

COMPORTAMENTO DE CAFEEIROS (*Coffea arabica* L. cv.  
MUNDO NOVO) ORIUNDOS DE ECOSISTEMAS  
DIVERSOS, SOB CONDIÇÕES UNIFORMES\*

Paulo R.C. Castro\*\*  
Hermínia E.P. Martinez\*\*\*  
Deborah M. Ciarelli\*\*\*\*  
Marlene E. Marchetti\*\*\*\*\*

RESUMO

Estudou-se o desempenho de cafeeiros (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo) oriundos de quatro ecossistemas diferentes (sombra, meia sombra, pleno sol e casa de vegetação), quando submetidos a condições de campo. Realizaram-se avaliações da morfologia, desenvolvimento e produtividade biológica do cafeeiro. Efetuaram-se também determinações da nutrição mineral, infestação de pragas e solarização. O crescimento em altura revelou-se superior nas plantas originárias de casa de vegetação e meia som

---

\* Entregue para publicação em 28/03/83.

\*\* Depto de Botânica, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

\*\*\* Campus de Ilha Solteira, UNESP.

\*\*\*\* Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, IAC.

\*\*\*\*\* Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista.

bra. O número de ramos mostrou-se mais elevado em cafeeiros provenientes de locais mais ensolarados, sendo que plantas originárias de locais mais sombreados apresentaram maior número de folhas por ramo. Nestes três parâmetros notou-se uma tendência de recuperação nas condições de campo em cafeeiros provenientes de sombra. O peso da matéria seca foliar revelou-se mais elevado em plantas oriundas de meia sombra e mais baixo naquelas provenientes de casa de vegetação, sendo que nos dois ocorreu adaptação às condições de campo num período de 75 dias. O peso da matéria seca do caule e das raízes mostrou-se mais alto nos cafeeiros originários de casa de vegetação, sendo que a melhor adaptação às condições uniformes também ocorreu com as plantas oriundas da sombra. Quanto ao aspecto nutricional, determinaram-se teores mais elevados de N foliar em plantas oriundas de pleno sol e níveis mais altos de P e Ca em cafeeiros originários de meia sombra. Esse tratamento promoveu também acúmulo de Zn no cafeeiro. O caule dos cafeeiros mostrou teores de nutrientes inferiores às folhas, exceto o nível mais alto de Zn e os níveis semelhantes de Cu. Plantas originárias de pleno sol apresentaram teores mais elevados de Ca e S. As raízes mostraram níveis de nutrientes superiores ao caule e inferiores às folhas, exceto no caso do Cu, Zn e Mn, que se revelaram mais altos no sistema radicular. O nível de infestação de *Perileucoptera coffeella* mostrou-se mais elevado nas plantas provenientes de casa de vegetação, sendo

que cafeeiros originários de locais sombreados revelaram-se pouco afetados. A infestação de *Coccus viridis* revelou-se sempre mais elevada em plantas provenientes de meia sombra. Cafeeiros oriundos de pleno sol e casa de vegetação não sofreram solarização, sendo que aqueles provenientes de meia sombra e sombra sofreram danos crescentes nas folhas. Sombreamento afetou o desenvolvimento dos cafeeiros em função de sua intensidade e interação com outros fatores bióticos e abióticos do ecossistema.

## INTRODUÇÃO

O cafeeiro, segundo SILVAIN (1954) é natural das florestas da Etiópia, onde aparece sob diversos graus de sombreamento, o que levou alguns pesquisadores a concluir que essa espécie se desenvolveria e produziria melhor sob sombra, o que gerou uma série de trabalhos, de resultados contraditórios, visando a elucidar essa hipótese.

Embora atualmente já esteja estabelecido que o melhor desenvolvimento e produção dos cafeeiros ocorrem a pleno sol, quando estes são convenientemente manejados (ALVIM et alii, 1953), os trabalhos desenvolvidos nesse período mostraram ser o cafeeiro uma planta de grande plasticidade fenotípica, adquirindo características morfológicas, fisiológicas e nutricionais distintas em função do ambiente em que se desenvolve.

Com respeito aos efeitos de diferentes intensidades luminosas sobre a morfologia e fisiologia de cafeeiros, SILVAIN (1954) conduzindo plântulas de cafeeiro em quatro intensidades luminosas diferentes, observou que o peso dos ramos e o número de folhas no caule não foram afetados pelos tratamentos, mas que estes tiveram grande

efeito no número de ramos laterais produzidos, estando este parâmetro diretamente relacionado com a intensidade de luz, sendo que o crescimento lateral total e o número total de folhas nos ramos laterais seguiu o mesmo padrão. Além disso, o tempo decorrido desde o plantio até o aparecimento das primeiras ramificações laterais foi menor quanto mais intensa a quantidade de luz recebida. O número de ramos laterais também foi maior ao sol que à sombra. Segundo o autor, muitos trabalhos relatam que o sombreamento resulta em meristemas longos e pequeno número de folhas com maior área. Concordando com essa observação, tem-se o trabalho de BOYER (1968) que submeteu alguns clones de cafeeiro robusta a três intensidades luminosas diferentes, e observou que a sombra aumentava as áreas individuais da folhas, mas reduzia sua espessura e sua densidade de estômatos. A área foliar era maior, entretanto, no tratamento a pleno sol, embora os índices de área foliar não diferissem entre os três tratamentos. O autor constatou ainda melhor frutificação e produção sob sombra pouco intensa.

OSTENDORF (1962) descreveu um experimento conduzido em El Salvador no qual plantas jovens sob sombra cresceram mais que ao sol, além disso, tinham ramos com poucos meristemas e produziam menor número de flores por gemma que as plantas ao sol. Seu sistema radicular era pouco extenso e sua produção era menor que a das plantas submetidas à plena insolação. OSTENDORF (1962) cita ainda da experimento realizado na Costa Rica no qual o aumento da intensidade da luz resultou em maior número de meristemas por ramo, embora reduzisse seu comprimento. Nesse experimento a produção de café foi maior ao sol, especialmente quando foram aplicados fertilizantes, e esse comportamento foi atribuído ao grande número de flores produzidas em pleno sol.

Quanto ao desenvolvimento do sistema radicular, SILVAIN (1954) observou que em vários trabalhos o peso das raízes de cafeeiros conduzidos ao sol foi maior que o das plantas conduzidas na sombra, e que a ramificação lateral das raízes parece estar negativamente correlacionada com a intensidade luminosa. As plantas conduzidas

ao sol mostraram sistema radicular cônico e alongado com pouca ramificação lateral, enquanto que as mantidas à sombra apresentaram um sistema radicular fibroso e bastante ramificado.

