

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 19

Campinas, abril de 1960

N.º 23

EFEITOS DE ALGUMAS PRÁTICAS DE CULTIVO DO SOLO, NA NUTRIÇÃO MINERAL DOS CITROS (*)

J. ROMANO GALLO, *engenheiro-agrônomo, Laboratório de Pesquisas de Elementos Minerais em Plantas, e ODY RODRIGUEZ, engenheiro-agrônomo, Seção de Citricultura, Instituto Agrônômico*

RESUMO

Diferentes sistemas de cultivo do solo no pomar cítrico foram comparados no presente trabalho, por meio da análise foliar. Os tratamentos estudados fazem parte de um experimento com plantas da variedade Hamlin sobre laranjeira caipira (*Citrus sinensis* Osbeck) instalado na Estação Experimental de Limeira, do Instituto Agrônômico. Amostras de folhas do ciclo vegetativo da primavera foram colhidas a intervalos regulares, desde outubro de 1957 a março de 1959 e analisadas para os seguintes elementos: N, P, K, Ca, Mg, Fe e Mn. São apresentadas as tendências das curvas de concentração dos elementos nutritivos nas folhas e os resultados de produção correspondentes a quatro anos de colheita. Como observação mais importante foi verificado que a cobertura morta de capim e a adubação verde de mucuna aumentaram de modo sensível o teor de fósforo nas folhas dos citros. As produções de laranja acompanharam a ordem dos níveis desse elemento na folhagem.

1 — INTRODUÇÃO

As práticas culturais modificam diferentemente a capacidade do solo em fornecer ar, água e elementos minerais indispensáveis ao desenvolvimento e produção das culturas. Se de um lado o emprêgo de certas práticas de cultivo do solo tem proporcionado resultados animadores no acréscimo de rendimento e na proteção dos solos de áreas cultivadas com árvores frutíferas, outros tratamentos não têm dado resultados agrônômicos satisfatórios ou têm produzido resultados pouco compensadores, dependendo ainda o êxito da escolha ou adaptação de um tratamento do solo que lhe seja adequado (3, 4, 7, 14).

(*) Trabalho apresentado ao VII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Piracicaba, São Paulo, de 20 a 30 de julho de 1959.

Recebido para publicação em 14 de outubro de 1959.

Em nossas condições, diversas modalidades de cultivo do solo no pomar cítrico, sem ou com revolvimento da terra, foram descritas por um dos autores (12), indicando as vantagens e inconvenientes de um e de outro tratamento.

A análise de fôlhas já tem sido usada como um meio de se verificar a influência de tratamentos com cobertura morta do solo e da adubação verde na absorção de nutrientes pelo cafeeiro (9, 10).

O presente trabalho tem por objetivo estudar as variações no teor dos constituintes minerais das fôlhas e comparar as produções de um ensaio com laranjeiras da variedade Hamlin, submetidas a tratamentos culturais diferentes.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

2. 1 — O EXPERIMENTO

Cinco tratamentos compreendendo condições diversas de tratamentos culturais foram comparados no presente estudo. Compõem as parcelas dos tratamentos 16 plantas internas e mais 20 isolantes, em quatro repetições e em blocos ao acaso. O ensaio, localizado na Estação Experimental de Limeira, do Instituto Agrônômico, foi instalado em 1949 com plantas da variedade de laranja Hamlin sôbre cavalos de laranjeira caipira (*Citrus sinensis* Osbeck), obedecendo ao espaçamento de 8 x 8 metros. Uma descrição sumária dos tratamentos empregados é apresentada a seguir.

Tratamento A — Solo limpo com herbicida

Como herbicida tem sido usado o óleo mineral fortificado e emulsionado em água, de acôrdo com as seguintes proporções:

Óleo Diesel comercial	24,0 %
Premerge (1)	0,7 %
Emulsionante	0,3 %
Água	75,0 %

Êste herbicida é de contato, e com êle o solo é mantido permanentemente limpo de mato, conforme pode ser notado na figura 1-A.

(1) O Premerge contém 53 % do sal alcanolamina de dinitro orto secundário butil fenol (DNOSBP), emulsionado em óleo mineral.

