

## ESTUDOS SOBRE A ALIMENTAÇÃO MINERAL DO CAFEIRO, XXX. MÉTODO DE CULTIVO DO CAFEIRO, EM MEIO ARTIFICIAL, POR LONGO PERÍODO DE TEMPO\*

J. R. SARRUGE \*\*

H. P. HAAG \*\*

E. MALAVOLTA \*\*

### RESUMO

No intuito de cultivar o cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em solução nutritiva foi idealizado um sistema automático, utilizando como substrato quartzo moído e solução nutritiva. O sistema foi construído de modo a necessitar o mínimo de mão de obra para manutenção, aliado a um baixo custo de construção (Cr\$ 25.000,00). Baseia-se na irrigação de um certo número de vasos através da admissão de ar comprimido a tambores contendo a solução nutritiva, por um sistema de controle de tempo e pressão. Acha-se em funcionamento desde 23/09/1971, contendo plantas de cafeeiro em produção. Análises químicas de folhas mostram que as referidas plantas estão adequadamente nutridas.

### INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas em meio diferente do solo, data de 1699 com as observações de Woodward, citadas por HOAGLAND (1948). O cultivo de plantas em solução nutritiva é uma metodologia básica para os que se dedicam ao estudo da nutrição mineral de plantas. Permite isolar fatores que seriam de todo impossível empregando-se solo. Detalhes técnicos desta metodologia são apresentados por HEWITT (1966) e para fins de cultivo de plantas em escala comercial por BENTLEY (1959).

---

\* Entregue para publicação em 22/11/1974. Apresentado por H. P. Haag ao 2.º Congresso Brasileiro sobre Pesquisas Cafeeiras. Poços de Caldas — M. G.. Setembro de 1974. Projeto financiado pelo IBC/GERCA.

\*\* Departamento de Química, E. S. A. «Luiz de Queiroz».

Os objetivos do presente trabalho são de apresentar e divulgar os planos de uma instalação que possibilitam o cultivo do cafeeiro por longo período de tempo, em meio artificial.

## MATERIAL E MÉTODO

Mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) var. Mundo Novo de linhagem LC 1109-7 com 18 meses de idade, provenientes do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, foram transplantadas para uma instalação automática de cultivo em 23/09/1971. A instalação acha-se esquematizada na Fig. 1.

Consta de 36 vasos de cimento amianto (12) de 100 litros de capacidade, pintados internamente com resina epoxy, contendo quartzo moído em partículas de 0,5 a 2 mm de diâmetro. Cada um dos 36 vasos acha-se enterrado no solo e estão ligados por tubulações plásticas e tambores de plásticos (8) de 50 litros de capacidade, contendo a solução nutritiva.

A diferença de nível entre os vasos (12) e os tambores (8) é de 1,50 m permitindo dessa maneira o retorno da solução nutritiva aos tambores, após a irrigação, por gravidade. A irrigação é feita através da admissão de ar comprimido aos tambores (8), por um sistema de controle de tempo e pressão. O ar é retirado do compressor (4) através de uma válvula redutora de pressão (7) e filtro (6). Passa através de uma válvula selenóide (2), controlada por um relógio (1) e por uma coluna de mercúrio (5), sendo que esta última permite a regulagem com precisão suficiente para que a solução nutritiva não derrame pelas bordas dos vasos (12), permitindo uma irrigação adequada.

Paralelamente, está ligada outra válvula solenóide (3) que fecha a linha para a atmosfera, quando a primeira válvula (2) se abre. No fim do período de irrigação, controlado pelo relógio (1), a primeira válvula se fecha e a última (3) se abre, fazendo com que a pressão seja liberada pela atmosfera, e a solução retorna aos tambores (8) por gravidade.

As mudas de cafeeiro foram transplantadas em número de 4 por vaso em 23/9/1971. Em 28/11/1972 foi feito um desbaste, deixando-se 2 mudas por vaso.