MACHADO (1959) conduziu na Colômbia uma série de ensaios comparando o efeito da exposição de cafeeiro conduzido por muitos anos sob sombreamento e ao sol, tendo constatado que um ano após a eliminação do sombreamento a parte não sombreada contrastava muito com a sombreada. As plantas sombreadas tinham melhor aspecto, suas folhas eram mais verdes e com maior tamanho, apresentavam ramos novos de primeira colheita em abundância, plantas mais uniformes e sãs, sem problemas de dieback. O autor atribui essas diferenças ao desenvolvimento de temperaturas deletérias ao crescimento com a eliminação do sombreamento.

No Brasil podemos citar o trabalho de CARVALHO et alii (1961) que conduziram ensaios com plantas de cafeeiro sombreadas e não sombreadas em Campinas, Ribeirão Preto, Pindorama, Mococa e Jaú. Os autores usaram diversas progênies, linhagens e variedades de cafeeiros, num total de 25 tipos de plantas diferentes e observaram que em Ribeirão Preto as plantas sombreadas foram significativamente menores que as demais e que em todas as localidades a produção foi maior ao sol, o que atribuíram às diferenças no número de folhas, luminosidade e água disponível no solo. Observaram ainda que com o desenvolver das árvores, os cafeeiros mantidos à sombra eram mais esguios, com ramos laterais mais alongados e número reduzido de ramificações secundárias e terciárias.

GRANER & GODOY JUNIOR (1971) sombreamaram parte de um cafezal velho e observaram durante nove biênios o comportamento das plantas ao sol e à sombra. Nos três primeiros biênios a produção foi maior nas parcelas não sombreadas, nos quatro biênios seguintes não diferiu entre os dois tratamentos, e nos dois últimos passou a ser maior nas parcelas sombreadas, o que os autores atribuíram ao fato das sombreadas estarem em decadência, com muitas árvores mortas, favorecendo esse tratamento pela luz e pela matéria orgânica acumulada. Geralmente veri-

fica-se redução na produção de cafeeiros mantidos sob sombreamento. Isto se deve ao maior número de falhas e necessários replantes, menor luminosidade e diminuição na disponibilidade hídrica (FRANCO, 1948).

Quanto ao estado nutricional das plantas, OSTENDORF (1962) considerou que cafeeiros sombreados geralmente não respondem a fertilizantes, e com plena insolação mostram respostas marcantes. Indicou também que o nível crítico de nitrogênio e potássio nas folhas é levemente maior em cafeeiros não sombreados que nos sombreados. TANADA (1946) relatou a ocorrência de maior quantidade de nitrogênio na forma nítrica em folhas jovens com relação às demais, e extensa flutuação do nível de nitrato durante a estação de crescimento, o que pode ser atribuído a fatores externos, tais como a intensidade de luz incidente. O autor citou ainda que os nitratos se acumulam nas plantas quando a síntese de carboidratos é reduzida ou quando a luz solar é diminuída. Relacionou também os efeitos das baixas temperaturas e das deficiências de potássio, fósforo e manganês. TANADA (1946) relatou aumentos no nível foliar de potássio e cálcio com o sombreamento, e no nível de fósforo durante o período mais frio. OSTENDORF (1962) mostrou que a aplicação de nitrogênio revertia parcialmente o decréscimo na produção e número de meristemas promovidos pelo sombreamento, mas teve pequeno efeito quanto ao comprimento dos meristemas.

KUPPER (1981) indicou que o desequilíbrio de nutrientes pode reduzir a resistência das plantas a pragas e doenças, e cita a revisão de Chaboussou (1972), mencionando o efeito das relações N/K, K/Ca e K/Ca + Mg sobre o ataque de pragas em cafeeiros. SILVAIN (1954) relacionou as diferenças em infestação com pragas e doenças que ocorrem em diferentes ecossistemas, ao microclima formado e a diferente composição química advinda da fixação de maior ou menor quantidade de luz. AMARAL (1953) relatou que as condições mais secas existentes em terrenos elevados, com considerável frequência de ventos, favoreceu o desenvolvimento do bicho mineiro (*Perileucoptera coffeella*) em cafeeiro. PARRA (1975) encontrou que as faces norte e leste dos cafezais, são em função da trajetõ

ria do sol, as mais atacadas por essa praga, sendo que PARRA (1981) concluiu ser 27°C a temperatura ideal para o desenvolvimento de *P. coffecella*, sendo a duração da fase de crisálida reduzida pelo aumento da temperatura.

Já se verificou aumento na infestação de *Coccus viridis* com a realização de sombreamento em cafeeiros (GALLO et alii, 1970).

Com base nas informações acima, o presente trabalho visa a observar o comportamento de cafeeiros que foram mantidos por dois anos em quatro ecossistemas diferentes, quando submetidos a plena insolação, nas condições de campo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido nas dependências do Horto Experimental do Departamento de Botânica da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba.

Mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo) plantadas em vasos de 12 litros de capacidade e conduzidas durante dois anos em ecossistemas diferentes, sendo eles, sombra, meia sombra, pleno sol e casa de vegetação, foram adubadas e transferidas para condições uniformes de campo com plena insolação, em delineamento experimental inteiramente ao acaso com 10 repetições. Avaliaram-se o estado inicial das plantas e sua capacidade de adaptação ao novo ambiente. O período experimental foi de 02/08/82 a 29/10/82, iniciando-se as avaliações em 17/08/82.

As plantas foram caracterizadas descrevendo-se sua morfologia externa, determinando-se o peso da matéria seca (g) de folhas, caule e raízes e seus níveis de macronutrientes em porcentagem: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, além dos seguintes micronutrientes, em ppm: cobre, ferro, manganês e zinco, ao iní

cio e ao final do experimento. Para as determinações de peso da matéria seca e estado nutricional, foram amostradas duas plantas representativas do desenvolvimento médio em cada tratamento, para cada uma das ocasiões.