Tratamento B — Adubação verde de mucuna preta

Consiste este tratamento no plantio de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Pip. & Trac.) nas ruas das laranjeiras, num só sentido, com o espaçamento de 1,00 × 0,50 m, na segunda quinzena do mês de setembro. Após a germinação do adubo verde é passado o cultivador tipo "Planet" no intervalo das linhas, a fim de eliminar a maior parte do mato germinado. Com o seu desenvolvimento, a mucuna domina o mato restante dentro de algum tempo e forra completamente o terreno (figura 1-B). Como é planta trepadeira, é necessário manter as laranjeiras coroadas, a fim de evitar a subida dos cipós nas copas. Aproximadamente na segunda quinzena de abril o terreno é todo gradeado com grade de discos não travada. Com a passagem desta máquina a leguminosa e o mato são picados e morrem, ficando em cobertura no terreno até a primavera seguinte, quando é necessário fazer nova semeadura e seguir o mesmo ritmo do trabalho descrito.

Tratamento C — Adubação verde de feijão guandu

Neste tratamento em setembro é semeada a leguminosa feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), que após os primeiros cultivos sombreia todo o terreno. No seu florescimento ela é destruída por gradeação e deixada em cobertura no terreno.

Tratamento D — Cobertura morta do solo com capim

Tem consistido esta prática cultural em forrar o solo completamente com uma camada de cerca de 15 cm de espessura, de capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.), o que pode ser observado através da figura 1-C. Essa cobertura carrega para o solo aproximadamente 50 toneladas de capim (pêso verde).

Tratamento E — Arações superficiais

Com arações superficiais em número de duas ou três, o terreno é mantido mais ou menos limpo, no período das águas e na seca, sendo as plantas sempre coroadas a enxada.

QUADRO 1. — Composição do capim gordura usado como cobertura morta do solo e dos adubos verdes mucuna preta e feijão guandu. Porcentagem de matéria seca nos diferentes materiais

Material (parte aérea)	Constituintes — por cento de matéria seca					Matéria seca
	N	P	K	Ca	Mg	
	%	%	%	%	%	%
Capim gordura	1,00	0,074	1,16	0,28	0,17	29,6
Mucuna preta	3,00	0,209	2,04	0,84	0,20	22,8
Feijão guandu	2,11	0,106	0,80	0,38	0,16	42,0

2. 2 — MATERIAIS USADOS COMO COBERTURA MORTA E ADUBO VERDE

O quadro 1 apresenta a composição química do capim gordura, mucuna preta e feijão guandu usados no experimento. Com base nesses resultados analíticos foram calculadas as quantidades de nutrientes que a cobertura morta de capim incorpora ao solo e as quantidades mobilizadas na época do florescimento pelas culturas intercalares de mucuna preta e feijão guandu e liberadas posteriormente por decomposição dos resíduos vegetais (quadro 2). As estimativas referentes aos adubos verdes foram obtidas para uma produção de 18 ton/ha de massa verde de mucuna e 10 ton/ha de massa verde de guandu, considerando-se a área do experimento permitida à adubação.

QUADRO 2. — Nutrientes incorporados ao solo pela cobertura morta de capim gordura, aplicada na base de 50 ton/ha de peso verde. Quantidade de elementos minerais contida nos adubos verdes de mucuna preta e feijão guandu, por ocasião do corte

Material	Elementos minerais				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Cobertura morta de capim gordura	148	25	206	58	42
Adubos verdes:					
mucuna preta	123	20	100	48	14
feijão guandu	89	10	40	22	11

2. 3 — SOLO E ADUBAÇÃO

O solo onde se acha instalado o experimento já foi descrito por Paiva (11). Analisado, apresentou as seguintes características químicas, antes da iniciação dos tratamentos, em agosto de 1953:

pH	4,40
Carbono (C)	1,99%
Nitrogênio (N)	0,132%
PO ₄ ---(2)	0,09 e. mg/100 g de solo
K+ trocável	0,05 e. mg/100 g de solo
Ca++ trocável	0,21 e. mg/100 g de solo
Mg++ trocável	0,19 e. mg/100 g de solo

Os dados indicam tratar-se de terra de baixa fertilidade, com acidez elevada, muito pobre em elementos nutritivos, com exceção da matéria orgânica, definida por um teor alto de carbono e teor médio de nitrogênio, interpretados segundo critério apresentado por Catani, Gallo e Gargantini (1).

A adubação química do ensaio foi iniciada em 1956, com as seguintes doses de elementos fertilizantes por planta e por ano: nitrogênio, 320 g de N; fósforo, 700 g de P₂O₅; potássio, 600 g de K₂O, nas formas de salitre do Chile (sulfato de amônio, em 1958) termofosfato (fosfato natural, em 1958) e cloreto de potássio. Os fertilizantes foram aplicados em agosto de cada ano, distribuídos sobre a área da parcela. Procedeu-se à calagem do solo na base de 1 tonelada de calcário dolomítico por hectare e por ano.

