

MANUTENÇÃO DE CAFÉZAL COM ADUBAÇÃO EXCLUSIVAMENTE MINERAL (*)

COARACY M. FRANCO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Fisiologia*, WALTER LAZZARINI, *engenheiro-agrônomo, Seção de Café*, ARMANDO CONAGIN, *engenheiro-agrônomo, Seção de Técnica Experimental*, A. JUNQUEIRA REIS, *engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Ribeirão Preto* e FERDINANDO R. PUPO DE MORAES, *engenheiro-agrônomo, Seção de Café, Instituto Agrônomo*

RESUMO

O presente estudo foi executado com o objetivo de pesquisar a possibilidade de aumentar a produtividade de cafézais velhos, sem emprêgo de matéria orgânica trazida de fora.

Foram estudados N, P, K, micronutrientes (zinco, cobre e boro) e adubação verde. Utilizou-se um delineamento fatorial $3^2 \times 2^2$, em blocos de 18 canteiros com nove plantas cada um, com bordadura de uma planta entre os canteiros.

O ensaio foi instalado na Estação Experimental de Ribeirão Preto, em um cafézal com mais de 40 anos de idade, em terra-roxa-legítima, e cuja produção média nos quatro anos anteriores foi de 24 sacos de café em côco por mil pés.

Obteve-se grande aumento de produção com o emprêgo de nitrogênio, devido não só às quantidades aplicadas, mais elevadas do que as até então recomendadas, mas principalmente à sua aplicação parcelada. Os aumentos devidos ao nitrogênio na dose de 360 g de N por planta, na forma de sulfato de amônio, corresponderam a 6, 11, 13, 16 e 34 sacos de café em côco por mil pés, nos anos de 1954 a 1958.

A dose mínima de potássio empregada foi de 120 g de K_2O por planta. A dose de 240 g de K_2O por planta ainda proporcionou um aumento de produção de 9% em relação à anterior.

Não houve reação ao fósforo nem à adubação verde.

A aplicação de micronutrientes (zinco, boro e cobre) fez desaparecer os sintomas de deficiência de zinco, mas resultou em decréscimo significativo da produção.

A aplicação do nitrogênio melhorou a coloração e o desenvolvimento da folhagem. Não houve influência dos outros fatores sobre o aspecto vegetativo das plantas.

1 — INTRODUÇÃO

1. 1 — OBJETIVO

Em princípios de 1953, quando se planejou o presente ensaio, parecia evidente que os processos tradicionais de adubação do café, baseados todos na aplicação de matéria orgânica (estêrco de

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

Recebido para publicação em 18 de novembro de 1959.

currel e composto), não resolviam o problema da manutenção da produtividade da grande lavoura cafeeira em terras velhas, em níveis suficientemente elevados para que a sua exploração fôsse econômica.

A evidência disso estava no fato de que aquêles processos não conseguiram evitar a queda da produção média do Estado para o nível irrisório de 25 arrôbas por mil pés. Continuava a lavoura cafeeira a ser nômade e a principal causa desse nomadismo era o empobrecimento do solo e, portanto, a falta de um método de adubação que conservasse a fertilidade desse solos.

Havia no Estado de São Paulo, naquela época, cêrca de um bilhão e meio de cafeeiros, a grande maioria dos quais em terra velha. Nessa situação impunha-se a procura de novos métodos capazes de evitar que cafeeiros ainda produtivos tivessem o mesmo destino dos outros milhões que, em épocas anteriores, cobriam o solo de outras regiões do Estado ou do país.

Os conhecimentos modernos sôbre a nutrição vegetal e os vários exemplos de cultura econômica, feita sem o emprêgo de matéria orgânica, sugeriam a procura da solução do problema na adubação mineral exclusiva, mais pesada e parcelada.

1. 2 — CULTURA EM SOLUÇÕES NUTRITIVAS

Cultivando plantas em soluções nutritivas, os fisiologistas provaram já há alguns decênios que as plantas superiores não necessitam de matéria orgânica para a sua nutrição e crescimento. Elas vegetam normalmente em uma solução de sais minerais em água pura, uma vez que êsses sais contenham todos os elementos minerais necessários para o seu desenvolvimento normal em concentração adequada e a solução esteja sob contínua aeração, a fim de que as raízes encontrem oxigênio para a sua respiração.

Arnon e Hoagland (2) cultivaram tomateiros simultâneamente em solo rico e em solução nutritiva. O solo empregado foi trazido de um lugar onde a cultura tomateira era feita anualmente com grande sucesso e recebeu ainda a seguinte adubação por metro quadrado: 29,3 kg de uma mistura de estêrco de cavalo bem curtido e estêrco de vaca também bem curtido, na produção de 100 partes do primeiro e 50 do segundo. Além dessa estercação recebeu ainda 117,4 g/m² de fosfato monopotássico. Por ocasião da maior produção de

frutos, o solo foi enriquecido ainda em potássio e fosfato adicionados na água de irrigação. As produções obtidas foram as seguintes, em quilos por planta:

	<i>Sem aquecimento</i>	<i>Com aquecimento</i>	<i>Total</i>
Em solo -----	6,30	6,43	12,72
Em sol. nutri. -----	7,11	7,70	14,81

Apesar da forte adubação do solo, a produção foi maior na solução nutritiva, onde nada de orgânico foi adicionado.

Bonner (6), trabalhando com arroz cultivado em soluções nutritivas, concluiu que a influência do estêrco no crescimento daquela planta foi quantitativamente devido ao teor de nitrogênio orgânico do estêrco. O nitrogênio da matéria orgânica parece que agiu compensando a baixa concentração de sais amoniacais tolerada pelo arroz. Não encontrou aquêle autor nenhuma evidência de que o estêrco possuísse alguma substância orgânica específica e de importância para o crescimento da planta.

Pode-se deduzir que se um solo tiver boas propriedades físicas, quantidade suficiente de todos os elementos minerais de que as plantas necessitam e água, as plantas devem nêle vegetar normalmente, mesmo em ausência de matéria orgânica. A técnica tão empregada pelos fisiologistas de cultivar plantas em areia pura ou outro substrato inerte, irrigado intermitentemente com solução nutritiva, prova esta asserção.

Nas seis estufas da Divisão de Biologia do Instituto de Tecnologia da California não existe solo. Todos os milhares de vasos nelas existentes são cheios com vermiculite (que é um material mineral inerte) e irrigados com solução nutritiva várias vêzes por semana (28). Nesses vasos vegetam normalmente tôdas as plantas em estudo, desde as avencas até os pinheiros.

1. 3 — CULTURA EM MEIO ASSÉPTICO

Mesmo em meio asséptico têm-se cultivado plantas, o que mostra que elas não precisam nem mesmo dos microrganismos para o seu desenvolvimento normal. Já em 1919 Knudson e Smith (20) cultivaram, entre outras plantas, o milho em meio nutritivo asséptico durante 51 dias. Barkèr e Broyer (3) cultivaram abóbora, e Ghosh e Burris (17) trevo, fumo e tomateiro até a idade de oito semanas, em meio asséptico. A mais prolongada experiência dêste gênero e

uma das mais interessantes foi ainda de Knudson (19). Este autor semeou orquídeas (*Laelia-Cattleya*) em meio asséptico de ágar e solução nutritiva, em 20-10-1920. Conforme a planta crescia transplantava-a para frascos maiores, sempre assépticamente. Conseguiu que um dos frascos se conservasse asséptico até junho de 1927, quando constatou algumas contaminações do meio por alga, esfagno e um fungo, provavelmente *Penicillium*. No mês de novembro de 1928 a planta dêsse frasco floresceu, na mesma época em que a maioria das plantas testemunhas, que desde o início haviam sido transplantadas para xaxim, também florescia. Shi-Wei Loo (25) cultivou a planta *Baeria chrysostroma* em condições assépticas até encerrar o seu ciclo vegetativo, com a produção de sementes.

