

PARTIÇÃO DE ASSIMILADOS E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM DOIS SISTEMAS DE ASSOCIAÇÃO COM O MILHO^{1/}

Milton José Cardoso^{2/}

Luiz Antônio Nogueira Fontes^{3/}

Nei Fernandes Lopes^{4/}

José Domingos Galvão^{3/}

1. INTRODUÇÃO

Nos cultivos associados de milho e feijão, quando se analisa a eficiência dos sistemas, verifica-se que a produtividade do milho nem sempre é alterada, enquanto a do feijão, normalmente, é reduzida, possivelmente devido à disponibilidade diferente de luz e à reação diferencial das espécies à luminosidade, visto diferirem, tanto fisiológica como anatomicamente.

A variação na densidade do fluxo radiante induz a planta a modificar a distribuição dos seus fotoassimilados, alterando-se, conseqüentemente, seu crescimento e morfologia (5, 8). A redução na produção de matéria seca e de grãos, nas plantas cultivadas com níveis infra-ótimos de densidade do fluxo radiante, está relacionada, principalmente, com a redução na taxa fotossintética (1, 5).

No feijoeiro, um dos mecanismos de adaptação a baixos níveis de fluxo radiante é o aumento da área foliar e da taxa de expansão, o que evidencia que as plantas tendem a promover a expansão da superfície foliar para captar, com maior eficiência, a luz disponível (7).

O presente estudo teve o objetivo de avaliar dois sistemas de associação mi-

^{1/} Aceito para publicação em 8-06-1988.

^{2/} EMBRAPA/UEPAE de Teresina. Caixa Postal 1 64.001 Teresina, PI.

^{3/} Bolsista do CNPq. Departamento de Fitotecnia da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

^{4/} Bolsista do CNPq. Departamento de Biologia Vegetal da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

lho-feijão e três espaçamentos entre covas de milho, bem como os efeitos desses sistemas sobre a morfologia, partição de assimilados e produção de matéria seca na cultura do feijão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Plantas de milho híbrido duplo AG 260 e de feijão, cultivar 'Negrito 897', foram cultivadas no campo. As condições do experimento foram as descritas por CARDOSO *et alii* (3).

Foram testados dois sistemas de consórcio de milho com feijão, intercalar (S_1) e feijão na mesma linha do milho (S_2), com três distribuições espaciais de plantas de milho na linha, uma, duas e quatro plantas a cada 0,25 m (C_{25}), 0,50 m (C_{50}) e 1,00 m (C_{100}), respectivamente.

A coleta das plantas foi realizada semanalmente, a partir do 17.^o dia após a emergência até o final do ciclo da cultura do feijão, perfazendo oito coletas, conforme o procedimento descrito por CARDOSO *et alii* (3).

Os dados de todas as características determinadas foram submetidos à análise de variância. Foi efetuada também a análise de regressão curvilínea das médias de peso da matéria seca acumulada nas raízes (W_r), caules (W_c), folhas (W_f) e vagens (W_v). Desse modo, foi determinado o polinômio que melhor se ajustava aos dados primários, de conformidade com as sugestões de RICHARDS (11). Para determinar os valores instantâneos da taxa de acúmulo de matéria seca em cada parte, empregou-se a derivada da equação ajustada ao peso da matéria seca do órgão vegetal, em relação ao tempo (9, 11).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As alturas médias das plantas, independentemente do espaçamento entre covas de milho, foram maiores no sistema de plantio das duas culturas na mesma linha (S_2), em relação ao sistema intercalar (S_1) (Quadro 1). Ao comparar as alturas do feijoeiro dentro de um mesmo sistema de plantio, não se verificou efeito do espaçamento entre covas de milho.

A maior altura do feijoeiro, quando junto à gramínea, na fileira, pode ser atribuída, principalmente, às condições, inerentes a cada sistema, de distribuição do fertilizante, no plantio e em cobertura, e de penetração de luz, com prováveis vantagens para o S_2 . Nesse sistema, em que o milho e o feijão ficam numa única fileira, as plantas receberam, no plantio, o total de adubo das duas culturas e duas coberturas com nitrogenado: uma para o feijão e outra para o milho.

O feijoeiro plantado na mesma linha da gramínea apresentou maior número de folhas, bem como maior índice de área foliar (L), independentemente do espaçamento entre covas de milho (Quadro 1). Entretanto, dentro de cada sistema de plantio, não houve efeito sobre o número de folhas do feijoeiro quando as covas da gramínea estavam mais espaçadas (C_{100}). Segundo a escala de FERNÁNDEZ *et alii* (6) para desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, aplicada aos dois sistemas de associação, tanto o maior número de folhas como o maior L coincidiram com a fase de floração e início de formação de vagens, ou seja, 38 dias após a emergência (Quadro 1), o que mostra que a presença do milho não alterou o número de dias necessários à ocorrência desses eventos.