2. 4 — ANÁLISE FOLIAR

Amostras de folhas produzidas no ciclo vegetativo da primavera foram colhidas, a intervalos de um mês aproximadamente em cada repetição de cada tratamento, desde outubro de 1957 a março de 1959. As amostras colhidas em outubro, em ambos os ciclos vegetativos, contavam na data de amostragem cerca de 2 meses e meio de idade. Em cada repetição foram retiradas 40 folhas das árvores centrais da parcela para a constituição de uma amostra composta — ao todo, 20 amostras por colheita — adotando-se o mesmo critério usado anteriormente (6). O material colhido foi analisado para os elementos N, P, K, Ca, Mg, Fe e Mn. O método de preparo das amostras de folhas para análise e os de análise química para os elemen-

(2) Fosfato solúvel em H₂SO₄ 0,05 N.



tos maiores já foram descritos e assinalados em trabalhos anteriores (6, 8). Os micronutrientes ferro e manganês foram determinados no extrato obtido pela digestão do material sêco, com ácido nítrico, sulfúrico e perclórico. Ambos os elementos foram dosados colorimêtricamente: o ferro, pela ortofenantrolina; o manganês, por transformação em MnO_4^- , mediante a ação oxidante do periodato de potássio.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

3. 1 — COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS FÔLHAS

As variações nos teores dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas fôlhas são apresentadas na figura 2.

Serão discutidos primeiramente os dados relativos aos dois tratamentos opostos, isto é, solo mantido permanentemente limpo e solo mantido permanentemente coberto com restos vegetais. Em seguida, serão relatados os dados dos tratamentos que podemos considerar intermediários aos citados, ou sejam os que permaneceram limpos durante o período da sêca e receberam adubo verde nas águas. Por último, o tratamento cultural com arações espaçadas e superficiais.

Os gráficos da figura 2 indicam, de forma nítida, que o tratamento permanentemente limpo com herbicida mostrou teores consistentemente mais elevados de nitrogênio e potássio e teores menores de fósforo, cálcio e magnésio, em relação aos demais. O contrário ocorreu com o tratamento que recebeu cobertura morta de capim, no qual os teores de fósforo, cálcio e magnésio foram nitidamente mais elevados e os teores de nitrogênio e potássio bem mais baixos em comparação ao tratamento precedente, para tôdas as datas de amostragem.

As fôlhas das parcelas mantidas no limpo apresentaram 11,9% mais N e 20,8% mais K em relação aos teores encontrados nas parcelas com cobertura morta do solo, que por sua vez apresentaram 27,7% mais P do que as fôlhas das parcelas mantidas no limpo, considerando-se as médias dos dados de um ciclo de crescimento completo. Como se nota, a diferença devida ao fósforo foi comparativa-

FIGURA 1. — Sistemas de cultivo do solo no pomar cítrico. *A* — solo tratado com herbicida, onde se nota pequena erosão superficial; *B* — parcela com mucuna preta, em abril, pouco antes de passar a grade de discos para cortar a massa verde; *C* — cobertura morta do solo com capim — as frutas nesta parcela amadurecem tardiamente.

