

Julho e Agosto

VOL. XXXV

N.º 200

Viçosa — Minas Gerais

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

RESPOSTA FISIOLÓGICA DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) AO FORATE E SUAS CONSEQUÊNCIAS ENTOMOLÓGICAS. I. ANÁLISE DE CRESCIMENTO E CONVERSÃO DA ENERGIA SOLAR ^{1/}

José Alexandre F. Barrigossi ^{2/}

Nei Fernandes Lopes ^{3/}

Leland Chandler ^{4/}

1. INTRODUÇÃO

O desconhecimento das interações e do dinamismo dos agroecossistemas (23), sobretudo nas regiões tropicais, tem levado ao uso excessivo e inadequado de defensivos agrícolas, com sérios danos ecológicos, sem resolver o problema de controle das pragas (21, 22). Decréscimo na produtividade das culturas tem sido observado, mesmo quando a aplicação de defensivo promove controle eficiente das pragas (7, 8).

O efeito de inseticidas e produtos similares no metabolismo das plantas, inde-

^{1/} Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa, como uma das exigências do Curso de Fitotecnia para a obtenção do título de «Magister Scientiae». Projeto realizado com o apoio do CNPq.

Aceito para publicação em 25-5-1988.

^{2/} Departamento de Fitotecnia da U.F.V. 36570 Viçosa, MG
Endereço corrente: EPABA CP 17, 44900/Irecê, BA

^{3/} Departamento de Biologia Vegetal da U.F.V. 36570 Viçosa, MG

^{4/} Departamento de Biologia Animal da U.F.V. 36570 Viçosa, MG
Endereço corrente: Department of Entomology, Texas Tech University
Lubbock, Texas 79409, USA

pendentemente dos benefícios derivados do controle das pragas, tem chamado a atenção de entomologistas há muito tempo. A resposta à aplicação desses produtos é específica, tanto para a planta como para o produto químico aplicado. Alguns produtos podem ser translocados, causando clorose e necrose foliar, sem, com isso, afetarem a fotossíntese. Em outros casos, ocorre uma diminuição da atividade fotossintética, sem dano visível, mas com o comprometimento da produção (10). Em outros casos, a atuação dos inseticidas pode resultar em estímulo ao crescimento das plantas (9).

A aplicação de forate em *Phaseolus vulgaris* L. na época das águas, em Goiânia, GO, produziu resultados surpreendentes, ocorrendo um acréscimo na produção das parcelas tratadas no sulco de plantio, em virtude do incremento no número de flores, vagens e sementes, além de um prolongamento do estágio de floração (6). Plantas de feijão tratadas com forate são mais altas e apresentam folhas maiores, porém com deformações (27). Em Pirapora, MG, houve queda na produção de feijão tratado com forate, mesmo com controle eficiente das pragas (8). Resultados similares foram obtidos por CHANDLER (5), em Goiânia, GO, e por DELLA LUCIA (7), em Viçosa, MG, com aplicação de carbofuran no sulco de plantio. Essa aparente contradição resultou do efeito diferencial do forate, que, em condições de déficit hídrico, é fitotóxico para o feijoeiro, porém não tem efeitos danosos em condições de adequado suprimento de água.

A análise da atuação do forate pode ser feita de forma eficaz através da avaliação de componentes fisiológicos e morfológicos do crescimento, que permite a verificação do efeito dos diversos fatores de produção sobre esses componentes.

Objetivou-se com esse experimento analisar os efeitos do forate no crescimento e na conversão da energia solar de plantas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), visando ao fornecimento de subsídios que permitissem a identificação e compreensão da influência desse fator de produção em diversas condições ecológicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Viçosa, MG, no período de 24 de junho a 22 de setembro de 1984, e conduzido em casa de vegetação, em condições semicontroladas. A temperatura e a umidade relativa do ar foram de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $50 \pm 10\%$ (dia) e $20 \pm 2^\circ\text{C}$ e $80 \pm 10\%$ (noite).

Como substrato foi utilizada uma mistura de solo e areia lavada, na proporção de 3:1. Feito o preparo, o solo foi esterilizado com brometo de metila, colocado em vasos plásticos com 2,5 kg de capacidade e adubado com 25 mg de N/vaso e 225 mg de P_2O_5 /vaso, respectivamente, nas formas de salitre-do-chile e superfosfato simples. Em seguida, foram semeadas cinco sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L., cv. Negrito 897) em cada vaso. Cinco dias após a emergência foram selecionadas as duas plantas mais uniformes, que constituíram o material das análises. Os vasos foram irrigados diariamente, para que a umidade fosse mantida próxima da capacidade de campo. A segunda adubação nitrogenada foi realizada no 35.º dia após a emergência, na dose de 25 mg de N/vaso, também na forma de salitre-do-chile.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições. Representando cada época de colheita do material, as parcelas eram formadas de três subparcelas, que correspondiam aos tratamentos com forate (ditiofosfato-dietil-S (tioetil) metil): 0, 200 e 400 mg do produto comercial por vaso. Essas doses correspondem a 0, 1 e 2 kg do i.a./ha, de acordo com a recomendação da literatura (17, 19, 20, 26). A aplicação do forate foi feita no ato do

plantio, em sulco, ao redor das sementes, para reduzir a fitotoxicidade do produto. A unidade experimental era constituída por um vaso, com duas plantas. Ao todo, foram utilizados 90 vasos, distanciados 0,3 m um do outro.

Foram feitas 10 colheitas, a partir da emergência, seguindo a escala de desenvolvimento do feijoeiro proposta pelo CIAT (4). Em cada colheita, as plantas eram retiradas do vaso e separadas em partes (raiz, caule, folhas, flores, vagens e sementes). As raízes eram lavadas até a eliminação total do solo aderido e enxugadas com papel absorvente. Em seguida, eram levadas a uma estufa de ventilação forçada, à temperatura de 75°C, onde permaneciam até que apresentassem peso constante. A área foliar foi determinada por meio de um medidor de área foliar portátil LI-COR, modelo LI-3000.

