germinação.

A concentração de nitrogênio nas raízes cresceu das primeiras até a quinta década. Daí por diante, observaram-se decréscimos gradativos e

QUADRO 2. — Resultados das análises efetuadas no material sêco dos diversos órgãos da planta de tomate, variedade Santa Cruz 1639, de acôrdo com a idade da planta

Idade da planta em dias	Partes da planta	Teores dos elementos analisados					
		N	P	K	Ca	Mg	S
10	Tôda a planta	%	%	%	%	%	%
		4,53	0,720	7,06	12,50	0,36	0,653
20	Raiz	n. d.	0,420	3,78	0,36	0,34	n. d.
	Caule	4,83	0,528	11,85	1,37	0,47	0,313
	Fôlha	5,20	0,782	7,42	1,75	0,41	0,707
	Flor	—	—	—	—	—	—
	Fruto	—	—	—	—	—	—
30	Raiz	2,27	0,300	3,92	0,46	0,26	0,312
	Caule	3,02	0,440	9,72	1,20	0,64	0,450
	Fôlha	5,24	0,604	5,74	1,45	0,31	1,030
	Flor	—	—	—	—	—	—
	Fruto	—	—	—	—	—	—
40	Raiz	3,69	0,420	2,32	0,50	0,22	0,390
	Caule	3,67	0,522	9,20	1,42	0,56	0,390
	Fôlha	5,46	0,735	5,82	1,50	0,47	1,530
	Flor	—	—	—	—	—	—
	Fruto	—	—	—	—	—	—
50	Raiz	4,15	0,604	2,85	0,42	0,23	0,470
	Caule	3,75	0,600	9,40	1,15	0,47	0,584
	Fôlha	5,58	0,825	5,92	1,02	0,39	1,910
	Flor	n. d.	0,840	3,85	0,56	0,27	n. d.
	Fruto	—	—	—	—	—	—
60	Raiz	4,05	0,727	3,15	0,36	0,22	0,521
	Caule	3,00	0,642	8,16	1,20	0,39	0,518
	Fôlha	5,53	0,855	5,42	1,47	0,31	1,982
	Flor	5,31	0,262	3,33	0,94	0,25	n. d.
	Fruto	—	—	—	—	—	—
70	Raiz	3,10	0,604	2,79	0,42	0,21	0,506
	Caule	2,67	0,516	6,78	1,10	0,25	0,494
	Fôlha	3,22	0,488	3,45	1,74	0,27	1,886
	Flor	4,50	0,519	3,87	0,82	0,25	0,665
	Fruto	—	—	—	—	—	—
80	Raiz	3,00	0,552	2,67	0,46	0,16	0,350
	Caule	2,55	0,482	6,88	1,05	0,25	0,384
	Fôlha	4,60	0,590	4,64	1,47	0,31	1,958
	Flor	4,68	0,536	3,81	0,85	0,28	0,570
	Fruto	3,26	0,630	4,70	0,82	0,18	0,258

QUADRO 2. — (continuação)

Idade da planta em dias	Partes da planta	Teores dos elementos analisados					
		N	P	K	Ca	Mg	S
		%	%	%	%	%	%
90	Raiz	2,35	0,478	5,58	0,32	0,15	0,376
	Caule	1,57	0,389	3,11	1,00	0,30	0,376
	Fôlha	3,07	0,390	4,70	1,87	0,50	2,390
	Flor	4,00	0,441	3,47	1,87	0,57	1,100
	Fruto	2,70	0,410	4,98	0,17	0,19	0,264
100	Raiz	2,35	0,304	2,11	0,25	0,15	2,110
	Caule	3,53	0,209	5,20	0,91	0,28	0,778
	Fôlha	2,35	0,197	4,30	1,83	0,35	1,886
	Flor	—	—	—	—	—	—
	Fruto	1,53	0,365	4,26	0,17	0,20	0,314
110	Raiz	2,09	0,312	0,91	0,38	0,12	0,365
	Caule	1,65	0,252	3,46	0,77	0,19	0,413
	Fôlha	2,17	0,325	3,81	1,65	0,34	2,177
	Flor	—	—	—	—	—	—
	Fruto	3,30	0,750	5,70	0,31	0,24	0,425
120	Raiz	1,55	0,275	0,67	0,31	0,12	0,183
	Caule	1,13	0,179	3,16	0,97	0,23	0,343
	Fôlha	1,96	0,317	3,46	1,95	0,33	2,177
	Flor	—	—	—	—	—	—
	Fruto	3,16	0,637	6,26	0,25	0,20	0,339
130	Raiz	2,22	0,310	0,83	0,50	0,13	0,441
	Caule	0,68	0,118	1,48	1,33	0,31	0,375
	Fôlha	1,44	0,362	3,22	2,74	0,37	2,703
	Flor	—	—	—	—	—	—
	Fruto	3,11	0,630	4,13	0,13	0,14	0,285
140	Raiz	1,95	0,295	0,94	0,65	0,10	0,399
	Caule	0,65	0,202	2,33	1,32	0,17	0,401
	Fôlha	1,20	0,222	3,32	2,84	0,27	2,623
	Flor	—	—	—	—	—	—
	Fruto	2,77	0,705	3,08	0,25	0,18	0,323