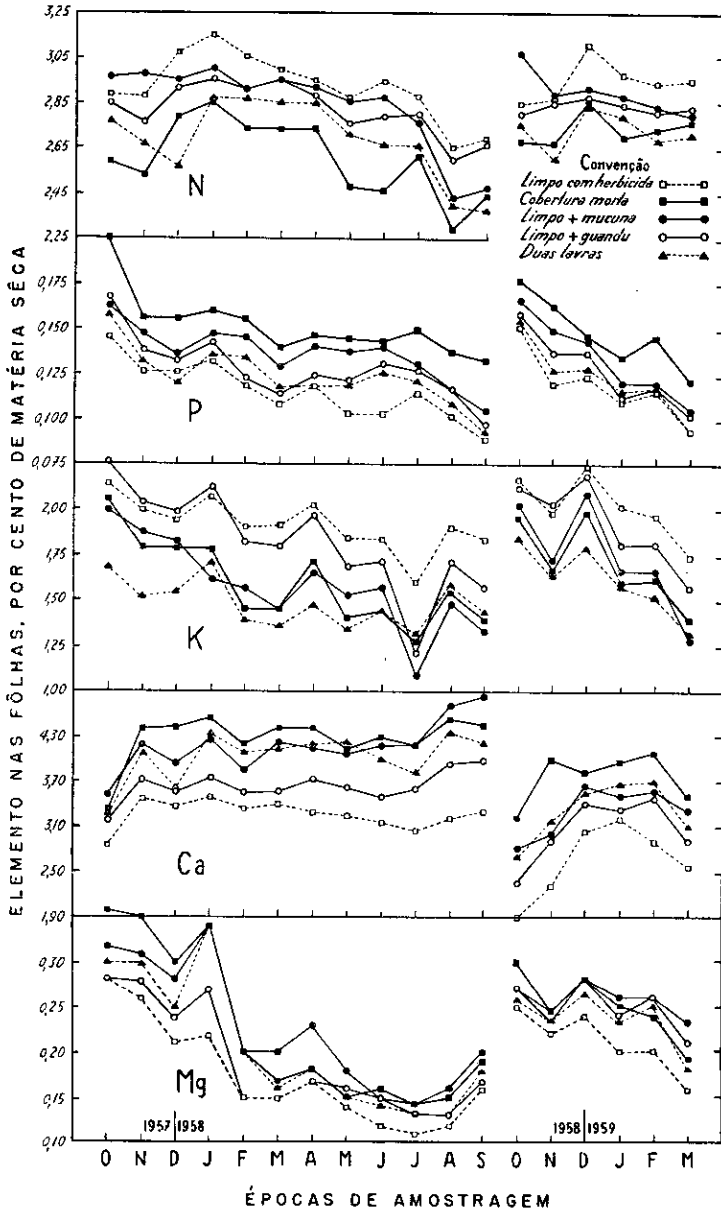


FIGURA 2. — Variações sazonais na composição mineral das fôlhas de laranjeiras Hamlin, de acôrdo com os diferentes sistemas de cultivo do solo.

mente maior. Esses dados são semelhantes aos resultados apresentados por Medcalf (9) para cafeeiros novos, que obteve diferenças no teor de fósforo de até 60% a mais e uma depressão no nível de nitrogênio nas folhas dos canteiros com cobertura morta do solo, em relação às folhas dos canteiros testemunhas, sem cobertura.

O teor de potássio relativamente mais baixo para as folhas do tratamento com cobertura permanente do solo parece não refletir a quantidade desse elemento básico contida na cobertura morta de capim (quadro 2). O que não aconteceu com o cálcio e magnésio, cujos teores mais elevados nas folhas desse tratamento devem estar ligados às melhores condições asseguradas pela cobertura morta, favorecendo a atividade do calcário aplicado e seu aproveitamento, além da própria contribuição (menor que a de potássio) em cálcio e magnésio fornecida pela decomposição dos restos vegetais. É provável que a atuação do calcário tenha contribuído para o decréscimo de absorção de potássio pelos citros.

Examinando os dados dos tratamentos que receberam adubo verde e considerados intermediários sob o ponto de vista de cultivo do solo aos tratamentos com cobertura permanente e permanentemente limpo, verifica-se que os teores dos elementos encontrados nas folhas também podem, de modo geral, ser localizados entre os níveis correspondentes àqueles tratamentos. A adubação verde provocou uma redução no nível de nitrogênio nas folhas, quando comparada ao tratamento limpo com herbicida, o que faz sugerir que a leguminosa concorreu com a planta na utilização do azoto, em menor intensidade, porém, que a cobertura morta permanente. Por outro lado, a nutrição fosfatada foi mais intensa nos tratamentos que receberam leguminosa como plantio intercalar e as absorções de cálcio e de magnésio foram de certo modo beneficiadas pela adubação verde. Os teores de fósforo, cálcio e magnésio mostraram-se mais elevados nas folhas dos citros das parcelas que receberam mucuna, havendo uma diferença média em relação ao fósforo de 7,1% sobre o tratamento com guandu, enquanto que o nível de potássio foi nitidamente superior para todas as datas de amostragem a favor do guandu, com uma diferença média de 15,8% de K nesse sentido. Quanto ao nitrogênio, as diferenças não foram consistentes; uma ligeira vantagem apenas existiu a favor da mucuna.