Avaliaram-se mensalmente altura das plantas, número de folhas, número de ramos laterais, número de folhas por ramo, infestação de pragas e efeitos de solarização. Os dois últimos parâmetros foram determinados através da atribuição de valores de 1 a 5, os quais foram transformados em  $\sqrt{x} + 1/2$ . Os dados foram analisados estatisticamente segundo GOMES (1977).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização Morfológica

Ao início do experimento, as plantas conduzidas na sombra apresentavam o menor porte, suas folhas eram mais longas e mais largas que as dos tratamentos pleno sol e casa de vegetação, mostrando coloração verde escuro. Os ramos apresentavam comprimento médio e inseriram-se ao tronco em ângulos levemente agudos. A inserção dos ramos no tronco dava-se uniformemente desde a base até o topo, sendo estes bem espaçados entre si. Os meritalos eram longos e a copa apresentava um aspecto piramidal. As folhas distribuíam-se uniformemente ao longo dos ramos. Ao final do experimento observava-se que as folhas emitidas, após terem sido as plantas submetidas a plena insolação, eram mais curtas e estreitas, sendo a inserção dos ramos em ângulo mais agudo.

As plantas de meia sombra apresentavam porte alto, suas folhas revelavam-se longas e largas, com uma tonalidade um pouco mais clara que as do tratamento sombra, estando algumas cobertas por fumagina. Os ramos mostravam-se longos e inseriam-se ao tronco formando um ângulo de cerca de 90° na parte basal da copa, e levemente agu-

do na parte apical. Os meritalos apresentavam-se longos e as folhas bem distribuídas em toda a extensão dos ramos. A copa mostrava um aspecto aberto e piramidal, sendo as plantas desse tratamento as que apresentavam melhor aspecto geral. Ao final do experimento tais plantas revelaram o mesmo aspecto geral, porém, a fumagina havia desaparecido e as folhas mostravam-se cloróticas.

Plantas de pleno sol apresentavam inicialmente um porte médio, folhas estreitas e curtas de coloração verde escuro. Os meritalos mostravam-se curtos e os ramos curtos e erectos, formando ângulos agudos com o tronco. A inserção dos ramos no tronco era alta, estando os inferiores quase completamente desfolhados. As folhas se agrupavam nas extremidades dos ramos e a copa apresentava disposição foliar semelhante a inflorescência em corimbo. Ao final do experimento a copa apresentava formato arredondado, com uma camada periférica de folhas pequenas inseridas na extremidade dos ramos. As demais características mantinham-se semelhantes.

Cafeeiros de casa de vegetação apresentavam porte alto, folhas pouco maiores que as das plantas do tratamento pleno sol e de coloração verde amarelada, as mais velhas apresentando clorose internerval a partir dos bordos, e as mais novas apresentando bordos amarelados. Os meritalos mostravam-se curtos, os ramos erectos e um pouco mais longos que os do tratamento pleno sol, inserindo no tronco em ângulos agudos. A inserção dos ramos era alta e as folhas localizavam-se em extremidades. A copa apresentava aspecto de corimbo. Ao final do experimento as folhas apresentavam coloração verde escuro, e a copa um formato ovalado com uma camada periférica de folhas. O aspecto geral das plantas era melhor que o inicial, o que indica que as altas temperaturas desenvolvidas na casa de vegetação estavam tornando-se prejudiciais.

Observa-se pelas descrições anteriores que o cafeeiro se adapta a diferentes condições lumínicas, de modo a maximizar sua eficiência fotossintética. As plantas mantidas na sombra apresentavam-se abertas, piramidais, com ramos próximos a horizontal, folhas longas e largas, bem distribuídas ao longo de poucos ramos, o que favore-

ceria a captação da baixa luminosidade incidente. Em condições de iluminação intensa, acima do ponto de saturação lumínica das folhas, as copas apresentavam-se arredondadas, com uma camada periférica de folhas colocadas na extremidade dos ramos, uma vez que, nessas condições não seria vantajoso para a economia da planta manter folhas fotossintetizando em condições inadequadas no interior da copa. Nesse caso, a quantidade de fotossintetizados produzidos pelas folhas pequenas e numerosas expostas à luz intensa, seria suficiente para manter elevado número de ramos e crescimento ativo.

Muitos trabalhos mostram as diferenças morfológicas de cafeeiros conduzidos em diferentes condições lumínicas, entre eles pode-se citar o de BOYER (1968) que observou incremento das áreas individuais das folhas com o aumento do sombreamento, o de OSTENDORF (1962) que relatou o aumento do número de meristemas por ramo, com diminuição do seu comprimento, com o aumento da insolação, o de SILVAIN (1954) mostrando diferenças nos portes de cafeeiros conduzidos sob intensidades luminosas diferentes, e o de CARVALHO *et alii* (1961) que observaram portes reduzidos e esguios, ramos laterais alongados e número reduzido de ramificações secundárias e terciárias em cafezais conduzidos à sombra.

Quanto às raízes, nas duas amostragens, as das plantas conduzidas em meia sombra mostraram-se em melhores condições que as demais, sendo longas e bem ramificadas, o que está de acordo com o relatado por SILVAIN (1954), que o sombreamento induz a ramificação lateral em raízes. No caso das plantas conduzidas sob sombra intensa, a baixa disponibilidade de luz limitou o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular, embora as plantas tenham sofrido alterações morfológicas adaptativas para sobreviver em tal ecossistema.

### **Desenvolvimento vegetativo**

Os dados médios de altura das plantas, número de folhas, número de ramos e número de folhas por ramo são

apresentados na Tabela I, bem como os respectivos coeficientes de variação e diferenças mínimas significativas ao nível de 5% de probabilidade (Tukey). Essa tabela permite verificar que houve diferenças significativas na altura das plantas, número de ramos e número de folhas por ramo de cafeeiros conduzidos em ecossistemas diferentes, mesmo após terem sido submetidos a condições uniformes. O número de folhas não diferiu estatisticamente entre os tratamentos.

No início do experimento, as plantas mantidas em casa de vegetação (103,80 cm) e meia sombra (94,90 cm) eram as mais altas, seguindo-se as mantidas em pleno sol (73,10 cm) e, finalmente, as mantidas na sombra (59,85 cm). Condições de casa de vegetação favorecem o crescimento possivelmente devido ao fato da temperatura do ar manter-se mais elevada neste tratamento. Quarenta e cinco dias após terem sido colocadas a pleno sol, as plantas provenientes de casa de vegetação apresentaram o maior crescimento no período, passando a diferir estatisticamente das provenientes de meia sombra. O fato se deve aos efeitos nocivos que a insolação plena tem sobre uma planta adaptada a meia sombra, impedindo que seu ritmo de crescimento se mantenha. As plantas provenientes de sombra, casa de vegetação e pleno sol mantiveram suas posições iniciais.