contínuos, sendo que, no final, a concentração correspondeu a cerca de 47% da mais elevada, encontrada na quinta década.

No caule, a concentração mais elevada foi a encontrada aos vinte dias. Nas décadas seguintes, os teores foram sempre decrescentes, encerrando-se o experimento com um teor de cerca de 13% do encontrado naquela época.

Nas folhas, os maiores teores foram encontrados até o aparecimento das flôres e frutos. A concentração cresceu até a sexta década e passou a decrescer continuamente até a décima-quarta, quando terminou o experimento.

As flôres apresentaram concentrações elevadas de nitrogênio, com oscilações pequenas e decrescentes durante todo o período de floração, sendo encontrados, aos noventa dias, os menores teores.

A frutificação apareceu aos oitenta dias após a germinação. A concentração do nitrogênio nos frutos, inicialmente grande, sofreu decréscimos até a décima década, quando então se elevou para se manter até o final do ensaio oscilando muito pouco ao redor do teor encontrado naquela data.

Estudando-se o fósforo, verificou-se que também foram as folhas que apresentaram os maiores teores dentre tôdas as partes da planta, até aos setenta dias, quando então passaram as raízes a apresentar as maiores concentrações, somente suplantadas quando apareceram os frutos. Estes passaram a apresentar os maiores teores de fósforo, sendo os responsáveis pelo armazenamento desse elemento na planta.

Particularizando-se o estudo das concentrações para as diversas partes que compõem a planta, observou-se que, nas raízes, caule e folhas, até a sexta década, foram encontrados acréscimos na concentração, para, desta data em diante, observarem-se somente decréscimos constantes, até o final do desenvolvimento da planta.

Para o potássio, verificou-se que as maiores concentrações foram encontradas no caule, com teores maiores do que a soma das concentrações encontradas em tôdas as outras partes vegetativas do tomateiro. A concentração desse elemento no caule somente foi suplantada pela dos frutos, a partir dos noventa dias. Nas folhas também foram encontrados altos teores do elemento, maiores que os do caule, nas últimas três décadas da experiência. O potássio foi, dentre os elementos estudados, o que apresentou as maiores concentrações nas diversas partes da planta.

Para o nutriente cálcio, os dados obtidos permitiram verificar que são as folhas, de tôdas as partes da planta, as que maiores teores apresentaram em tôdas as décadas estudadas. Seguem, em ordem decrescente, o

caule, as flôres, as raízes e, finalmente, os frutos, com muito pequeno teor em cálcio, durante todo o transcórre do ensaio. Verificou-se, para êsse elemento, muito pequena oscilação nos teores encontrados até a nona década. Desta data em diante, para raízes e caule, as quedas foram sensíveis, enquanto que para as fôlhas observaram-se pequenos aumentos até o final do experimento.

No que se refere ao magnésio, foi verificado que são mínimos os teores apresentados pelas diversas partes da planta. O caule, até a sexta década, apresenta concentrações mais expressivas. Dessa fase em diante, cede a primazia às fôlhas, que apresentam as maiores concentrações nesse nutriente até o final, suplantando mesmo as dos frutos, que são bastante pequenas.