Comparando esses dados com a quantidade de elementos minerais contida nos adubos verdes (quadro 2), há indício de um provei-

tamento mais eficaz pelos citros das formas pouco solúveis de fertilizantes (fosfatos insolúveis em água e calcário) quando o adubo verde é mucuna preta.

O tratamento com aração superficial do solo caracterizou-se por apresentar comparativamente um baixo teor de potássio, fósforo e nitrogênio, sendo de maior evidência a redução no nível de potássio em relação aos demais tratamentos. A melhor absorção de cálcio e de magnésio talvez possa ser explicada pelos efeitos das arações da camada superficial do solo, no período das águas, provocando um contato mais perfeito do pó calcário com o solo, de modo a favorecer sua solubilidade.

Dos micronutrientes essenciais foram estudados neste trabalho apenas o manganês e o ferro. O manganês tem-se revelado de grande importância em nosso meio para a cultura dos citros, dado o aparecimento de sintomas indicadores de sua deficiência. Sua disponibilidade no solo, conforme tem sido demonstrado (5, 9), está ligada ao grau de hidratação do óxido correspondente e por conseguinte às condições de umidade e de temperatura do solo, sujeitas a variações com o processo cultural. Por outro lado, a disponibilidade do manganês e a do ferro são reduzidas com o aumento do pH do solo, o que despertou também interesse para o estudo da absorção desses nutrientes pelos citros, dado o fato da associação da prática da calagem às práticas de cultivo do solo nesta experiência. Um decréscimo acentuado no teor disponível de manganês foi assinalado por Sherman e Fujimoto (13) pelo emprêgo combinado da cobertura morta e calagem do solo.

Nos quadros 3 e 4 são apresentadas as concentrações de ferro e de manganês nas fôlhas de citros, respectivamente. Os resultados de nove datas de amostragem, seis para o primeiro ciclo de crescimento, mostram uma redução do nível de ferro e de manganês nas fôlhas do tratamento com cobertura morta do solo. A menor absorção de ferro pelas plantas desse tratamento foi consistente para todas as datas de amostragem.

Os teores de ferro nas fôlhas, entretanto, são considerados elevados, muito acima dos limites de deficiência sugeridos por Chapman e Brown (2) para os citros, na Califórnia. Quanto ao manganês, sintomas de clorose determinados pela deficiência do nutriente foram observados em certas ocasiões, com maior intensidade nas parcelas

QUADRO 3. — Resultados analíticos obtidos para os diferentes tratamentos em relação ao nível de ferro (Fe) nas fôlhas (*)

Datas	Limpo permanente	Cobertura morta	Limpo + mucuna	Limpo + guandu	Duas lavras
	<i>ppm</i>	<i>ppm</i>	<i>ppm</i>	<i>ppm</i>	<i>ppm</i>
1957, 14 nov.	161	119	151	163	151
1958, 2 jan.	215	170	183	195	196
3 mar.	199	164	168	200	183
9 mai.	221	174	215	228	226
7 jul.	275	222	241	254	293
5 set.	389	344	400	370	362
Médias -----	243	199	226	235	235
1958, 6 nov.	151	138	151	181	190
1959, 9 jan.	241	174	192	192	212
3 mar.	233	183	209	209	222
Médias -----	208	165	184	194	208

(*) Resultados médios de quatro repetições.

QUADRO 4. — Resultados analíticos obtidos para os diferentes tratamentos em relação ao nível de manganês (Mn) nas fôlhas (*)

Datas	Limpo permanente	Cobertura morta	Limpo + mucuna	Limpo + guandu	Duas lavras
	<i>ppm</i>	<i>ppm</i>	<i>ppm</i>	<i>ppm</i>	<i>ppm</i>
1957, 14 nov.	30	22	27	30	24
1958, 2 jan.	35	27	29	33	21
3 mar.	33	24	30	27	19
9 mai.	25	18	25	29	21
7 jul.	27	24	27	32	25
5 set.	28	22	32	38	35
Médias -----	30	23	28	32	24
1958, 6 nov.	29	15	24	29	17
1959, 9 jan.	24	17	24	25	29
3 mar.	22	16	21	24	19
Médias -----	25	16	23	26	22

(*) Resultados médios de quatro repetições.

com cobertura morta do solo. É possível que os teores mais baixos estejam localizados dentro da faixa de deficiência para esse elemento.

Nas práticas culturais que concorrem para a redução do teor disponível de manganês no solo, torna-se recomendável o emprêgo de uma adubação complementar com o elemento em questão, o que poderá ser feito simultâneamente com as pulverizações usuais nos pomares, na forma de sulfato de manganês.