Setenta e cinco dias após o início do experimento as diferenças de altura entre as plantas do tratamento pleno sol e sombra se reduziram, deixando de haver diferença estatística entre esses tratamentos. Observou-se que as plantas do tratamento sombra cresceram mais que as dos outros tratamentos, no segundo mês, por estarem se adaptando às condições de maior insolação, no entanto, as plantas do tratamento meia sombra não mostraram comportamento semelhante. As plantas dos tratamentos casa de vegetação e meia sombra mantiveram as diferenças anteriores. Tais resultados diferem daqueles citados por OSTENDORF (1962) obtidos com plantas jovens de cafeiro em que aquelas mantidas na sombra tiveram maior crescimento que as de mesma idade a pleno sol. A esse respeito SILVAIN (1954) relatou que plantas mantidas sob maior intensidade luminosa cresceram mais, o que não dei

Tabela 1. Comportamento da altura (cm), número de folhas verdes, número de ramos e número de folhas por ramo em cafeeiros mantidos durante dois anos em ecossistemas diferentes, quando submetidos a condições uniformes. Média de 10 repetições.

Tratamentos	Altura			Nº de folhas			Nº de ramos			Nº de folhas/ramo		
	Datas	Datas	Datas	Datas	Datas	Datas	Datas	Datas	Datas	Datas	Datas	Datas
	17/08	14/09	19/10	17/08	14/09	19/10	17/08	14/09	19/10	17/08	14/09	19/10
Sombra	59,85b	62,90d	68,60c	120,10	141,50b	207,10	11,20c	11,90c	16,10b	10,42a	10,72a	12,74a
Meia sombra	94,90a	96,30b	100,10b	155,30	175,10ab	219,00	15,20b	15,70b	18,00b	10,23a	11,30a	12,67a
Pleno sol	73,10c	75,90c	80,10c	138,60	172,50ab	240,40	23,00a	24,60a	25,60a	5,94b	7,04b	9,41b
C.vegetação	103,80a	111,60a	115,70a	148,70	199,50a	256,10	23,10a	24,50a	25,80a	6,38b	8,13b	9,88b
F. (trat.)	35,55**	37,66**	34,68**	1,60 <sup>ns</sup>	3,37*	1,93 <sup>ns</sup>	43,75**	40,13**	23,29**	35,95**	11,39**	7,63**
D.M.S. (5%)	12,74	13,47	13,61	33,40	49,73	60,28	3,43	1,21	4,01	1,54	2,31	2,46
C.V. (%)	12,68	12,82	12,33	26,02	23,79	21,56	15,61	15,50	8,51	15,45	20,55	18,19

<sup>ns</sup> Não significativo.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

xa de concordar com o resultado obtido para o tratamento casa de vegetação, mas difere do obtido para o tratamento pleno sol.

Embora as diferenças não sejam estatisticamente significativas, o número de folhas ao início do experimento era maior nas plantas provenientes de meia sombra (155,90), após estas estavam as originárias de casa de vegetação (148,70), seguindo-se as provenientes de pleno sol (138,60) e, finalmente, as originárias do tratamento sombra (120,10). Um mês após o início do experimento as diferenças acentuaram-se, chegando a haver diferença estatística entre os tratamentos casa de vegetação e sombra. As plantas do tratamento casa de vegetação foram as que mais aumentaram seu número de folhas no período, superando o total atingido pelo tratamento meia sombra. As plantas dos tratamentos sombra e meia sombra foram as que apresentaram menor aumento no período. Dois meses e meio após o início do experimento, as plantas do tratamento casa de vegetação apresentavam maior número de folhas (256,10), seguindo-se a este o tratamento de pleno sol (240,40) e, em terceiro lugar, o tratamento meia sombra (219,00), sendo o tratamento sombra o que contava com menor número (207,10), embora tenha sido o que apresentou maior aumento no período, o que novamente permite inferir uma adaptação às novas condições lumínicas. Segundo SILVAIN (1954) o número de folhas se reduz com o aumento do sombreamento, o que não foi confirmado no presente trabalho, pois as diferenças encontradas na primeira amostragem não foram significativas, estatisticamente.

Quanto ao número de ramos, ocorreu diferenças estatísticas entre os tratamentos nas três avaliações efetuadas. Em todas as amostragens o número de ramos foi maior para os tratamentos pleno sol e casa de vegetação, que não diferiram significativamente entre si. Isso concorda com o relatado por SILVAIN (1954) e OSTENDORF (1962). Deve ser observado que os tratamentos sombra e meia sombra diferiram estatisticamente entre si nas duas primeiras amostragens, com número menor de ramos nas plantas provenientes de sombra, deixando de diferir na terceira amostragem, o que mais uma vez sugere a adaptação das plantas mantidas na sombra, ao novo ambiente.

Embora não tenha havido diferenças entre os tratamentos quanto ao número médio de folhas por planta, o número médio de folhas por ramo diferiu significativamente entre os tratamentos, mostrando-se maior em todas as amostragens para as plantas de sombra e meia sombra.

Os pesos médios da matéria seca das folhas, caule e raízes, bem como sua proporção relativa em relação ao peso médio total, são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Ao início do experimento as plantas do tratamento casa de vegetação foram as que apresentaram maior quantidade de matéria seca total, a elas seguiram-se as do tratamento meia sombra, que apresentaram uma quantidade de matéria seca semelhante às plantas do tratamento pleno sol, sendo as plantas conduzidas na sombra as de menor peso. Ao final do experimento, as plantas do tratamento casa de vegetação continuaram a ser as mais pesadas, seguindo-se em ordem decrescente o tratamento sombra, pleno sol e meia sombra (Tabelas 2 e 3).

Em ambas as avaliações as plantas do tratamento sombra e meia sombra apresentaram maiores porcentagens de matéria seca para folhas, o que concorda com as observações de BOYER (1968), OSTENDORF (1962) e SILVAIN (1954) de que com o aumento do sombreamento aumenta o tamanho das folhas, uma vez que se reduz a radiação disponível para a fotossíntese.

Na primeira amostragem o caule apresentou maiores porcentagens de matéria seca total nos tratamentos pleno sol e casa de vegetação, o que pode ser explicado pelo maior número de ramos no tratamento pleno sol e pela maior altura e número elevado de ramos no tratamento casa de vegetação. É interessante notar que na segunda amostragem a porcentagem de caule nos tratamentos meia sombra e sombra aumentou em relação à primeira. No tratamento sombra o aumento na proporção de caule se deveu à pequena queda na proporção de folhas e raízes, e no tratamento meia sombra se deveu apenas à queda na proporção de folhas.

Tabela 2. Peso da matéria seca (g) de folhas, caule e raízes, e sua proporção relativa (%) em relação ao peso total das plantas de caféiro mantidas por dois anos em diferentes ecossistemas.

