

# MANEJO DA FERTILIZAÇÃO DE LAVOURAS CAFFEEIRAS COM BASE NO CICLO DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS

Júlio César D. CHAVES<sup>1</sup>, E-mail: [jchaves@iapar.br](mailto:jchaves@iapar.br); Armando ANDROCIOLI FILHO<sup>2</sup>; Denilson FANTIN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador IAPAR e CBP&D-Café, Londrina-PR; <sup>2</sup>Pesquisador do IAPAR, Londrina-PR; <sup>3</sup>Técnico em Agropecuária do IAPAR, Londrina-PR.

## Resumo:

A fertilização do cafeeiro é considerada como o fator de produção que mais contribui para o aumento da produtividade. Os fertilizantes são os insumos mais demandados pela cafeicultura. Este fato concorre para o aumento nos custos totais absolutos de produção em virtude do elevado preço dos fertilizantes. O ciclo de maturação diferenciado dos cultivares em uso, sugere modificação quanto ao período de fornecimento dos nutrientes. Assim, os cultivares precoces teriam demandas antecipadas em relação aos de maturação mediana e estes em relação aos tardios. O fornecimento de nutrientes no mesmo período, poderia afetar a nutrição e por consequência a produção de cultivares com ciclos de maturação diferenciados. Foram avaliados nos experimentos 3 cultivares de café: Icatu Precoce, Mundo Novo e Catuaí Amarelo, com ciclos de maturação precoce, mediano e tardio, respectivamente. Os fertilizantes foram aplicados no período de: 15.09 a 15.02 (E<sub>1</sub>); de 15.09 a 15.03 (E<sub>2</sub>) e de 15.09 a 30.04 (E<sub>3</sub>), todos parcelados em 5 fracionamentos, ou seja a cada 38, 45 e 56 dias. Cada cultivar recebeu os fertilizantes NPK nas 3 épocas. O objetivo do subprojeto foi o de racionalizar o uso de fertilizantes com base no ciclo de maturação dos frutos nos cultivares de cafeeiros utilizadas no Paraná. Os resultados de produção indicaram que o Catuaí teve comportamento inferior ao Mundo Novo no mesmo espaçamento. O Icatu foi ligeiramente mais produtivo em função da maior densidade de plantio; a época de fertilização mais favorável para a produção foi E<sub>2</sub> (início em setembro e final em março) para os três cultivares. A renda do café não foi influenciada substancialmente pelas épocas de adubação, embora houvesse uma ligeira superioridade na E<sub>2</sub>. Na avaliação da peneira, o Catuaí Amarelo apresentou maior quantidade de café na peneira 16 a 18 e o Icatu apresentou a menor quantidade nessa mesma peneira. A análise de regressão mostrou curva de acumulação de matéria verde que se ajustou a equações quadráticas, com pontos de inflexão aos 165, 175 e 185 dias para os cultivares Icatu Precoce, Mundo Novo e Catuaí Amarelo, respectivamente. Mais de 90 % da matéria seca nos frutos foram acumuladas até 187 dias após o florescimento para todos os cultivares; os 10% restantes acumularam até 257 dias. O quociente de incremento de matéria seca no fruto foi muito alto a partir de “chumbinho” e diminuiu com o desenvolvimento do fruto até a granação total. O período entre a granação dos frutos e a maturação completa para atingir o estágio de cereja foi diferente entre os cultivares, sendo menor para o Icatu Precoce, intermediário para o Mundo Novo e maior para o Catuaí Amarelo. Como se trata de uma fase de modificações bioquímicas que estão ocorrendo na epiderme, provavelmente não houve mais consumo externo de nutrientes.

Palavras chave: *Coffea arabica* L., NPK, racionalização da adubação, qualidade da semente