3. 2 — PRODUÇÃO

As produções obtidas em quilos de frutos e correspondentes a quatro colheitas estão representadas no quadro 5.

QUADRO 5. — Rendimentos em quilos de frutos, de 4 anos de colheita e correspondentes ao total de árvores de cada tratamento (64 plantas)

Tratamento cultural	1954/55	1955/56	1956/57	1957/58	Médias
	kg	kg	kg	kg	kg
Limpo com herbicida ..	1.869,4	1.950,5	2.912,9	3.691,3	2.606,0
Cobertura morta	2.525,1	5.650,5	7.456,1	5.798,9	5.357,6
Limpo + mucuna	1.919,8	3.771,5	4.444,1	5.454,2	3.897,4
Limpo + guandu	1.534,3	3.188,0	3.620,5	4.362,4	3.176,3
Duas lavras	1.627,3	3.057,0	3.270,2	4.252,6	3.051,7

Os dados mostram em destaque a produção mais elevada do tratamento com cobertura morta de capim, seguido do tratamento que recebeu adubação verde de mucuna preta. Comparando os rendimentos, verifica-se que as árvores tratadas com cobertura do solo produziram em quatro anos pouco mais de duas vezes o produzido pelas árvores cultivadas no limpo.

O plantio de leguminosas para adubação verde, nesta experiência, provocou aumentos de produção em relação aos tratamentos mantidos no limpo ou com arações espaçadas. O rendimento médio relativo à mucuna superou em 49,5% o dos canteiros mantidos no limpo e em 27,7% o dos canteiros com arações espaçadas. Esses dados, se confirmados em um número maior de colheitas, são promissores para os citros, considerando-se a facilidade de emprêgo e custo reduzido dessa prática de cultivo do solo⁽³⁾.

Relacionando-se os dados do quadro 5 com os teores dos nutrientes nas fôlhas, verifica-se que a produção cresceu com o aumento da

⁽³⁾ Note-se que os efeitos do plantio de leguminosas intercaladas para cafeeiros novos, segundo dados de dois anos de cultivo (10), não têm sido benéficos.

absorção de fósforo. Os resultados analíticos para o nitrogênio e potássio não indicaram qualquer correlação dos níveis desses elementos nas folhas e produção dos tratamentos.

A influência positiva do fósforo na produção é mostrada graficamente na figura 3. As produções de laranja Hamlin são correspondentes ao ano agrícola de 1957/58 e os níveis de fósforo representam as médias dos teores desse elemento na matéria seca das folhas, colhidas durante um ciclo de crescimento completo, isto é, de outubro de 1957 a setembro de 1958. O gráfico revela uma tendência de aumento de produção mais ou menos em linha reta até um teor de 0,136% de P nas folhas; daí por diante, o fenômeno é curvilíneo, com menor acréscimo de produção.

4 — CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS

Após alguns anos do início dos diferentes tratamentos (setembro de 1953), as tendências de cada um se acentuaram conforme se verifica pelas produções apresentadas no quadro 5.

Ao preço de Cr\$ 100,00 a caixa de colheita de 40 quilos, os tratamentos, no espaçamento de 8 x 8 metros, produziram os seguintes valores por hectare, como média dos anos de 1955 a 1958:

Trat.º A — Herbicida	Cr\$ 101,80/planta/ano, Cr\$ 15.905,00
Trat.º B — Mucuna	Cr\$ 152,20/planta/ano, Cr\$ 23.790,00
Trat.º C — Guandu	Cr\$ 124,10/planta/ano, Cr\$ 19.386,00
Trat.º D — Cobertura morta	Cr\$ 209,30/planta/ano, Cr\$ 32.700,00
Trat.º E — Arações superficiais	Cr\$ 119,20/planta/ano, Cr\$ 18.626,00