A irrigação é feita três vezes ao dia, e a solução nutritiva permanece em contato com as plantas durante um período de 30 minutos em cada irrigação. As plantas são irrigadas com solução completa (SARRUGE, 1970), diluída e normal a partir de 20/1/72, como segue:

Solução	Estoque	ml/litro de solução	
		diluída	normal
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	M	0,5	1,0
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	M	3,2	6,5
KCl	M	3,0	6,0
$\text{MgSO}_4$	M	1,0	2,0
$\text{CaCl}_2$	M	2,5	2,5
micronutrientes*		0,5	1,0
Fe EDTA		0,5	1,0

\* Por litro de solução estoque:

$\text{H}_3\text{BO}_3$  2,86g;  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  1,81g;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0,22g;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0,08g;  
 $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  0,02g.

A solução nutritiva é renovada periodicamente.

Em 18/7/1973 foi iniciada a colheita de café maduro, sendo separadas as porções de cada vaso, subdividindo as amostras em casca e sementes. Finalizada a colheita, foram amostradas folhas do 3.º e 4.º par de folhas de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos. Todas as amostras foram secas a 60-70°C e analisadas para N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn pelos métodos convencionais (SARRUGE & HAAG, 1974).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modo mais acertado de testar a validade do funcionamento da instalação é através do levantamento do estado nutricional das plantas.

Produção — Os dados de peso de matéria seca de sementes e de casca, referentes a primeira colheita, estão representados no quadro 1.

QUADRO 1. Peso seco (g) de sementes e cascas. Cada conjunto refere-se a 3 vasos.

Conjunto	Peso da matéria seca (g)	
	sementes	casca
1	31,4	32,6
2	114,0	112,8
3	110,5	110,4
4	39,7	43,0
5	4,3	5,0
6	254,5	281,2
7	92,1	110,0
8	130,1	139,9
9	473,6	513,1
C.V.	66,05%	70,69%
D.M.S. (Tukey 5%)	216,6	251,8

Observa-se que houve diferenças significativas de produção. Esta variação é esperada pois nesta idade, por ocasião da primeira produção, o cafeeiro no dizer de SAMUELS et alii (1957) apresenta duas «bocas» para sustentar: primeira a formação das cerejas e segunda o crescimento da árvore em si.

Estado nutricional das plantas — Por ocasião da primeira colheita foram amostradas e analisadas folhas do 3.º e 4.º par de folhas de ramos plagiotrópicos e ortotrópicos. Os resultados acham-se expostos nos quadros 2 e 3.

**Quadro II: Porcentagem dos macronutrientes e ppm de boro e zinco na matéria seca de folhas de ramos plagiotrópicos.**

Conjuntos	Nutrientes*							
	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	S%	Bppm	Znppm
1	2,86 ab	0,20 c	2,10 c	1,20	0,28	0,21	62 ab	13
2	2,90 ab	0,19 bc	1,98 abc	1,39	0,27	0,21	63 ab	11
3	2,89 ab	0,16 abc	1,96 abc	1,26	0,27	0,17	73 ab	11
4	3,00 ab	0,18 abc	2,00 bc	1,24	0,29	0,23	47 a	10
5	3,08 b	0,14 a	1,62 a	1,38	0,27	0,21	68 ab	18
6	2,82 ab	0,15 ab	1,75 abc	1,51	0,27	0,23	67 ab	15
7	2,82 ab	0,17 abc	1,69 ab	1,41	0,31	0,20	59 ab	15
8	2,63 ab	0,14 a	1,82 abc	1,43	0,34	0,18	49 a	15
9	2,48 a	0,14 a	1,72 ab	1,78	0,30	0,21	88 b	21
CV	8,39%	12,24%	8,85%	19,32%	21,54%	17,54%	24,11%	44,70%
D.M.S. (Tukey) 5%	0,55	0,05	0,38	—	—	—	36	—

\* Letras não comuns expressam diferenças significativas entre as médias, e as comuns, diferenças não significativas.

