

# RELAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO, TEORES DE N, P, K, Ca, Mg, AMIDO E A SECA DE RAMOS DO CATIMOR (*COFFEA ARABICA* L.)<sup>1</sup>

CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA DE CARVALHO<sup>2</sup>, ALEMAR BRAGA RENA<sup>3</sup>,  
ANTÔNIO ALVES PEREIRA<sup>4</sup>, ANTÔNIO TEIXEIRA CORDEIRO<sup>5</sup>

**RESUMO** – Fez-se um estudo da seca de ramos da progênie de café Catimor UFV-1359 (*Coffea arabica* L.) mediante alteração do nível de produção, por desbaste de flores e frutos e, acompanhamento dos teores de N, P, K, Ca, Mg e amido nas folhas, e de amido nos caules. Constatou-se que a seca de ramos tem estreita relação com a produção de frutos, e não é verificada em plantas com desbaste de flores. Evidenciou-se também que o depauperamento precoce da progênie de Catimor UFV-1359, caracterizado pela intensa seca de ramos, não esteve associado à deficiência de N, P, K, Ca ou Mg. O teor de amido na folha ou no caule não foi um bom parâmetro para a avaliação do vigor do cafeeiro, pois nem sempre relacionou-se com a seca de ramos.

Termos para indexação: nível de produção, desbaste de flores, análise foliar, nutrientes, seca de ramos.

## RELATIONSHIP BETWEEN CROP LOAD, N, P, K, Ca, Mg AND STARCH CONTENT, AND THE DIEBACK OF CATIMOR (*COFFEA ARABICA* L.)

**ABSTRACT** – Dieback of the progeny of *Coffea arabica* L. Catimor UFV-1359 was studied by altering the crop level through thinning of flowers and fruits, and determining the leaf contents of N, P, K, Ca and Mg and starch content in the leaves and plagiotropic branches. Dieback was closely related to the amount of crop on the tree and was not observed in trees whose flowers were removed. No relationship was found between the dieback of the progeny Catimor UFV-1359 and the leaf content of N, P, K, Ca and Mg. The starch content of both leaves and branches was not always related to the dieback incidence and therefore might not be considered as a good criterion to evaluate coffee tree vigor.

Index terms: yield level, thinning of flowers, leaf analysis, nutrients, dieback.

## INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas encontrados no melhoramento de plantas de café (*Coffea arabica* L.) resistentes à ferrugem tem sido a obtenção de cultivares que combinem elevada produção com alta rusticidade. Nesse particular, as progênies do cruzamento entre o Híbrido de Timor e o Caturra, denominadas Catimor, apesar de se destacarem

por apresentarem resistência a numerosas raças da ferrugem-do-cafeeiro (Chaves 1976) e altas produções nos primeiros anos de cultivo, entram logo em rápido processo de depauperamento, caracterizado pela morte dos ramos durante os anos de grande produção.

A seca de ramos do cafeeiro é um distúrbio que acentua o ritmo bienal e reduz a vida útil das plantas (Rena et al. 1983a), e já foi relacionada a diversas causas, tais como a baixa fertilidade do solo (Bitencourt & Pinheiro 1959), a deficiência de N (Fasuoli et al. 1967) e de K (Malavolta et al. 1958), ao esgotamento das reservas de amido (Nutman 1933) e à elevada produção de frutos (Nutman 1933, Cannell 1976, Kúmar 1979).

Especificamente para o caso das progênies de Catimor resistentes à ferrugem, a causa da súbita seca de ramos ainda não foi determinada.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 4 de dezembro de 1992.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Rod. MG 424, Km 65, Caixa Postal 151, CEP 35700, Sete Lagoas, MG.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., M.Sc., Prof.-Titular, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570, Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Eng.-Agr., M.Sc., Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, Univ. Fed. de Viçosa.

<sup>5</sup> Eng.-Agr., M.Sc., Univ. Fed. de Viçosa.

A fim de verificar alguma relação entre a seca de ramos da progênie de Catimor UFV-1359 e alguns dos fatores citados na literatura, iniciou-se um trabalho de acompanhamento dos teores de N, P, K, Ca, Mg e amido e da produção de frutos da progênie de Catimor UFV-1359.

### MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se plantas de Catimor, progênie UFV-1359 e, como padrão, plantas de 'Catuai-Amarelo', linhagem 2077-2-5-86, cultivadas a pleno sol, na região de Viçosa, Minas Gerais. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e tratamentos dispostos em fatorial. As parcelas foram de fileira única com espaçamento de 3 x 1 m. A análise de variância foi feita por desdobramento em graus individuais de liberdade, mediante contrastes ortogonais (Pimentel-Gomes 1977).

Os tratamentos foram iniciados quando as plantas tinham dois anos de idade, durante a primeira floração (setembro de 1982), e repetidos em 1983. As plantas da progênie UFV-1359, receberam dois níveis de desbaste (50 e 100%), em duas épocas, na floração e no início da granação dos frutos. Considerou-se como início da granação dos frutos o 105º dia após a florada principal, época em que os frutos apresentavam 80% de água.

A seca de ramos foi determinada no mês de julho de cada ano, considerando-se como secos os ramos com pelo menos 15 cm apicais de tecido morto. De acordo com o número de ramos secos por planta, classificou-se a seca dos ramos em três tipos: leve, até 15% de ramos secos; moderada, de 15% a 55% de ramos secos, e severa, acima de 55% de ramos secos.

Foi feita análise de N, P, K, Ca e Mg nas folhas e de amido nas folhas e nos caules.

Inicialmente, a coleta das folhas era feita de dois em dois meses, passando a mensal a partir de outubro de 1983. Os caules foram coletados em fevereiro e maio de 1983 e em fevereiro, maio e junho de 1984. Todas as coletas foram feitas entre as 15 e as 17 h.

Para análise de amido foliar usaram-se amostras de oito folhas, provenientes do terceiro nó de ramos frutíferos da porção mediana da planta, e para a determinação do amido caulinar, coletou-se um segmento da base do caule de um ramo frutífero. O amido foi dosado segundo a metodologia descrita por McCready et al. (1950) e adaptada para café por Patel (1970), com uma única alteração no tempo de oxidação do amido em ácido perclórico, que foi de 30 min. na primeira vez, e de 20 min., na segunda. Os teores de N (Umbreit et al. 1972) foram obtidos após digestão sulfúrica (Lindner 1944), e os teores de P, K, Ca e Mg, após digestão nitroperclórica (Lott et al. 1956).

Foram determinados a produção de café em coco, secado até peso constante em estufa a 65°C, o número de frutos por planta e o peso seco por fruto e por semente. O peso seco por fruto e o peso seco por semente também foram obtidos após secagem em estufa, até peso constante de amostras de 500 frutos ou sementes.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 1983, as plantas de 'Catuai' e da progênie UFV-1359, ambas sem desbaste, apresentaram produções semelhantes (Tabelas 1 e 2). Apesar de a hipótese original não contemplar a comparação

**TABELA 1.** Influência do desbaste de flores e frutos sobre a produção, número de frutos e matéria seca por fruto e por semente, do Catimor, progênie UFV-1359 e do 'Catuai' LCH-2077-2-5-86 plantados em novembro de 1980. Médias de 4 repetições, 5 plantas por parcela, durante os anos de 1983 e 1984, em Viçosa, MG.

Nível e época de desbaste	Produção café coco/planta				Matéria seca/ fruto		Matéria seca/ semente		Nº de frutos/ planta	
	1983		1984							
	g	%	g	%	mg	%	mg	%	nº	
UFV-1359										
sem desbaste	1115,9	100,0	594,0	100,0	376,50	100,0	136,67	100,0	2973,5	100,0
DF 50%*	1021,6	91,6	734,7	123,7	469,30	124,6	164,50	120,4	2185,5	73,5
DG 50%	665,5	59,7	469,2	79,0	421,25	111,9	148,50	108,7	1573,0	52,9
Catuai										
sem desbaste	1078,8	96,8	770,2	129,7	364,75	96,9	130,67	95,6	2950,3	99,6

\* DF 50% = desbaste de 50% das flores; DG 50% = desbaste de 50% dos frutos no início da granação.

individual entre os tratamentos sem desbaste e desbastado em 50% durante a floração, dentro da progênie UFV-1359, foi possível observar que suas produções foram muito próximas (Tabela 1). Por outro lado, o desbaste durante a floração proporcionou maior produção que o desbaste no início da granação. Em 1984, em comparação com 1983, houve queda na produção de todas as plantas, sendo essa mais acentuada na progênie UFV-1359 sem desbaste, provavelmente como

consequência da seca de ramos, do tipo severa, ocorrida em 50% das plantas após a primeira produção (Tabela 3).