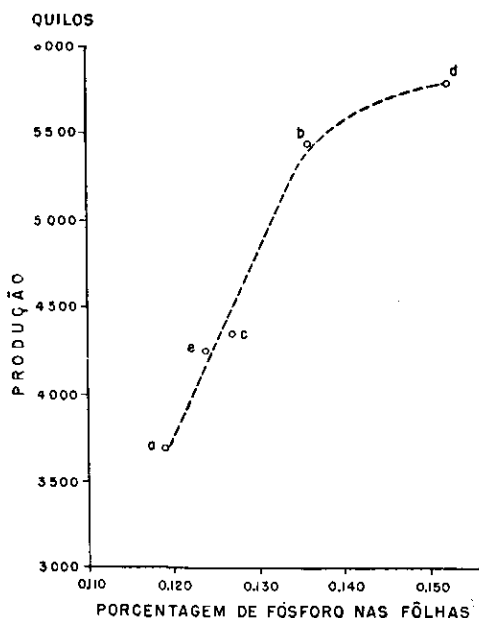


FIGURA 3. — Comparação das produções, em quilos de frutos, com os teores de fósforo nas folhas de laranjeiras Hamlin, segundo os tratamentos (ano agrícola de 1957/58: a — solo limpo com herbicida; b — adubação verde de mucuna; c — adubação verde de guandu; d — cobertura morta do solo; e — arações superficiais.

Parece que o tratamento mais viável e econômico é o que tem mucuna preta como adubo verde, se bem que a cobertura morta também se mostre econômica, com uma produção elevada e um excedente sobre a mucuna de aproximadamente Cr\$ 9.000,00 por hectare nos valores brutos obtidos. Acontece, porém, que a cobertura morta é às vezes inexequível, em virtude da grande quantidade de massa vegetal necessária à sua execução. Em terra semelhante à do experimento, foi preciso cortar capim gordura de área três vezes maior, para cobrir as parcelas do experimento. É pois somente em determinadas condições, com facilidades para a sua execução que a cobertura morta poderá ser usada economicamente. Os dados são de apenas quatro colheitas, mas tudo faz crer que com o correr dos anos as diferenças serão ainda mais acentuadas.

5 — CONCLUSÕES

As seguintes conclusões mais importantes podem ser tiradas à vista dos resultados obtidos.

a) A cobertura morta do solo (capim gordura cortado e espalhado em camada sobre o solo) provocou uma redução no nível de nitrogênio nas folhas dos citros em relação às plantas dos demais tratamentos. Esses resultados indicam para os citros as possibilidades de concorrência em azoto determinadas por aquela prática cultural, quando não são feitas adubações complementares desse elemento.

b) O teor de fósforo nas folhas foi sensivelmente aumentado nos tratamentos com cobertura morta do solo de capim e naqueles onde se procedeu ao plantio intercalar de leguminosas.

c) A maior produção foi obtida para o tratamento com cobertura morta do solo, seguindo-se, em ordem decrescente, os tratamentos: cultura mantida no limpo na seca e adubação verde de mucuna preta nas águas; cultura mantida no limpo na seca e adubação verde de feijão guandu nas águas; duas ou três arações superficiais e espaçadas; solo mantido permanentemente limpo com herbicida. Os rendimentos comparados mostraram que as árvores tratadas com cobertura morta do solo produziram, em quatro anos, pouco mais de duas vezes o produzido pelas árvores cultivadas no limpo. O rendimento médio relativo ao tratamento com mucuna superou em 49,5% e dos canteiros mantidos no limpo e em 27,7% o dos canteiros com arações espaçadas.

d) As produções de laranja acompanharam a ordem dos níveis de fósforo nas folhas. Este fato desperta o interesse para as práticas culturais que possibilitam à planta acumular reservas desse nutriente, uma vez satisfeitas outras condições.

e) O emprêgo combinado da calagem e cobertura morta do solo com capim propiciou maior assimilação de cálcio e magnésio pelas plantas, afastando os inconvenientes de possíveis deficiências de magnésio, motivada pela quantidade por vêzes excessiva de potássio libertada na decomposição dos resíduos vegetais.

f) Houve uma redução na absorção de ferro e de manganês pelas plantas do tratamento com cobertura morta de capim. A menor concentração de ferro nas folhas desse tratamento foi consistente para tôdas as datas de amostragem.

g) Os dados de produção dos citros relativos ao tratamento com mucuna, se confirmados em um número maior de colheitas, são promissores, considerando-se a facilidade de emprêgo e custo reduzido dessa prática cultural.

h) A prática de cobertura morta do solo, em virtude da grande quantidade de massa vegetal necessária à sua execução, sômente em determinadas condições poderá ser usada economicamente.