Tratamentos	PMS Folhas (%)	% Total	PMS Caule (g)	% Total	PMS Raízes (g)	% Total	PMS Total (g)
Sombra	27,75	34,99	25,35	31,90	26,20	33,03	79,30
Meia sombra	49,20	38,42	49,85	38,93	29,00	22,65	128,05
Pleno sol	21,10	17,80	58,40	49,28	32,91	32,91	118,50
C. vegetação	17,50	11,74	70,45	47,25	61,15	41,01	149,10

Tabela 3. Peso da matéria seca (g) de folhas, caule e raízes e sua proporção relativa (%) em relação ao peso total das plantas de café mantidas por dois anos em diferentes ecossistemas, após 75 dias de condições uniformes.

Tratamentos	PMS Folhas (%)	% Total	PMS Caule (g)	% Total	PMS Raízes (g)	% Total	PMS Total (g)
Sombra	40,47	32,59	44,54	35,86	39,18	31,55	124,19
Meia sombra	36,45	34,70	44,83	42,68	23,75	22,61	105,03
Pleno sol	28,78	24,97	47,93	41,59	38,54	33,44	115,25
C. vegetação	31,39	19,24	79,71	48,86	52,03	31,89	163,13

Nas duas amostragens, as raízes dos tratamentos casa de vegetação apresentaram maior porcentagem em relação à matéria seca total que as do tratamento meia sombra, o que está de acordo com o relatado por SILVAIN (1954) de que o sombreamento, embora induza ramificação lateral nas raízes, diminui seu peso.

### Estado nutricional

Os níveis de nutrientes nas diversas partes das plantas ao início e ao final do experimento são apresentados nas Tabelas 4, 5, 6, 7, 8 e 9. O nível de nutrientes foi avaliado na matéria seca de duas plantas de café amostradas em cada tratamento. Os teores médios de nutrientes mostrados nas referidas tabelas foram comparados considerando-se a repetibilidade do teor encontrado nas duas amostras analisadas.

Através das Tabelas 4 e 7 observa-se que o teor de nitrogênio nas folhas mostrou-se mais elevado nas plantas oriundas de pleno sol, tanto no início quanto ao final do experimento, o que está de acordo com OSTENDORF (1962). O teor de potássio na primeira amostragem revelou-se mais alto nas folhas das plantas sombreadas, o que confirma o observado por TANADA (1946), mas difere das observações de OSTENDORF (1962). O teor de cálcio mostrou-se maior nos tratamentos sombreados em ambas as amostragens, concordando com o relatado por TANADA (1946).

As Tabelas mostram ainda, que o teor de magnésio mostrou-se levemente superior em folhas de cafeeiros originários de casa de vegetação e de meia sombra na primeira avaliação, e permaneceu mais elevado nas folhas das plantas oriundas de meia sombra, mesmo dois meses e meio após exposição a plena luz solar.

O teor de boro mostrou-se um pouco mais elevado nas plantas que se desenvolveram sob alta intensidade luminosa, e o de manganês um pouco mais alto nas plantas oriundas de meia sombra, porém apenas na primeira amostragem.

Nos caules (Tabelas 5 e 8) a concentração de nutrientes mostrou-se inferior ao das folhas, com exceção do zinco, que teve seu nível aumentado, e de cobre, cujo teor praticamente não se alterou. Observou-se que o teor de nitrogênio na condição inicial era um pouco menor nos caules de cafeeiros conduzidos a pleno sol e em casa de vegetação, passando a ser o mais elevado nas plantas conduzidas a pleno sol, dois meses e meio após a uniformização das condições. Os teores de cálcio e enxofre mostraram-se maiores no tratamento a pleno sol em ambas as amostragens.

Na primeira amostragem as raízes apresentaram uma concentração de nutrientes mais elevada do que os caules, sem no entanto atingir o nível das folhas, com exceção do cobre, zinco e manganês, que apresentaram nas raízes sua maior concentração, o que segundo MENGEL & KIRKBY (1982) se deve à pequena mobilidade desses elementos. Na segunda amostragem, as raízes também mostraram teores de cobre, manganês e zinco mais elevados que as folhas. O nível de cálcio apresentou-se mais elevado nas raízes dos tratamentos sombreados na primeira avaliação, na segunda as raízes do tratamento pleno sol apresentaram maior teor de nitrogênio e, as do tratamento casa de vegetação maior teor de magnésio (Tabelas 6 e 9).

Comparando-se os teores foliares de nutrientes encontrados no presente experimento, com os fornecidos por MALAVOLTA (1981) para interpretação provisória de diagnose foliar, e com os encontrados por HIROCE (1981) em folhas de cafeeiro cultivar Mundo Novo, percebe-se que as plantas apresentavam teores razoáveis de nutrientes, em sua maioria altos e médios, ao início do experimento. Nessa ocasião as plantas em melhores condições nutricionais eram as do tratamento meia sombra, no qual apenas o teor de cobre poderia ser considerado baixo. Os demais tratamentos mostravam condições similares entre si, com teores baixos de cobre e manganês. Na segunda amostragem, observou-se uma queda no nível nutricional das plantas, em todos os tratamentos, nas folhas houve queda especialmente dos teores de nitrogênio e potássio, que segundo MORAES (1981) são elementos bastante exigidos pelo cafeeiro. A

maior queda no teor de nitrogênio foliar deu-se no tratamento meia sombra, e a menor no tratamento sombra. Nas novas condições lumínicas, os tratamentos casa de vegetação e pleno sol foram os que apresentaram melhor equilíbrio nutricional, seguindo-se a estes o tratamento sombra, sendo o tratamento meia sombra o mais prejudicado, apresentando inclusive sintomas foliares de deficiência de nitrogênio, ou seja, clorose dos limbos foliares. MO RAES (1981) relatou que teores inferiores a 2,3% de N são geralmente associados a sintomas visuais de deficiência do nutriente.

De modo geral, em todas as partes das plantas, obtiveram-se teores bastante elevados de ferro e baixos de manganês, segundo MENGEL & KIRKBY (1982) os dois elementos são antagonicos sendo o excesso de  $Fe^{+2}$  o causador dos baixos níveis de  $Mn^{+2}$ . O mesmo se verifica, segundo os autores, entre o zinco e o cobre, justificando-se assim os altos níveis de  $Zn^{+2}$  e baixos níveis de  $Cu^{+2}$  encontrados.