Finalmente, para o enxôfre, verifica-se que são as fôlhas ainda as partes que apresentam as maiores concentrações do elemento. Essa concentração é crescente do início ao final do ciclo, enquanto que para as outras partes da planta, inclusive os frutos, os teores são pouco variáveis, mostrando-se sempre ao redor da concentração média verificada.

3.3 - ABSORÇÃO DOS NUTRIENTES

Tomando-se os pesos de material fresco e sêco e os teores encontrados nas análises efetuadas em tôdas as décadas, calcularam-se as quantidades de nutrientes absorvidas pelas diversas partes do tomateiro, nas diferentes idades. Com êsses dados, construíram-se as curvas de absorção apresentadas nas figuras 3 e 4. Os dados numéricos se encontram no quadro 3.

Verificou-se que, para o nitrogênio, as fôlhas armazenaram as maiores quantidades do elemento. Com o aparecimento dos frutos, êstes passaram a constituir as maiores reservas dêsse elemento em tôda a planta. As quantidades totais de nitrogênio nas fôlhas aumentaram constantemente até a nona década. Daí em diante, decresceram até o final do ensaio, com o aumento da quantidade de frutos. Isso mostra a migração do nitrogênio das fôlhas para os frutos, fenômeno bastante característico em tôdas as partes da planta.

As raízes apresentaram pequena quantidade de nitrogênio. Seus teores foram, porém, crescentes até aos cem dias, sofrendo daí em diante diminuições sucessivas.

Uma observação digna de nota é a pequena quantidade de nitrogênio encontrada nas flôres, em tôdas as décadas.

QUADRO 3. — Quantidades, em miligramas, dos elementos nutritivos nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, absorvidas periodicamente pelos diversos órgãos de uma planta de to mate, varied. de Santa Cruz 1639

Idade da planta em dias	Partes da planta	Quantidade do elemento absorvido					
		N	P	K	Ca	Mg	S
10	Raiz	mg	mg	mg	mg	mg	mg
	Caulo	—	—	—	—	—	—
	Fôlha	—	—	—	—	—	—
	Flor	—	—	—	—	—	—
	Fruto	—	—	—	—	—	—
	Total	0,36	0,06	0,57	0,10	0,02	0,05
20	Raiz	—	0,004	0,038	0,004	0,003	—
	Caulo	0,386	0,042	0,948	0,110	0,038	0,025
	Fôlha	1,716	0,258	2,449	0,577	0,135	0,233
	Flor	—	—	—	—	—	—
	Fruto	—	—	—	—	—	—
	Total	2,102	0,304	3,435	0,691	0,176	0,252
30	Raiz	0,340	0,045	0,588	0,069	0,039	0,047
	Caulo	0,664	0,097	2,138	0,264	0,141	0,099
	Fôlha	5,974	0,668	6,544	1,653	0,353	1,174
	Flor	—	—	—	—	—	—
	Fruto	—	—	—	—	—	—
	Total	6,978	0,810	9,270	1,986	0,533	1,320

QUADRO 3. — (continuação)

40	Raiz	22,238	2,537	14,013	3,020	1,329	2,356
	Caulo	22,240	3,163	55,752	8,605	3,394	2,363
	Fôlha	49,577	6,674	52,846	13,620	4,268	13,892
	Flor	—	—	—	—	—	—
	Fruto	—	—	—	—	—	—
	Total	94,105	12,374	122,611	25,245	8,991	18,611
50	Raiz	15,313	2,229	10,516	1,550	0,849	1,734
	Caulo	39,900	6,384	100,016	12,236	5,001	6,214
	Fôlha	140,672	20,798	149,243	25,714	9,832	48,151
	Flor	—	0,378	1,732	0,252	0,121	—
	Fruto	—	—	—	—	—	—
	Total	195,885	29,789	261,507	39,752	15,803	56,099
60	Raiz	41,350	7,423	32,161	3,676	2,246	5,319
	Caulo	111,990	23,966	304,613	44,796	14,559	19,337
	Fôlha	371,727	57,473	364,332	98,913	20,838	133,230
	Flor	7,593	0,375	4,762	1,344	0,357	—
	Fruto	—	—	—	—	—	—
	Total	532,660	89,237	705,868	148,729	38,000	157,886
70	Raiz	86,366	16,827	77,729	11,701	5,850	14,097
	Caulo	248,977	48,117	632,235	102,575	23,312	46,065
	Fôlha	451,058	68,359	483,276	243,739	37,822	264,191
	Flor	21,645	2,496	18,615	3,944	1,202	3,199
	Fruto	—	—	—	—	—	—
	Total	808,046	135,799	1,211,855	361,959	68,186	327,552