1. 4 — A MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

Mesmo sabendo ser útil a matéria orgânica do solo, ainda assim não se deve preocupar muito com ela. Primeiramente porque elevar o seu teor apreciavelmente com adições de estêrco ou composto é praticamente impossível. Assim, por exemplo, em um solo com 2 % de matéria orgânica e densidade 1,2, se considerarmos uma profundidade de 0,30 m, a adição de 18 toneladas por hectare de estêrco, que era aproximadamente o que até recentemente se recomendava aplicar nos cafêzais, e o que poucos lavradores conseguiam, elevaria aquela porcentagem para tão somente 2,1 %, se fôsse uniformemente distribuído no terreno. Em segundo lugar porque o teor de matéria orgânica de um solo agrícola após alguns anos de cultivo fixa-se ao redor de um teor de equilíbrio praticamente constante para cada tipo de solo, abaixo do qual não desce. Assim como cada tipo de solo tem sua umidade de murchamento, sua capacidade de campo, sua higroscopicidade, tem também o seu teor de matéria orgânica mais ou menos fixo, constituindo também uma de suas características. A esta conclusão chegaram muitos pesquisadores, tais como Bear (5) e Stauffer (26). Este último descreve uma experiência conduzida durante 40 anos com oito tipos de solo do Estado de Illinois, U.S.A., para chegar à conclusão de que o teor de carbono do solo não foi marcadamente afetado pelos tratamentos.

Entre nós, Freire e Viégas (16) concluíram que os nossos solos cultivados têm um "nível de equilíbrio de matéria orgânica". Freire e Verdade (15) concluem não ser possível praticamente elevar o teor de matéria orgânica do solo e dão como teores médios para os nos-

so os principais tipos de solo os seguintes: arenito, 0,98%, terra-roxa-misturada, 2,26 a 2,65%, e terra-roxa-legítima, acima de 3%. Grohmann, Medina e Verdade (18) determinaram o teor de matéria orgânica da terra-roxa-legítima de Ribeirão Preto em mata virgem, em cafézal de 10 anos e em cafézal de 30 anos, êstes últimos plantados em solo de derrubada, próximos à mata virgem estudada, sem nunca terem recebido adubação de espécie alguma; as porcentagens encontradas foram 5,2, 4,3 e 4,2, respectivamente. Êsses dados mostram que após a derrubada da mata o teor de matéria orgânica caiu para 4,3 — 4,2 e não desceu a menos dêsse limite, apesar de o solo não ter recebido adubação alguma.

1. 5 — A ADUBAÇÃO MINERAL EM COMPARAÇÃO COM A ORGÂNICA

Como as plantas não necessitam de matéria orgânica e nem dos microrganismos do solo para o seu desenvolvimento normal, por que então a adição de matéria orgânica ao solo resulta tão freqüentemente em visível melhoria do crescimento e da produção das plantas? É que ela age sôbre o solo e de duas maneiras: 1.^a suplementando a riqueza química do solo pelos elementos minerais que ela encerra; 2.^a melhorando suas propriedades físicas (mas para isto são necessárias enormes quantidades de matéria orgânica).

O segundo ítem perde tôda a importância se o solo já tiver propriedades físicas suficientemente boas, como é em geral o caso dos solos onde se encontra a nossa cafeicultura. A vantagem do primeiro ítem pode ser substituída pela adubação mineral.

Assim sendo, deve ser possível fazer-se agricultura econômica em um solo com boas propriedades físicas, com o emprêgo exclusivo de adubos minerais.

Há, de fato, na literatura agrônômica, muitas experiências e exemplos que mostram a exequibilidade disto. A mais antiga e clássica experiência dêsse gênero é a da Estação Experimental de Rothamsted, na Inglaterra, iniciada há mais de um século. Bear (4) transcreve resultados de 95 anos de cultura daquele ensaio, onde podemos ver que a aplicação de 38,8 t/ha de estêrco produziram 321,1 "bushels" de trigo, enquanto que as adubações minerais de 2 162, 1 334 e 1 110 kg/ha produziram 338,3, 301,0 e 285,8 "bushels", respectivamente. A testemunha, sem adubação, produziu 120,0 "bushels". Aquêle mesmo autor mostra os resultados de uma experiência no Estado de W. Virginia, U.S.A., onde se comparou a

ação do estêrco e das cinzas da mesma quantidade de estêrco empregada, acrescida do **N** perdido na incineração. Os resultados foram: 49 t/ha de estêrco produziram 12 000 libras (pêso sêco) de trigo e centeio e as cinzas de 49 toneladas do mesmo estêrco, acrescida do **N** perdido na incineração, produziram 12 140 libras. Esse ensaio foi feito em solo muito pobre, que estava, segundo o próprio autor, "em estado deplorável". Ainda Bear (4) transcreve os resultados de outro ensaio onde, durante 23 anos, fêz-se uma comparação entre estêrco (10 t/ha) e as substâncias químicas equivalentes à mesma quantidade de estêrco empregada. Neste último ensaio, feito em Ohio, U.S.A., com milho, trigo, aveia e trevo, os resultados mostram insofismavelmente que as substâncias minerais substituíram plenamente o estêrco.

Thorne (27) cita experiências de adubação de longa duração (30 anos em Ohio, 30 anos em Missouri e 27 anos em Indiana) onde a adubação exclusivamente mineral resultou em produção igual ou superior à orgânica.

Em trabalho muito recente Cope, Sturkie e Hiltbold (8) descrevem uma experiência na qual durante 17 anos aplicaram-se 12 t/ha de estêrco sêco de cavalo, em comparação com a aplicação de 52 libras de **N** mineral. As plantas empregadas foram milho e algodão, em rotação bienal. As produções médias obtidas foram para o caso do milho 44,0 e 40,2 "bushels", para o estêrco e nitrogênio mineral, respectivamente, e para o caso do algodão 1773 e 1488 libras, respectivamente. As testemunhas produziram 7,3 "bushels" de milho e 433 libras de algodão.

Após os 17 anos, os tratamentos foram suspensos para se estudarem os efeitos residuais. De 1948 a 1955 todos os canteiros passaram a receber uniformemente 80 libras de **N** mineral e a produção passou a ser igual (cêrca de 50 "bushels") em todos os canteiros, inclusive os testemunhas, que vinham produzindo apenas 6 "bushels"!

A citricultura na Flórida é um dos melhores exemplos de agricultura feita economicamente com o emprêgo exclusivo de adubos minerais, pois grande parte dela acha-se em solo extremamente arenoso e com baixo teor de matéria orgânica. Há naquele Estado americano agricultores que chegam a aplicar mais de 30 kg de adubos minerais por ano e por planta, estando, entretanto, a média geral ao redor de 15 kg/planta (22). A adição experimental de matéria orgânica ao solo não melhorou em nada a produção (21).

Também em Israel, experiência de 20 anos mostrou que a adubação mineral exclusiva produziu tanto quanto a orgânica suplementada pela mineral (29).