Os dados primários de matéria seca total (W_t) e área foliar (A_f) foram submetidos à análise de variância. Curvas logísticas de crescimento foram ajustadas, por meio de um programa interativo, para minimizar a variância residual. A equação logística usada foi a seguinte:

$$W_t = W_m / (1 + Be^{-Ct})$$

sendo W_m a estimativa assintótica do crescimento máximo, B e C constantes de ajustamento e t o tempo, em dias. A regressão curvilínea das médias de A_f , em cada coleta, foi efetuada com o emprego de polinômios ortogonais. Procurou-se chegar ao polinômio que melhor se ajustasse aos valores primários de A_f , conforme proposto por RICHARDS (25).

Os valores instantâneos da taxa de produção de matéria seca (C_t) e da taxa de crescimento de área foliar (C_A) foram obtidos por meio das derivadas das equações ajustadas do peso da matéria seca total (W_t) e da área foliar (A_f), em relação ao tempo (24, 25).

Os valores instantâneos da taxa de crescimento relativo (R_w) e da taxa de crescimento relativo de área foliar (R_A) foram calculados por meio das fórmulas $R_w = C_t/W_t$ e $R_A = C_A/A_f$.

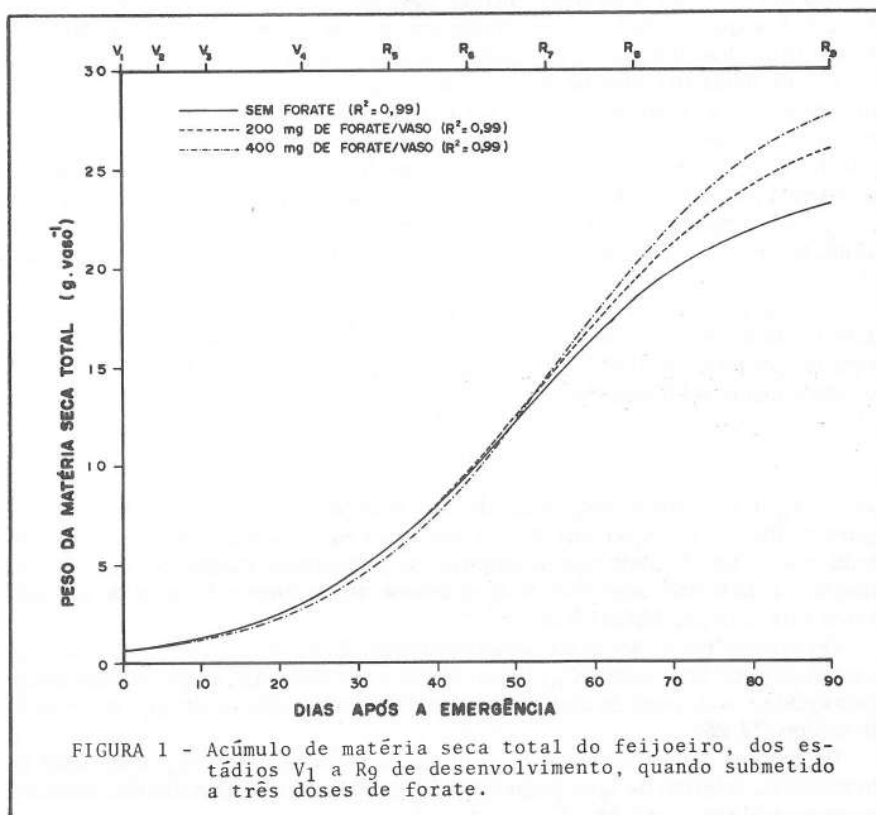
Para a obtenção da taxa assimilatória líquida (E_A), foram usados os valores instantâneos obtidos por meio da fórmula $E_A = C_t/A_f$.

Os valores instantâneos da razão de área foliar (F_A), razão de peso foliar (F_w) e área foliar específica (S_A) foram estimados por meio das equações $F_A = A_f/W_t$, $F_w = W_f/W_t$ e $S_A = A_f/W_f$, de acordo com RADFORD (24).

Os valores instantâneos da eficiência na conversão da energia solar (ξ) foram determinados a partir da equação $\xi\% = (100 \times C_t \times \delta) / 0,6 R_a$, sendo R_a o valor médio diário da radiação solar total incidente, registrado nos cinco dias anteriores ao C_t correspondente. Como apenas 60% de R_a conseguiu penetrar no interior da casa de vegetação, valor médio diário de seis determinações com um solarímetro Kipp-Zonen, obtido em diferentes datas, foram tomados os dados de R_a do Posto Meteorológico da UFV, multiplicados por 0,6. O valor calorífico (δ) utilizado foi 3800 cal g^{-1} , determinado por Pflantz, citado por KVET *et alii* (12).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de matéria seca total (W_t), ajustados a uma curva logística de crescimento, estão na Figura 1. Verifica-se que, durante os primeiros 55 dias após a emergência, os valores de W_t não foram diferentes, para as três doses de forate. A partir dessa data, os valores de W_t das plantas tratadas ultrapassaram os valores de W_t das não-tratadas. Acredita-se que a partir desse estágio o inseticida passou



a exercer influência positiva no metabolismo das plantas.

A taxa de produção de matéria seca (C_t), inicialmente, não variou com os tratamentos. A partir do 35.º dia após a emergência, seus valores foram tanto maiores quanto maiores as doses de forate aplicadas (Figura 2). Os máximos de incremento foram 0,44, 0,47 e 0,52 g-vaso⁻¹ · dia⁻¹, com as doses de 0, 200 e 400 mg de forate por vaso, respectivamente. Esses valores ocorreram em dias diferentes, aos 50, 53 e 55 dias após a emergência, e foram inferiores aos obtidos por LOPES *et alii* (15), com o mesmo cultivar, em casa de vegetação.

As tendências dos valores instantâneos de área foliar (A_f) acham-se na Figura 3. O efeito do forate sobre a área foliar foi mais evidente a partir do estágio R₅, quando as curvas de A_f das plantas tratadas ultrapassaram as curvas das plantas-controle, evidenciando a influência positiva do produto no metabolismo das plantas a partir do estágio R₆. Finalmente, a maior duração da área foliar das plantas tratadas é comprovada pela diferença no declínio das curvas.

