

NUTRIÇÃO DO ALGODOEIRO. IV — EFEITOS DA DILUIÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA (*). HELI CAMARGO MENDES, E. ABRAMIDES e J. ROMANO GALLO. Em trabalho anterior (1) verificou-se que o algodoeiro vegetando em soluções nutritivas retirou do substrato a quantidade máxima de nutrientes entre o 20.º e o 60.º dias do ciclo vegetativo, isto é, entre o aparecimento das primeiras "orelhas" e a plena individualização das "maçãs".

Nesta nota damos conta de um ensaio também realizado em soluções nutritivas, e no qual se procurou estabelecer a influência no desenvolvimento do algodoeiro, da variação da composição da solução após o aparecimento das primeiras "orelhas" nas plantas.

Materiais e métodos — Sementes de algodoeiro da variedade I.A.C. 817 (*Gossypium hirsutum* L.), previamente deslintadas em ácido sulfúrico comercial, bem enxaguadas e ligeiramente secas ao ar, foram semeadas em areia lavada de rio, em 7-12-56; em 17-12, as plantas apresentando apenas o par de fôlhas cotiledonares foram transferidas para solução nutritiva da seguinte composição:

	g/litro
KNO ₃	0,506
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	0,590
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,247
NH ₄ NO ₃	0,050
KCl	0,050
KH ₂ PO ₄	0,068
H ₃ BO ₃	0,00286
MnCl ₂ .4H ₂ O	0,00181
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,00008
H ₂ MoO ₄	0,00008
ZnSO ₄	0,00012

O ferro, na proporção de 5 mg/litro, foi administrado à solução nutritiva sob a forma de sequestrador (NaFe) da Geigy Co., com 13,4% de Fe metálico.

Para o ensaio foram utilizados vasos de vidro neutro, com dois litros de capacidade, pintados externamente com tinta preta recoberta por duas camadas de esmalte branco. Inicialmente foram co-

(*) Recebida para publicação em 30 de dezembro de 1959.

(1) MENDES, H. C. Nutrição do algodoeiro. II — Absorção mineral por plantas cultivadas em soluções nutritivas. *Bragantia* 19:[435]-458. 1960.

locadas duas plantinhas em cada vaso, reduzindo-se a uma apenas, ao cabo de 15 dias. As soluções no interior dos vasos foram constantemente arejadas, por meio de borbulhamento de ar comprimido através de pedras porosas (1). No preparo das soluções foram sempre utilizados sais p.a. e água destilada. As soluções nutritivas foram renovadas cada 10 dias. Durante o ensaio não houve controle do pH das soluções.

Durante 37 dias as plantas vegetaram em soluções nutritivas da composição indicada. Findo esse período e após homogeneização de um lote de 76 plantas, foram administradas ao acaso, por séries de quatro plantas, soluções nutritivas de diferentes composições.

Serviu de testemunha a solução **normal** de Hoagland (2), as demais tendo sido modificações dela. Assim, as soluções 2, 3 e 4 tiveram a mesma relação entre os nutrientes, mas a sua concentração foi reduzida respectivamente a 1/2, 1/4 e 1/8 da **normal**. As demais soluções foram como a **normal**, salvo no que toca a um elemento, cuja concentração também variou da mesma forma, reduzindo-se a 1/2, 1/4 e 1/8 do contido na solução **normal** de Hoagland.

No quadro 1 constam as composições das diferentes soluções nutritivas dos 19 tratamentos então comparados.

O ensaio teve a duração de 120 dias, terminando com a 4.ª e última colheita geral de capulhos completamente maduros, em 16-4-57.

Os efeitos dos diferentes níveis dos nutrientes nas soluções nutritivas foram verificados pela análise estatística de dados culturais anotados no decorrer do ensaio. O estado nutricional das plantas aos 30 dias após a diferenciação dos tratamentos foi verificado mediante a análise química de folhas retiradas em 22-2-57, das 76 plantas do ensaio.