QUADRO 3. — (continuação)

Idade da planta em dias	Partes da planta	Quantidade do elemento absorvido						
		N	P	K	Ca	Mg	S	
		mg	mg	mg	mg	mg	mg	
80	Raiz	114,000	20,976	101,460	17,480	6,080	13,300	
	Caulo	540,600	102,184	1.458,560	222,600	53,000	81,408	
	Fôlha	1.154,600	148,090	1.164,940	368,970	77,810	491,458	
	Flor	14,040	1,608	11,430	2,550	0,840	1,710	
	Fruto	156,480	30,240	225,600	39,360	8,640	12,384	
	Total	1.979,720	303,098	2.961,690	650,960	146,370	600,260	
90	Raiz	133,950	27,246	318,060	18,240	8,550	21,432	
	Caulo	500,830	124,091	992,090	319,000	95,700	119,944	
	Fôlha	1.031,520	131,040	1.579,200	628,320	168,000	803,040	
	Flor	10,000	1,102	8,675	4,675	1,425	2,750	
	Fruto	1.173,150	178,145	2.163,810	73,865	82,555	114,708	
	Total	2.849,450	461,624	5.061,835	1.044,100	356,230	1.061,874	
100	Raiz	182,125	23,560	163,525	19,375	11,625	163,525	
	Caulo	1.537,315	91,019	2.264,600	396,305	121,940	338,819	
	Fôlha	937,650	78,603	1.715,700	730,170	139,650	752,514	
	Flor	—	—	—	—	—	—	
	Fruto	714,510	170,455	1.989,420	79,390	93,400	146,638	
	Total	3.371,600	363,637	6.133,245	1.224,240	366,615	1.401,496	

QUADRO 3. -- (continuação)

110	Raiz	167,300	24,960	72,800	30,400	9,600	29,200
	Caulo	785,400	119,952	1.646,960	366,520	90,440	196,588
	Fôlha	832,195	124,637	1.461,135	632,775	130,390	834,879
	Flor	---	---	---	---	---	---
	Fruto	2.743,950	623,625	4.739,550	257,765	199,560	353,387
	Total	4.528,745	893,174	7.920,445	1.287,460	429,990	1.414,054
120	Raiz	158,100	28,050	68,340	31,620	12,240	18,666
	Caulo	513,302	81,266	1.434,640	440,380	104,420	155,722
	Fôlha	725,200	117,290	1.280,200	721,500	122,100	805,490
	Flor	---	---	---	---	---	---
	Fruto	3.286,400	662,480	6.510,400	260,000	208,000	352,560
	Total	4.683,002	889,086	9.293,580	1.453,500	446,760	1.332,438
130	Raiz	167,610	23,405	62,665	37,750	9,815	33,295
	Caulo	257,720	44,722	560,920	504,070	117,490	142,125
	Fôlha	455,040	114,392	1.017,520	865,840	116,920	854,148
	Flor	---	---	---	---	---	---
	Fruto	3.179,975	644,175	4.222,925	132,925	143,150	291,412
	Total	4.060,345	826,694	5.864,030	1.540,585	387,375	1.320,980
140	Raiz	157,950	23,985	76,140	52,650	8,100	32,319
	Caulo	240,175	74,639	860,935	487,740	62,815	148,169
	Fôlha	292,800	54,168	810,080	692,960	65,880	640,012
	Flor	---	---	---	---	---	---
	Fruto	3.613,465	919,672	4.017,860	326,125	234,810	421,353
	Total	4.304,390	1.072,374	5.765,015	1.559,475	371,605	1.241,853

Tomando-se em consideração os totais de nitrogênio encontrados no caule, observaram-se aumentos crescentes até aos cem dias, ocorrendo decréscimos daí em diante até o final do ensaio. Nos frutos, a acumulação desse elemento foi sempre crescente, acompanhando o desenvolvimento da planta.