O próprio cafeeiro é cultivado no Havaí com o emprêgo exclusivo de adubos minerais (1). Em média cada cafeeiro recebe, naquela ilha, mais de 2 quilos daqueles fertilizantes, não se preocupando os cafeicultores havaianos com a adição de matéria orgânica ao solo apesar de ser êste em geral pobre, pedregoso e superficial.

Ripperton, Goto e Pahan disseram, já há um quarto de século, em sua publicação sôbre a cultura cafeeira no Havaí (24): "Em todos os outros países dá-se particular ênfase à necessidade de bastante matéria orgânica no solo, para o sucesso da cultura cafeeira. Diz-se que o cafeeiro requer a presença do húmus da mata virgem e que quando êste desaparece o cafeeiro é prejudicado. Nas condições de Kona, o cafeeiro tem sido cultivado continuamente por várias décadas sem se ter tomado providência alguma para elevar o teor de matéria orgânica do solo".

E, passado mais outro quarto de século, o Havaí continua a achar desnecessária a aplicação de matéria orgânica, pois continua a cultivar o cafeeiro da mesma maneira e a obter elevadas produções por planta.

Os resultados de um ensaio de adubação do cafeeiro instalado em 1928-1929, por Theodureto de Camargo, na terra-roxa-misturada de Campinas e estudados por Fraga e Conagin (14), deixam entrever o grande valor da adubação mineral comparada com a matéria orgânica. Os dados de 14 colheitas mostram que a adubação química com dose grande de potássio resultou em uma produção um pouco maior do que a obtida com o estêrco, e êste, complementado com químico, produziu apenas 9% mais do que a adubação mineral sòzinha.

Dafert (9, 10), Dafert e Braga (11) e Dafert e Lehmann (12) já se preocuparam sèriamente, no século passado, com a adubação mineral do cafeeiro. Embora não chegassem a aconselhar a adubação mineral exclusivamente, a sua confiança nos efeitos dos adubos minerais torna-se evidente quando lembramos que estudaram e aconselharam o seu emprêgo em uma época em que o preço daqueles adubos era absurdamente elevado, pois os preços da tonelada em São Paulo eram de 390\$000-320\$000 (pôsto em Santos) para o sulfato

de amônio; 300\$000 (pôsto em Santos) para o salitre; 300\$000 para o superfosfato simples, e 292\$000 para o cloreto de potássio.

Com os preços de café daquela época, de cêrca de 30\$000 (hoje Cr\$ 30,00), o cafeicultor precisava vender cêrca de 10 sacas para comprar uma tonelada de adubo mineral. Apesar da baixa recente do preço do café, pode êle hoje comprar aquêles adubos com a renda de cêrca de 1/3 apenas daquele número de sacos.

Os trabalhos de Dafert patenteiam a grande visão do seu autor; foram feitos, porém, há cêrca de três quartos de século. As condições de nossa cafeicultura são hoje outras e outros são os seus problemas, ainda mais agravados, dado o empobrecimento dos solos, daquela época para cá.

2 — MATERIAL E MÉTODO

2. 1 — PLANTA

O ensaio foi instalado em talhão da cultura normal de café, da Estação Experimental de Ribeirão Prêto.

O cafêzal é da variedade comum *C. arabica* L. var. *typica*, plantado no sistema da época, em terras da mata virgem, semeada diretamente na cova, com várias plantas por cova — seis e mais. A distância média entre as covas é de 3,50 m, aproximadamente, em quadrado. No início do ensaio a lavoura estava com mais de 40 anos de idade, mostrando decrepitude, com produção muito baixa, cêrca de 24 sacos de 100 litros de café em côco por 1 000 pés, média dos quatro anos (1950 a 1953) anteriores ao início do ensaio.

Em 15 de outubro de 1953 foi feito um protocolo, dando-se notas de 0 a 3 para as plantas, sendo zero para falha ou replanta ainda improdutivo, 1 para planta ruim, 2 para planta média e 3 para as boas, a fim de se ter informação sôbre o estado do lote de cafeeiros. Observou-se grande variação nas notas, encontrando-se desde canteiros com média de notas 1, isto é, com praticamente tôdas as plantas ruins, até média 3, ou com tôdas as plantas boas.

2. 2 — SOLO

O solo onde foi instalado o ensaio é do tipo terra-roxa-legítima, originária de diabase, e analisado pela Seção de Agrogeologia do Instituto Agronômico apresentou as seguintes características.

	Amostras		
	1	2	3
N (%)	0,20	0,19	0,19
PO ₄ (²)	0,32	0,25	0,28
K+ (²)	0,44	0,29	0,35
Ca ++ (²)	6,34	5,12	6,28
Mg ++ (²)	1,23	1,08	1,11
H + Al (²)	5,68	6,00	5,84
C (¹)	2,62	2,44	2,60
pH	6,6	6,4	6,5

2. 3 — DELINEAMENTO

O delineamento usado para êste ensaio foi o fatorial $3^2 \times 2^2$, com 108 tratamentos, sem repetições, em seis blocos de 18 canteiros em que entravam três níveis de nitrogênio, três de fósforo e três de potássio, com e sem micronutrientes e presença e ausência de leguminosas, como adubação verde. Os canteiros têm a área aproximada de 110,25 m², correspondente a nove plantas à distância de 3,5 x 3,5 m. Entre os canteiros foi deixada uma linha de bordadura nos dois sentidos, com o intuito de evitar a influência de um tratamento sôbre outro.

O ensaio compreende um bloco de 49 linhas de 37 plantas cada uma, perfazendo 1 813 cafeeiros, sendo 972 plantas úteis e 841 bordaduras, ocupando a área aproximada de 22 000 m².

2. 4 — ADUBAÇÃO

2. 4. 1 — NITROGÊNIO

Os níveis de N por planta e por ano foram zero, 120 e 360 g, correspondendo a zero, 600 e 1 800 g, aproximadamente, de sulfato de amônio, com 20,5% de N. Êste elemento foi sempre aplicado em cobertura, na projeção da saia e à volta tôda da planta. Nos quatro primeiros anos do ensaio foi o nitrogênio parcelado em três vêzes, em quantidades iguais, aplicadas no começo, meio e fim das águas, como norma nos meses de outubro, janeiro e abril, de preferência após chuvas. Do 5.º ano em diante, o número de parcelamentos foi elevado para quatro, tomando-se como base os meses de outubro, dezembro, fevereiro e abril.

(¹) g por 100 g de terra fina sêca ao ar.

(²) e. mg por 100 g de terra fina sêca ao ar.

2. 4. 2 — FÓSFORO

Os níveis de P_2O_5 foram zero, 100 e 300 g por planta e por ano, correspondentes a zero, 500 e 1 500 g de superfosfato simples, com 20% de P_2O_5 .

Nos quatro primeiros anos de ensaio o superfosfato foi enterrado, no início das águas, em sulcos de aproximadamente 15 cm de profundidade, misturado com parte da terra saída dos sulcos, na projeção da copa dos cafeeiros. Cada ano o sulco foi aberto em um dos quatro lados da planta, de modo a circundá-la em quatro anos.

A partir do quinto ano do ensaio o superfosfato passou a ser aplicado também em cobertura, e junto com o sulfato de amônio.

2. 4. 3 — POTÁSSIO

Os três níveis estudados de potássio foram 120, 240 e 480 g de K_2O por planta e por ano, aplicados na forma de cloreto, com 60% de K_2O .