Os maiores valores da taxa assimilatória líquida (E_A) apresentados inicialmente decresceram rapidamente com a ontogenia das plantas, atingiram um pequeno platô 30 dias após a emergência e continuaram a decrescer logo em seguida (Figura 4). Segundo WATSON (28), a variação de E_A é devida, basicamente, à ontogenia das plantas, mas, neste experimento, os valores de E_A foram também influenciados pelo forate. As plantas tratadas com a dose mais elevada de forate apresentaram valores de E_A superiores aos das demais plantas durante todo o ci-

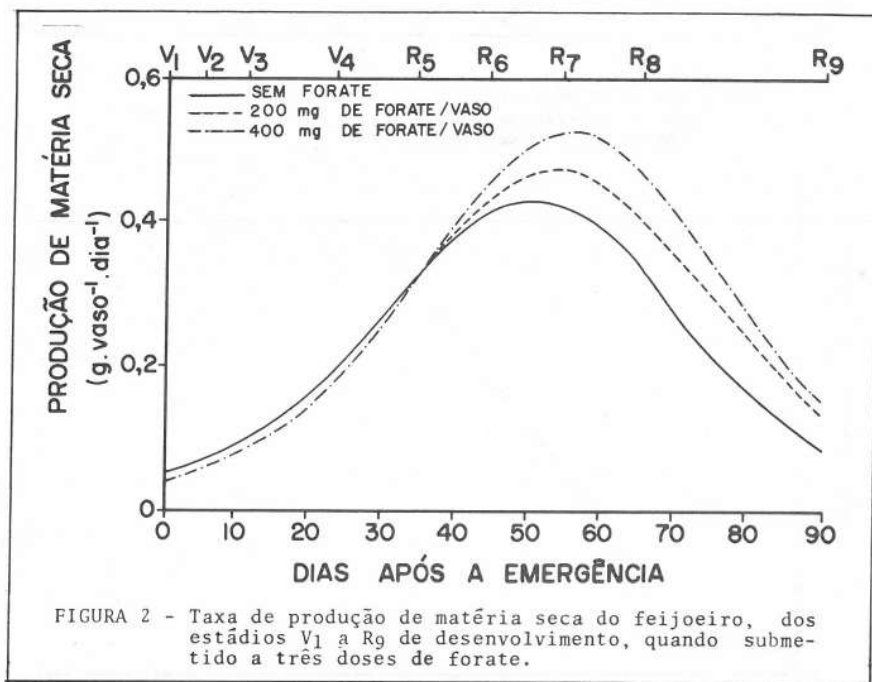


FIGURA 2 - Taxa de produção de matéria seca do feijoeiro, dos estádios V_1 a R_9 de desenvolvimento, quando submetido a três doses de forate.

clo. O tratamento que apresentou maior E_A apresentou também maiores A_f e C_t . Esse fato mostra que A_f não ultrapassou o limite ótimo. A fase estacionária de E_A , no período de 30 a 50 dias, pode estar relacionada com o aumento da demanda de produtos fotossintetizados pelos sítios de consumo (16).

Segundo ALVIM e ALVIM (1), a taxa de produção de matéria seca total do feijoeiro (C_t) depende tanto da área foliar (A_f) quanto da taxa assimilatória líquida (E_A). Nesse experimento, E_A contribuiu predominantemente para a determinação de C_t até o estágio R_5 , em todos os tratamentos. A partir de R_6 , A_f foi o fator de maior importância, embora E_A tenha sido sempre superior nas plantas tratadas com forate.

Os valores instantâneos da taxa de produção da área foliar (C_A) estão na Figura 5. Os maiores valores iniciais de C_A foram obtidos pelas plantas não tratadas com o inseticida. A partir do estágio V_4 , as plantas tratadas com a dose mais elevada apresentaram maior taxa de expansão. A taxa mais baixa, apresentada inicialmente, resultou da fitotoxicidade inicial do produto, que se manifestou diretamente nas folhas. Posteriormente, C_A passou a decrescer, mas seus valores foram sempre superiores nas plantas tratadas. As plantas-controle atingiram taxa nula oito dias antes das plantas tratadas, o que indica que o forate retardou a senescência das folhas.

A taxa de crescimento relativo de área foliar (R_A) foi máxima nos primeiros estádios de desenvolvimento das plantas (Figura 6), decrescendo, de acordo com a idade das plantas, até o valor zero. R_A atingiu valor zero no 64.º, 70.º e 73.º dias após a emergência, para os tratamentos com 0, 200 e 400 mg de forate/vaso, respectivamente, quando a taxa de senescência foliar ultrapassou a taxa de emissão de novas folhas. O maior valor de R_A foi alcançado pelas plantas tratadas com a