O número de folhas, na penúltima coleta, no sistema de plantio das duas culturas na mesma linha, mostra que houve senescência das folhas em intensidade menor, em relação ao sistema intercalar. O sombreamento, em proporção diferen-

QUADRO 1 - Dados médios de altura, número de folhas, número de vagens e índices de área foliar (L) do Feijoeiro nos Sistemas de plantio intercalar ao milho (S₁) e na mesma fileira do milho (S₂), arranjado em três espaçamentos entre covas (C). Viçosa, MG. Ano Agrícola 1983/84

| Espaçamento entre covas (C), em m | Coleta* dias | Feijão intercalar ao milho (S ₁) | | | | Feijão e milho na mesma fileira (S ₂) | | | |
|-----------------------------------|--------------|--|---------------------------------|---------------------------------|------|---|---------------------------------|---------------------------------|------|
| | | Altura, em m | Nº de folhas por m ² | Nº de vagens por m ² | L | Altura, em m | Nº de folhas por m ² | Nº de vagens por m ² | L |
| 0,25 | 17 | 0,25 | 138,3 | | 0,21 | 0,27 | 184,8 | | 0,43 |
| | 24 | 0,34 | 222,1 | | 0,43 | 0,38 | 266,1 | | 0,73 |
| | 31 | 0,36 | 296,5 | | 0,61 | 0,47 | 379,5 | | 1,17 |
| | 38 | 0,52 | 371,3 | 151,0 | 0,92 | 0,55 | 345,5 | 118,8 | 1,02 |
| | 45 | 0,49 | 365,3 | 89,3 | 0,61 | 0,58 | 421,0 | 173,8 | 1,19 |
| | 52 | 0,52 | 182,5 | 48,8 | 0,33 | 0,60 | 299,8 | 89,3 | 0,81 |
| 0,50 | 59 | 0,43 | 45,5 | 34,5 | 0,06 | 0,52 | 127,5 | 58,5 | 0,23 |
| | 66 | 0,43 | 0,0 | 50,4 | 0,0 | 0,55 | 0,0 | 71,7 | 0,0 |
| | 17 | 0,24 | 134,5 | | 0,21 | 0,28 | 166,8 | | 0,37 |
| | 24 | 0,34 | 241,5 | | 0,44 | 0,39 | 300,1 | | 0,89 |
| | 31 | 0,38 | 229,3 | | 0,46 | 0,46 | 278,4 | | 0,83 |
| | 38 | 0,55 | 341,5 | 148,5 | 0,90 | 0,51 | 370,5 | 156,8 | 1,20 |
| 1,00 | 45 | 0,51 | 254,5 | 73,3 | 0,51 | 0,65 | 313,8 | 144,5 | 0,81 |
| | 52 | 0,54 | 190,3 | 53,8 | 0,37 | 0,59 | 252,5 | 78,3 | 0,59 |
| | 59 | 0,48 | 98,0 | 49,3 | 0,14 | 0,53 | 79,5 | 66,5 | 0,13 |
| | 66 | 0,45 | 0,0 | 42,3 | 0,0 | 0,52 | 0,0 | 62,5 | 0,0 |
| | 17 | 0,25 | 138,8 | | 0,28 | 0,26 | 158,3 | | 0,38 |
| | 24 | 0,31 | 230,9 | | 0,43 | 0,36 | 262,8 | | 0,67 |
| 1,00 | 31 | 0,38 | 281,0 | | 0,63 | 0,41 | 323,1 | | 0,99 |
| | 38 | 0,51 | 363,3 | 162,3 | 0,83 | 0,54 | 425,0 | 180,5 | 1,09 |
| | 45 | 0,55 | 230,0 | 79,5 | 0,50 | 0,53 | 326,8 | 102,5 | 0,85 |
| | 52 | 0,52 | 197,8 | 54,3 | 0,40 | 0,60 | 267,0 | 82,5 | 0,64 |
| | 59 | 0,49 | 78,0 | 43,5 | 0,12 | 0,54 | 150,5 | 80,5 | 0,27 |
| | 66 | 0,47 | 0,0 | 64,2 | 0,0 | 0,54 | 0,0 | 65,9 | 0,0 |

* Foram colhidas 15 plantas. m⁻²

te, do milho sobre as plantas de feijão pode ter favorecido a leguminosa, proporcionando-lhe menor temperatura foliar e diminuindo-lhe a taxa de processos metabólicos. Também, o fato de se ter feito uma adubação em cobertura do milho aos 40 dias após a emergência, da qual o feijão se beneficiou, por estar na mesma linha daquela cultura, certamente influenciou o comportamento do feijoeiro.

O número médio de vagens do S_2 foi superior ao do S_1 (Quadro 1). Para os dois sistemas de associação, o grande número de vagens verificado nas duas primeiras coletas resultou do fato de os dados incluírem vagens e flores. Daí para frente, a redução mais intensa no número de vagens pode ser atribuída à maior competição inter e intra-específica, que indica ter havido aborto de flores, relacionado, provavelmente, com a deficiência no teor de carboidratos e com outras alterações no metabolismo das plantas, na época de floração e início de formação das vagens. REIS (10), trabalhando com três sistemas de associação milho-feijão, verificou que o vingamento de flores, no feijoeiro, foi reduzido pela competição exercida pelo milho.

As variações, em relação ao tempo, na distribuição de matéria seca total nas partes das plantas de feijão acham-se nas Figuras de 1 a 4. Praticamente, não se observou diferença, ao longo do tempo, entre os dois sistemas e entre espaçamentos entre covas de milho. Com o crescimento das plantas, notou-se a ocorrência de mudanças do dreno metabólico preferencial de uma parte para outra, em razão das transformações morfológicas das plantas. No início, as raízes e folhas foram os drenos metabólicos preferenciais, havendo, após certo período de crescimento, uma mudança do dreno preferencial para os caules. Com o início de formação das vagens, o dreno metabólico preferencial mudou-se para essa parte da planta, de forma definitiva e acentuada. Com participação menor, as demais partes da planta continuaram contribuindo para o total de matéria seca.