Resultados e conclusões — Apesar de homogeneizadas as plantas antes da diversificação dos tratamentos, iniciou-se esta com uma diferença ligeiramente significativa entre as alturas das plantas que receberam os tratamentos 9 e 13; entre as testemunhas e os demais tratamentos, entretanto, não havia diferenças significativas nessa época, de modo que se pôde iniciar a aludida diferenciação de tratamentos sem outras limitações. Relativamente aos demais dados cul-

(2) HOAGLAND, D. R. & ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. Berkeley, Univ. Calif. Agr. Exp. Sta., 1938. 39 p. (Circular N.º 347)

QUADRO 1. — Composição das soluções nutritivas utilizadas em ensaio para verificação da influência de diferentes níveis de N, P, K, Ca e Mg, no desenvolvimento de algodoeiros

Série	Composição das soluções nas diferentes concentrações (*)			
	1/1	1/2	1/4	1/8
<i>Completa:</i>	<i>g/l</i>	<i>g/l</i>	<i>g/l</i>	<i>g/l</i>
KNO ₃ -----	0,506	0,253	0,1265	0,06325
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O -----	0,590	0,295	0,1475	0,07375
MgSO ₄ .7H ₂ O -----	0,247	0,1235	0,06175	0,030875
KH ₂ PO ₄ -----	0,068	0,034	0,017	0,0085
<i>Nitrogênio:</i>				
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O -----		0,295	0,1475	0,07375
MgSO ₄ .7H ₂ O -----		0,247	0,247	0,247
KH ₂ PO ₄ -----		0,068	0,068	0,068
K ₂ SO ₄ -----		0,434	0,434	0,434
CaSO ₄ .2H ₂ O -----		0,215	0,215	0,215
<i>Fósforo:</i>				
KNO ₃ -----		0,506	0,506	0,506
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O -----		0,590	0,590	0,590
MgSO ₄ .7H ₂ O -----		0,247	0,247	0,247
KH ₂ PO ₄ -----		0,034	0,017	0,0085
K ₂ SO ₄ -----		0,021	0,0317	0,0370
<i>Potássio:</i>				
NH ₄ NO ₃ -----		0,199	0,199	0,199
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O -----		0,590	0,590	0,590
KH ₂ PO ₄ -----		0,068	0,068	0,068
MgSO ₄ .7H ₂ O -----		0,247	0,247	0,247
K ₂ SO ₄ -----		0,196	0,0769	0,0588
<i>Cálcio:</i>				
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O -----		0,295	0,1475	0,07375
NH ₄ NO ₃ -----		0,0496	0,0745	0,0869
MgSO ₄ .7H ₂ O -----		0,247	0,247	0,247
KH ₂ PO ₄ -----		0,068	0,068	0,068
KNO ₃ -----		0,506	0,506	0,506
<i>Magnésio:</i>				
MgSO ₄ .7H ₂ O -----		0,1235	0,0617	0,03085
KNO ₃ -----		0,506	0,506	0,506
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O -----		0,590	0,590	0,590
KH ₂ PO ₄ -----		0,068	0,068	0,068
CaSO ₄ .2H ₂ O -----		0,107	0,150	0,172

(*) Fe, Mn, Zn, B e Mo, em tôdas as soluções, nas quantidades e formas indicadas na fórmula da pág. LXXXV.

turais anotados nessa ocasião (diâmetro do colo e número de "orelhas"), verificou-se também não haver diferenças estatísticas entre as plantas.

Decorridos 30 dias da diferenciação dos tratamentos, encontrou-se diferença estatística altamente significativa para as alturas das plantas comparando o tratamento 17 com os de n.º 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 16. Entretanto, entre as testemunhas e todos os demais tratamentos tal diferença não ocorria nessa época. Relativamente ao diâmetro do colo das plantas, nessa ocasião só se observou diferença significativa entre os tratamentos 17 e 7.

Na figura 1 podem ser comparados os aspectos de plantas dos diferentes tratamentos, cerca de 50 dias após a diferenciação dos mesmos.

Quanto ao número de capulhos colhidos, não houve diferença estatisticamente significativa entre os diversos tratamentos estudados, a testemunha em solução **normal** tendo apresentado o maior estado da experiência (cinco capulhos por planta).

A produção de algodão em caroço por planta revelou diferença significativa entre os tratamentos, sendo a solução **normal** (testemunha) superior a tôdas as demais. Em tôdas as séries estudadas (quadro 2) ela caiu rápida e significativamente do nível **I** para o nível **1/2**. Dêste para **1/4** e **1/8** continuou a cair, porém muito pouco e sem significância estatística. A redução em aprêço foi mais acentuada quando se reduziu a dose de um único elemento do que quando foram reduzidas simultâneamente as de todos, indicando a importância do equilíbrio das relações entre os elementos na solução nutritiva.