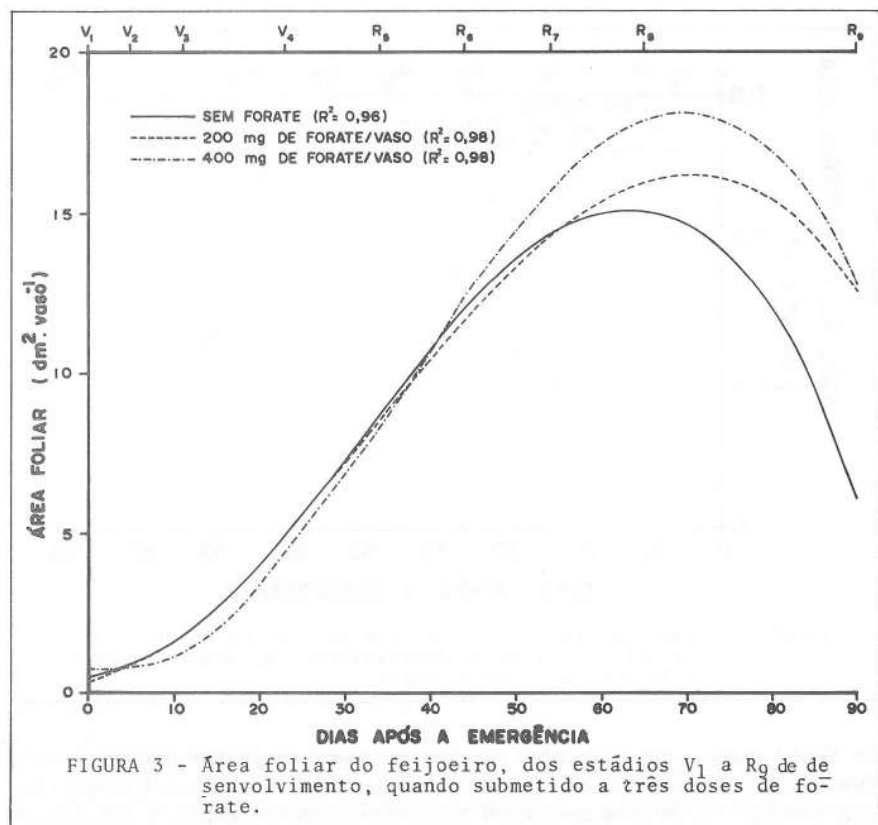
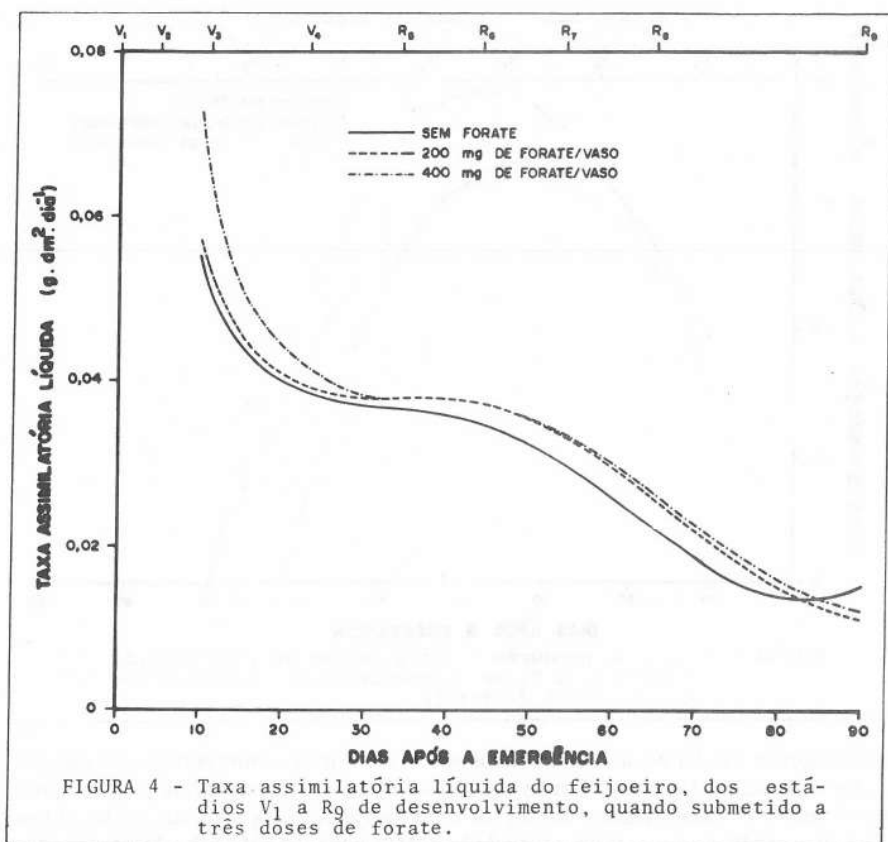


FIGURA 3 - Área foliar do feijoeiro, dos estádios V_1 a R_9 de desenvolvimento, quando submetido a três doses de forate.

dose mais elevada do inseticida. As plantas tratadas com 400 mg de forate/vaso apresentaram valores de R_A superiores aos dos demais tratamentos durante todo o ciclo das plantas.

As curvas da taxa de crescimento relativo (R_W) apresentaram valores decrescentes da emergência das plantas até a colheita final (Figura 7). Observou-se rápido declínio de R_W até o estágio R_7 , quando passou para uma fase de declínio mais lento, porém com valores sempre positivos. Esse comportamento parece ser típico de culturas de ciclo curto, pois respostas semelhantes foram obtidas com *Glycine max* (18), *Phaseolus vulgaris* (2, 3, 15) e *Zea mays* (14, 16). Observa-se que praticamente não houve diferença entre os tratamentos. Os valores máximos obtidos neste experimento foram 0,068, 0,065 e 0,067 $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, com as doses de 0, 200 e 400 mg de forate/vaso, respectivamente. Esses valores são pouco inferiores aos obtidos por LOPES *et alii* (15) com essa mesma variedade.

A razão de área foliar (F_A) é um componente morfológico do crescimento que representa a superfície assimilatória por unidade de matéria seca total. Seus valores normalmente decrescem com a ontogenia das plantas (3, 11). Inicialmente, os valores de F_A cresceram, declinando posteriormente (Figura 8). O máximo foi atingido pelas plantas não-tratadas com forate, mas a curva das plantas tratadas com dose mais elevada foi superior durante a maior parte do ciclo das plantas. A tendência ascendente das curvas, nos primeiros estádios, indica que, inicialmente, o produto da fotossíntese é convertido em folhas. Posteriormente, os fotoassimila-

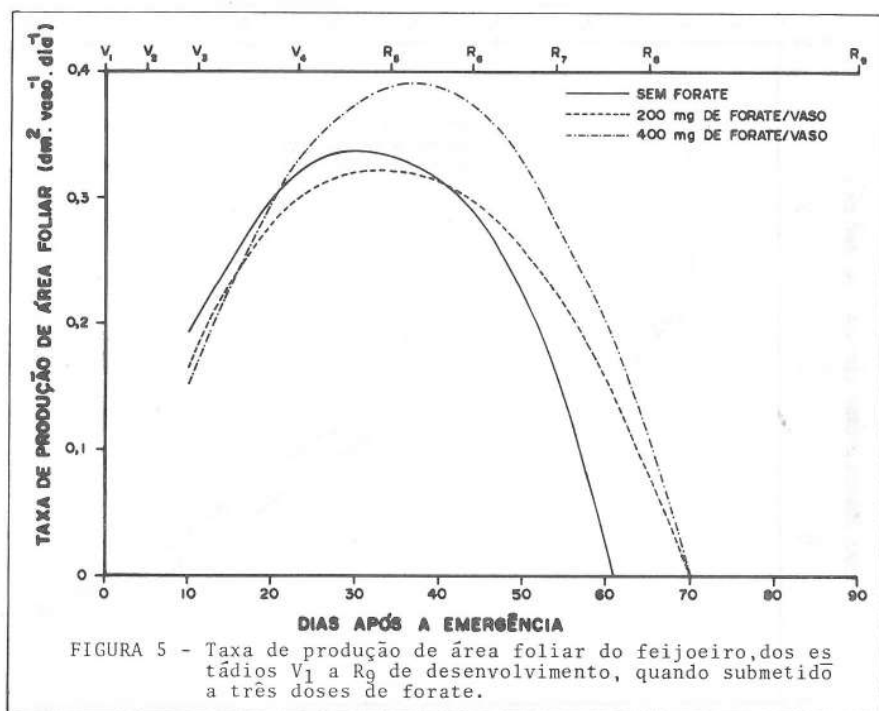


dos são usados na formação de outras estruturas, ocasionando decréscimo de F_A (16).