O potássio não foi estudado em nível zero por já existirem suficientes informações experimentais anteriores, mostrando que na terra-roxa êsse elemento encontra-se em mínimo, controlando a produção.

Nos quatro primeiros anos do ensaio o potássio foi enterrado em sulcos, juntamente com o fósforo e a partir do quinto ano foi aplicado em cobertura, parceladamente, junto com o nitrogênio e o fósforo.

2. 4. 4 — MICRONUTRIENTES

Nos anos de 1953, 1954, 1955 e 1956 as plantas receberam uma aspersão com uma solução contendo 1,4 g de zinco, 0,25 g de cobre e 0,16 g de boro por litro, os dois primeiros na forma de sulfato e o último na forma de bórax (tetraborato de sódio). O líquido aspergido continha ainda 5,0 g/l de cal e 0,2 cc/l de adesivo espalhante "Du Pont". Procurava-se molhar bem as folhas com o líquido, gastando-se para isso pouco mais de 1 litro em cada planta. Em 1957 e 1958 omitiu-se o borax da solução por razões que serão esclarecidas no próximo capítulo. O quadro 1 mostra as datas em que foram feitas as adubações com N, P, K e micronutrientes.

2. 4. 5 — ADUBAÇÃO VERDE

Nos três primeiros anos foi usada a soja (*Glycine max* L.) e posteriormente o feijão de porco (*Canavalia ensiformis* D. C.) como adubos verdes, semeando-se duas linhas da leguminosa entre as fileiras de café, dentro do canteiro, e uma linha do lado de fora do canteiro, somente no sentido longitudinal, de modo a cada fileira de café dos tratamentos com adubos verdes ter a seu lado uma linha de leguminosa.

Quando as leguminosas floresciam eram cortadas e deixadas sobre o terreno, à volta do cafeeiro. As datas de semeadura das leguminosas foram 20-11-53, 30-12-54, 22-12-55, 13-12-56, 17-12-57, e os respectivos cortes em 28-1-54, 9-3-55, 10-2-56, 1-2-57 e 6-3-58.

2. 5 — COLHEITA

A colheita do café foi feita em panos, uma única vez, quando quase todos os frutos estavam maduros e secos, colhendo-se também os que haviam caído ao solo (varrição). O café depois de colhido era pôsto a secar e a produção medida e pesada em café sêco, em côco.

3 — RESULTADOS

3. 1 — ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para estudar o efeito dos cinco fatores (nitrogênio, fósforo, potássio, adubo verde e elementos menores) foi utilizado, como já foi dito, um experimento fatorial $3^2 \times 2^2$. Efetuou-se a fusão das interações MV e uma componente formal de NPK (I) e também a interação generalizada NPK (I) \times MV (7) (3). Com isso conseguiu-se reduzir o bloco único de 108 canteiros de nove plantas (repetição completa) formando-se seis blocos menores de 18 canteiros cada.

Na análise não se tomaram em consideração as interações triplos e as de ordem mais elevada ainda, à semelhança do que se tem feito em experimentos industriais, atribuindo-se ainda grande importância só às componentes lineares das interações (13). Com isso obteve-se resíduo com 70 graus de liberdade para as análises anuais, como será visto mais adiante.

(3) M = micronutriente; V = adubação verde.

3. 1. 1 — ANÁLISE DAS PRODUÇÕES

3.1.1.1 — **Ano agrícola 1953/54** — Os dados de produção encontram-se no quadro 2.

A análise da variância revelou nesse primeiro ano o efeito linear do nitrogênio, positivo e significativo, e efeito negativo altamente significativo para micronutrientes. O coeficiente de variação foi de 17%.

QUADRO 2. — Produção em kg de café em côco, por canteiro de nove plantas, do ensaio de adubação de café da Estação Experimental de Ribeirão Preto. Colheita de 1954

M e V	P ₀			P ₁			P ₂			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	
N ₀	OO -----	27,5	31,9	20,0	29,1	39,1	32,8	31,2	21,1	30,1
	MO -----	22,2	17,1	22,5	17,9	21,3	26,8	17,0	26,2	22,3
	OV -----	27,8	28,6	26,9	21,5	28,8	31,2	20,3	21,0	29,0
	MV -----	33,1	27,3	23,8	22,1	23,6	31,0	31,6	23,8	32,6
N ₁	OO -----	25,0	33,9	31,5	23,4	28,2	27,8	25,3	25,3	29,9
	MO -----	27,3	28,1	25,1	27,8	27,9	31,2	26,1	25,5	27,6
	OV -----	20,1	37,9	22,7	29,4	29,7	27,9	29,3	24,0	24,4
	MV -----	16,1	32,7	23,2	27,1	22,6	27,8	29,2	29,4	23,8
N ₂	OO -----	37,3	31,5	40,3	27,8	37,1	23,4	21,9	33,5	26,7
	MO -----	24,6	20,3	23,0	24,7	30,3	24,1	29,0	29,9	22,3
	OV -----	18,0	28,1	42,6	31,9	33,3	26,8	32,7	28,8	25,7
	MV -----	23,3	24,9	35,1	28,3	31,6	25,7	23,7	23,8	29,9
N ₀ = 940,1		K ₁ = 930,6		P ₀ = 981,3		M ₀ = 1541,0 V ₀ = 1460,7				
N ₁ = 974,2		K ₂ = 1008,1		P ₁ = 1001,0		M ₁ = 1395,2 V ₁ = 1475,5				
N ₂ = 1021,9		K ₃ = 997,5		P ₂ = 953,9						

3.1.1.2 — **Ano agrícola 1954/55** — As produções acham-se no quadro 3.

Nesse ano o efeito do N foi altamente significativo, de natureza linear e positivo, observando-se ainda um efeito quadrático significativo, mostrando que neste ano o incremento havido de 0 para a dose 1 foi maior que o havido de 1 para a dose 2. Houve ainda efeito devido a micronutrientes, altamente significativo e negativo. O coeficiente de variação foi de 29%.

QUADRO 3. — Produção em kg de café em côco, por canteiro de nove plantas, do ensaio de adubação de café da Estação Experimental de Ribeirão Preto. Colheita de 1955

M e V		P ₀			P ₁			P ₂		
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃
N ₀	OO -----	4,6	3,1	1,8	4,6	6,7	8,6	5,1	6,7	6,8
	MO -----	1,9	1,6	1,4	3,6	1,9	4,5	2,0	1,3	6,0
	OV -----	5,0	8,7	8,0	9,1	4,7	6,9	4,2	3,4	3,4
	MV -----	3,1	2,6	1,9	3,4	3,1	3,0	1,8	2,2	3,0
N ₁	OO -----	7,5	6,1	10,7	8,0	9,5	10,3	9,1	8,2	9,9
	MO -----	3,6	8,3	3,9	3,1	5,4	11,3	4,3	5,7	6,0
	OV -----	5,9	9,3	7,1	5,7	7,6	8,9	11,8	9,8	10,7
	MV -----	2,8	3,3	5,0	4,7	4,9	7,2	4,5	8,1	3,9
N ₂	OO -----	9,2	9,2	8,5	13,8	10,4	11,2	8,1	7,2	10,7
	MO -----	5,4	8,7	7,9	7,0	1,9	5,8	4,8	8,8	3,8
	OV -----	11,2	11,2	9,8	11,6	6,4	10,2	9,6	5,6	7,7
	MV -----	3,1	9,5	10,7	11,7	4,1	7,0	6,8	5,9	4,5
N ₀ = 149,7		P ₀ = 222,1			K ₁ = 222,2			M ₀ = 429,6 V ₀ = 345,5		
N ₁ = 252,1		P ₁ = 247,8			K ₂ = 221,1			M ₁ = 261,7 V ₁ = 345,8		
N ₂ = 289,5		P ₂ = 221,4			K ₃ = 248,0					