Deve ser salientado que o teor de zinco mostrou-se sensivelmente mais elevado em todas as partes das plantas no tratamento meia sombra, em todas com boa repetibilidade, e em ambas as amostragens. Nas folhas, esse maior teor de zinco foi acompanhado pelo mais baixo teor de cobre. Isso assume importância particular quando se considera o envolvimento do zinco no metabolismo auxínico, responsável pelo crescimento. Segundo MENGEL & KIRKBY (1982) o teor de zinco pode estar associado às condições ambientais, que atuam sobre o desenvolvimento radicular, e sobre a mineralização do zinco da matéria orgânica pelos microrganismos.

SILVAIN (1954) atribui as diferenças do estado nutricional das plantas em função do ecossistema, a diferenças na quantidade de  $CO_2$  fixado, açúcares, pH da seiva, e conseqüentemente no metabolismo de todos os compostos orgânicos e processos vitais, tais como absorção e acumulação de íons pelas raízes.

Tabela 4. Níveis de N, P, K, Ca, Mg e S (%); B, Cu, Fe, Mn e Zn (ppm) em folhas de cafeeiros mantidos em ecossistemas diferentes durante dois anos.

Elementos		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamentos												
Sombra		3,71	0,259	3,09	1,48	0,35	0,202	72	2,8	267	35	26,8
Meia sombra		3,92	0,298	2,57	1,85	0,42	0,196	79	1,9	219	54	154,6
Pleno sol		4,42	0,238	2,21	1,34	0,36	0,224	82	3,6	234	34	38,05
Casa de vegetação		3,63	0,296	2,03	1,37	0,45	0,256	84	3,5	191	31	34,2

Tabelas 5. Níveis de N, P, K, Ca, Mg e S (%); B, Cu, Fe, Mn e Zn (ppm) em caules de cafeeiros mantidos em ecossistemas diferentes durante dois anos.

Elementos		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamentos												
Sombra		1,98	0,140	1,10	0,76	0,15	0,051	23	2,5	142	17	62,4
Meia sombra		1,98	0,142	1,25	0,79	0,15	0,071	20	3,6	112	21	285,0
Pleno sol		1,73	0,171	1,81	1,00	0,16	0,119	25	3,0	191	23	83,3
Casa de vegetação		1,77	0,197	1,23	0,80	0,18	0,068	23	4,6	86	19	71,5

Tabela 6. Níveis de N, P, K, Ca, Mg e S (%); B, Cu, Mn e Zn (ppm) em raízes de cafeeiros mantidos em ecossistemas diferentes durante dois anos.

Tratam.	Elem.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn
Sombra		2,72	0,189	1,79	1,06	0,37	0,395	18	30,1	221	207,8
Meia sombra		3,96	0,181	2,10	1,07	0,51	0,287	38	23,0	118	433,0
Pleno sol		2,56	0,205	1,94	0,89	0,37	0,273	31	25,7	99	161,4
C. vegetação		3,25	0,231	1,61	0,93	0,44	0,173	33	27,4	883	193,3

Tabela 7. Níveis de N, P, K, Ca, Mg e S (%); B, Cu, Fe, Mn e Zn (ppm) em folhas de cafeeiros mantidos em ecossistemas diferentes durante dois anos, após submetidos a condições uniformes durante 75 dias.

Tratamentos	Elementos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Sombra		2,02	0,163	1,34	1,38	0,33	0,225	58	4,4	250	41	20,0
Meia sombra		1,59	0,217	1,28	1,53	0,39	0,237	58	3,6	213	38	88,3
Pleno sol		2,15	0,209	2,01	1,16	0,35	0,245	62	3,6	168	28	20,7
Casa de vegetação		1,88	0,167	1,69	1,01	0,31	0,209	61	5,3	355	32	21,3

Tabela 8. Níveis de N, P, K, Ca, Mg e S (%); B, Cu, Fe, Mn e Zn (ppm) em caules de cafeeiros mantidos em ecossistemas diferentes durante dois anos, após submetidos a condições uniformes durante 75 dias.

Elementos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Sombra	0,77	0,103	0,76	0,54	0,12	0,106	20	5,5	192	18	40,6
Meia sombra	0,72	0,058	0,80	0,58	0,11	0,108	16	4,9	184	16	163,7
Pleno sol	0,84	0,143	1,26	0,60	0,15	0,143	24	3,7	134	17	58,0
Casa de vegetação	0,63	0,136	1,26	0,58	0,12	0,123	25	5,7	232	20	59,9

Tabela 9. Níveis de N, P, K, Ca, Mg e S (%); B, Cu, Mn e Zn (ppm) em raízes de cafeeiros mantidos em ecossistemas diferentes durante dois anos, após submetidos a condições uniformes durante 75 dias.

Elementos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn
Sombra	1,61	0,127	1,49	0,96	0,38	0,191	64	26,7	133	165,5
Meia sombra	1,56	0,114	1,22	0,83	0,34	0,225	55	171,7	163	320,7
Pleno sol	1,75	0,116	1,57	0,85	0,37	0,174	55	43,5	99,5	134,8
Casa de vegetação	1,24	0,171	1,68	0,80	0,43	0,301	51	30,7	102,5	192,9

## Infestação de pragas

As pragas encontradas inicialmente nos cafeeiros conduzidos em ecossistemas diferentes foram bicho mineiro (*Perileucoptera coffeella* Gerr. Menev.) e cochonilha verde (*Coccus viridis* Green), sendo o seu nível de infestação avaliado mensalmente através de valores numéricos correspondentes apresentados na Tabela 10. Esta tabela mostra que a condução de cafeeiros em ecossistemas diferentes afeta significativamente a incidência de pragas sobre eles, sendo que a uniformização das condições ambientais promove um novo equilíbrio biótico nas plantas. Essa diferença na susceptibilidade a pragas, segundo SILVAIN (1954) é devida às mesmas razões que condicionam as diferenças no estado nutricional e, os herbívoros como têm preferência por alimento com características químicas específicas, a susceptibilidade a pragas pode variar. Além disso, diferentes graus de sombreamento resultam em microclimas mais ou menos favoráveis a determinados insetos-praga. KUPPER (1981) indicou que o desequilíbrio de nutrientes pode também diminuir a resistência da planta a pragas, mencionando o papel das relações N/K, K/Ca e K/Ca + Mg na intensidade de infestação de insetos, outras pragas e doenças em cafeeiros.

As plantas mantidas durante dois anos em casa de vegetação apresentavam maior ataque de bicho mineiro, a estes seguiam-se as plantas mantidas a pleno sol, vindo em seguida as mantidas na sombra e em meia sombra, diferindo estatisticamente. As plantas mantidas em meia sombra, que eram as menos atacadas por bicho mineiro, apresentavam o ataque mais intenso de cochonilha verde (*Coccus viridis*), que praticamente não infestou os demais tratamentos.