A razão de peso foliar (F_W) representa a variação do peso da matéria seca das folhas, em relação ao peso da matéria seca total (W_t). Até o estágio R₅, F_W apresentou valores crescentes, maiores nas plantas não-tratadas com forate (Figura 9). A partir desse estágio, esses valores passaram a declinar, mas as curvas das plantas tratadas continuaram crescentes até a colheita. O valor máximo foi alcançado pelas plantas tratadas com 400 mg de forate/vaso, embora inferior aos valores obtidos por ARAÚJO *et alii* (2), ASCÊNCIO e FARGAS (3) e LOPES *et alii* (15).

A área foliar específica (S_A) representa a relação entre a superfície foliar e o peso da matéria seca das folhas (Figura 10). Observa-se que seus valores, inicialmente, decresceram até aproximadamente $2,5 \text{ dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, mantendo-se constantes até próximo do fim do ciclo, quando voltaram a subir. Esta tendência comprova ser S_A uma característica de crescimento muito plástica (12). O aumento das curvas, observado a partir do 70.º dia, pode ter sido ocasionado pela acelerada mobilização de assimilados das folhas para as vagens e pela senescência foliar. Apesar de os tratamentos terem diferido em A_f e W_f , praticamente não diferiram em S_A .

A tendência da eficiência na conversão da energia solar (ξ) está representada, graficamente, na Figura 11. Verifica-se que até o 55.º dia após a emergência não houve diferença entre os tratamentos. A partir dessa data os valores de ξ tornaram-se maiores nas plantas tratadas, em razão do aumento de C_t . Os valores má-

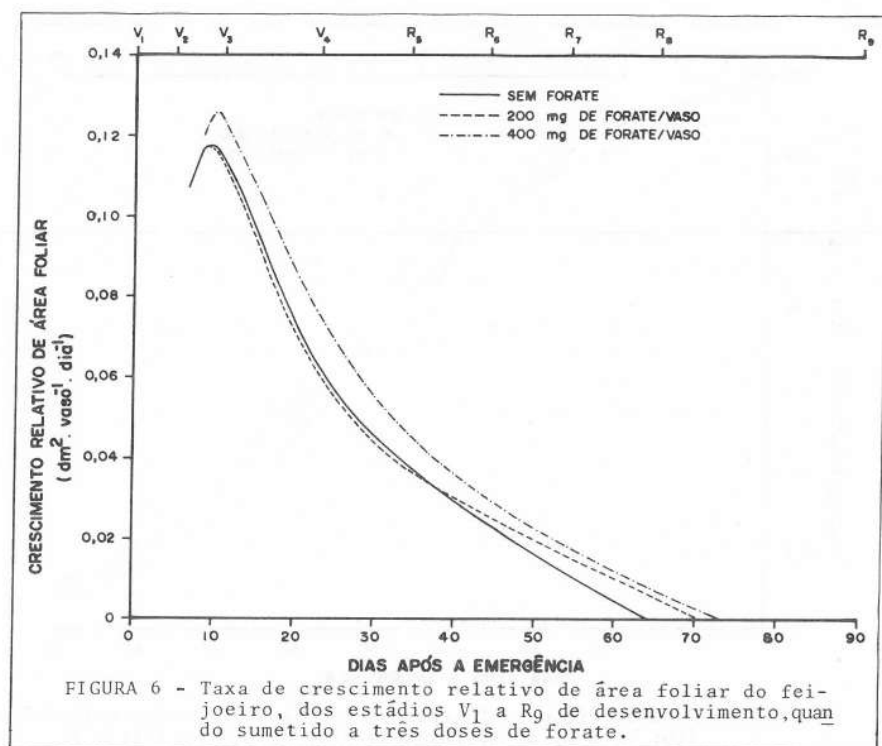


ximos foram 1,6, 1,7 e 1,9%, alcançados aos 51 dias após a emergência das plantas, entre os estádios R_6 e R_7 , com as doses de 0, 200 e 400 mg de forate por vaso, respectivamente. Esses valores foram alcançados quando R_a foi mais baixa, o que está de acordo com as observações de LOOMIS e WILLIAMS (13). As grandes variações de ξ podem ser atribuídas às constantes oscilações dos valores da radiação solar, ocasionadas pela freqüente nebulosidade diária na época do experimento. Os valores médios de ξ foram 0,50, 0,56 e 0,60%, em ordem crescente de doses aplicadas. Todos esses valores foram inferiores aos obtidos por LOPES *et alii* (15) em trabalho com a mesma variedade e em casa de vegetação.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O crescimento e a eficiência na conversão da energia solar do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L., cv. Negrito 897), tratado com o inseticida forate (0, 200 e 400 mg/vaso), foram estudados em casa de vegetação. Foram realizadas dez colheitas, seguindo os estádios de desenvolvimento das plantas.

O forate apresentou efeito regulador de crescimento, o qual foi mais visível a partir do 35.º dia após a emergência das plantas, quando os valores da taxa de produção de matéria seca total das plantas tratadas ultrapassaram os das plantas-controle. Os máximos de incremento foram 0,44, 0,47 e 0,52 g-vaso⁻¹-dia⁻¹, alcançados aos 50, 53 e 55 dias após a emergência, com as doses de 0, 200 e 400 mg de forate/vaso, respectivamente. Neste experimento, a taxa assimilatória líquida contribuiu predominantemente para a determinação da taxa de produção de matéria seca até o estágio R_5 , quando a área foliar passou a ser o fator de maior importância. A taxa de produção de área foliar foi maior nas plantas tratadas e atin-



giu valor nulo oito dias depois das plantas-controle, acontecendo o mesmo com o crescimento relativo de área foliar. A taxa de crescimento relativo apresentou tendência decrescente da emergência das plantas até a colheita final, e as plantas tratadas apresentaram valores ligeiramente maiores após os primeiros estádios. A razão de área foliar e a razão de peso foliar apresentaram tendências decrescentes após os primeiros estádios, com pequenas diferenças entre os tratamentos. A área foliar específica praticamente não foi influenciada pelo forate.