Com relação ao total absorvido por planta, verificou-se ser constante e crescente até aos 120 dias, quando se estabilizou. A época em que o tomateiro absorve maior quantidade de nitrogênio do solo, parece ser uma fase crítica da cultura. Se vier a faltar o elemento aí, efeitos danosos podem ser esperados no desenvolvimento e na produção. Essa época está compreendida entre a oitava e a décima-primeira décadas. O gráfico constante da figura 3 mostra claramente esse fenômeno.

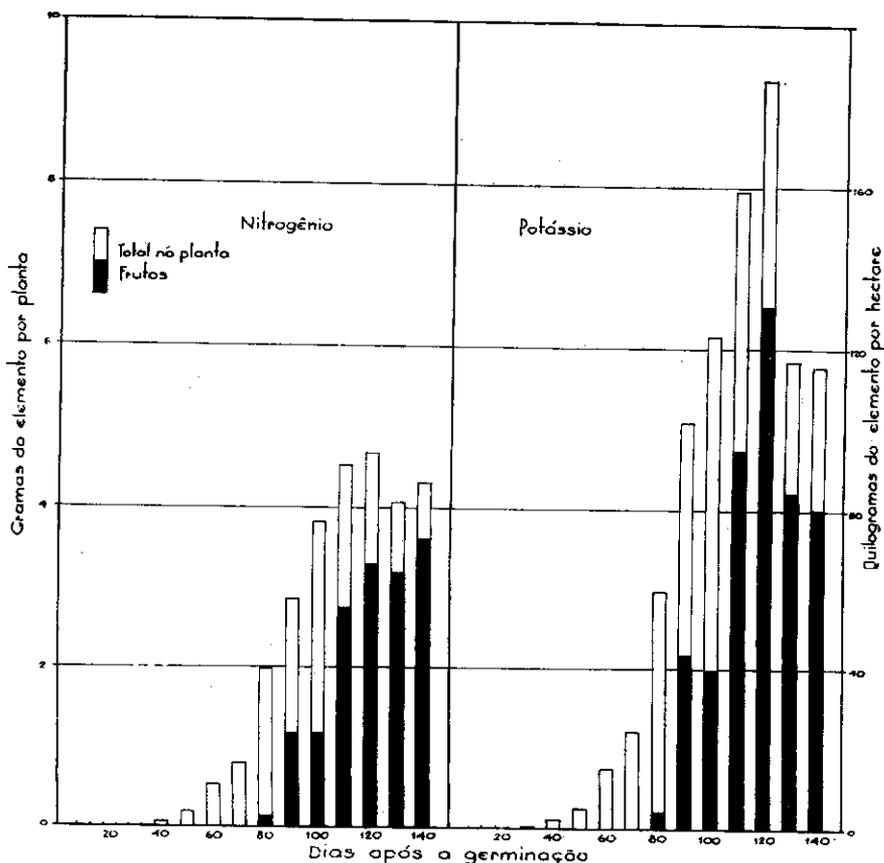


FIGURA 3. — Absorção de elementos nutritivos pela cultura do tomate, variedade Santa Cruz 1639, em vários estádios de desenvolvimento.

A necessidade total de nitrogênio para uma cultura de tomate, com produção da ordem de 41 t/ha, como a obtida neste ensaio, foi calculada em 94 kg/ha, sendo dêste total exportado do terreno, pelo fruto, cerca de 72 kg, restando 22 kg que permanecem no terreno, com os restos de cultura.

Liesegang (5) calcula que uma cultura de tomate necessita, para seu completo desenvolvimento, com produção de 40 t/ha de frutos, de 103 kg de nitrogênio.

Foram ainda as folhas que absorveram maiores quantidades de fósforo. Somente com o aparecimento dos frutos, êstes passaram a armazenar as maiores quantidades dêsse nutriente. Os totais de fósforo absorvido pelas raízes aumentaram até a nona década. Dessa data em diante, mantiveram-se praticamente constantes. Nas raízes, as quantidades de fósforo foram sempre muito pequenas.

No caule, a absorção do fósforo cresceu até aos noventa dias, após o que as quantidades determinadas passaram a decrescer até o final do ensaio. O mesmo fato foi observado nas folhas.

É de notar as quantidades extremamente pequenas de fósforo encontradas nas flôres. Em nenhum período foi observado nesses órgãos mais de 2,5 mg de fósforo.