Observa-se, nas Figuras de 1 a 4, que a ordem seqüencial dos drenos metabólicos preferenciais não foi alterada pelos sistemas de plantio, nem pela distribuição espacial do milho na fileira. Contudo, nota-se, no S_1 que as plantas de feijão apresentaram taxas de acúmulo de matéria seca, em suas partes, menores que as do S_2 , especialmente nas vagens (Figuras 3 e 4). Tal fato pode estar relacionado com uma redução na fotossíntese líquida, que ocasiona diminuição na produção de matéria seca. Todavia, o espaçamento de 1,0 m entre covas de milho resultou, nos dois sistemas de associação, em maiores taxas de acúmulo de matéria seca nas vagens do feijoeiro. No S_2 , a maior taxa do espaçamento de 1,0 m se equiparou à do espaçamento de 0,25 m (Figuras 3 e 4).

Para os dois sistemas de plantio, a tendência de variação no acúmulo de matéria seca nas raízes (W_r) encontra-se na Figura 5. Quando o feijoeiro estava na linha do milho (S_2), o acúmulo de W_r foi superior ao do sistema intercalar (S_1). Não foram observadas diferenças no acúmulo de matéria seca na raiz, em relação aos espaçamentos dentro da fileira de milho. Entretanto, quando havia uma planta de milho a cada 0,25 m, com o feijão na mesma linha (S_2C_{25}), ocorreu redução acentuada no acúmulo de W_r , a partir do 52.º dia da emergência. Nesse período, o feijoeiro estava na fase de enchimento das vagens, aumentando, portanto, a demanda de assimilados para esse fim. Como no S_2C_{25} as plantas de milho estavam muito próximas às do feijão, atribui-se esse fato à competição interespecífica. Resalta-se, entretanto, que essa redução no acúmulo de W_r não prejudicou o sistema, visto ter ele apresentado maior número de folhas e vagens, em relação ao intercalar (S_1C_{25}) (Quadro 1).

As curvas de acúmulo de matéria seca nos caules (W_c) do feijoeiro podem ser vistas na Figura 6. Em ordem crescente de espaçamento entre covas de milho, os

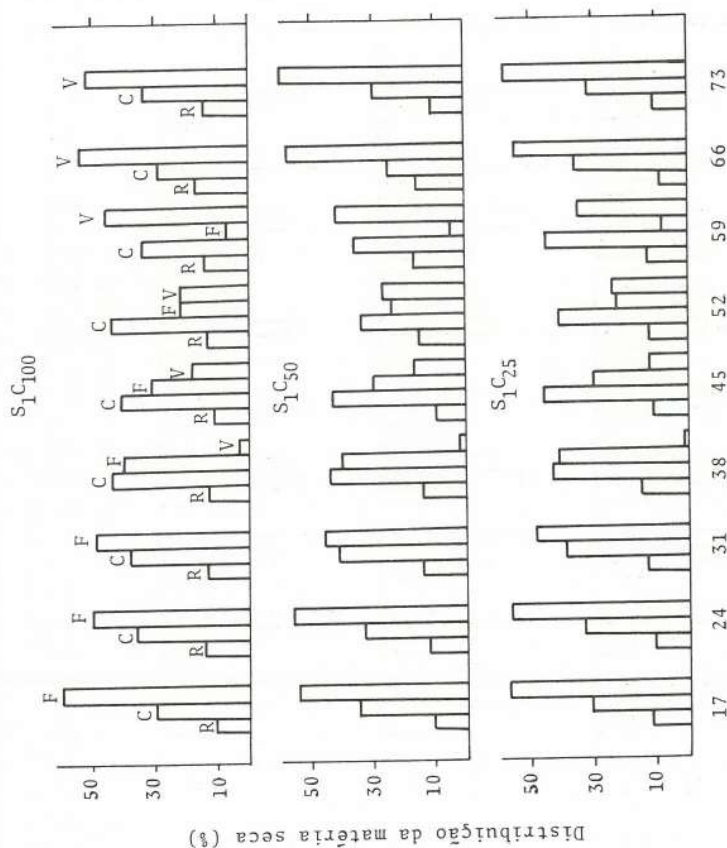


FIGURA 1 - Distribuição percentual da matéria seca nas raízes (R), caules (C), folhas (F), e vagens (V) do feijoeiro, no sistema de plantio intercalar ao milho (S_1), arranjado em três espaçamentos entre covas (C).