O desbaste de flores ou de frutos reduziu a seca de ramos da progênie UFV-1359; não foi verificada seca de ramos nas plantas com desbaste de 100% das flores. O 'Catuaí' teve muito menos ramos secos que a progênie UFV-1359 sem desbaste, com apenas 10% das plantas atingidas por seca severa.

**TABELA 2. Resumo da análise de variância da produção, do número de frutos e da matéria seca por fruto e por semente do Catimor, progênie UFV-1359 e do 'Catuaí' LCH-2077-2-5-86.**

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios			
		Prod. café coco/planta 1983	Mat. seca/ fruto	Mat.seca/ semente	Nº plantas
Bloco	3	15281,21	30,89	46,61	96954,56
SD vs CD 50%	1	256755,02**	22290,49	2084,84	4727363,06**
SD <sub>Cat.</sub> vs SD <sub>UFV</sub>	1	2612,20	276,13	72,00	351,13
DF 50% vs DG 50%	1	253711,29**	4617,61*	512,00*	752764,50**
Resíduo	9	13569,97	1077,55	88,68	68199,23
Total	15	45403,89	2464,99	240,48	425675,70
C.V. (%)	-	12,01	8,05	6,49	10,78

SD = sem desbaste (Catuaí e progênie UFV-1359); CD = com desbaste (floração e início de granação); SD<sub>cat.</sub> = Catuaí sem desbaste; SD<sub>UFV</sub> = progênie UFV-1359 sem desbaste; DF 50% = desbaste de 50% das flores; DG 50% = desbaste de 50% dos frutos no início da granação.

\* Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

\*\* Significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

**TABELA 3. Influência do desbaste de flores e de frutos sobre a seca de ramos do Catimor, progênie UFV-1359 e do 'Catuaí' LCH-2077-2-5-86 plantados em novembro de 1980. Médias de 4 repetições, 5 plantas por parcela, durante os anos 1983 e 1984, em Viçosa, MG.**

Níveis de Densidade	Tipos de seca e porcentagem de plantas atingidas							
	1983				1984			
	Leve	Moderada	Severa	Plantas normais	Leve	Moderada	Severa	Plantas normais
UFV-1359								
SD*	5	10	50	35	30	0	10	60
DF 100%	0	0	0	100	0	0	0	100
DF 50%	10	0	0	90	15	5	15	65
DG 100%	0	0	0	100	15	0	0	85
DG 50%	15	0	0	85	30	0	0	70
Catuaí								
SD	0	20	10	70	0	0	0	100

\* SD = sem desbaste;

DF = desbaste de flores;

DG = desbaste de frutos na granação

Como não foi observada seca de ramos nas plantas sem frutos, parece evidenciado que a frutificação, de alguma maneira, se condiciona à seca de ramos. Aliás, Nutman (1933), Beckley (1935), Burdekin & Baker (1964), Cannell (1974) e Rena et al. (1983a) já haviam relacionado o "excesso de produção" de frutos com seca de ramos. No entanto, é necessário caracterizar o que significa "excesso de produção". Segundo Sylvain (1959), o "excesso de produção" pode ser considerado como uma colheita superior à capacidade da planta de sustentar o crescimento e a frutificação, que depende da relação entre a área foliar e o número de frutos. Como as produções do 'Catuaí', da progênie UFV-1359 sem desbaste e da progênie UFV-1359 desbastada em 50% na floração, foram muito próximas em 1983, mas a seca de ramos foi maior na progênie UFV-1359 sem desbaste, aquilo que significou "excesso de produção" para a progênie UFV-1359 sem desbaste não teve o mesmo sentido para a UFV-1359 desbastada em 50% na floração e nem para o 'Catuaí'. A esse respeito, observou-se, para a progênie UFV-1359, que o desbaste de 50% das flores, além de duplicar a relação folha/fruto, propiciou maior crescimento de ramificações laterais, e, conseqüentemente, maior área foliar total do que nas plantas não-desbastadas, o que pode ter contribuído para reduzir a seca de ramos.