**Quadro III: Porcentagem dos macronutrientes e ppm de boro e zinco na matéria seca de folhas de ramos ortotrópicos.**

Conjuntos	Nutrientes*							
	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	S%	Bppm	Znppm
1	2,90 bc	0,13	2,17 b	1,01	0,25 ab	0,17 ab	63	15
2	2,86 abc	0,19	2,00 ab	1,27	0,27 ab	0,23 a	58	14
3	2,74 bc	0,15	2,06 ab	1,14	0,27 ab	0,16 a	58	8
4	2,96 c	0,14	2,07 ab	1,02	0,25 ab	0,18 abc	48	14
5	2,92 bc	0,16	1,91 ab	1,05	0,25 ab	0,21 de	53	15
6	2,48 a	0,13	1,89 ab	1,33	0,28 ab	0,20 cd	57	17
7	2,93 c	0,14	2,01 ab	1,07	0,24 a	0,17 ab	53	10
8	2,66 abc	0,13	2,24 ab	1,05	0,23 a	0,18 abc	43	14
9	2,52 ab	0,12	1,62 a	1,49	0,31 b	0,19 bcd	67	19
CV	6,27%	22%	9,78%	25,19%	12,22%	7,51%	19,28%	44,55%
D.M.S. (Tukey) 5%	0,41	—	0,46	—	0,07	0,03	—	—

Observa-se no quadro 2 que houve diferenças significativas na concentração de N, P, K e B nas folhas de ramos plagiotrópicos em alguns conjuntos; sendo que nos demais nutrientes não foi constatadas diferenças. Apesar das diferenças constatadas, todas as plantas estão bem nutridas, tomando-se como padrão os teores indicados por MALAVOLTA et alii (1974 — pp237). Chama atenção que os níveis estão um pouco baixos para B e elevados para Zn.

Os teores encontrados nas folhas dos ramos ortotrópicos (quadro 3) mostram igualmente diferenças significativas na concentração de N, P, K e B entre diversos conjuntos, apresentando-se contudo, na mesma ordem de grandeza dos teores nas folhas dos ramos plagiotrópicos.

## CONCLUSÕES

É possível o cultivo do cafeeiro, em meio artificial, por longo período de tempo;

O sistema de cultivo adotado, além do baixo custo, é eficiente;

As plantas apresentam estado nutricional adequado.

## SUMMARY

### MINERAL NUTRITION STUDIES OF COFFEE TREES XXX: SAND CULTURE TECHNIQUE FOR GROWING COFFEE TREES.

A sand culture experiment was installed in order to find out the possibilities of growing coffee trees (*Coffea arabica*, L.) for a long period of time. The experimental technique is diagrammatically shown in figure I in the text: 1 — timer; 2 — air admitting solenoid valve; 3 — air escaping solenoid valve; 4 — air compressor; 5 — barometric pressostatic column; 6 — air filter; 7 — reducing pressure valve; 8 — nutrient solution reservoir; 9 — leveler; 10 — refill inlet; 11 — air retention valve; 12 — pot filled with quartz sand.

Judging by the leaf analyses (tables 2 and 3) the technique seems adequate for growing coffee trees in nutrient solutions.

At the present moment 36 units are in operation.

## LITERATURA CITADA

- BENTLY, M. 1958. Commercial Hydroponics. Johannesburg, Bendon Books.
- HEWITT, E. J. 1966. Sand and Water Culture Methods Used in the Study of Plant Nutrition. Bucks Commonwealth Agricultural Bureaux.
- HOAGLAND, D. R. 1948. Lectures on the Inorganic Nutrition of Plants. Waltham, Chronica Botanica Co.
- MALAVOLTA, E., H. P. HAAG, F. A. F. DE MELLO, M. O. C. BRASIL SOBR°. 1974. Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas. São Paulo. Pioneira Editora.

- SARRUGE, J. R. 1970. Práticas de Nutrição Mineral de Plantas. Curso Pós Graduado em Solos e Nutrição de Plantas. E. S. A. «Luiz de Queiroz». Piracicaba.
- SARRUGE, J. R., H. P. HAAG. 1974. Análises químicas em plantas. E. S. A. «Luiz de Queiroz». Piracicaba. Livroceres Ltda.