## FERTILIZER MANAJEMENTS FOR COFFEE PRODUCTION BASED ON FRUIT MATURATION CYCLE

### Abstract:

Fertilizer application for coffee is considered to be the main production factor that directly affects coffee productivity. The fertilizers are the highest demanded practice for coffee production. This factor is responsible for increases in total production costs due to the high fertilizer prices. The differentiated maturation cycles of the coffee cultivars recommended for farmers, suggest modifications in the time of nutrient applications. Thus the early maturation cultivars have the demand for nutrients anticipated in relation with median and later maturation cultivars. The application of plant nutrients in the same time for the three different maturation cultivars may affect coffee nutrition and consequently coffee yields. An experiment was conducted with three coffee cultivars: Icatu (early maturation), Mundo Novo (median maturation) and Catuaí Amarelo (later maturation). The fertilizers were applied in the following periods: from September 15 to February 15 (E<sub>1</sub>); from September 15 to March 15 (E<sub>2</sub>) and from September 15 to April 30 (E<sub>3</sub>). The fertilizers were fractionated in five applications in all three periods, or at each 38, 45 and 56 days. Each coffee cultivar received NPK fertilizers in the three periods. The objective of this study was to obtain the maximum benefit of the fertilizer use based on fruit maturation cycles of the coffee cultivars planted in Paraná. The results of yields showed that Catuaí performance was lower than Mundo Novo in the same planting space. The Icatu cultivar was more productive than the others due to its higher planting density. The best fertilizer application time for production of the three coffee cultivars was E<sub>2</sub> (beginning of September and end of March). The gain from green coffee to clean coffee was not significantly affected by the time of fertilizer applications, although it shows an superiority for the E<sub>2</sub> period. The screening evaluation showed that Catuaí Amarelo presented greater clean coffee amounts for the 16 and 18 screen, and Icatu presented the lower quantity for the same screen. The regression statistical analyses showed a curve of green matter

accumulation adjusted for quadratic equation with reflections point at 165, 175 and 185 days for Icatú, Mundo Novo, and Catuaí Amarelo, respectively. More than 90% of dry matter in the fruits was accumulated up to 187 days after flower time for the three cultivars; the rest 10% accumulated up to 257 days. The dry matter increment in the fruit was higher from “chumbinho” stage and decreased with fruit growth. The period from fruit formation to complete fruit maturation was different among cultivars, being lower for early Icatú, intermediated for Mundo Novo, and greater for Catuaí Amarelo. This stopped in the nutrient consumptions by the fruits is explained by the greater biochemical transformations in the epidermis during this fruit stage.

**Key words:** *Coffea arabica* L., NPK, profitable fertilization, coffee seed quality.

## Introdução

A nutrição do cafeeiro com base na análise foliar está intimamente relacionada ao desenvolvimento e quantidade dos frutos na planta (Chaves, 1984). Os elementos nutrientes que apresentam mobilidade no floema são redistribuídos dentro da planta (Epstein, 1975), caminhando da folha mais velha para a mais nova e/ou diretamente da folha mais próxima para o fruto em desenvolvimento. Isto significa que em anos de boa produção, o cafeeiro poderá ser debilitado devido à grande redistribuição dos nutrientes e carboidratos para os frutos em crescimento, causando grande desfolha às plantas (Nunes et alii, 1968; Bierhuizen et alii, 1969).

No depauperamento do cafeeiro é possível que o importante não sejam os carboidratos de reserva das folhas ou do lenho, os quais são rapidamente esgotados pelos botões florais, flores, “chumbinho” e folhas jovens em crescimento, mas a capacidade fotossintética da planta, a qual depende da área foliar por planta e da taxa de fotossíntese líquida corrente (Rena e Maestri, 1987).

Sabe-se que o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) são móveis dentro da planta (Malavolta et. al., 1989). Estes elementos, portanto, não são fornecidos aos frutos apenas diretamente pelas raízes, mas sim através, provavelmente, de dois processos: absorção radicular via xilema e redistribuição via floema. Sendo a carga pendente muito alta, é lícito esperar que uma quantidade apreciável de nutrientes deixe a folha para se alojar nos frutos (Malavolta et alii, 1989 e Malavolta, 1981); em virtude deste fato, pode ocorrer uma grande queda de folhas prejudicando o processo de fotossíntese e gerando todos os problemas já conhecidos, particularmente em relação à produtividade (Alvin, 1972, Bernardes, 1987). Segundo Malavolta (1979), um fruto na adjacência da folha pode afetar o teor da maior parte dos elementos na mesma. A carga ou produção é capaz de influenciar até mesmo a composição das folhas situadas em ramos não portadores de frutos. Segundo Huerta, 1963 na época de produção, os níveis de elementos na folha do cafeeiro são mais baixos por efeito da redistribuição das reservas das folhas até os frutos em crescimento; portanto deve-se esperar níveis mais baixos para o mesmo par foliar durante o período de maturação dos frutos.

O fenômeno de retenção foliar tem relevante importância como fator de aumento do rendimento e estabilidade da produção e seu controle direto ou indireto pode oferecer resultados compensadores (Rena & Maestri, 1986).