Após a uniformização das condições ambientais, com exposição de todas as plantas à plena luz solar, verificou-se um decréscimo na intensidade de infestação de bicho mineiro em todos os tratamentos, exceto no tratamento sombra, em que a infestação aumentou inicialmente, decrescendo em seguida. A redução na infestação provavel-

Tabela 10. Valores numéricos atribuídos a infestação de bicho mineiro (*Perileucope na coffeella Guerr. Menev.*) e cochonilha verde (*Coccus viridis Green*) em cafeeiros mantidos durante dois anos em ecossistemas diferentes, quando submetidos a condições uniformes. Média de 10 repetições.

Tratamentos	Bicho mineiro			Cochonilha		
	Datas da amostragem			Datas da amostragem		
	24/08	21/09	22/10	24/08	21/09	22/10
Sombra	1,91c(2,0)	2,04b(2,4)	1,79c(1,7)	1,50b(1,0)	1,50b(1,0)	1,50b(1,0)
Meia sombra	1,83c(1,8)	1,66c(1,4)	1,70c(1,5)	2,43a(3,8)	2,00a(2,3)	1,78a(1,7)
Pleno sol	2,42b(3,7)	2,39a(3,6)	2,04b(2,4)	1,57b(1,2)	1,54b(1,1)	1,50b(1,0)
C.vegetação	2,69a(4,8)	2,42a(3,7)	2,44a(3,8)	1,54b(1,1)	1,54b(1,1)	1,50b(1,0)
F (trat.)	95,83**	46,38**	28,25**	54,56**	24,84**	11,58**
D.M.S. (5%)	0,16	0,20	0,24	0,23	0,18	0,16
C.V. (%)	6,03	7,74	9,86	10,89	9,09	8,23

Obs.: Os números entre parênteses correspondem às notas médias não transformadas.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

mente ocorreu em consequência da emissão de folhas novas. No caso das plantas do tratamento oriundo da sombra, houve um aumento da infestação inicialmente, devido ao fato de haver pequena emissão de folhas novas por essas plantas no primeiro mês de exposição à luz solar, não se verificando o efeito de diluição que ocorreu nos demais tratamentos. Dois meses após a exposição à plena luz solar, as plantas provenientes da sombra, já mais adaptadas à nova condição, emitiram grande número de folhas novas, o que fez decrescer a infestação de bicho mineiro.

O mesmo ocorreu com relação à infestação por cochonilha, que decresceu com o tempo, em todos os tratamentos, mas neste caso, além do ataque à brotação nova não ter ocorrido, houve morte dos insetos nas áreas já atacadas.

Segundo AMARAL (1953) condições de seca favorecem o desenvolvimento do bicho mineiro, sendo que PARRA (1981) indicou a temperatura de 27°C como ideal para o desenvolvimento da praga, de maneira que a fase de crisálida torna-se mais curta sob temperaturas mais elevadas, o que explica o ocorrido no presente trabalho.

Quanto à cochonilha verde, GALLO et alii (1970), consideraram que sua ocorrência é maior em condições de sombreamento, sendo que CARVALHO et alii (1961) também notaram sua maior incidência em cultivares de ramificação mais fechada. A literatura relata ainda diferenças na incidência de outras pragas em cafeeiros ao sol e à sombra, podendo-se citar os trabalhos de OSTENDORF (1962) e GRANER & GODOY JUNIOR (1971).

### Efeito de solarização

Inicialmente apareceram manchas avermelhadas nas folhas mais expostas ao sol dos tratamentos sombra e meia sombra. Com o decorrer do tempo essas manchas tornaram-se bronzeadas, esbranquiçadas e, por fim, necróticas (secas). Tais folhas apresentavam-se também enrugadas

e coriáceas. Os valores numéricos atribuídos à intensidade de solarização são apresentados na Tabela 11, bem como as diferenças mínimas significativas ao nível de 5% de probabilidade e o coeficiente de variação.

Tabela 11. Valores numéricos atribuídos ao efeito de solarização em cafeeiros mantidos durante dois anos em ecossistemas diferentes, submetidos a condições uniformes. Média de 10 repetições.

Tratamentos	Datas da amostragem		
	24/08	21/09	22/10
Sombra	2,41a (3,4)	2,14a (2,7)	2,35a (3,5)
Meia sombra	1,90b (2,0)	1,78b (1,7)	1,85b (1,9)
Pleno sol	1,50c (1,0)	1,50c (1,0)	1,50c (1,0)
C.vegetação	1,50c (1,0)	1,50c (1,0)	1,50c (1,0)
F (trat.)	100,23**	21,74**	39,34**
D.M.S. (5%)	0,16	0,24	0,24
C.V. (%)	7,48	11,51	11,25

Obs.: Os números entre parênteses correspondem às notas médias não transformadas.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Nas três amostragens efetuadas, observou-se um efeito significativamente maior de solarização nas plantas do tratamento sombra, as quais diferiram significativamente do tratamento meia sombra, sendo os cafeeiros originários de pleno sol e casa de vegetação menos afetados.

## CONCLUSÕES

### Características morfológicas

O sombreamento afeta o desenvolvimento de cafeeiros diferentemente em função de sua intensidade e interação com outros fatores bióticos e abióticos do ecossistema.

A permanência em casa de vegetação favorece o crescimento das plantas em altura.

Meia sombra fornece às plantas as melhores condições ambientais para o seu desenvolvimento.

As raízes de cafeeiros do tratamento meia sombra apresentaram-se mais ramificadas e de melhor aspecto geral.

### Desenvolvimento vegetativo

Verificaram-se diferenças significativas na altura das plantas, número de ramos e número de folhas por ramo em função dos tratamentos, com variações após exposição a condições uniformes de campo.

Plantas provenientes da sombra mostram maior tendência de recuperação ao novo ambiente.

Cafeeiros oriundos de casa de vegetação foram os que revelaram maior peso da matéria seca do caule e das raízes, tanto no início como no final do experimento.

A proporção relativa de folhas mostrou-se maior nos tratamentos sombreados, e a de caule aumentou com o aumento da insolação.

A proporção relativa do caule parece ser mais afetada pelo ecossistema, tendo aumentado nos tratamentos

sombra e meia sombra após dois meses e meio em condições de campo.

### Estado nutricional

A plena insolação promove aumento em nitrogênio total nas folhas do cafeeiro.