Os frutos apresentaram-se como os maiores armazenadores dêsse nutriente em tôda a planta. As quantidades encontradas cresceram sempre com o aumento do número e do peso dos frutos. A maior quantidade foi observada no final do ciclo, atingindo 90% do total encontrado em tôda a planta.

A quantidade total de fósforo necessária para uma produção de 41 t/ha de tomates, foi calculada em 21 kg, sendo que cerca de 18 kg seriam exportados do terreno, através dos frutos. Grãficamente, êsses dados estão expostos na figura 4.

Liesegang (5) calcula em 16 kg o total necessário dêsse elemento para se ter bom desenvolvimento das plantas com uma produção de 40 t/ha.

Dos elementos estudados, foi o potássio o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura de tomate. Dentre as partes da planta que maiores quantidades armazenaram, destacam-se os frutos, seguindo-se-lhes, em ordem decrescente, o caule, as folhas as raízes e as flôres.

As raízes, comparativamente às outras partes da planta, absorveram pequenas quantidades de potássio. Essas quantidades aumentaram até a nona década, para depois diminuírem até o final do ensaio.

O caule, que absorveu grande quantidade desse elemento, apresentou acréscimos nos totais absorvidos até a décima década; daí em diante, as quantidades encontradas foram sempre decrescentes com a idade da planta.

As folhas também absorveram grandes quantidades de potássio. Os teores encontrados mostraram acréscimos em tôdas as décadas até a décima, quando então passaram a apresentar diminuições periódicas até o final do experimento.

As flôres apresentaram, relativamente, muito pequena quantidade de potássio, ao passo que os frutos foram os grandes armazenadores desse elemento, apresentando, no final do ensaio, cêrca de 70% do total absorvido pela planta.

A figura 3 mostra a marcha da absorção de potássio pelo tomateiro, destacando-se as quantidades absorvidas pelas partes vegetativas e pelos frutos.

Para uma produção da ordem de 41 t/ha de tomates, calculou-se que a cultura necessitaria cêrca de 185 kg de potássio. Dêsse total, 130 kg seriam exportados com os frutos, ficando no terreno, com os restos de cultura, cêrca de 55 kg do elemento. Liesegang (5) conclui ser necessária à cultura, para produzir 40 t/ha, a quantidade de 144 kg.

No estudo do cálcio, verificou-se serem as folhas e o caule seus maiores armazenadores, apresentando teores superiores mesmo aos dos frutos, que absorveram menores quantidades. Do princípio ao final do ensaio, os teores encontrados cresceram sempre em tôdas as partes da planta, sendo a maior quantidade encontrada aos 140 dias após a germinação.

A quantidade total de cálcio necessária para uma produção de 41 t/ha de frutos foi calculada em 31 kg. Dêstes, sòmente cêrca de 7 kg seriam exportados com os frutos. A figura 4 ilustra grâficamente êsses dados. Liesegang (5) estima em 133 kg/ha o total dêsse nutriente absorvido pelo tomateiro. Êsse, aliás, é o único dado que discrepa totalmente dos encontrados neste trabalho.

O magnésio foi o elemento nutritivo que o tomateiro absorveu em menor quantidade. Dentre as diversas partes da planta, foram as folhas que apresentaram as maiores quantidades. Logo a seguir, colocaram-se os frutos, o caule, as raízes e, finalmente, as flôres.

As raízes apresentaram pequena quantidade de magnésio, sendo observados acréscimos nos teores encontrados até aos cem dias, depois do que ocorreram decréscimos contínuos até o final. O caule apresentou quantidades bem maiores desse elemento, ocorrendo acréscimos, também, até

