

ÁREA FOLIAR, RADIAÇÃO SOLAR, TEMPERATURA DO AR E RENDIMENTOS EM CONSORCIAÇÃO E EM MONOCULTIVO DE DIFERENTES CULTIVARES DE MILHO E FEIJÃO¹

TOMÁS DE AQUINO PORTES² e JOSÉ RUY PORTO DE CARVALHO³

RESUMO - Duas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de hábito arbustivo (Turrialba-4 e Rio Tibagi) e duas de hábito trepador (Costa Rica-103 e California Small White) foram plantadas em monocultivo e em consorciação com duas cultivares de milho (*Zea mays* L.): uma, de porte baixo (Piranão), e outra, de porte alto (Ag-259). Até 25 a 35 dias após a emergência, não se observou diferença nos índices de área foliar (IAF) entre os dois sistemas de cultivo. Após esse período, a Ag-259 em consórcio apresentou IAF menor que em monocultivo; mas a Piranão não apresentou diferença. A partir do 30º dia, os índices de área foliar (IAF) das cultivares de milho passaram a ser superiores aos dos feijoeiros. As eficiências da área foliar (EAF) do milho consorciado foram menores que em monocultivo e três a cinco vezes maiores que as dos feijoeiros. As cultivares trepadoras foram menos eficientes que as arbustivas. Ao pendoamento, o milho interceptou cerca de 80% da luz. As temperaturas médias, máximas e mínimas na consorciação e no monocultivo não diferiram entre si. Os rendimentos das cultivares de feijão consorciado foram 50% mais baixo que em monocultivo, com exceção da California Small White. Os rendimentos do milho sofreram pequenas reduções.

Termos para indexação: índice de área foliar, eficiência da área foliar, duração da área foliar, interceptação (intercepção) da luz, cultivo consorciado.

LEAF AREA, AIR TEMPERATURE, AND YIELD IN MONOCROPPED AND INTERCROPPED BEANS AND MAIZE

ABSTRACT - Two bush and two climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars were sown in monocrop and intercrop with two maize (*Zea mays* L.) cultivars, one short (Piranão) and one tall (Ag-259). Until 25-35 days after emergence there was no difference in leaf area index (LAI) between the two crop systems. After this period, LAI values for Ag-259 were smaller in the intercrop than in the monocrop, but Piranão showed no difference. Thirty days after emergence, maize LAI became higher than in monocrop, and three to five times superior to those of beans. The climbing cultivars were less efficient than the bush ones. At tasseling, the maize intercepted nearly 80% of the light. Mean, maximum and minimum temperatures obtained inside the canopy were not different between intercrop and monocrop. Except for the bean cultivar California Small White, all bean yields in intercrop were lower than 50% of the monocrop yields. Maize yields were not significantly reduced.

Index terms: leaf area index, leaf area efficiency, leaf area duration, light interception, intercrop yield, monocrop yield.

INTRODUÇÃO

Um dos sistemas de cultivo mais comumente empregados no Brasil por pequenos agricultores é a consorciação de feijão com outra cultura, principalmente o milho; deste sistema resulta considerável parte da produção nacional de feijão.

Ultimamente, este sistema de cultivo tem sido estudado intensamente, mas não suficientemente para esclarecer todos os problemas inerentes a ele.

Embora haja redução nos rendimentos de feijão em relação ao sistema de monocultivo, em alguns

casos ultrapassando a 50% (Francis et al. 1976, Aidar 1978), não deixa de ser um sistema econômico, pelo maior aproveitamento da área de terreno, bem como pelos menores riscos climáticos e oscilações de preços dos produtos (Francis et al. 1978).

Neste sistema de cultivo, raramente são encontradas reduções apreciáveis nos rendimentos do milho pela presença do feijão (Francis et al. 1978). Vários fatores interferem nas interações das espécies consorciadas, repercutindo nos rendimentos finais dos cultivos. Entre eles estão a agressividade de cada cultivar ou espécie consorciada, as condições climáticas, a densidade de plantio e a adubação fornecida. As cultivares de feijão trepadoras são mais agressivas, pois, além de terem ciclo bem

¹ Aceito para publicação em 8 de julho de 1983.