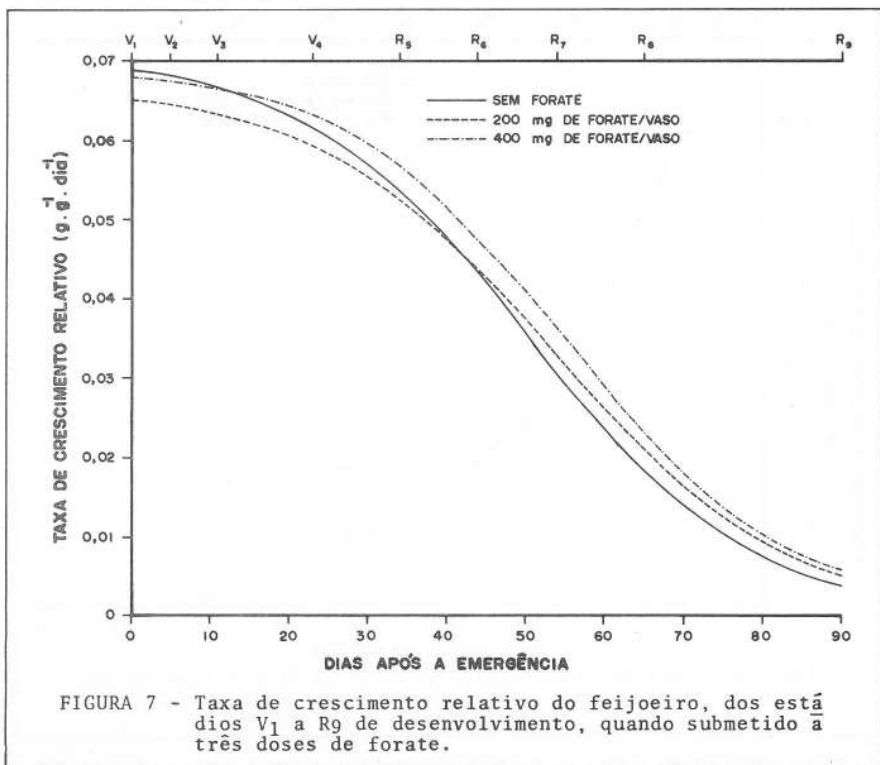
A eficiência na conversão da energia solar não foi influenciada pelo forate nos primeiros estádios de desenvolvimento. Os valores máximos foram 1,6, 1,7 e 1,9%, alcançados aos 51 dias após a emergência das plantas, com as doses de 0, 200 e 400 mg de forate/vaso, respectivamente. Houve grande variação nos seus valores, o que pode ser atribuído às constantes oscilações dos valores da radiação solar, ocasionadas pela elevada nebulosidade diária na época do experimento.

5. SUMMARY

(THE PHYSIOLOGICAL RESPONSE OF BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) TO PHORATE AND THE ENTOMOLOGICAL CONSEQUENCES.

I. ANALYSIS OF GROWTH AND CONVERSION OF SOLAR ENERGY)

It has long been known that insecticides and similar products affect the metabolism of plants, independently of the consequences of the control of pests. It is also known that responses are specific for insecticide and plant species. In tropical agricultural systems, however, diverse response have been observed as mea-



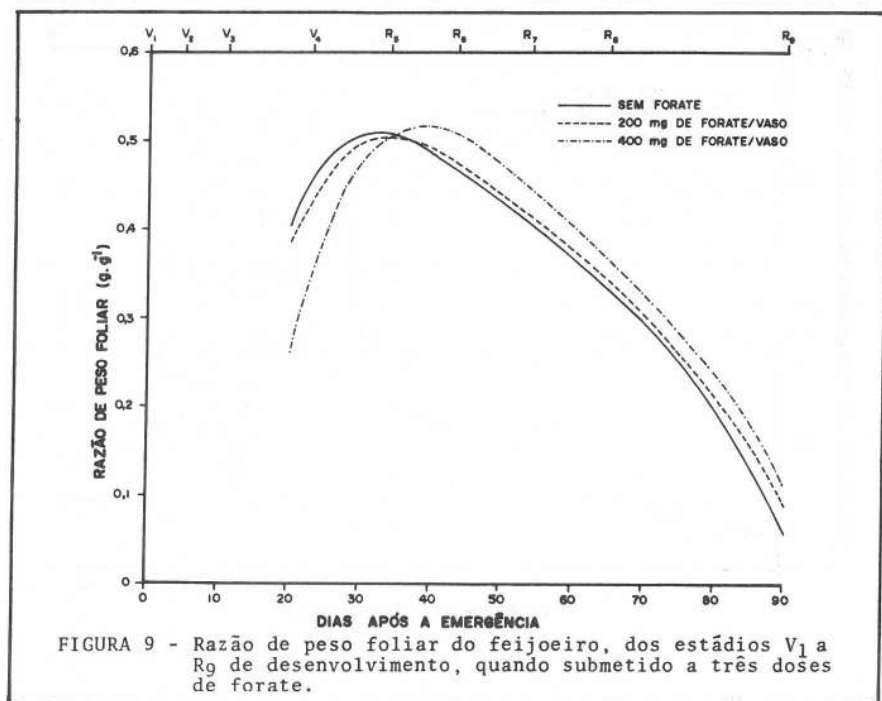
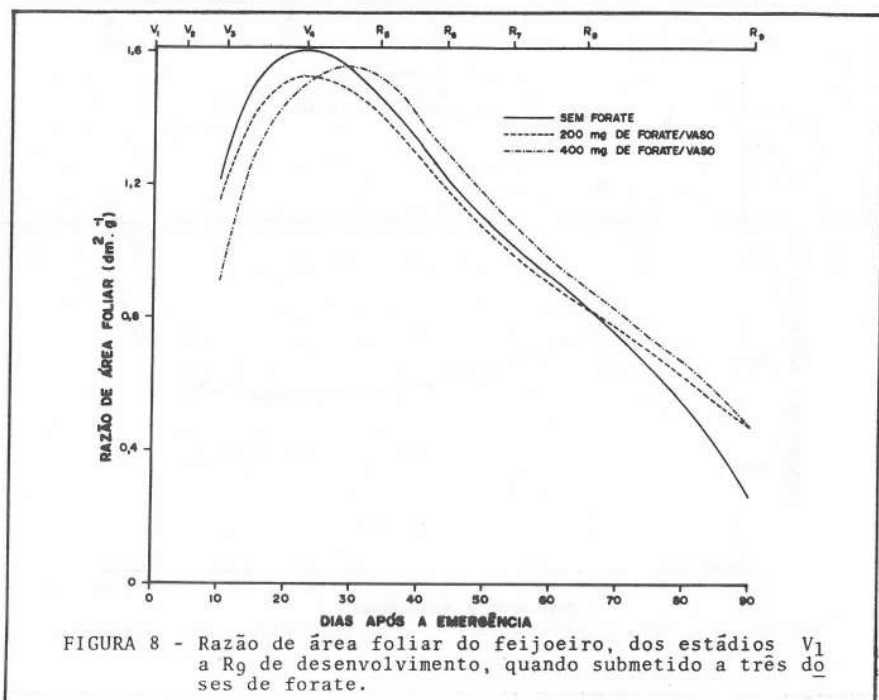
sured by both significant increases and decreases in plant productivity in specific insecticide — specific plant species situations.