EFFECT OF SOIL MANAGEMENT PRACTICES ON MINERAL NUTRITION OF CITRUS TREE

SUMMARY

The influence of several soil management systems on the mineral nutrition and production of citrus trees was studied. This study was made in an experimental orchard installed in 1949 with Hamlin orange on sweet orange (*Citrus sinensis* Osbeck). Differential treatments were started in 1953. Since 1956 all plots received uniform fertilizer applications and liming. The cultural treatments employed are as follows: clean cultivation with herbicide; clean cultivation plus a cover crop of velvet bean (*Stizolobium aterrimum* Pip. & Trac.) planted in the spring and cut down in the fall; clean cultivation plus a cover crop of pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) planted in the spring and cut down in the fall; molasses grass (*Melinis minutiflora* Beauv.) mulch; and superficial soil plowing. Leaf samples of the spring cycle were collected from each treatment at regular intervals, from October, 1957 to March, 1959, and analysed for N, P, K, Ca, Mg, Fe, and Mn. The seasonal variations in mineral composition of the leaves were studied in relation to the crop harvest in 1958.

Grass-mulched plots showed low level of nitrogen in the leaves in comparison with those which did not receive this treatment. Therefore, extra nitrogen fertilizer may be required to prevent competition for nitrogen due to mulching practices in citrus orchards.

Mulched plots produced the highest yields every year, followed by clean cultivation plus cover crop of velvet bean, while clean-cultivated plots produced the lowest.

Orange yields and leaf phosphorus levels showed similar trends. From this evidence it seems reasonable a preference for cultural practices which enable the trees to accumulate phosphorus.

Mulch and lime as dolomitic limestone used together increased calcium and magnesium absorption by trees, so decreasing the probability of a magnesium deficiency as a result of the large amount of potassium made available by the mulch decomposition. Iron and manganese absorption by trees decreased in the mulched plots. The low levels of leaf iron were quite consistent in this treatment throughout the seasons.

Clean cultivation plus a cover crop of velvet bean seems to be a promising cultural practice for citrus, regarding the increased orange yields and the low cost of its installation.

The economics use of mulch, assuming the amount of grass required, is limited to the cost in obtaining mulching material.

LITERATURA CITADA

1. CATANI, R. A., GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto agrônomo, 1955. 28p. (Bol. n. 69)
2. CHAPMAN, H. D. & BROWN, S. M. Analysis of orange leaves for diagnosing nutrient status with reference to potassium. *Hilgardia* 19:501-540. 1950.
3. DeWOLFE, T. A., KLOTZ, L. J., MOORE, P. W. & HASHIMOTO, S. Effects of mulches on citrus orchards. *Calif. Citrog.* 39:422-436. 1954.
4. FOSTER, Z. C. Cover crops, green manures, and mulches in management and conservation of the soil. Honolulu Univ. of Hawaii, Agric. Ext. Serv., 1953. 7p. (Circ. 337)
5. FUJIMOTO, C. K. & SHERMAN, G. D. The effect of drying, heating and wetting on the level of exchangeable manganese in Hawaiian soils. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 10:107-112. 1945.
6. GALLO, J. R., MOREIRA, S., RODRIGUEZ, O. & FRAGA, C. G. (júnior). Composição inorgânica das folhas de laranjeira Baianinha com referência à época de amostragem e adubação química. *Bragantia* 19:[229]-246. 1960.
7. JOHNSTON, J. C. Citrus soil management. *Calif. Citrog.* 39:368-371. 1954.
8. LOTT, W. L., NERY, J. P., GALLO, J. R. & MEDCALF, J. C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto agrônomo, 1956. 29p. (Boletim n.º 79)
9. MEDCALF, J. C. Estudos preliminares sobre a aplicação de cobertura morta em cafeeiros novos do Brasil. São Paulo, IBEC Research Institute, 1956. 58p. (Bol. n.º 12)
10. ———, LOTT, W. L., TEETER, P. B. & QUINN, L. R. Programa experimental no Brasil. São Paulo, IBEC Research Institute, 1955. 75p. (Bol. n.º 6)
11. PAIVA, J. E. (neto). Notas sobre os solos da Estação Experimental de Limeira. *Bragantia* 1:[611]-617. 1941.
12. RODRIGUEZ, O. Manejo do solo em pomar cítrico. *Agrônomo* 9:17-24. 1957.
13. SHERMAN, G. D. & FUJIMOTO, C. K. The effect of the use of lime, soil fumigants and mulch on the solubility of manganese in Hawaiian soils. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 11:206-210. 1946.
14. SHUTAK, V., CHRISTOPHER, E. P. & McELROY, L. The effect of soil management on the yield of cultivated blueberries. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.* 53:253-258. 1949.