QUADRO 4. — Produção em kg de café em côco, por canteiro de nove plantas, do ensaio de adubação de café da Estação Experimental de Ribeirão Preto. Colheita de 1956

M e V		P ₀			P ₁			P ₂		
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃
N ₀	OO -----	13,3	22,8	10,0	13,7	14,4	16,5	12,5	17,3	10,7
	MO -----	10,8	7,6	10,8	8,2	13,1	13,2	11,9	16,0	10,9
	OV -----	10,7	15,0	13,1	11,6	12,6	17,3	13,6	5,7	11,8
	MV -----	13,1	12,3	16,4	9,5	10,1	18,4	13,6	13,3	13,2
N ₁	OO -----	12,6	18,6	17,0	12,4	19,1	16,6	15,4	12,9	14,9
	MO -----	19,1	18,3	15,6	14,7	16,6	15,8	14,1	19,3	12,1
	OV -----	11,3	18,4	17,2	15,6	17,3	20,6	14,3	12,0	15,4
	MV -----	12,2	14,2	12,9	13,6	11,5	14,5	15,1	18,3	15,5
N ₂	OO -----	22,8	11,6	23,3	19,4	18,8	9,2	14,1	18,0	21,0
	MO -----	17,1	11,3	14,5	16,3	19,0	11,5	20,3	21,5	11,4
	OV -----	20,4	18,3	20,3	19,5	20,7	16,0	23,4	18,5	22,8
	MV -----	16,2	17,0	19,4	16,4	22,6	16,1	16,6	15,1	15,0
N ₀ = 465,0		P ₀ = 555,5			K ₁ = 535,4			M ₀ = 862,3 V ₀ = 819,9		
N ₁ = 555,0		P ₁ = 552,4			K ₂ = 569,1			M ₁ = 793,1 V ₁ = 835,5		
N ₂ = 635,4		P ₂ = 547,5			K ₃ = 550,9					

3.1.1.3 — **Ano agrícola 1955/56** — No quadro 4 acham-se os dados de produção desse ano. A análise revelou, de novo, efeito do N, de natureza linear, altamente significativo e positivo, e efeito devido a micronutrientes, altamente significativo e negativo. O coeficiente de variação foi de 20,5%.

3.1.1.4 — **Ano agrícola 1956/57** — Os dados de produção acham-se no quadro 5.

Nesse ano obteve-se maior diversidade de efeitos. Como anteriormente, o nitrogênio reagiu no sentido de aumento de produção, enquanto a ação dos micronutrientes foi depressiva. Obteve-se efeito do nitrogênio, linear, positivo e altamente significativo. O potássio mostrou também reação positiva e linear, altamente significativa. A interação PK foi altamente significativa: a componente $P_L K_L$ dessa interação não foi significativa; a interação NK teve a componente $N_L K_L$ altamente significativa e positiva. Dessa forma a ação dos dois elementos foi de complementação um do outro. O coeficiente de variação foi de 29%.

QUADRO 5. — Produção em kg de café em côco, por canteiro de nove plantas, do ensaio de adubação de café da Estação Experimental de Ribeirão Preto. Colheita de 1957

M e V	P ₀			P ₁			P ₂			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	
N ₀	OO -----	7,3	6,5	5,8	7,7	10,5	13,6	9,1	9,3	13,6
	MO -----	8,7	4,5	2,8	6,6	5,0	5,9	5,6	5,8	9,0
	OV -----	10,1	9,2	8,9	11,7	8,9	7,3	7,3	11,0	8,2
	MV -----	10,0	8,2	5,0	6,7	9,2	8,2	3,1	8,1	9,2
N ₁	OO -----	13,6	17,8	17,8	12,2	10,1	20,3	12,7	12,3	17,7
	MO -----	8,7	18,2	8,1	3,8	5,4	14,1	11,7	12,3	13,7
	OV -----	9,4	15,2	10,4	9,2	9,1	15,2	19,6	13,0	11,2
	MV -----	4,4	14,1	13,9	6,5	5,9	13,1	7,0	7,3	7,0
N ₂	OO -----	6,7	20,6	12,2	9,7	19,6	21,3	10,2	11,2	19,2
	MO -----	10,4	14,9	17,9	13,4	3,9	13,7	6,5	13,1	11,0
	OV -----	12,1	18,6	15,3	13,5	7,9	21,0	11,2	14,6	12,0
	MV -----	5,5	14,7	14,1	18,0	6,9	12,1	12,6	16,2	26,6
N ₀ = 287,6	P ₀ = 401,6			K ₁ = 342,5			M ₀ = 669,7	V ₀ = 603,3		
N ₁ = 422,0	P ₁ = 387,2			K ₂ = 399,1			M ₁ = 528,3	V ₁ = 594,7		
N ₂ = 488,4	P ₂ = 409,2			K ₃ = 456,4						

3.1.1.5 — **Ano agrícola 1957/58** — As produções acham-se no quadro 6.

O efeito linear do nitrogênio foi de novo altamente significativo e positivo; o efeito dos micronutrientes foi depressivo e a interação PK, significativa. A componente P, K não foi, porém, significativa. O coeficiente de variação foi de 19%.

3.1.1.6 — **Resultados dos cinco anos** — As produções reunidas dos cinco anos acham-se no quadro 7 e a análise da variância completa encontra-se no quadro 8.

QUADRO 6. — Produção em kg de café em côco, por canteiro de nove plantas, do ensaio de adubação de café da Estação Experimental de Ribeirão Preto. Colheita de 1958

M e V	P ₀			P ₁			P ₂		
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃
N ₀ OO -----	14,8	12,3	15,3	11,7	17,6	20,4	12,8	11,5	27,2
MO -----	10,0	6,3	9,1	5,2	10,9	9,8	12,1	14,7	13,8
OV -----	11,6	13,2	12,4	12,1	17,3	15,2	9,5	9,2	14,6
MV -----	18,3	9,8	11,2	14,0	20,2	8,9	12,8	14,9	18,7
N ₁ OO -----	20,7	23,4	15,4	15,3	20,8	25,0	20,3	18,5	19,8
MO -----	22,4	12,7	18,4	18,4	22,7	17,9	16,9	17,3	17,1
OV -----	17,7	19,9	20,9	18,9	24,5	21,2	16,5	17,5	11,9
MV -----	13,5	23,2	18,2	16,1	15,6	19,0	22,5	23,1	18,9
N ₂ OO -----	31,4	21,2	33,8	25,1	27,6	15,4	21,8	32,2	26,1
MO -----	29,5	20,3	20,1	20,7	30,1	21,9	26,3	28,1	26,2
OV -----	23,9	22,7	37,4	29,7	29,0	31,6	28,2	27,4	29,5
MV -----	13,2	18,9	26,5	23,7	26,6	22,5	25,7	23,7	18,8
N ₀ = 479,4	P ₀ = 669,6			K ₁ = 663,3			M ₀ = 1100,9	V ₀ = 1036,3	
N ₁ = 682,1	P ₁ = 702,6			K ₂ = 704,9			M ₁ = 977,4	V ₁ = 1042,0	
N ₂ = 916,8	P ₂ = 706,1			K ₃ = 710,1					