Finalmente, com relação à produção de algodão em caroço por capulho, foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos 18 e 15, porém entre as testemunhas e todos os demais tratamentos as diferenças encontradas não foram significativas.

Os resultados das análises químicas de fôlhas das plantas do ensaio constam do quadro 3. Para análise foram colhidas fôlhas (limbos e pecíolos) dos 3.º e 4.º ramos vegetativos contados a partir da extremidade da haste principal de cada planta. As fôlhas das plantas de um mesmo tratamento foram reunidas, lavadas, sêcas a 65-70º C durante 72 horas, e a seguir analisadas.

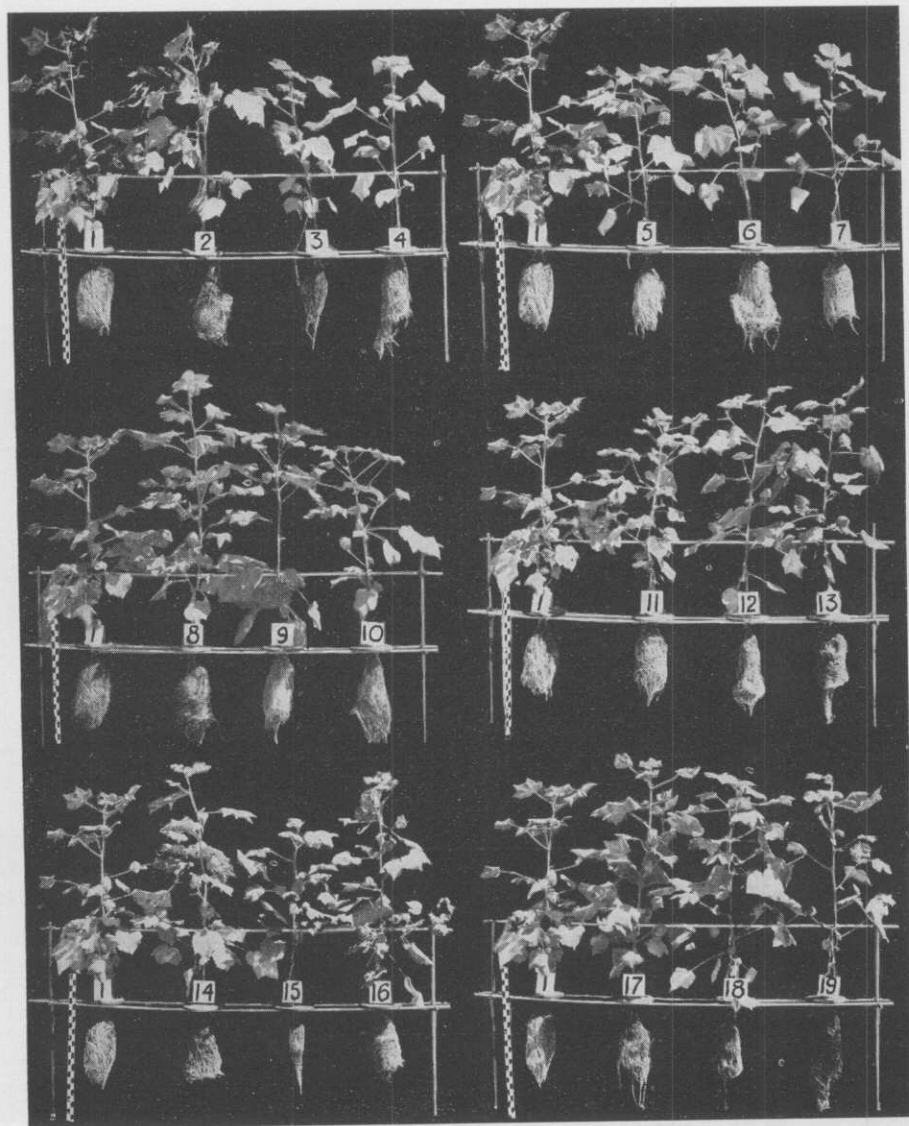


FIGURA 1. — Diversas comparações entre a testemunha e os tratamentos estudados. (Em qualquer dos casos, foi escolhida a planta que representasse aproximadamente a média das quatro repetições do tratamento).