O envelhecimento precoce da folha e conseqüente menor capacidade de fotossíntese está relacionada ao seu conteúdo de nutrientes, especialmente nitrogênio e potássio. A retirada de nutrientes pelos frutos comparativamente às demais partes da planta é mostrado por Haag, 1987. A maior demanda de fotoassimilados pelo cafeeiro ocorre durante o período de enchimento ou granação dos frutos.

A utilização de variedades de cafeeiros com ciclos diferenciados de maturação dos frutos demandam nutrientes em épocas distintas. Assim, é provável que plantas precoces necessitem receber nutrientes mais cedo que as plantas de ciclo mediano e tardio. A aplicação dos fertilizantes de forma idêntica nestas plantas poderá comprometer sua eficiência pois nas plantas precoces os últimos parcelamentos poderão ser realizados com os frutos já fisiologicamente maduros e nas plantas de maturação tardia, antes do período de maior velocidade de acumulação de matéria seca. Em ambos os casos os prejuízos poderão ser grandes, pois tratando-se de cultura perene, os danos poderão ser acumulativos afetando o desenvolvimento da planta e principalmente a produção de ramos produtivos.

Durante o crescimento, os frutos são grandes demandadores de substâncias nutritivas provenientes das folhas (Rena e Maestri, (1987) e se estas não contêm quantidades suficientes, impedem o crescimento do ramo e de novas folhas.

No presente trabalho procurar-se-á acompanhar a evolução nutricional, produtividade e qualidade do grão em plantas precoces, medianas e tardias com combinações de épocas de fornecimento de nutrientes variando de setembro a fevereiro, setembro a março e setembro a abril.

## Material e Métodos

Foram utilizadas 03 (três) cultivares de café com ciclos de maturação precoce (Icatu Precoce), mediana (Mundo Novo) e tardia (Catuaí Amarelo); 01 (um) nível de adubação e 03 (três) períodos de fornecimento de fertilizantes. Os tratamentos ficaram assim definidos: **Variedades:** V<sub>1</sub> = Maturação precoce; V<sub>2</sub> = Maturação mediana e V<sub>3</sub> = Maturação tardia. Nível de adubação: **NA** = N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (300-100-300) kg/ha. **Épocas de aplicação:** E<sub>1</sub> = início em 15.09 e final em 15.02 (05 aplicações de fertilizantes espaçadas de 38 dias, ou seja: 15.09 - 23.10 - 30.11 - 07.01 - 15.02); E<sub>2</sub> = início em 15.09 e final

em 15.03 (05 aplicações de fertilizantes espaçadas de 45 dias, ou seja: 15.09 - 30.10 - 14.12 - 28.01 - 15.03) E<sub>3</sub> = início em 15.09 e final em 30.04 (05 aplicações de fertilizantes espaçadas de 56 dias, ou seja: 15.09 - 10.11 - 05.01 - 02.03 - 30.04). Em resumo os tratamentos ficaram assim constituídos:

Icatu precoce	Mundo Novo	Catuai Amarelo
V1NAE1	V2NAE1	V3NAE1
V1NAE2	V2NAE2	V3NAE2
V1NAE3	V2NAE3	V3NAE3

Foi utilizado o delineamento estatístico em blocos ao acaso com 04 (quatro) repetições. A parcela foi composta de 16 plantas, utilizando-se as 04 (quatro) centrais para as avaliações necessárias.

Para ganhar tempo, foram utilizadas áreas com plantas em fase produtiva, com densidade de 2,8 mil plantas/ha (Mundo Novo e Catuai Amarelo) e 5,3 mil plantas/ha (Icatu Precoce).

Foram avaliados a cada 30 dias, contados a partir do estágio “chumbinho” dos frutos, o crescimento de matéria seca dos frutos e acumulação de nutrientes. Foi acompanhado também a avaliação do estado nutricional das plantas com base em análise foliar, no início do crescimento (chumbinho), na fase intermediária (enchimento do grão) e maturação fisiológica dos frutos. Foi realizada uma amostragem de solo no início dos experimentos e outra no final, para avaliação das alterações nas suas principais características químicas. As análises químicas de solo e tecido foram realizadas conforme metodologia utilizada pelo laboratório de solo e tecido vegetal do IAPAR. Foram realizadas avaliações da produção de café (kg de café beneficiado/ha), tamanho de peneira das sementes e porcentagem de grãos moca.