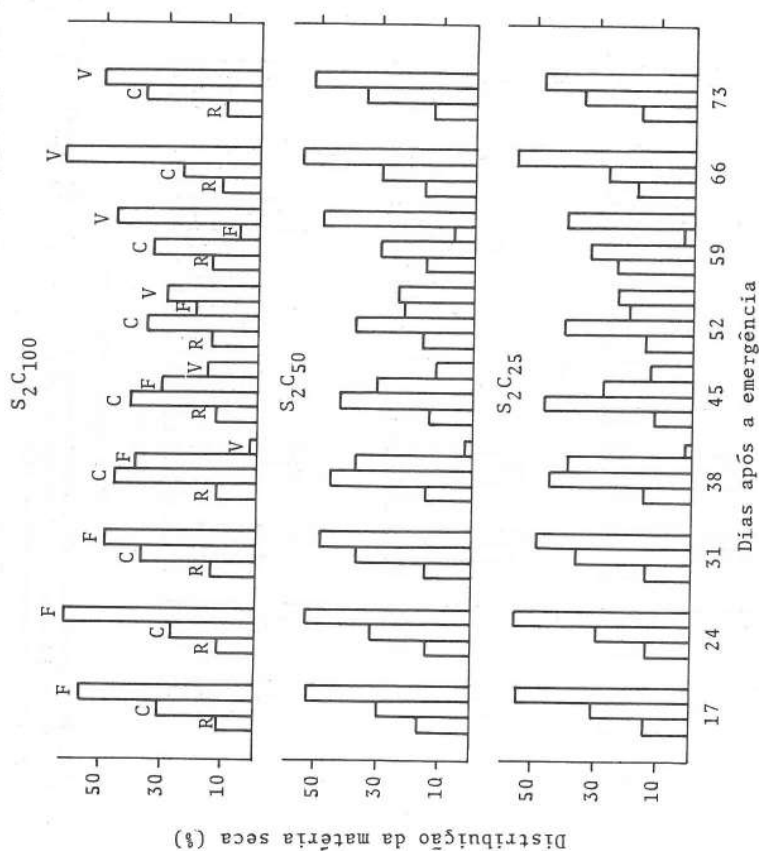


FIGURA 2 - Distribuição percentual da matéria seca nas raízes (R), caules (C), folhas (F) e vasos (V) do feijoeiro, no sistema de plantio na mesma fileira do milho (S_2), arranjo do em três espaçamentos entre covas (C_2)

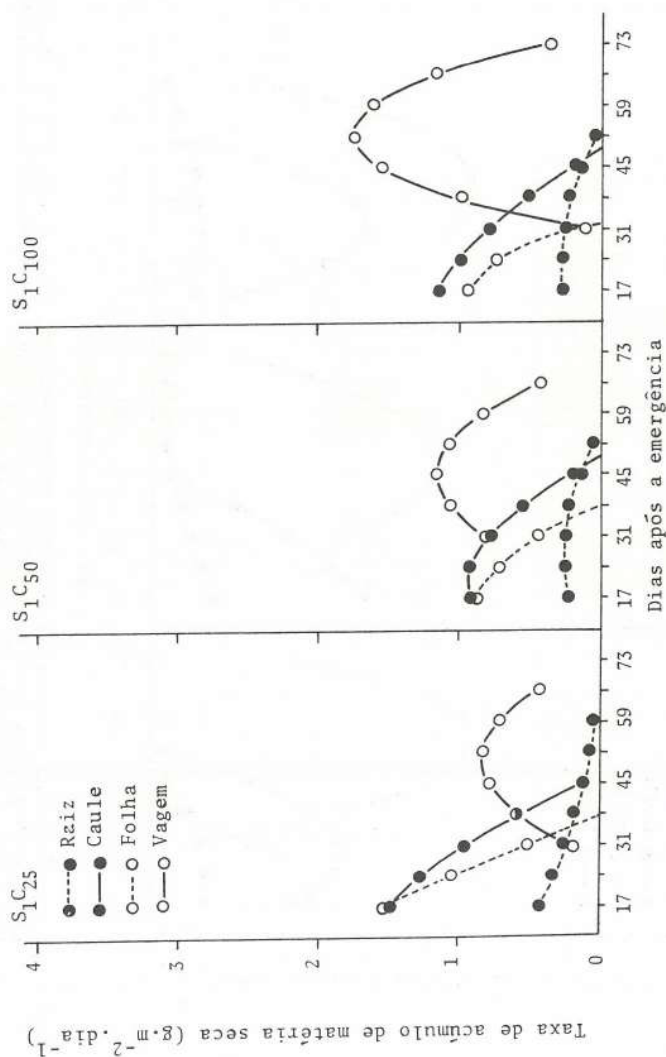


FIGURA 3 - Taxa de acúmulo de matéria seca nas raízes, caules, folhas e vagens do feijoeiro, no sistema de plantio intercalar ao milho (S_1), arranjado em três espaçamentos entre co-vas (C). Viçosa, MG. Ano Agrícola 1983/84.