QUADRO 7. — Produção de 5 anos em kg de café em côco por canteiro de nove plantas do ensaio de adubação de café, da Estação Experimental de Ribeirão Preto (1954-1958)

M e V	P ₀			P ₁			P ₂		
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃
N ₀ OO -----	67,5	76,6	52,9	66,8	88,3	91,9	70,7	65,9	88,4
MO -----	53,6	37,1	46,6	41,5	52,2	60,2	48,6	64,0	62,0
OV -----	65,2	74,7	69,3	66,0	72,3	77,9	54,9	50,3	67,0
MV -----	77,6	60,2	58,3	55,7	66,2	69,5	62,9	62,3	76,7
N ₁ OO -----	79,4	99,8	92,4	71,3	87,7	100,0	82,8	77,2	92,2
MO -----	81,1	85,6	71,1	67,8	78,0	90,3	73,1	80,1	76,5
OV -----	64,4	100,7	78,3	78,8	88,2	93,8	91,5	76,3	73,6
MV -----	49,0	87,5	73,2	68,0	60,5	81,6	78,3	86,2	69,1
N ₂ OO -----	107,4	94,1	118,1	95,8	113,5	80,5	76,1	102,1	103,7
MO -----	87,0	75,5	83,4	82,1	85,2	77,0	86,9	101,4	74,4
OV -----	86,1	98,9	125,4	106,2	97,3	105,6	105,1	94,9	97,7
MV -----	61,3	85,0	105,8	98,1	91,8	83,4	85,4	84,7	94,8
N ₀ = 2321,8	P ₀ = 2830,1			K ₁ = 2694,0			M ₀ = 4603,5	V ₀ = 4265,7	
N ₁ = 2885,4	P ₁ = 2891,0			K ₂ = 2902,3			M ₁ = 3955,7	V ₁ = 4293,5	
N ₂ = 3352,0	P ₂ = 2838,1			K ₃ = 2962,9					

QUADRO 8. — Análise da variância da reunião de cinco anos de produção (kg de café em côco, no período 1954-1958) do ensaio de adubação de café, da Estação Experimental de Ribeirão Preto

Fonte de Variação	Soma de Quadrados	G. L.	Quadrados médios	F
Total	39 373,89	539		
Total _i	6 243,85	107		
Blocos	745,56	5	149,11	8,78**
N	2 956,80	2	1 478,40	87,02**
P	12,16	2	6,08	
K	221,05	2	110,53	6,51**
NP	31,62	4	7,91	
NK	39,13	4	9,78	
PK	25,95	4	6,49	
M	777,12	1	777,12	45,74**
V	1,43	1	1,43	
NM	24,50	2	12,25	
PM	106,85	2	53,43	3,14*
KM	16,26	2	8,13	
NV	78,19	2	39,10	
PV	5,81	2	2,95	
KV	12,15	2	6,07	
Resíduo (a)	1 189,27	70	16,99	
Anos	27 241,37	4	6 810,34	626,53**
Anos × N	1 075,06	8	134,38	12,36**
Anos × P	61,86	8	7,73	
Anos × K	122,46	8	15,31	
Anos × M	51,42	4	12,86	
Anos × V	3,83	4	0,96	
Anos × PK	444,72	16	27,80	2,56**
Resíduo (b)	4 129,32	380	10,87	

O efeito de blocos foi altamente significativo, mostrando que se ganhou em precisão pela redução do tamanho dos blocos.

O efeito do nitrogênio foi altamente significativo, positivo e de natureza linear. Obteve-se, ainda, efeito do K altamente significativo, e positivo, de natureza linear. A componente quadrática não chegou a ser significativa. Houve efeito médio devido aos micronutrientes, altamente significativo e negativo. A interação PM foi significativa.

O quadrado médio para anos e as interações anos \times nitrogênio e anos \times PK foram altamente significativos. Tem-se assim indicação de que a reação ao nitrogênio e à interação PK foram diferentes nos diferentes anos.

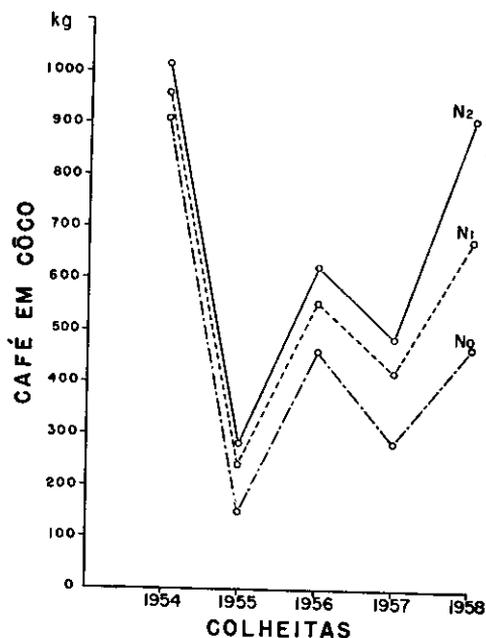


FIGURA 1. — Produções anuais de café em côco, dos canteiros com diferentes níveis de nitrogênio.

Analisando a interação ano \times nitrogênio verificou-se que os incrementos $N_2 - N_0$ foram aumentando com os anos (os valores foram respectivamente em valor absoluto de + 81,8, + 139,8, + 170,4, + 200,8 e + 473,4) (Veja-se a figura 1). Obteve-se a componente $A_L N_L$ da interação AN altamente significativa, o que quer dizer que os incrementos anuais $N_2 - N_0$ cresceram linearmente com os anos. Esses incrementos em porcentagens de produção média do ensaio dos anos correspondentes foram respectivamente de 8,4%, 60,7%, 30,9%, 50,3% e 63,1%; exceto no primeiro ano, que além de ser um ano de transição para a manifestação de reação aos tratamen-

tos foi um ano de grande colheita, os aumentos foram consideráveis em todos os anos, não só em valor absoluto como em relação à produção média do ano.

Apesar do primeiro nível de potássio já proporcionar 120 gramas de potássio por cova, houve ainda uma reação de cerca de 9% de aumento em média para a dose seguinte ($K = 240$ gramas de potássio por planta), mostrando que havia, portanto, necessidade de potássio. Já a resposta à terceira dose proporcionou incrementos muito pequenos (Consulte-se a figura 2).

A interação ano \times PK é devida à existência de interação PK nos dois últimos anos e inexistência desta reação nos anos anteriores.

Não houve reação ao fósforo até o momento, nem à adubação verde.

Dessa forma, nas condições do experimento, houve reações fortes ao N (+), aos micronutrientes (-), e ao potássio (+); a ausência de tratamento sem potássio impediu a estimação da verdadeira magnitude da reação a este elemento, entretanto é visível a diferença existente, no momento, entre as parcelas deste ensaio e as áreas adjacentes do mesmo talhão.