O desbaste aumentou o peso da matéria seca dos frutos e das sementes (Tabelas 1 e 2). No caso da progênie UFV-1359 desbastada em 50% na floração, em relação à progênie UFV-1359 sem desbaste, o aumento da matéria seca dos frutos e das sementes, foi de 25% e 20%, respectivamente. As plantas desbastadas na floração produziram frutos e sementes com pesos maiores que as desbastadas no início da granação. O 'Catuaí' formou frutos e sementes de mesmo peso que a progênie UFV-1359 sem desbaste.

O número de frutos por planta foi maior nas plantas sem desbaste. Todavia, notou-se que nas plantas que receberam 50% de desbaste durante a floração, o número de frutos excedeu em muito os

50% previstos inicialmente (Tabela 3), ou seja, na colheita, essas plantas tinham cerca de 73% do número de frutos das plantas não desbastadas, o que corresponde a um acréscimo de 23% em relação ao inicial (50%). Conclui-se, daí, que o desbaste na floração, além de aumentar o peso da matéria seca por fruto, proporcionou também maior pegamento da florada e/ou maior retenção dos frutos remanescentes. Esse aumento relativo do número de frutos, somado ao aumento da matéria seca por fruto, contribuiu para que a produção das plantas desbastadas na floração fosse próxima à daquelas sem desbaste (Tabela 1). A maior retenção dos frutos remanescentes não foi observada nas plantas desbastadas no início da granação, porque esse desbaste foi posterior ao principal período de queda de frutos, que se situa entre 60 e 75 dias após o florescimento (Gopal 1971).

Cannell (1974) relatou que as sementes agem como drcnos bastante eficientes e que, aparentemente, o crescimento das sementes é insensível a variações na razão folha/fruto, sendo o peso seco das sementes o menos plástico dos componentes primários da produção. Ainda segundo Cannell, as grandes diferenças estacionais observadas no tamanho das sementes não são causadas por alterações no suprimento de assimilados, e sim pela disponibilidade de água. Os óvulos não alcançam o seu tamanho máximo quando se expandem em período seco.

De fato, o desbaste de 50% na floração, o qual duplicou inicialmente a razão folha/fruto, proporcionou um aumento no peso das sementes de apenas 20%, o que não difere em muito de valores próximos aos 15% relatados por Cannell (1973), mas é bastante inferior a variações anuais de até 60%, decorrentes da disponibilidade de água (Cannell 1973). Assim, independentemente da razão folha/fruto, o cafeeiro pareceu assegurar uma constância no tamanho de suas sementes, o que pode ter contribuído para a sua seca de ramos.

Os teores de N, P, K, Ca e Mg das folhas da progênie UFV-1359 sem desbaste (que teve muitos

ramos secos) e os do 'Catuai' (que teve poucos ramos secos), foram semelhantes entre si (Figs. 1 a 5), e, de modo geral, permaneceram acima dos níveis considerados normais por Malavolta (1986), não apresentando valores que pudessem associar a seca de ramos à deficiência de algum dos nutrientes. Na maior parte das observações, esses teores foram inversamente proporcionais à seca de ramos, ou seja, foram maiores nas plantas com grande número de ramos secos, intermediários nas plantas com seca moderada (dados não apresentados) e menores nas plantas sem ramos secos, o que evidencia que a seca de ramos da progênie UFV-1359 não esteve diretamente associada ao teor (deficiência ou não) de quaisquer dos nutrientes estudados. Ademais, as variações

sazonais desses teores foram bastante similares em todas as plantas, independentemente do tratamento recebido (desbaste ou não). Por outro lado, esses teores foram diretamente proporcionais à produção de frutos, sendo maiores nas plantas sem desbaste, intermediários nas plantas com 50% de desbaste (dados não apresentados) e menores nas plantas sem frutos.