To gain a partial insight into the bases for such responses and the reasons underlying such widespread variation, a series of greenhouse and field experiments was undertaken using bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the systemic insecticide, phorate, at Viçosa, Minas Gerais, Brazil.

Utilizing a random block experimental design with three replications, beans (cv. Negrito 897) were planted in plastic pots in which the soil had received one of three treatments as 0, 200 and 400 mg of phorate per pot (equivalent to a.i. 0.1 and 2 kg/ha). Two bean plants were maintained in each pot and the entire experiment was carried out in the greenhouse under a normal plant growth regime.

Beginning with emergence, entire plants were collected at 10-day intervals with developmental stages assigned according to the CIAT scale. The plants were separated as to roots, stems, leaves, flowers, pods and seeds and each part was weighed, measured and/or counted as appropriate.

Under the conditions of this experiment, phorate acted as a growth regulator. This became most evident 35 days after emergence when the total dry weight of the treated plants surpassed that of the untreated. The maximum increases obtained were 0.44, 0.47 and 0.52 g/pot, reached at 50, 53 and 55 days after emergence, for the rates of 0, 200 and 400 mg of phorate/pot, respectively. The net assimilation rate was of greatest importance in the determination of the rate of dry matter production until stage R₅, after which foliar area became most important.



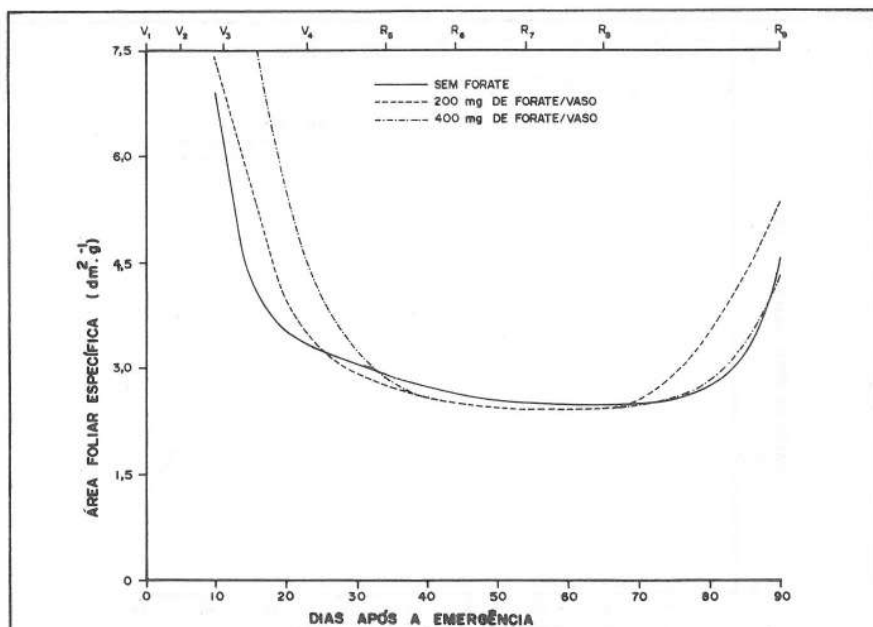


FIGURA 10 - Área foliar específica do feijoeiro, dos estádios V₁ a R₉ de desenvolvimento, quando submetido a três doses de forate.

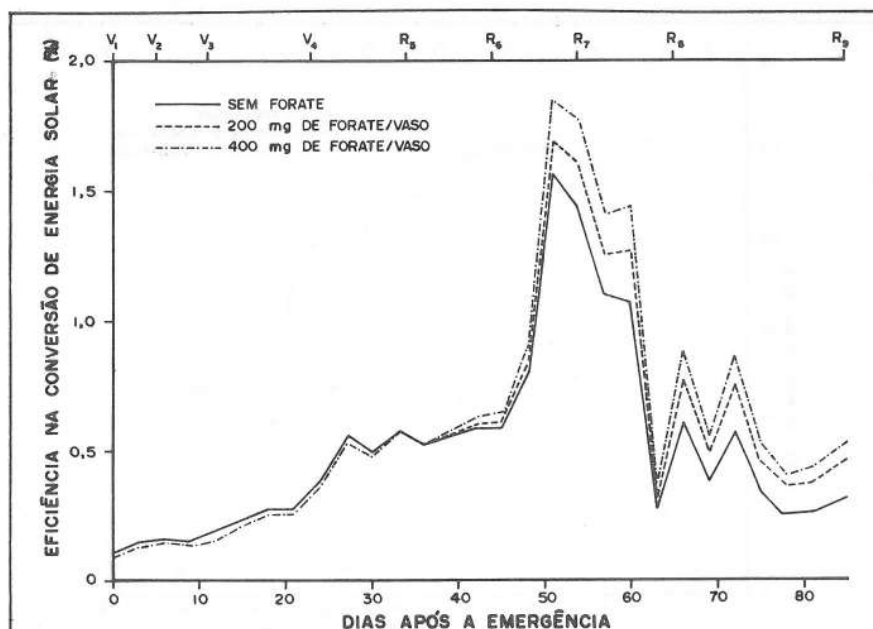


FIGURA 11 - Eficiência do feijoeiro na conversão da energia solar, dos estádios V₁ a R₉ de desenvolvimento, quando submetido a três doses de forate.