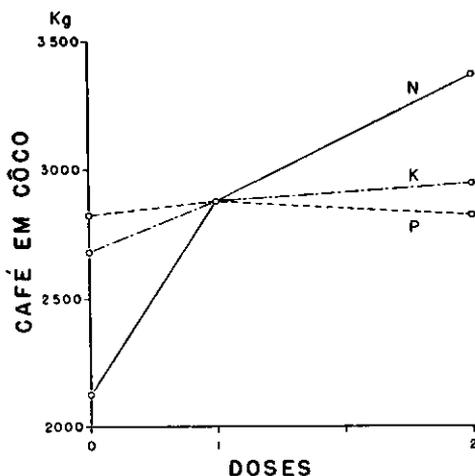


FIGURA 2. — Produções de café em côco, devidas aos diferentes níveis de N, P e K (totais de 26 canteiros de 9 plantas em cinco anos).

3. 1. 2 — ANÁLISE DO ASPECTO VEGETATIVO DAS PLANTAS

Para possibilitar a avaliação do aspecto vegetativo em que se encontravam as plantas dos vários canteiros, foram dadas notas: a primeira em 15-10-1953, como já ficou explicado em 2.1.

QUADRO 9. — Totais das diferenças entre as duas notas, dos canteiros, do ensaio de adubação mineral em cafeeiro velho de Ribeirão Preto

	P ₀	P ₁	P ₂	Soma	K ₀	K ₁	K ₂	Soma		K ₀	K ₁	K ₂	Soma
N ₀	178	183	188	549	165	193	191	549	P ₀	198	223	233	654
N ₁	223	246	226	695	221	235	239	695	P ₁	237	215	237	689
N ₂	253	260	231	744	252	239	253	744	P ₂	203	229	213	645
Soma	654	689	645	1988	638	667	683	1988	Soma	638	667	683	1988
	K ₀	K ₁	K ₂	Soma	N ₀	N ₁	N ₂	Soma		P ₀	P ₁	P ₂	Soma
M̄	330	326	342	998	264	356	378	998		326	343	329	998
M	308	341	341	990	285	339	366	990		328	346	316	990
V̄	326	316	346	988	275	351	362	988		343	346	299	988
V	312	351	337	1000	274	344	382	1000		311	343	346	1000

Fêz-se a análise da variância dos totais dos canteiros, a qual demonstrou homogeneidade satisfatória, dispensando o ajustamento das produções futuras pela covariância, como recomenda Pearce (23).

Cinco anos depois, em 4-3-59, foram dadas novas notas ao estado vegetativo das plantas. Procurou-se ampliar a escala, tendo-se dado **zero** às falhas, **um** às plantas muito ruins, **dois** às ruins, **três** às regulares, **quatro** às boas e **cinco** às plantas muito boas.

A diferença entre as duas notas foi o critério adotado para evidenciar o efeito dos tratamentos. Os valores médios obtidos para os totais dos diferentes níveis de nitrogênio, fósforo, potássio etc., encontram-se no quadro 9.

QUADRO 10. — Análise da variância das diferenças entre as duas notas do ensaio de adubação mineral em cafeeiro velho de Ribeirão Preto

F. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Total	107	2 602,08		
Blocos	5	638,86	127,772	9,06**
N	2	571,69	285,845	20,27**
P	2	30,02	15,010	
K	2	28,91	14,455	
NP	4	38,37	9,592	
NK	4	36,81	9,202	
PK	4	80,82	20,205	
M	1	0,60	0,600	
V	1	1,34	1,340	
NM	2	23,68	11,840	
PM	2	4,46	2,230	
KM	2	19,13	9,565	
NV	2	11,16	5,580	
PV	2	88,72	44,360	3,14*
KV	2	40,39	20,195	
Resíduo	70	987,12	14,102	

$$N_L = \frac{(195)^2}{72} = 528,12$$

$$N_Q = \frac{(-97)^2}{216} = 43,56$$

$$C. V. = \frac{\sqrt{14,102}}{18,41} \times 100 = 20\%$$

$$F = \frac{528,12}{14,102} = 37,45^{**}$$

Os resultados obtidos na análise da variância encontram-se no quadro 10.

Obteve-se efeito altamente significativo do nitrogênio, de natureza linear, que se traduziu em uma vegetação mais vigorosa das plantas, de um verde mais escuro. A interação fósforo + adubação verde foi significativa a 5%. O efeito devido a micronutrientes não foi significativo, nem qualquer outro efeito ou interação.

Examinando a interação PV não se verificou significância da componente linear de PV, não tendo, por isso, sido atribuída grande importância à mesma.

Dessa forma, pode-se concluir que a aplicação de doses crescentes de nitrogênio provocou uma melhoria substancial no aspecto vegetativo das plantas, a melhoria do estado vegetativo das mesmas sendo de natureza linear (para o logaritmo das dosagens de nitrogênio), efeito paralelo ao obtido quanto à produção.

A aplicação de micronutrientes, que causou redução na produção, não prejudicou o aspecto vegetativo das plantas.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Obteve-se uma reação considerável à aplicação de nitrogênio. Para a primeira dose, de 120 g de N, obteve-se um aumento médio nos cinco anos de 25% e para a segunda dose, de 360 g de N, obteve-se um novo aumento de produção de aproximadamente mais 25% em relação à dose anterior.

É de se notar, entretanto, que as diferenças de produções entre as doses dois e zero de nitrogênio vêm aumentando anualmente, tendo o aumento sido de cerca de 9%, 93%, 37%, 70% e 91% do valor relativo a zero nitrogênio, o que corresponderia a um aumento de produção de 6, 11, 13, 16 e 34 sacos de café em côco por mil pés nos anos de 1954, 1955, 1956, 1957 e 1958, respectivamente.

É interessante observar que a produção média do talhão do ensaio, nos quatro anos anteriores à sua instalação, foi de cerca de 24 sacos em côco, por mil pés. A produção quase dobrou no último ano, pela ação do nitrogênio.

Os aumentos progressivos de produção mostram que as plantas estão se recuperando e aumentando sua capacidade de produção. Os

resultados ponderáveis obtidos pela primeira vez com o emprêgo do nitrogênio na adubação de cafézal velho são devidos não somente à quantidade de N empregada, que foi maior do que as até então recomendadas, mas, principalmente, à técnica de aplicá-lo parceladamente, que proporcionou condições mais adequadas para a absorção do nitrogênio pelas plantas.

Em razão de já existirem informações de ensaios anteriores de que nas terras roxas o potássio era elemento que se apresentava em maior deficiência no solo, regulando a produção, o nível menor de potássio empregado neste ensaio foi de 120 g de K_2O , suficiente para uma produção bem mais elevada do que as que vinham sendo obtidas no talhão que se usou para o ensaio. O aumento de produção, de cerca de 9%, obtido com a elevação dessa dose para 240 g de K_2O , mostra que a primeira dose foi praticamente suficiente, nas condições do ensaio, para se obterem boas produções. A dose maior, de 480 g de K_2O , não determinou aumento de produção.

Nas condições em que o ensaio foi executado os cafeeiros não reagiram à adubação fosfatada, não tendo havido qualquer aumento de produção com as aplicações de 500 g e de 1 500 g de superfosfato simples por planta e por ano.

A aplicação dos micronutrientes zinco, cobre e boro fêz desaparecer os sintomas de deficiência de zinco, que eram evidentes, mas resultou em decréscimos significativos da produção, que foram de 9%, 39%, 8%, 21% e 11% nos anos de 1954 a 1958. Pensou-se inicialmente que êsse decréscimo de produção fôsse devido à toxicidade de boro. Esta, entretanto, não deve ter sido a razão de decréscimo pois êste elemento foi suprimido da fórmula aplicada a partir do ano agrícola de 1956/57, sem ter havido sinal de melhoria da produção.