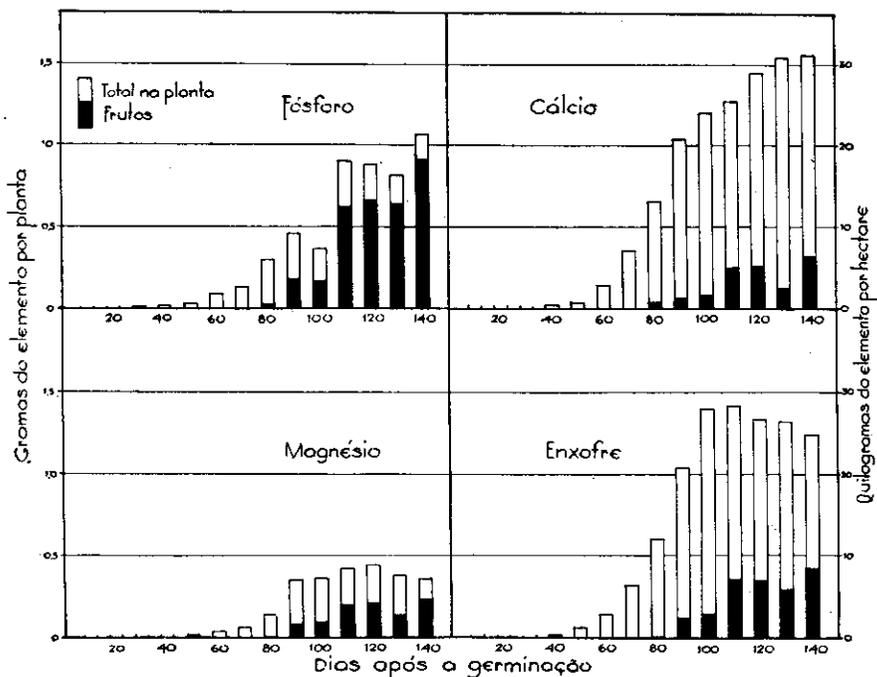


FIGURA 4. — Absorção de elementos nutritivos pela cultura do tomate, variedade Santa Cruz 1639, em vários estádios de desenvolvimento.

a décima década; daí para o final do ensaio, somente foram observados decréscimos periódicos.

A absorção do magnésio pelas folhas apresentou aumentos até a nona década; após essa data, até o final do experimento, somente ocorreram decréscimos. As flôres apresentaram quantidades diminutas desse nutriente; os frutos, no entanto, absorveram grandes quantidades, sempre crescentes até 140 dias após a germinação.

Para uma produção de 41 t/ha, a necessidade do tomateiro em magnésio seria da ordem de 9,0 kg, sendo, deste total, exportados com os frutos cerca de 7,0 kg. A figura 4 mostra a absorção do magnésio pelo tomateiro.

A maior quantidade de enxofre (quadro 3) foi encontrada nas folhas, que superaram, mesmo no final do ensaio, o total absorvido pelos frutos. A quantidade desse elemento nas raízes cresceu do início até a décima década, para então decrescer até o final do ensaio. No caule, que apresentou maiores quantidades, estas cresceram até aos cem dias, decrescendo a seguir.

Nas folhas, a quantidade de enxôfre aumentou até a décima-terceira década, para cair muito na última, mas assim mesmo suplantou as encontradas em tôdas as outras partes da planta, somadas. As quantidades de enxôfre absorvidas pelos frutos mostraram-se sempre crescentes até o final da experiência, sendo, no entanto, sempre inferiores às encontradas nas folhas.

Na figura 4, onde está representada a marcha da absorção pelo tomateiro, verifica-se que o enxôfre é absorvido em grande porcentagem até aos noventa dias. Sofre ainda pequeno acréscimo até a décima década, e somente após se verificou a translocação do nutriente dos órgãos vegetativos para os frutos.

A quantidade de enxôfre requerida pelo tomateiro, para produção de 41 t/ha de frutos, foi calculada como sendo de 28 kg, dos quais 19 kg ficam no terreno.

4 — CONCLUSÕES

Dos resultados do experimento exposto no presente trabalho, as seguintes conclusões podem ser tiradas:

1. Os nutrientes essenciais absorvidos em maiores quantidades pela cultura do tomate foram o potássio e o nitrogênio. Pela ordem decrescente, seguiram-lhes o cálcio, o enxôfre, o fósforo e o magnésio, êste em muito pequena quantidade.

2. A absorção alcançou o máximo de intensidade entre a décima e a décima-segunda década, após a germinação, para os elementos: nitrogênio, potássio, magnésio e enxôfre. O cálcio e o fósforo foram absorvidos continuamente do início ao final do ensaio, atingindo o máximo de absorção aos 140 dias após a germinação.

3. Foi intensa a translocação dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio dos órgãos vegetativos para os frutos. O cálcio e o enxôfre apresentaram muito pequena translocação para os frutos.