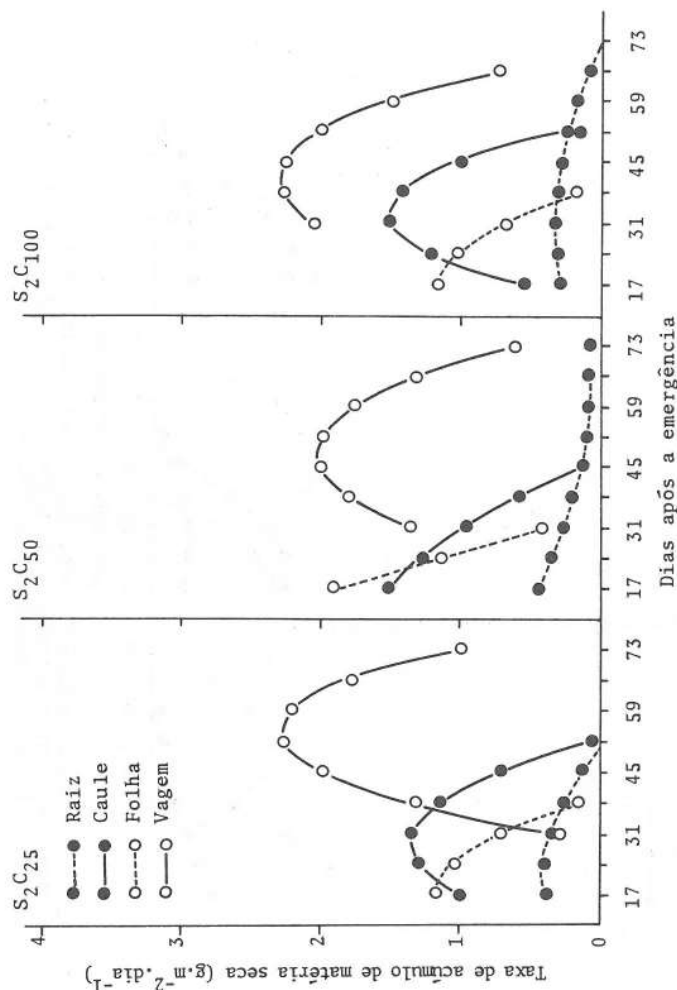


FIGURA 4 - Taxa de acúmulo de matéria seca nas raízes, caules, folhas e vagens do feijoeiro, no sistema de plantio na mesma fileira do milho (S₂), arranjado em três espaçamentos em tre covas (C). Viçosa, MG. Ano agrícola 1983/84.

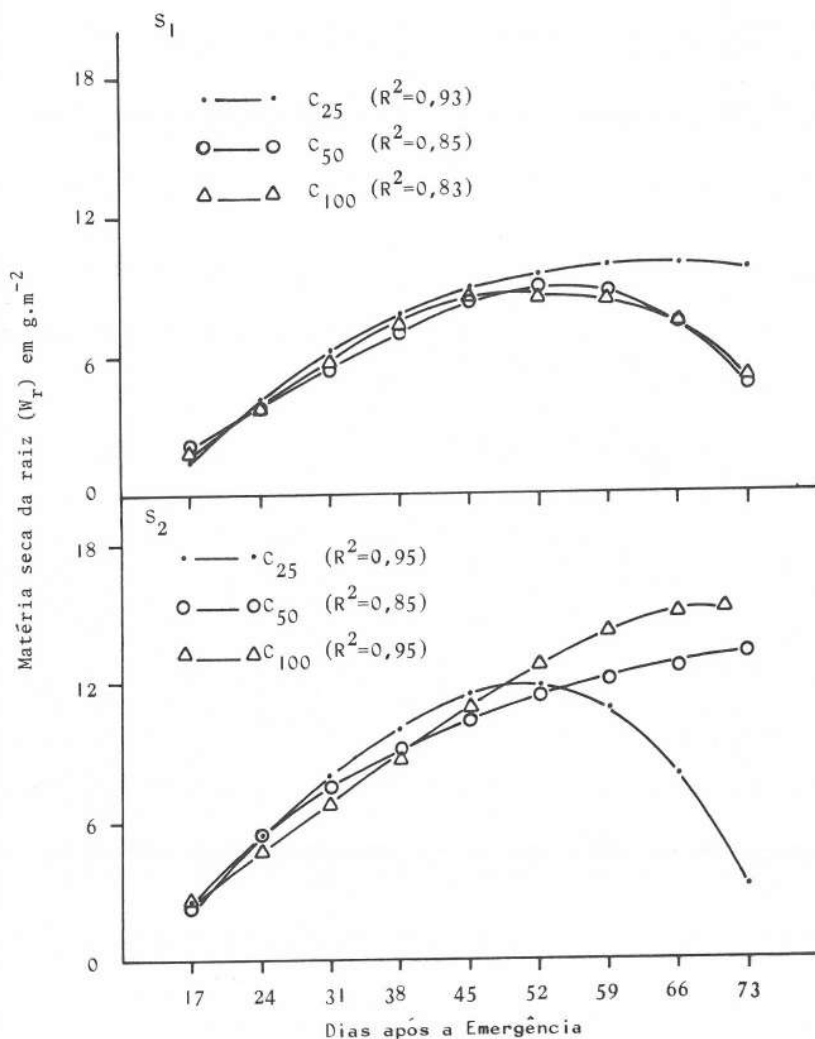


FIGURA 5 - Médias estimadas da matéria seca acumulada na raiz do feijoeiro, nos sistemas de plantio intercalar ao milho (S₁) e na mesma fileira do milho (S₂), arranjado em três espaçamentos entre covas.