QUADRO 2. — Produções de algodão em caroço (*), por plantas cultivadas em soluções nutritivas de diferentes composições

Concentrações	Hoagland		Nitrogênio		Fósforo		Potássio		Cálcio		Magnésio	
	g/plta.	g/cap.º	g/plta.	g/cap.º	g/plta.	g/cap.º	g/plta.	g/cap.º	g/plta.	g/cap.º	g/plta.	g/cap.º
Normal	27,8	5,6	27,8	5,6	27,8	5,6	27,8	5,6	27,8	5,6	27,8	5,6
1/2	16,3	5,5	12,9	4,4	14,0	5,8	13,1	4,3	11,4	2,8	11,0	4,0
1/4	14,2	5,9	11,3	4,2	14,8	5,0	13,8	4,3	7,5	2,3	12,5	6,3
1/8	12,2	4,2	10,0	3,6	8,8	3,6	8,8	3,6	11,5	3,0	8,0	3,0

(*) d.m.s.: g/planta = 10,9; g/capulho = 3,82.

QUADRO 3. — Análise foliar de algodoeiros provenientes de ensaio para verificar o efeito da variação da composição da solução nutritiva (*)

Tratamentos	Elemento analisado								
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn
Sols. nutr.	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
1 Hoagland (test.)	2,03	0,143	2,82	2,32	0,35	71	110	3,9	132,0
2 Hoagland 1/2	1,30	0,144	2,75	2,06	0,30	73	93	8,8	87,7
3 Hoagland 1/4	1,28	0,109	2,58	2,00	0,31	110	84	3,4	113,3
4 Hoagland 1/8	1,23	0,088	2,32	1,66	0,36	119	143	4,2	152,3
5 Nitrogênio 1/2	1,15	0,186	2,45	1,64	0,30	59	93	3,7	76,9
6 Nitrogênio 1/4	1,10	0,209	2,96	1,70	0,36	76	102	4,9	133,1
7 Nitrogênio 1/8	1,30	0,144	3,33	1,82	0,34	84	147	4,6	76,7
8 Fósforo 1/2	2,07	0,114	3,39	1,32	0,44	105	144	4,9	110,1
9 Fósforo 1/4	2,50	0,071	3,47	2,68	0,56	87	106	5,2	130,9
10 Fósforo 1/8	2,10	0,064	3,53	2,74	0,54	75	81	4,6	105,7
11 Potássio 1/2	1,91	0,179	2,91	2,64	0,42	111	153	5,5	154,9
12 Potássio 1/4	2,14	0,185	1,82	2,88	0,54	157	262	5,0	134,5
13 Potássio 1/8	2,19	0,186	2,00	2,80	0,46	118	199	6,1	143,1
14 Cálcio 1/2	2,18	0,190	3,76	2,40	0,52	105	195	5,0	123,7
15 Cálcio 1/4	2,32	0,198	2,94	1,74	0,46	98	152	9,6	145,2
16 Cálcio 1/8	1,90	0,168	3,96	1,94	0,55	121	239	10,1	322,8
17 Magnésio 1/2	2,48	0,150	3,74	3,00	0,39	98	128	5,0	144,1
18 Magnésio 1/4	2,46	0,127	3,20	2,74	0,39	92	117	5,5	111,9
19 Magnésio 1/8	2,47	0,144	3,42	2,60	0,30	89	108	6,6	116,2

(*) Material para análise colhido 30 dias após a diferenciação de tratamentos.