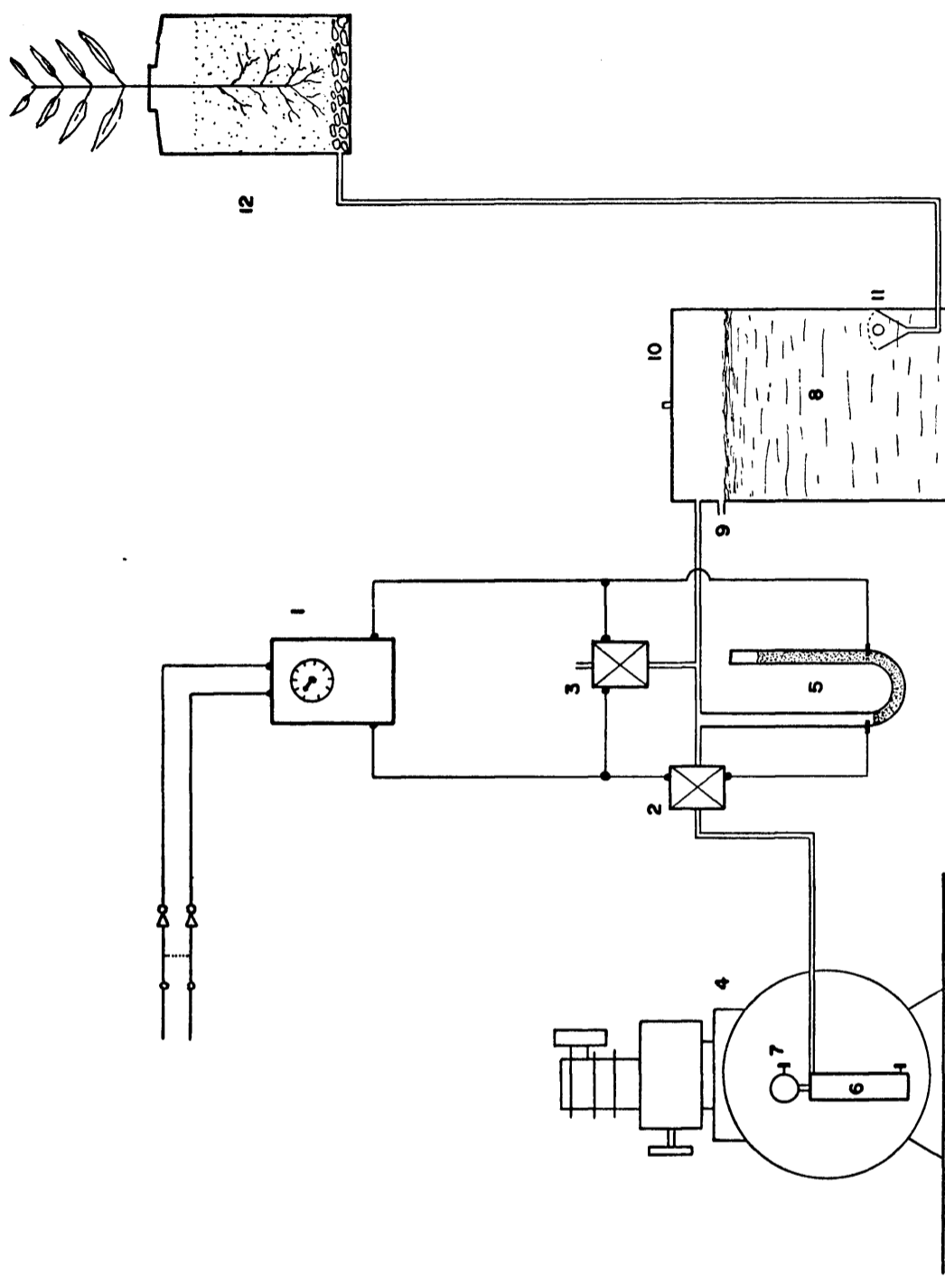


Figura 1.  
Esquema de instalação automática de subirrigação: 1- relógio controlador de período; 2- válvula solenoide de entrada; 3- válvula solenoide de escape; 4- compressor de ar; 5- coluna barométrica pressostática; 6- filtro de ar; 7- válvula baixadora de pressão; 8- reservatório de solução; 9- bujão de nível; 10- bujão de entrada de soluções; 11- válvula de retenção de ar; 12- vaso com plantas.