Para a aplicação dos fertilizantes nas épocas definidas, foi utilizado irrigação se o solo estivesse seco, na base de 20 mm de chuva em todas as áreas e plantas dos experimentos.

## Resultados e Discussão

### 1. Produção e renda

A produção de café beneficiado verificada no período de 2003 a 2006 (04 colheitas) pode ser avaliada através da Figura 1. Vale ressaltar que o Icatu Precoce foi plantado em sistema de cultivo com maior densidade de plantas em relação ao Mundo Novo e Catuai; estes dois cultivares estão no mesmo espaçamento. A época de fertilização E<sub>2</sub> se mostrou mais eficiente, contribuindo de forma mais efetiva para a produtividade das lavouras; E<sub>1</sub> e principalmente E<sub>3</sub> apresentaram produções equivalentes e inferiores a E<sub>2</sub>, conforme mostrando a Figura 1. A média das 04 produções mostrou também superioridade do cultivar Mundo Novo sobre o Catuai Amarelo, ambos implantados na mesma densidade.

Em relação à renda do café, verificou-se que as épocas de adubação pouco influenciaram, porém há que se ressaltar que o Icatu Precoce apresentou a renda mais alta, independente da época de fertilização. Os cultivares Mundo Novo e Catuai apresentaram rendas parecidas sendo ligeiramente maior no M. Novo; na avaliação da renda para estes dois cultivares, a época de adubação E<sub>2</sub> foi um pouco mais favorável (Figura 2).

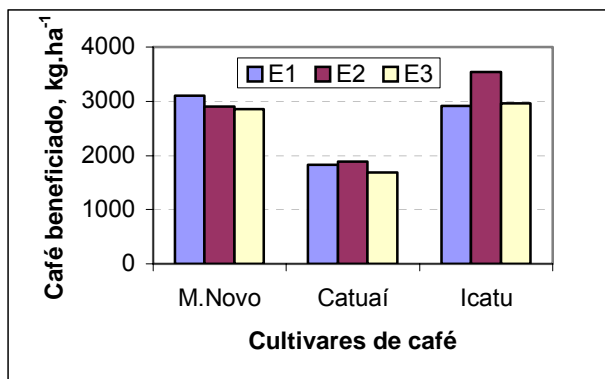


Figura 1. Produção de café beneficiado dentro das épocas de adubação

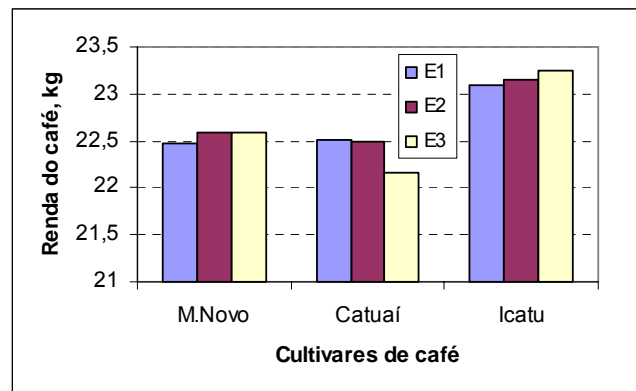


Figura 2. Renda do café dentro das épocas de adubação

## 2. Tamanho de peneira das sementes

O tamanho de peneira foi diferente para os cultivares avaliados. O Catuaí amarelo apresentou maior quantidade de sementes mais graúdas em comparação com os cultivares Mundo Novo e Icatu precoce. A avaliação das peneiras mostrou que 59 %, 36 % e 24,5 %, respectivamente das quantidades totais de sementes do Catuaí Amarelo, Mundo Novo e Icatu Precoce se encontravam dentro das peneiras de 16 a 18. Em relação às peneiras mais baixas, os percentuais se inverteram, ficando 31 %, 51 % e 64 %, respectivamente das sementes de Catuaí Amarelo, Mundo Novo e Icatu Precoce dentro das peneiras igual e inferior a 15. A quantidade de café moca não variou significativamente entre os cultivares ficando em torno de 10 a 12 %, porém o Mundo Novo apresentou um pouquinho mais, 13 % (Figura 3). Possivelmente as maiores produtividades (maior número de frutos) alcançadas nos cultivares Mundo Novo e Icatu Precoce, tenham contribuído para a diminuição no tamanho das sementes destes cultivares. Na avaliação do tamanho de peneira dentro das épocas de fertilizações, constatou-se, por exemplo, nas peneiras maiores (16 a 18) que os efeitos foram diferenciados dentro dos cultivares, sendo que as épocas mais favoráveis foram: época 3 (E<sub>3</sub>) para o Catuaí Amarelo; época 1 (E<sub>1</sub>) para o Mundo Novo e época 2 (E<sub>2</sub>) para o Icatu Precoce (Dados não apresentados).