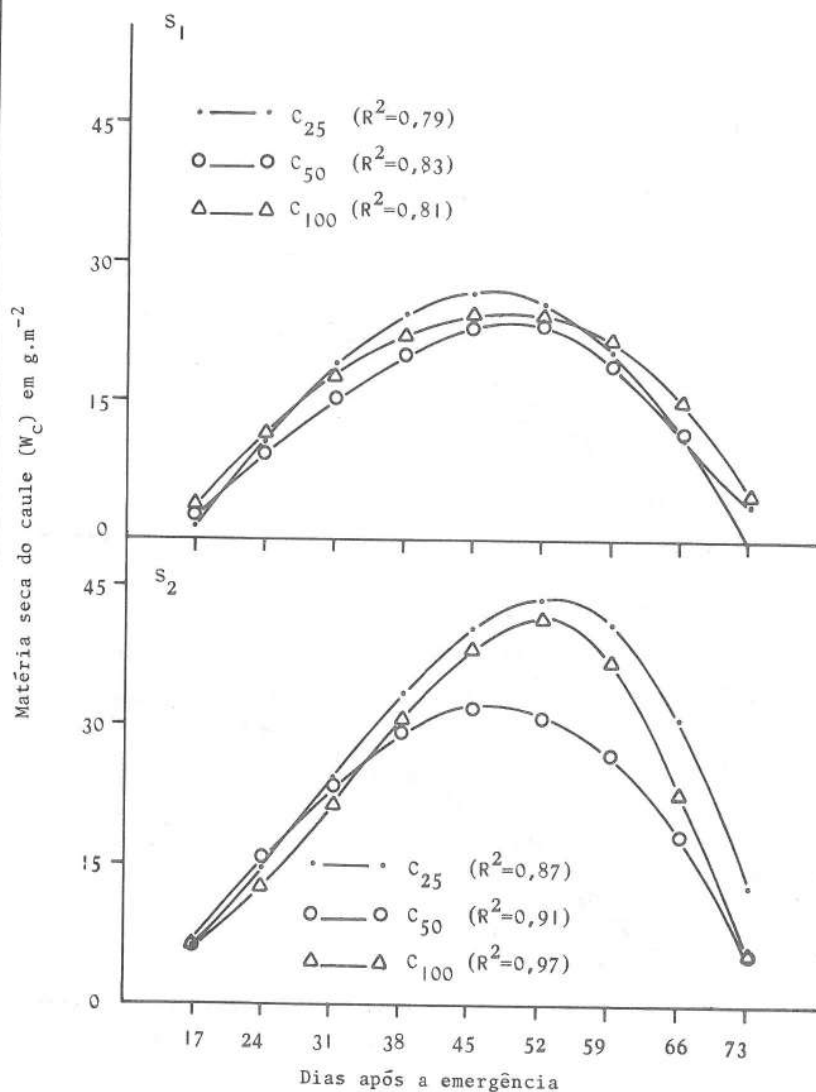


FIGURA 6 - Médias estimadas da matéria seca acumulada no caule do feijoeiro, nos sistemas de plantio intercalar ao milho (S_1) e na mesma fileira do milho (S_2), arranjado em três espaçamentos entre covas (C).

maiores valores de W_C foram 26,7, 22,8 e 24,2 g·m⁻², atingidos cerca de 45 dias após a emergência, no sistema intercalar (S_1), e 43,6, 31,9 e 41,4 g·m⁻², no sistema de plantio na mesma fileira do milho, superiores, portanto, aos do sistema intercalar e alcançados cerca de 52 dias após a emergência, o que indica período maior para início da senescência do caule. O principal fator que contribuiu para os maiores valores de W_C , quando o feijoeiro estava na mesma linha da gramínea (S_2), foi o maior crescimento das plantas, o que lhes proporcionou maior altura (Quadro 1), devido ao maior sombreamento do feijoeiro, causado pelo milho nesse sistema, graças à possível melhor eficiência no aproveitamento do fertilizante aplicado, especialmente o nitrogenado, ante as duas coberturas realizadas nas plantas deste sistema.

A Figura 7 ilustra a tendência da variação no acúmulo de matéria seca nas folhas (W_f) do feijoeiro. Observou-se superioridade desses valores quando o feijoeiro estava na mesma linha do milho, em relação aos do sistema intercalar, fato que não se verificou com os espaçamentos entre covas de milho dentro de cada sistema. Independentemente do sistema de plantio, os maiores valores de W_f foram obtidos cerca de 38 dias após a emergência. Em ordem crescente de espaçamento entre covas de milho, os valores foram 22,6, 18,9, 21,6 g·m⁻², para o sistema intercalar, 31,6, 29,0 e 29,0 g·m⁻², para o sistema de plantio do feijão na mesma linha da gramínea (S_2). O maior número de folhas do feijoeiro, no sistema de plantio na mesma linha de milho (Quadro 1), foi a principal causa da diferença entre esse sistema e o intercalar.

A tendência da variação no acúmulo da matéria seca nas vagens (W_v) do feijoeiro, nos dois sistemas de plantio, está na Figura 8. Os maiores valores de W_v , em ordem crescente de espaçamento entre covas de milho, foram 29,4, 27,2, 39,3 g·m⁻², para o S_1 , 49,9, 42,9 e 46,8 g·m⁻², para o S_2 , obtidos 73 dias após a emergência. Comparando os dois sistemas, observou-se efeito no acúmulo de W_C quando a leguminosa estava na linha do milho. Isso pode estar relacionado com o maior número de vagens, que aumentou a força do dreno (Quadro 1), e com a maior taxa assimilatória líquida, como mostrado previamente (4), que incrementou a força da fonte e favoreceu a produção de assimilados. Essa tendência foi verificada em trabalhos de associação de milho com feijão (2, 10) e em culturas exclusivas (7, 8). No caso particular do S_1 , o acúmulo de matéria seca nas vagens foi favorecido pelo espaçamento de 1,00 m entre covas com plantas de milho, entre as quais se encontrava o feijoeiro (Figura 8).