Vários autores associaram a redução dos teores de amido na planta com a formação de frutos e com a seca de ramos (Cooil 1960, Wormer & Ebagole 1965, Patel 1970). Supõe-se que a carência de carboidratos seja uma das principais causas da seca de ramos em café. Contudo, parece que a redução do teor de amido, nas folhas ou nos ramos frutíferos, não está associada somente à formação

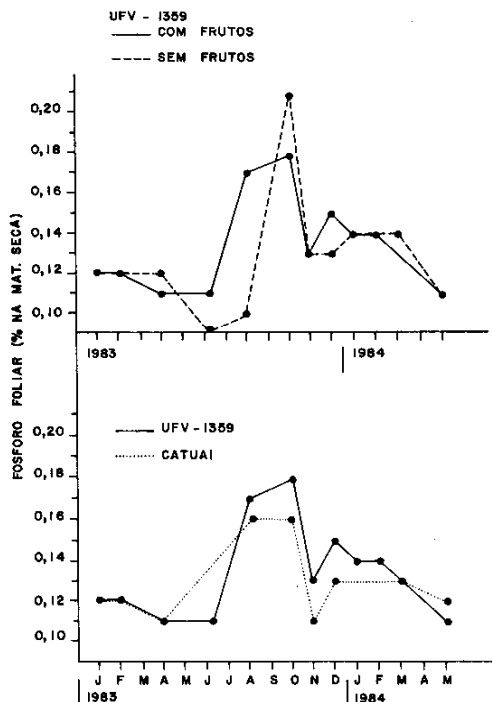
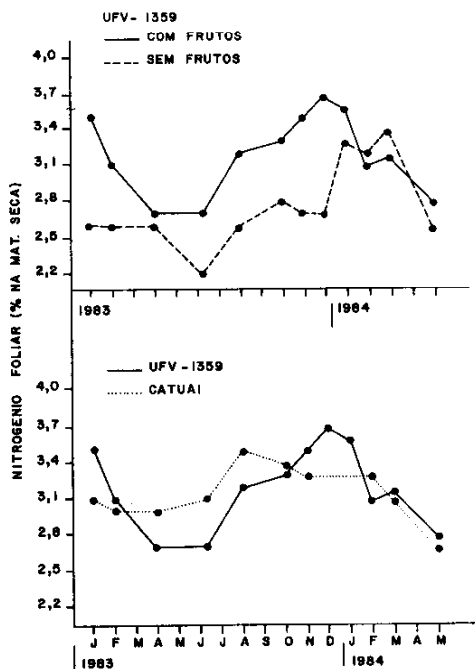


FIG. 1. Variação anual dos teores de Nitrogênio nas folhas da progênie UFV-1359 e do Catuai LCH 2077 - 2- 5- 86.

FIG. 2. Variação anual dos teores de Fósforo nas folhas da progênie UFV-1359 e do Catuai LCH 2077 - 2- 5- 86.

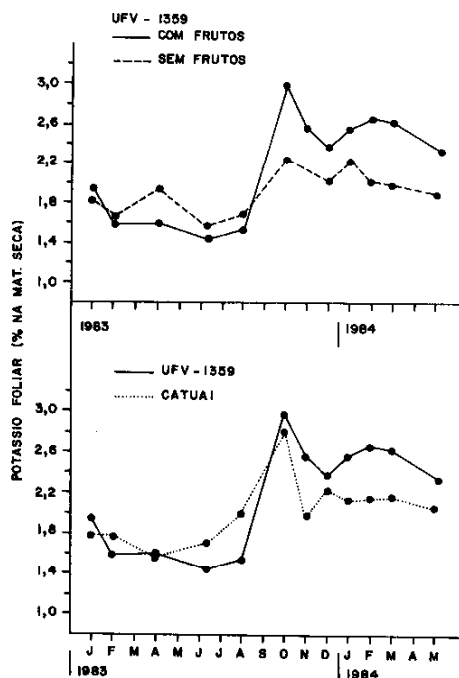


FIG. 3. Variação anual dos teores de Potássio nas folhas da progênie UFV-1359 e do Catuai LCH 2077 - 2- 5- 86.

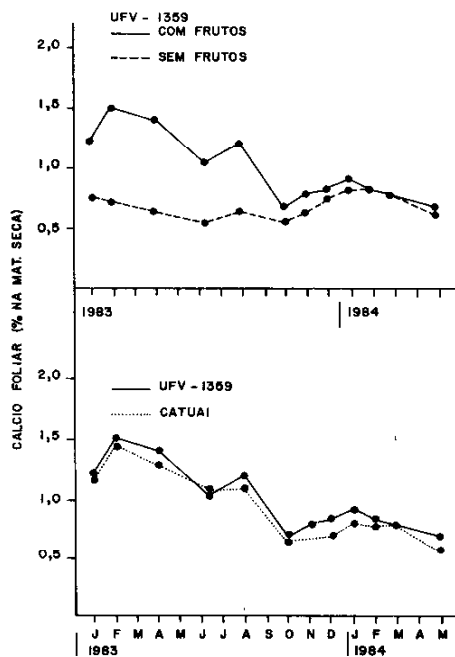


FIG. 4. Variação anual dos teores de Cálcio nas folhas da progênie UFV-1359 e do Catuai LCH 2077 - 2- 5- 86.

dos frutos, pois esses teores variaram semelhante nas plantas com frutos ou sem frutos (Figs. 6 e 7).