O sombreamento provoca aumento do teor de cálcio nas folhas e raízes do cafeeiro.

O tratamento meia sombra condiciona acúmulo de zinco em todas as partes analisadas das plantas, tendo esse padrão permanecido após dois meses e meio de plena insolação.

O ecossistema que fornece às plantas melhor equilíbrio nutricional é meia sombra.

Após uniformização das condições ambientais, as plantas provenientes de sombra e casa de vegetação mostram melhores adaptações nutricionais do que as originárias de meia sombra.

### Infestação de pragas

O ecossistema da casa de vegetação favorece a infestação de bicho mineiro (*Perileuoptera coffeella*). Se guiram-se a estes os dos tratamentos pleno sol, sombra e meia sombra. A transferência das plantas para pleno sol reduziu a infestação da praga.

O ecossistema formado pelo tratamento meia sombra favorece a infestação de cochonilha verde (*Coccus viridis*). A transferência das plantas para pleno sol reduziu essa infestação.

## Efeito de solarização

Cafeeiros originários da sombra são aqueles mais afetados pela solarização.

As folhas emitidas após transferência para condições de campo não se apresentaram danificadas pelo sol.

### SUMMARY

It was studied the behavior of coffee plants (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo) originated from different environment conditions (shade, half shaded, unshaded and greenhouse) when submitted to field conditions. It was realized evaluations on morphology, development, and biological productivity of coffee plants. It was verified nutrient levels, attack of insects and unfavourable effects of sun radiation on leaves. Plants originated from greenhouse and half shaded conditions showed higher growth. Higher number of branches were observed in plants from clarity conditions, and plants from more shaded conditions showed higher number of leaves by branch. Plants originated from shaded conditions showed a tendency of recuperation in field conditions. Coffee plants from half shaded conditions presented higher leaf dry weight than plants originated from greenhouse. Both presented good adaptation in field conditions after 75 days. Stems and roots dry weight were higher in coffee plants originated from greenhouse conditions. It was determined higher N levels in leaves of plants from unshaded conditions, and higher P and Ca levels in plants from half shaded conditions. Half shaded conditions promoted accumulation of Zn in coffee plants. Stems presented nutrient levels higher than leaves, except for Zn and Cu. Plants originated from unshaded conditions showed higher Ca and S levels. Roots presented nutrient levels higher than leaves except for Cu, Zn, and Mn. Data of infesta-

tion of leaves with *Perileucoptera coffeella* have pointed out a higher incidence in greenhouse conditions, coffee plants in more shaded conditions showed lower incidence of the insect. Infestation of *Coccus viridis* presented higher incidence on plants originated from half shaded conditions. Coffee plants from unshaded and greenhouse conditions did not present sunburn spots on leaves, however plants from half shaded and shaded conditions were considerably damaged. Shade affected the growth of coffee plants in function of its intensity and interaction with other biotics and abiotics factors of ecosystem.

#### LITERATURA CITADA

ALVIM, P.T.; HUERTA, A.; VILLAFUERTE, J., 1953. Estudios fisiologicas y ecologicos. Informe Anual del Instituto Interamericano de Ciencias Agricolas. Turrialba, Costa Rica, 22-23.

AMARAL, S.F., 1953. Considerações sobre o bicho mineiro e sua influência econômica. *O Biológico*, São Paulo 19 (5): 85-92.

BOYER, J., 1968. Influence de l'ombrage artificiel sur la croissance vegetative, la floraison et la frutification des cafiers Robusta. *Café, Cacao, Thé*, Paris 12(4): 302-320.

CARVALHO, A.; KRUG, C.A.; MENDES, I.E.T.; ANTUNES FILHO, H.; JUNQUEIRA, A.R.; ALOISI SOBRINHO, J.; ORCHA, T.R.; MORAES, M.V., 1961. Melhoramento do cafeeiro. XXI. Comportamento regional de variedades, linhagens e progenies de café ao sol e à sombra. *Bragantia*, Campinas 20(46): 1045-1142.

FRANCO, C.M., 1948. O problema do sombreamento dos cafeiros em São Paulo. *Ceres*, Minas Gerais 8(43): 37-51.

- GALLO, D.; NAKANO, O.; WIENDL, F.M.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L., 1970. Manual de entomologia. Editora Agronômica Ceres. São Paulo, 858 p.
- GOMES, F.P., 1977. Curso de estatística experimental. Livraria Nobel Editora, São Paulo 430 p.
- GRANER, E.A.; GODOY JUNIOR, C., 1971. Sombreamento de cafezais. V. Resultados de mais 2 biênios: 1967/1968 - 1969/1970. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba 28: 153-164.
- HIROCE, R. 1981. Diagnose foliar em cafeeiro. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T.; GUIDOLIN, J.A., coord., **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Instituto da Potassa, Piracicaba, 117-137.
- KUPPER, A., 1981. Fatores climáticos e edáficos na cultura cafeeira. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T.; GUIDOLIN, J.A., coord., **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Instituto da Potassa, Piracicaba, 27-54.
- MALAVOLTA, E., 1981. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro - passado, presente e perspectivas. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T.; GUIDOLIN, J.A., coord., **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Instituto da Potassa, Piracicaba, 138-178.
- MACHADO, A., 1959. Estado actual de las investigaciones sobre el uso de la sombra en los cafetales. Cenicafé, Chinchina 10(1): 5-15.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A., 1982. **Principles of plant nutrition**. International Potash Institute, Berna, 655p.
- MORAES, F.R.P., 1981. Adubação do cafeeiro. Macronutrientes e adubação orgânica. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T.; GUIDOLIN, J.A., coord., **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Instituto da Potassa, Piracicaba, 77-89.
- OSTENDORF, F.W., 1962. The coffee shade problem. A review article. Tropical Abstracts, Amsterdam 17(9): 577-581.

- PARRA, J.R.P., 1975. Bioecologia de *Perileucoptera Coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (*Lepidoptera-Lyonetudae*) em condições de campo. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 114 p.
- PARRA, J.R.P., 1981. Biologia comparada de *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (*Lepidoptera-Lyonetudae*), visando ao seu zoneamento ecológico no Estado de São Paulo. Tese de Livre Docência, Universidade de São Paulo, 96 p.
- SILVAIN, P.G., 1954. Long range objectives in studies of physiology of coffee. Turrialba, Costa Rica, 4(1): 13-22.
- TANADA, T., 1946. Utilization of nitrates by the coffee plant under different sunlight intensities. Journal of Agricultural Research, Washington 72(7): 245-258.