4. Baseados nos resultados obtidos, calcularam-se as quantidades absorvidas pela cultura do tomate, para a produção de 41 t/ha, que foram as seguintes:

- a) **Nitrogênio:** 94 kg, sendo 72 kg nos frutos;
- b) **Fósforo:** 21 kg, com cerca de 18 kg nos frutos;
- c) **Potássio:** 185 kg, dos quais cerca de 130 kg são exportados com os frutos;

- d) **Cálcio:** 31 kg, sendo somente 7 kg encontrados nos frutos;
- e) **Magnésio:** 9 kg, sendo 7 kg nos frutos;
- f) **Enxôfre:** 28 kg, dos quais 9 kg nos frutos.

5. Os resultados indicaram que, na cultura do tomate, é conveniente aplicar os fertilizantes fosfatados e potássicos por ocasião do transplante, por não ocorrerem perdas por percolação com os primeiros, e as perdas com os segundos serem bastante pequenas. O nitrogênio, por ser um nutriente sujeito à lixiviação, deverá ser colocado à disposição do tomateiro antes dos setenta dias após a germinação, porque essa cultura mostrou grande necessidade desse elemento a partir dos oitenta dias. Considerando-se que o transplante para o lugar definitivo é geralmente feito aos trinta-quarenta dias após a germinação, já por essa ocasião deverá haver alguma quantidade de nitrogênio para ser absorvida, sendo, no entanto, necessárias quantidades suficientes junto às raízes, trinta dias após.

6. O máximo desenvolvimento do tomateiro foi verificado entre a nona e a décima década. Daí para o final do experimento foi verificado somente o desenvolvimento dos frutos.

NUTRIENTS ABSORPTION RATE OF TOMATO PLANTS

SUMMARY

In this paper some data are presented on the absorption rate of essential nutrients of the tomato plant (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in Mitscherlich pots. Plant samples were analyzed for N, P, K, Ca, Mg and S. The cultural practices and other conditions, such as water, disease and insect control were the same for all plants. Fertilizers, including microelements, were used in order to maintain fertility at a high level.

Based on the results, it was concluded that the tomato plant absorbs a large quantity of potassium, followed by nitrogen. It was found that the quantities of minerals absorbed by the plants per hectare, in decreasing order, were 185 kg of potassium, 93.6 kg of nitrogen, 31 kg of calcium, 28 kg of sulfur, 21 kg of phosphorus and, finally, in smaller amount, magnesium at the rate of 9 kg.

The results showed that the total quantities of nitrogen, potassium and magnesium were absorbed within 120 days from the starting of the culture, whereas sulfur was absorbed in as much as 100 days after the germination. On the other hand, phosphorus and calcium were absorbed continuously from the beginning to the end of the experiment without showing any absorption climax.

LITERATURA CITADA

1. COWLEY, W. R., MORRIS, J. S., MAXWELL, N. P. [e outros]. Effect of fertilizers upon the yield, size and grade of tomatoes. Texas Agr. Exp. Sta., 1949. 3 p. (Progress Report 1173).
2. HALLIDAY, D. J. A guide to the uptake of plant nutrients by farm crops. Bracknell, Jealott's Hill Res. Sta., 1948. 34 p. (Bulletin 7).
3. HESTER, J. R. In The rate of plant food absorption, and its relation to fertilizers and fertilizer practice. Wilmington, E. I. Du Pont de Nemours & Co., 1939. 24 p.
4. LEWIS, A. H. & MARMAY, F. B. Nutrients uptake by the tomato plant. J. of Pomology and Hort. Sci. XVIII:275-283. 1939.
5. LIESEGANG, B. Untersuchungen über den Nährstoffverbrauch und den Verlauf der Nahrungsaufnahme verschiedener Gemüsearten. Landow. Jahrb., 1928 (Heft 5).
6. LOTT, W. L., McCLUNG, A. C., VITA, RENÉ [e outros]. Levantamento de cafézais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. São Paulo, IBEC Research Institute, 1961. 72 p. (Boletim n.º 26).
7. ———, NERY, J. P., GALLO, J. ROMANO [e outros]. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto Agronômico, 1956. 29 p. (Boletim n.º 79).
8. OWEN, O. The analysis of tomato plants. J. Agr. Sci. 19:415-432. 1929.