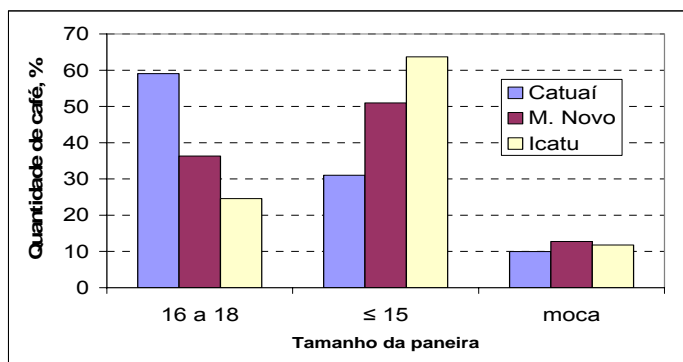


Figura 3. Quantidade (%) de sementes de café distribuído dentro das peneiras para os diferentes cultivares avaliados

## 3. Acumulação de matéria verde e seca nos frutos

Foram avaliados os acúmulos de matéria verde e seca nos frutos dos cultivares de café durante o desenvolvimento. O peso da matéria verde cresceu da fase “chumbinho” até granação completa; depois começou a perder peso drasticamente devido à saída de água dos frutos. A análise de regressão (Figura 4) mostra curvas de acumulação de matéria verde que se ajustou a equações quadráticas, com ponto de inflexão aos 165, 175 e 185 dias para os cultivares Icatu Precoce, Mundo Novo e Catuaí Amarelo, respectivamente. Verificou-se, pela determinação real do peso, que mais de 90 % da matéria seca acumulada nos frutos dos três cultivares, ocorreu até 187 dias após o florescimento; a matéria seca restante ( $\pm 10\%$ ) acumulou até aos 257 dias (dados não apresentados).

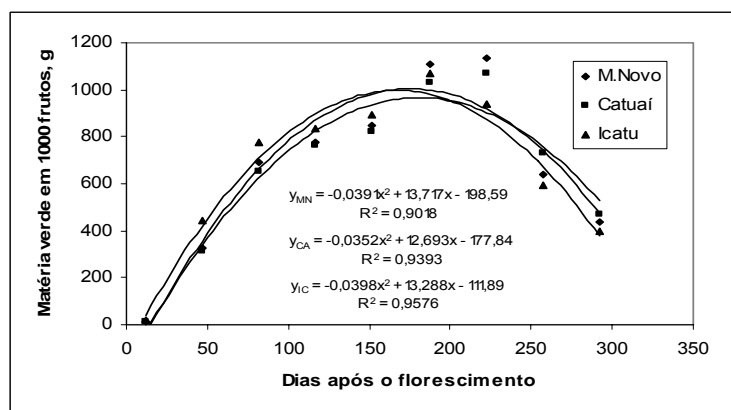


Figura 4. Relação entre a acumulação de matéria verde no fruto com o tempo após o florescimento

A acumulação de matéria seca, avaliada em 1000 frutos, mostrou um forte incremento a partir do estágio “chumbinho” dos frutos até a fase de granação; Utilizando-se os resultados do cultivar Mundo Novo como referência, verificou-se um incremento de matéria seca próximo a 1.000% (10 vezes) entre a segunda amostragem em dezembro e a primeira em