Por outro lado, o teor de amido não foi um bom índice das reservas de amido na planta, pois embora os teores de amido chegassem a ser muito próximos na presença ou na ausência dos frutos, provavelmente a quantidade de amido em reserva era muito maior nas plantas sem frutos, porque estas desenvolveram uma copa maior. Da mesma forma, os teores de amido não foram um bom índice de vigor do cafeeiro, pois nem sempre se associaram à seca de ramos.

Os teores de amido analisados individualmente devem ser utilizados com cautela, pois segundo

Wormer (1965), apenas o amido em reserva não parece ser suficiente para suprir a demanda do crescimento vegetativo por mais de sete semanas. Tomando-se como referência o peso da matéria seca das folhas (1075 g), dos ramos (1843 g), das raízes (247 g) e dos frutos (2764 g), obtidos de cafeeiros com 30 meses de idade (Corrêa et al. 1984), é possível fazer uma estimativa de todo o amido em reserva nessas plantas. Se se considerar que os teores de amido foram de 8% nas folhas e de 5% nos ramos e raízes, que são valores superestimados, e se for admitido que todo esse amido foi consumido pelos frutos, ter-se-á, nesse caso, o amido em reserva representando apenas 7% da matéria seca dos frutos. À semelhança do botão

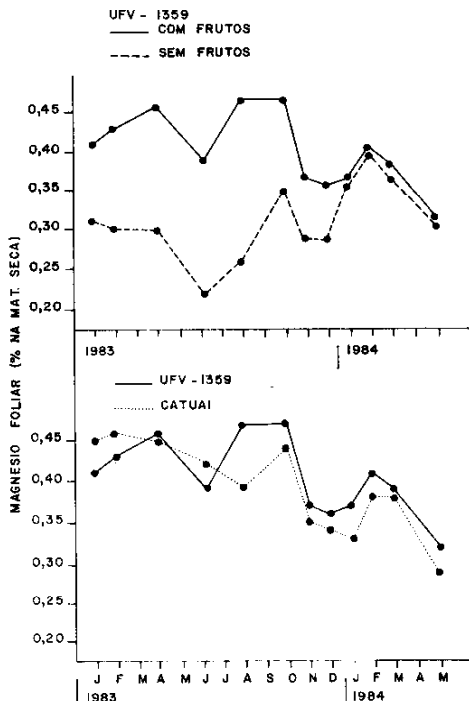


FIG. 5. Variação anual dos teores de Magnésio nas folhas da progênie UFV-1359 e do Catuai LCH 2077 - 2 - 5 - 86.

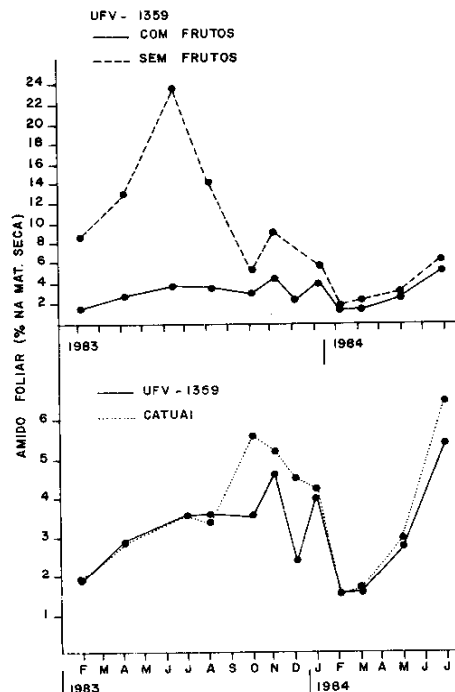


FIG. 6. Variação anual dos teores de Amido nas folhas da progênie UFV-1359 e do Catuai LCH 2077 - 2 - 5 - 86.

floral (Barros et al. 1982), os frutos devem valer-se principalmente da fotossíntese corrente para a sua formação e não das reservas de amido do caule e das folhas. Provavelmente, o cafeeiro consegue sustentar sua produção de frutos sem sofrer seca de ramos, não porque acumulou reservas no período anterior, mas, principalmente, porque desenvolveu e manteve uma superfície foliar fotossinteticamente ativa, adequada às exigências de sua produção de frutos.