Dos resultados das análises sobressai o que é mencionado a seguir.

a) *Variações da solução normal* — Os teores de K e Ca nas fôlhas diminuíram à medida que a concentração da solução nutritiva diminuiu, enquanto que o teor de Mn aumentou. O nível de P decresceu, a partir da diluição 1/4 para a solução mais diluída. O teor de N das fôlhas foi bem menor nas soluções diluídas, não havendo, entretanto, variações nessa característica com o progresso das diluições. Para os demais elementos os dados não mostram tendência definida.

b) *Variações do nitrogênio* — Teores menores de N e Ca e maiores de P foram assinalados nas fôlhas para as soluções diluídas em N (1/2 e 1/4). Os teores de K, Mn e Cu mostraram-se mais elevados quando a concentração de N nas soluções caiu para 1/4 ou menos da concentração original. Os teores de Mg praticamente se mantiveram iguais aos encontrados nas plantas testemunhas.

c) *Variações do fósforo* — O teor de P diminuiu com o decréscimo de concentração do elemento na solução; aumentaram os teores de K e Mg. Os níveis de Cu e Mn nas folhas foram também aumentados em tôdas as soluções diluídas em P.

d) *Variações do potássio* — A diminuição da concentração de K na solução provocou aumentos nos teores de P, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu e Zn nas folhas, em relação à testemunha completa. Êsses aumentos, salvo exceções, não foram progressivos. O teor de N não apresentou grande variação em relação à testemunha; o teor de K decresceu nas diluições 1/4 e 1/8 do elemento na solução.

e) *Variações do cálcio* — A redução da quantidade de cálcio na solução abaixo de 1/2 dose determinou um decréscimo do teor dêsse elemento nas folhas. Os teores de P, K, Mg, Fe e Cu nas folhas das plantas mantidas em soluções diluídas em cálcio mostraram-se mais elevados.

f) *Variações do magnésio* — Os teores de N nas folhas mantiveram-se constantes para as soluções diluídas de Mg, os quais, no entanto, foram superiores ao das folhas das plantas mantidas em solução completa. A diluição da concentração de Mg nas soluções determinou um aumento dos teores de K, Ca, Mn e Cu nas folhas, enquanto que o teor de Mg nas folhas só foi inferior quando êsse nutriente entrou na menor dose, na solução.

Relativamente ao aspecto das plantas durante o ensaio, sintomas iniciais de carência de nitrogênio foram observados oito dias depois da diferenciação dos tratamentos, em plantas das séries 2, 4, 5, 6 e 7; 16 dias depois dessa diferenciação, sintomas conspícuos da deficiência de nitrogênio eram notados em tôdas as plantas dessas mesmas séries e também nas da série 3.

Vinte e seis dias após a diferenciação aludida, além dos sintomas da carência de N nas séries citadas, notavam-se sintomas iniciais de deficiência de fósforo, nas séries 8, 9 e 10; de potássio, nas séries 12 e 13; de cálcio, nas séries 14, 15 e 16; e de magnésio, na série 19.

Ao terminar o ensaio, 83 dias após a diferenciação dos tratamentos, os sintomas das deficiências indicadas apresentavam-se adiantados⁽³⁾, inclusive os de magnésio em plantas das séries 17 e 18.

(3) MENDES, H. C. Nutrição do algodoeiro. I — Sintomas de deficiências minerais em plantas vegetando em soluções nutritivas. *Bragantia* 18:[469]-481. 1959.

Os resultados obtidos neste ensaio parecem indicar que, para verificação de efeitos no desenvolvimento do algodoeiro, da diluição de níveis de nutrientes na solução nutritiva, deve-se iniciar a diferenciação antes do aparecimento das primeiras "orelhas", época em que se intensifica o fluxo de absorção das plantas⁽¹⁾. Mostram também que, nas condições estudadas, a diluição (completa ou parcial) da fórmula de Hoagland não ofereceu vantagens. SEÇÃO DE FISIOLOGIA, SEÇÃO DE TÉCNICA EXPERIMENTAL E LAB. PESQ. ELEM. MINERAIS EM PLANTAS, INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO.

EFFECT OF VARYING LEVELS OF NUTRIENTS ON COTTON PLANTS GROWN IN NUTRIENT SOLUTIONS

SUMMARY

Cotton plants (*Gossypium hirsutum* L.) were grown in a complete nutrient solution (Hoagland's) until they began to set the first squares. The complete nutrient solution was then replaced by others with diluted levels of N, P, K, Ca, and Mg. Control plants continued to receive the complete solution.

The results showed that the control plants yielded better than those receiving any of the other treatments. They also indicated that in order to study the effect of varying levels of nutrients on the cotton plant, the differential treatments should be started before the plants begin to set squares.

Data of leaf analysis are presented and discussed according to the nutrient levels in culture solutions.