Nenhuma reação foi obtida com o emprêgo de adubação verde. O aspecto vegetativo das plantas melhorou significativa e substancialmente com as aplicações de nitrogênio.

Em conclusão, os resultados obtidos mostram que é possível elevar consideravelmente a produção de um cafézal pouco produtivo, com o emprêgo exclusivo de adubos minerais.

MINERAL FERTILIZING FOR COFFEE CULTURE

SUMMARY

It has been believed in Brazil that it is not possible to maintain coffee plantings profitably without the use of organic matter. Consequently it has been routine to recommend yearly applications of manure or compost.

The present experiment was carried out to study the possibility of increasing the yield of a coffee planting and maintaining it at a high level by the exclusive use of mineral fertilizers.

A coffee plantation of the "Bourbon vermelho" variety about 40 years old grown on "terra-roxa-legítima" soil was used.

A factorial experiment $3^2 \times 2^2$ was installed in 1953 with 9 plants per plot. The treatments used were: ammonium sulphate 0 g, 600 g and 1800 g per plant, superphosphate 0 g, 500 g and 1500 g per plant and potassium chloride 200 g, 400 g and 800 g per plant, microelements (Zn, Bo, Cu) and green manure.

Until 1957 the phosphate and the chloride were applied in furrows once a year and the ammonium sulphate was applied three times a year as top dressings. Starting in 1958 all the fertilizers were applied four times a year as top dressings. The microelements were applied as foliage spray of the following solution: zinc sulphate — 6 g, copper sulphate — 1 g and borax — 3 g per liter of water.

Soybean was used as green manure until 1955 and jack bean (*Canavalia ensiformis*, D. C.) in the later years.

The response to nitrogen application was highly significant and kept increasing every year as shown by the percentage of yield increases for the years 1954 through 1958. These were 8.4%, 60.7%, 30.9%, 50.3% and 63.1%.

In previous experiments doses of KCl of up to 200 g per tree had already been used. For that reason in this experiment the minimum dose of that fertilizer used was 200 g per tree. An application of 800 g per tree of KCl gave only 9% of yield increase in relation to the 200 g per tree application.

No reaction was obtained to the application of phosphorus.

The microelement spray cured the zinc deficiency symptoms which were evident prior to its application, but decreased the yield significantly, the highest decrease being 39% in 1955.

No reaction was obtained to the use of green manure.

The results obtained seem to show that it is possible to increase substantially the yield of a coffee plantation through the use of mineral fertilizers only.

LITERATURA CITADA

1. ANTUNES, H. (filho). O café no Havai. Bol. Supta Serv. Café, S. Paulo 32(370): 8-10. 1957.
2. ARNON, D. I. & HOAGLAND, D. R. Crop production in artificial culture solutions and in soils with special reference to factors influencing yields and absorption of inorganic nutrients. Soil Sci. 50:463-483. 1940.
3. BARKER, H. A. & BROYER, T. C. Notes on the influence of microorganisms on growth of squash plants in water culture with particular reference to manganese nutrition. Soil Sci. 53:467-477. 1942.
4. BEAR, F. E. Organic matter. In Soils and fertilizers. New York, John Wiley & Sons, Inc. 1953. i-xiii, 420 p.
5. ———. O transcurso do tempo. Fazenda 44:26-28; 42. 1949.
6. BONNER, J. The role of organic matter, especially manure, in the nutrition of rice. Bot. Gaz. 108:267-279. 1946.
7. COCHRAN, W. & COX, G. Experimental designs. New York, John Wiley & Sons, 1950. p. 154-252.

8. COPE, J. T. (jr.), STURKIE, D. G. & HILTBOLD, A. E. Effects of manure, vetch and commercial nitrogen on crop yields and carbon and nitrogen contents of a fine sandy loam over a 30-year period. *Soil Sci. Soc. Proc.* 22:524-527. 1958.
9. DAFERT, F. W. Estrumes artificiais na cultura do café. *In Relatórios anuais 1888-1893.* Campinas, Instituto agrônômico do Estado, 1895. p. 267-300.
10. ———— Experiências sôbre a estrumação. *In Relatórios anuais de 1888-1893.* Campinas, Instituto agrônômico do Estado, 1895. p. 203-216.
11. ———— & BRAGA, T. Sôbre as substâncias minerais do cafeeiro. *In Relatórios anuais de 1888-1893.* Campinas, Instituto agrônômico do Estado, 1895. p. 182-202.
12. ———— & LEHMANN, E. Estudos sôbre a cultura do cafeeiro. *In Relatórios anuais de 1888-1893.* Campinas, Instituto agrônômico do Estado, 1895. p. 77-102.
13. DAVIS, O. L. Design and analysis of industrial experiments. London and Edinburgh, Oliver and Boyd, 1954. p. 495-578.
14. FRAGA, C. G. (júnior) & CONAGIN, A. Delineamentos e análises de experimentos com cafeeiros. *Bragantia* 15:[177]-191. 1956.
15. FREIRE, E. S. & VERDADE, F. C. Matéria orgânica nos solos do Estado de São Paulo, especialmente na terra-roxa. *Bragantia* 19:[261]-272. 1960.
16. ———— & VIÉGAS, G. P. Sôbre a conservação da matéria orgânica em nossos solos. *Bragantia* 17:xxiii-xxvii. 1958.
17. GHOSH, B. P. & BURRIS, R. H. Utilization of nitrogenous compounds by plants. *Soil Sci.* 70:187-203. 1950.
18. GROHMANN, F., MEDINA, H. & VERDADE, F. Variabilidade das características físicas e químicas da terra-roxa-legítima em função dos diversos tipos de exploração agrícola. [Em preparo]
19. KNUDSON, L. Flower production by orchid grown non-symbiotically. *Bot. Gaz.* 89:192-199. 1930.
20. ———— & SMITH, R. S. Secretion of amylase by plant roots. *Bot. Gaz.* 68:460-466. 1919.
21. MOREIRA, S. Citricultura norteamericana. A adubação das laranjeiras. Campinas, Instituto agrônômico, 1953. [Conferência proferida no Instituto Agrônômico, em abril de 1953. Não publicada]
22. ———— Citricultura Norte Americana. São Paulo, Secretaria da Agricultura, s/d. 93 p. (Publicação n. 863)
23. PEARCE, S. C. Field experimentation with fruit trees and other perennial plants. East Malling, Maidstone, Kent. England, Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops, 1955. 131 p. (Technical communication n. 23)
24. RIPPERTON, J. C., GOTO, Y. B. & PAHAU, R. K. Coffee cultural practices in the Kona District of Hawaii. Honolulu, T. H., Hawaii Agric. Exp. Sta., 1935. 64 p. (Bull. n.º 75)
25. SHI-WEY-LOO. Preliminary experiment on the cultivation of *Baeria chrysostoma* under sterile conditions. *Amer. J. Bot.* 33:382-389. 1946.
26. STAUFFER, R. S. Effects on long-time soil treatments on the organic carbon content of some Illinois soils. *Agron. J.* 49:589-600. 1957.
27. THORNE, C. E. The function of organic matter in the soil. *J. Amer. Soc. Agron.* 18:767-793. 1926.
28. WENT, F. W. Experimental control of plant growth. Waltham, Mass., Chronica Botanica Co., 1957. xvii, 343 p.
29. WINNIK, M. Fertilization of citrus groves. *Israel Export J.* 5:31; 42. 1956.