Com base nas informações da literatura e nas evidências obtidas neste trabalho, é possível elaborar uma hipótese para tentar explicar a seca de ramos da progênie UFV-1359: o principal fator que contribui para a seca de ramos dessa progênie

parece ser o desbalanceamento da razão entre folhas e frutos. Durante a frutificação de plantas com grande carga, o crescimento vegetativo é bastante reduzido, a razão entre folhas e frutos fica inadequada, e a área foliar torna-se insuficiente para suprir as exigências de fotoassimilados. Os frutos, por serem drenos prioritários, absorvem a maioria dos fotoassimilados, há carência em outras regiões da planta, queda de folhas e seca de ramos. Esse processo é agravado porque a progênie UFV-1359, provavelmente, possui pequena taxa de fotossíntese líquida, durante os períodos de elevada temperatura nos meses de janeiro a março (Rena et al. 1983b), os quais coincidem com a fase de maior demanda de fotoassimilados

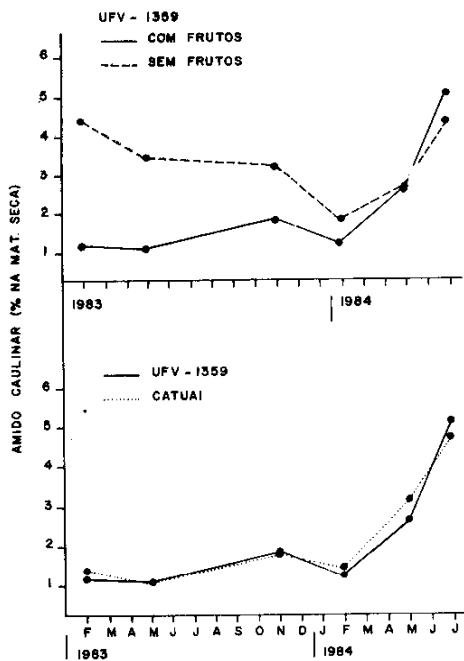


FIG. 7. Variação anual dos teores de Amido nos caules da progênie UFV-1359 e do Catuai LCH 2077 - 2- 5 - 86.

pelos frutos. Ademais, o cafeeiro mantém uma constância no tamanho de suas sementes, independentemente de sua capacidade de suportar uma maior produção, e não possui um mecanismo eficiente para regular o número de frutos por planta (Cannell 1976).

## CONCLUSÕES

1. Observou-se uma relação direta entre a produção e a seca de ramos. Plantas sem frutos não apresentaram seca de ramos.

2. Não foi observada relação entre a seca de ramos da progênie UFV-1359 e a deficiência de N, P, K, Ca ou Mg.

3. O teor de amido, na folha, ou no caule, não foi uma boa variável para se relacionar com o vigor do cafeeiro, pois nem sempre se relacionou com a seca de ramos.

4. Os teores de N, P, K, Ca e Mg das folhas foram diretamente proporcionais à produção de frutos, sendo maiores nas plantas com 100% de frutos, intermediários nas plantas com desbaste de 50% das flores e menores nas plantas sem frutos.