Conversion efficiency of solar energy reached its maximum values of 1.6, 1.7 and 1.9% at 51 days after emergence (between stages R₆ and R₇) for the rates of 0, 200 and 400 mg of phorate/pot, respectively, and continued to remain higher for the phorate treatments from that time until harvest.

6. LITERATURA CITADA

1. ALVIM, R. & ALVIM, P. de T. Efeito da densidade de plantio no aproveitamento da energia luminosa pelo milho (*Zea mays*) e pelo feijão (*Phaseolus vulgaris*) em culturas exclusivas e consorciadas. *Turrialba*, 19:389-393. 1969.
2. ARAÚJO, G.A.A.; FONTES, L.A.N.; LOPES, N.F.; GALVÃO, J.D. & SE-DIYAMA, G.C. Crescimento e conversão de energia solar em sistema de cultivos associados e exclusivos de milho e feijão. II. Feijão das «águas». *Rev. Ceres*, 34:42-67, 1987.
3. ASCENCIO, J. & FARGAS, J.E. Analisis del crecimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. 'Turrialba - 4') cultivado en solucion nutritiva. *Turrialba*, 23:420-428. 1973.
4. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Una escala de desarrollo para el frijol propone el CIAT. *Hoja Informativa de Programa de Frijol del CIAT*, 5(12):1-2, 1983.
5. CHANDLER, L. *Annual report for 1976*. Goiânia, USAID Loan Agreement 512-L-077, USAID/EMBRAPA/Purdue Contract, CNPAF, 1977. 42 p.
6. CHANDLER, L. Crop life table studies of the pests of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) at Goiânia, Goiás. *Rev. Ceres*, 31:234-298, 1984.
7. DELLA LUCIA, T.M.C. & CHANDLER, L. Tabela de vida das culturas aplicadas às pragas de (*Phaseolus vulgaris* L.) sob tratamento com carbofuram em quatro níveis de adubação NPK. *Rev. Ceres*, 32:227-251, 1985.
8. FINLEY, A.M. *End of tour report*. Goiânia, USAID Loan Agreement 512-L-077, USAID/EMBRAPA/Purdue University Contract, CNPAF, 1976. 20 p.
9. GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. & ALVES, S.B. *Manual de Entomologia Agrícola*. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1978. 531 p.
10. HARRIS, C.S. Effects of certain insecticides and related chemical on photosynthesis in cucumbers and beans. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 60:335-340, 1952.
11. HUNT, W.F. & LOOMIS, R.S. Respiration modeling and hypothesis testing with a dynamic model of sugar beet growth. *Ann. Bot.*, 44:5-17, 1979.
12. KVET, J.; ONDOCK, J.P.; NECAS, N. & JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTAK, Z. CATSKY, J. & JARVIS, P.G. (eds). *Plant Photosynthetic Production. Manual of methods*. Hawa, Dr. W. Junk, N.V. Publishers, 1971, p. 343-391.

13. LOOMIS, R.S. & WILLIAMS, W.A. Maximum crop productivity: An estimate. *Crop Sci.*, 3:67-72, 1975.
14. LOPES, N.F. & MAESTRI, M. Análise de crescimento e conversão da energia solar em população de milho (*Zea mays* L.) em Viçosa, Minas Gerais. *Rev. Ceres*, 20:189-201, 1973.
15. LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; FREITAS, J.G.; MELGES, E. & BELTRÃO, N. E. M. Análise de crescimento e conversão da energia solar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a três níveis de densidade do fluxo radiante. *Rev. Ceres*, 29:586-606, 1982.
16. MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; FAHL, J.I.; ARRUDA, H.V.; SILVA, W. J. da. & TEIXEIRA, J.P.F. Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho em três densidades. *Pesq. Agrop. Bras.*, 17:825-833, 1982.
17. MARICONI, F. A. M. *Inseticidas e seu emprego no combate às pragas*: São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1977. 305 p.
18. MELGES, E. *Crescimento, conversão da energia solar e nodulação da soja (Glycine max (L.) Merrill) sob quatro níveis de radiação solar, em Viçosa, Minas Gerais*. Viçosa, UFV, Imp. Univ., 1983. 78 p. (Tese de M.S.).
19. NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; BATISTA, G.C. de; YOKOYAMA, M.; DEGASPARI, N. & MARCHINI, L.C. *Manual de Inseticidas: Dicionário*. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1977. 272 p.
20. NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. & ZUCCHI, R.A. *Entomologia Econômica*. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1981. 114 p.
21. PASCHOAL, A.D. Ecologia de populações e manejo integrado de pragas: estratégias para o presente e futuro. *Ciência e Cultura*, 30:543-548, 1978.
22. PASCHOAL, A.D. O ônus do modelo da agricultura industrial. *Rev. Bras. Tecnol.* 14(1):17-27, 1983.
23. PRICE, P.W. The concept of the ecosystem. In: HUFFAKER, C.B. & RABB, R.L. *Ecological Entomology*. New York, John Wiley & Sons, 1984. p. 19-50.
24. RADFORD, P.J. Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop Sci.*, 7: 171-175, 1967.
25. RICHARDS, F.J. The quantitative analysis of growth. In: STEWARD, F.C. (ed.) *Plant Physiology: A treatise*. New York, Academic Press, 1969. p. 3-76.
26. SALAZAR, E.C. (Ed). *Inseticidas e Acaricidas: Toxicologia, Receituário Agrônomo*. São Paulo, Livroceres, 1982. 412 p.
27. SUPLYCI FILHO, N. & FADIGAS Jr., M. Tratamento do feijão com inseticidas sistêmicos granulados, visando ao controle a algumas pragas. *O Biológico*, 27:216-217, 1961.
28. WATSON, D.J. The dependence of net assimilation rate on leaf area index. *Ann. Bot.*, 22(36):37-54, 1958.