novembro; entre a terceira, em janeiro, e a segunda o aumento foi de 250% (2,5 vezes); este incremento foi diminuindo com o desenvolvimento dos frutos para todos os cultivares até a relação se estabilizar em 1,0. Os resultados são similares para todas as épocas de adubação. No estádio “chumbinho” houve necessidade de mais ou menos 219.000 frutos para completar 01 kg de matéria seca; já nos estádios finais de maturação esta quantidade caiu para aproximadamente 3200 frutos. A matéria seca acumulada em 01 fruto variou de 4,5 mg no estádio “chumbinho” a 320 mg no estádio de maturação completa. A acumulação total de matéria seca nos frutos ocorreu de forma semelhante para os cultivares Mundo Novo e Icatu Precoce e pouca coisa mais tardio em relação ao Catuaí Amarelo; dentro das épocas de adubação não ocorreram diferenças. Esperava-se, na verdade, tempos de acumulação bem diferenciados entre os três cultivares, visto que, no Paraná, a colheita do Icatu ocorre em junho; a do Mundo Novo em julho e a do Catuaí em agosto. Estes resultados indicam que o período entre a granação e a modificação na coloração do exocarpo (casca de verde para vermelho ou amarelo (fruto cereja) é que se diferencia nos cultivares. Nesta fase ocorrem transformações bioquímicas no fruto que podem acelerar ou retardar o processo de transformação da cor do exocarpo ; de qualquer forma este fenômeno não deve consumir nutrientes. Assim, se explica porque os cultivares avaliados, embora com ciclos diferentes de maturação, não responderam aos diferentes períodos de fertilização.

### Conclusões

Os resultados alcançados neste trabalho permitiram concluir que os cultivares de café avaliados, apresentaram o mesmo padrão de desenvolvimento dos frutos. Aproximadamente 90 % da matéria seca dos frutos acumulou praticamente no mesmo período para os três cultivares de café e somente os 10% restantes é que apresentaram uma pequena variação dependendo do cultivar. O período entre a granação dos frutos e a maturação completa para atingir o estádio de cereja foi diferente entre os cultivares, sendo menor para o Icatu Precoce, intermediário para o Mundo Novo e maior para o Catuaí Amarelo, sendo portanto, esta fase, a responsável pelas épocas de colheita precoce mediana e tardia dos cultivares avaliados. Como se trata de uma fase de modificações bioquímicas que estão ocorrendo na epiderme, provavelmente não ocorre mais consumo externo de nutrientes. Estes resultados explicam a razão pela não obtenção de respostas dentro das épocas diferenciadas de fertilizações programadas e confirmou a época E<sub>2</sub> como a mais indicada para a fertilização da lavoura com estes cultivares.

### Referências Bibliográficas

- BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: ECOFISIOLOGIA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Editado por P.R.C. Castro, S.O. e T. Yamada. Piracicaba. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 13-48, 1987.
- BIERHUIZEN, J.F.; NUNES, M.A.; POELGMAN, C. Studies on the productivity of coffee. II. Effect of soil moisture on photosynthesis and transpiration of *Coffea arabica*. Acta Botanica Neerlandica, Leiden, 18:367-374, 1969.
- CHAVES, J. C. D. C. & SARRUGE, J. R. Alterações nas concentrações demacronutrientes nos frutos e folhas do cafeeiro durante um ciclo produtivo. Pesq. agropec. bras., Brasília, 19 (4) : 427-432, 1984.
- EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas : princípios e perspectivas. Tradução e notas de E. Malavolta. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975. 344 p.
- HAAG, H.P. A nutrição mineral e o ecossistema. In: ECOFISIOLOGIA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Piracicaba. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. p. 49-69, 1987.
- HUERTA, S.A. Par de hojas representativo del estado nutricional del café. Cenicafé, Chinchina, 14:111-128, 1963.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do citros. Boletim Técnico do Instituto da Potassa. Piracicaba, 5:13-71, 1979.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral do cafeeiro – Passado, presente e perspectivas. In: NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DO CAFEEIRO. Editado por E. Malavolta, T. Yamada e J.A. Guidolin. Piracicaba. Instituto da Potassa & Fosfato, p.138-194, 1981.
- MALAVOLTA, E. ; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e Aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- NUNES, M. A.; BIERHUIZEN, J. F.; PLOEGMAN, C. Studies on the productivity of coffee. I. Effect of light, temperature and CO<sub>2</sub> concentration on photosynthesis of *coffea arabica*. Acta Botanica Neerlandica, Leiden, 17:93-102, 1968
- RENA, A. B. & MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: ECOFISIOLOGIA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Editado por P.R.C. Castro, S.O. Ferreira e T. Yamada Piracicaba, Associação Brasileira par Pesquisa da Potassa e Fosfato, p.119-147, 1987.
- RENA, A. B. & MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: CULTURA DO CAFEEIRO : FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE. editado por A. B. Rena, E. Malavolta, M. Rocha, T. Yamada. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.13-85, 1986.