## REFERÊNCIAS

- BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; MOREIRA, R. C. Sources of assimilates for expanding flower buds of coffee. *Turrialba*, v.32, p.371-377, 1982.
- BECKLEY, V. A. Observation on coffee in Kenya. I. Chlorosis and dieback in coffee. *Empire Journal of Experimental Agriculture*, v.3, p.203-209, 1935.
- BITTENCOURT, A. A.; PINHEIRO, E. D. A seca dos ponteiros do cafeeiro. *O Biológico*, v.22, p.140-142, 1959.
- BURDEKIN, D. A.; BAKER, R. M. Lyamungu dieback of arabica coffee in Tanganyika. II. Relation of starch reserves to Lyamungu dieback. *Annals of Applied Biology*, v.54, p.107-113, 1964.
- CANNELL, M. G. R. Effects of irrigation, mulch and N fertilizers on yield components of Arabica coffee in Kenya. *Experimental Agriculture*, v.9, p.225-232, 1973.
- CANNELL, M. G. R. Factors affecting arabica coffee bean size in Kenya. *Kenya Coffee*, v.13, p.343-352, 1974.
- CANNELL, M. G. R. Crop physiological aspects of coffee bean yield. *Kenya Coffee*, v.41, p.245-253, 1976.
- CHAVES, G. M. Melhoramento do cafeeiro visando a obtenção de cultivares resistentes à *Hemileia vastatrix* Berk et Br. *Revista Ceres*, v.23, p.321-332, 1976.
- COOIL, B. J. La composición de la hoja en relación al crecimiento y al rendimiento de café en Kona. *Turrialba: IICA*, 1960. 24p.



- CORRÊA, J. B.; GARCIA, A. W. R.; COSTA, P. C. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, 1984, Londrina. 1984. *Anais...* Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1984. p.174-176.
- FAZUOLI, L. C.; SARRUGE, J. R.; CAMARGO, P. N.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XX. Uma possível causa do desfolhamento e secamento subterminal ("Pescoço Pelado" ou "Pescoço de Galinha"). *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, v.24, p.207-214, 1967.
- GOPAL, N. H. Preliminary studies on the control of fruit drop in arabica coffee. *Indian coffee*, v.25, p.413-420, 1971.
- KUMAR, D. Some physiological aspects of the physiology of *Coffea arabica* L. A review. *Kenya Coffee*, v.44, p.9-47, 1979.
- LINDNER, R. C. Rapid analytical methods for some of the more common inorganic constituents of plant tissues. *Plant Physiology*, v.19, p.76-89, 1944.
- LOTT, W. L.; NERY, J. P.; GALLO, J. R.; MEDCALF, J. C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. New York: IBEC Research Institute, 1956. 40p. (Boletim técnico, 9).
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro-passado, presente e perspectiva. In: MALAVOLTA, E. (Coord.) *Nutrição e adubação do cafeeiro*. Piracicaba: Instituto de Potassa & Fosfato (EUA), 1986. p.138-178.
- MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; COURY, T. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro (*Coffea arabica* L., variedade Bourbon Vermelho). *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, v.22, p.82-93, 1958.
- MCCREADY, R. M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V.; OWENS, H. S. Determination of starch and amylose in vegetables. *Analytical Chemistry*, v.22, p.1156-1158, 1950.
- NUTMAN, F. G. The root-system of *Coffea arabica*. II. The effect of some soil conditions in modifying the "normal" root-system. *Empire Journal of Experimental Agriculture*, v.1, p.285-296, 1933.
- PATEL, R. Z. A. Note on the seasonal variations in starch content of different parts of arabica coffee trees. *East African Agricultural and forestry Journal*, v.36, p.1-4, 1970.
- PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de Estatística Experimental*. 7.ed. São Paulo: Nobel, 1977, 430p.
- RENA, A. B.; PEREIRA, A. A.; BARTHOLO, G. F. Status mineral e a degenerescência precoce de algumas progênies de café resistentes à ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas. *Anais...* Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1983a. p.170.
- RENA, A. B.; CALDAS, L. S.; JOHNSON, C. E.; PEREIRA, A. A. Fotossíntese e o depauperamento de algumas progênies de café resistentes à ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas. *Anais...* Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1983b. p.171-172.
- SYLVAIN, P. G. *Algunos transtornos fisiológicos del café*. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1959. 17p. (Materiales de enseñanza de café y Cacao, 13).
- UMBREIT, W. W.; BURRIS, R. H.; STEAUFFER, J. F. *Manometric and Biochemical Techniques*. 5.ed. Minneapolis, Minnesota: Burgess, 1972. 387p.
- WORMER, T. M. Some physiological problems of coffee cultivation in Kenya. *Café*, v.6, p.1-20, 1965.
- WORMER, T. M.; EBAGOLE, H. E. Visual scoring of starch in *Coffea arabica* L. II. Starch in bearing and non-bearing branches. *Experimental Agriculture*, v.1, p.41-54, 1965.