4. RESUMOS E CONCLUSÕES

Crescimento, morfologia, partição de assimilados e acúmulo de matéria seca foram estudados em *Phaseolus vulgaris* L., cv. Negrito 897, crescendo em consórcio com o milho, no campo, em Viçosa, Minas Gerais.

Avaliaram-se dois sistemas: feijão nas entrelinhas e na mesma linha do milho, a gramínea com três distribuições espaciais nas linhas de plantio, uma, duas e quatro plantas a cada 0,25, 0,50 e 1,00 m, respectivamente.

Para um mesmo sistema, não houve efeito dos arranjos espaciais de milho na fileira sobre as características morfológicas do feijoeiro.

Foi observado maior acúmulo de matéria seca nas partes da planta de feijão no sistema de semeadura simultânea das duas culturas na mesma linha, em relação ao sistema de plantio intercalar. De modo geral, a variação espacial das plantas de milho na fileira não resultou numa resposta conclusiva do feijoeiro, em termos de acúmulo de matéria seca. Todavia, no sistema intercalar o acúmulo de

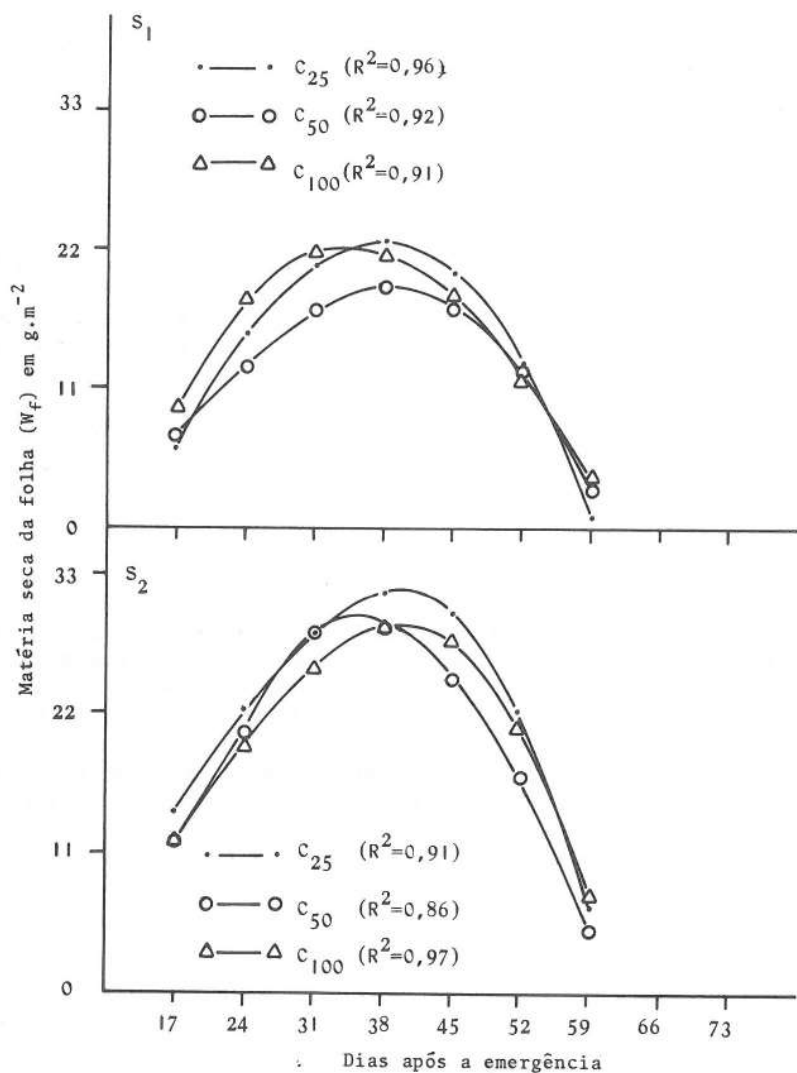


FIGURA 7 - Médias estimadas da matéria seca acumulada na folha do feijoeiro, nos sistemas de plantio intercalar ao milho (S₁) e na mesma fileira do milho (S₂), arranjado em três espaçamentos entre covas (C).

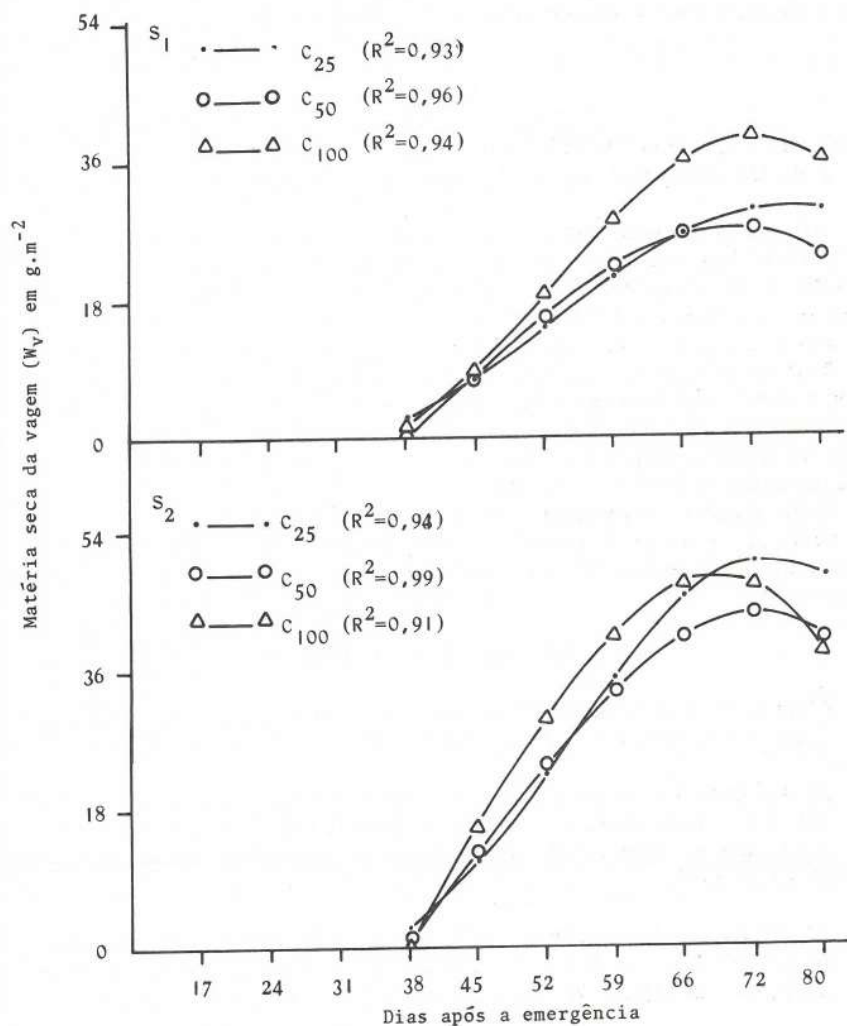


FIGURA 8 - Médias estimadas da matéria seca acumulada na vagem do feijoeiro, nos sistemas de plantio intercalar ao milho (S_1) e na mesma fileira do milho (S_2), arranjado em três espaçamentos entre covas (C).

matéria seca nas vagens foi favorecido pelo espaçamento de 1,00 m entre covas de milho na fileira.

As variações das taxas de acúmulo de matéria seca foram sequenciais, ocorrendo mudanças do dreno metabólico preferencial com o avanço em idade das plantas. Os sistemas de plantio, bem como a distribuição espacial do milho na fileira, não alteraram a sequência de mudanças de um dreno para outro.

5. SUMMARY

(DRY MATTER PARTITION AND TOTAL DRY MATTER PRODUCTION OF DRY BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) GROWN IN ASSOCIATION WITH MAIZE.)

Growth, morphology, dry matter partition and total dry matter accumulation were studied in *Phaseolus vulgaris* L. cv. Negrito 897, grown in association with maize. The systems of association consisted of beans grown between rows or within rows of corn which had hills spaced at 0.25, 0.5 or 1.0m with one, two and four plants per meter of row, respectively.

Within each system, no effect of corn plant spacing within rows was noted on morphological characteristics of beans; however, increased dry matter accumulation occurred when beans were planted within the rows of corn. In general, corn plant spacing did not influence dry matter accumulation; however, pod dry weight increased in the 1.0 m spacing.

Rate changes in dry matter accumulation were sequential, with changes in preferential metabolic sinks due to plant age. The different planting system as well plant space between hills did not alter the sequence of changes of one drain to another.

6. LITERATURA CITADA

1. ANTONIW, L.D. & SPRENT, J.I. Growth and nitrogen fixation of *Phaseolus vulgaris* L. at two irradiances I. Growth. *Ann. Bot.*, 42: 389-397. 1978.
2. ARAÚJO, G.A.A.; FONTES, L.A.N.; LOPES, N.F.; GALVÃO, J.D. & SEDIYAMA, G.C. Crescimento e conversão da energia solar em sistemas de cultivos associados e exclusivos de milho e feijão. II. Feijão das «águas». *Rev. Ceres*, 34: 42-63. 1987.
3. CARDOSO, M.J.; FONTES, L.A.N.; LOPES, N.F. & GALVÃO, J.D. Partição de assimilados e produção de matéria seca do milho em dois sistemas de associação com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres*, 34:71-89. 1987.
4. CARDOSO, M.J.; FONTES, L.A.N.; LOPES, N.F. & GALVÃO, J.D. Crescimento e conversão de energia solar em dois sistemas de associação milho-feijão. *Rev. Ceres*, 34:250-277. 1987.
5. CROOKSTON, B.K.; TREHARNE, K.J.; LUDFORD, P. & OZBUM, J.L. Response of beans to shading. *Crop Sci.*, 15:412-416. 1975.
6. FERNÁNDEZ, F.; GEPTZ, P. & LÓPEZ, M. *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris)*. Cali, Colombia, CIAT, 1983. 28 p.

7. 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.
8. LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; MELGES, E.; FURTADO, M.H. & FREITAS, J.G. de. Crescimento, morfologia, partição de assimilados e produção de matéria seca do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a três níveis de densidade do fluxo radiante. *Rev. Ceres*, 30:451-462. 1983.
9. RADFORD, P.J. Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop Sci.*, 7: 171-175. 1967.
10. REIS, W. P. Análise de crescimento de milho e feijão em monocultivo e consorciados em diferentes arranjos de semeadura destas culturas. Lavras, ESAL, 1984. 113 p. (Tese M.S.).
11. 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.