² Eng^o - Agr^o, M.Sc., EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 74000 - Goiânia, GO.

³ Estatístico, M.Sc., EMBRAPA-CNPAP.

mais longo que o das arbustivas, elas tendem a envolver toda a planta de milho.

Neste trabalho, objetivou-se quantificar, em diferentes cultivares de milho e de feijão, o crescimento das suas áreas foliares, a interceptação da luz pela copa do milho, a temperatura do ar e o rendimento das culturas em consorciação e em monocultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento, no ano agrícola de 1978/79, em Latossolo Vermelho-Escuro, distrófico de textura argilosa, da área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF), em Goiânia, GO.

Foram utilizadas duas cultivares de feijão arbustivas, tipo II: Turrialba-4 e Rio Tibagi, ambas de grãos negros, e duas trepadoras, tipo IV, Costa Rica-1031, grãos negros, e California Small White, grãos brancos. As duas cultivares de milho foram: a Agrocere, Ag-259 (de porte alto) e Piranão (de porte baixo).

Os tratamentos foram constituídos pelas combinações das quatro cultivares de feijão com as duas de milho, mais feijão e milho em monocultura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições.

As populações de plantas foram, tanto em monocultivo como em consórcio, de aproximadamente 140.000 e 40.000 para feijão e milho, respectivamente, após o desbaste. No sistema de monocultivo, as duas cultivares de feijão trepadoras receberam tutoramento de barbantes amarrados a suportes de arame liso que, por sua vez, estavam suspensos a 2 m de altura e presos pelas extremidades a estacas de bambu. O espaçamento utilizado foi de 1 m entre as fileiras, para o milho, e 0,50 m entre as fileiras, para o feijão. Quando em consórcio, as fileiras de feijão foram dispostas a 0,25 m das de milho.

Cada parcela experimental tinha 6 m de largura por 10 m de comprimento.

Na colheita do milho, foram eliminadas as fileiras externas, bem como 2 m de cada extremidade, resultando numa área útil de 24 m². Para o feijão, a área útil foi de 6 m² tomada no centro das parcelas, colhendo-se quatro fileiras centrais e desprezando-se 3,5 m de cada extremidade da parcela.

A adubação foi feita na base de 40 kg/ha de nitrogênio, 80 kg/ha de P₂O₅ e 60 kg/ha de K₂O, distribuídos a lanço. Como as plantas apresentaram sintomas de deficiência de fósforo, aos 20 dias após a emergência fez-se uma aplicação de adubo foliar (Plant Prod), na base de 4 l/ha, resultando na eliminação dos sintomas.

Para a determinação das áreas foliares, foram feitas semanalmente, amostragens de quatro plantas por amostra, ao redor da parcela útil, tendo-se sempre o cuidado de evitar as bordaduras. As áreas foliares foram tomadas com o integrador Lambda, modelo LI 3000.

A duração da área foliar foi computada graficamente, medindo-se a área sob a curva das variações dos IAF com o tempo (Kvet et al. 1971, Evans 1972).

A eficiência de área foliar, que relaciona diretamente a produção de grãos por m² com a duração de área foliar, foi determinada pela fórmula: $EAF = \frac{\text{Rendimento}}{DAF} = \frac{\text{Peso grãos/m}^2 \text{ área foliar} \cdot \text{tempo}}$.

A medição da luz foi feita com um sensor LI 1905 conectado a um medidor LI-185, ambos da Lambda-Instruments, que mede apenas a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) instantânea, compreendida entre 400 a 700 nm. Foram feitas três amostragens por parcela de milho em monocultivo, aos 48 dias da emergência. Em cada amostragem foram feitas leituras acima da copa do milho, ao nível do solo e a 1 m acima, com o sensor sempre a 25 cm da fileira do milho. As leituras foram feitas entre as 11h e as 12h, com tempo parcialmente coberto, mas homogêneo.

Para a medição da temperatura, foram utilizados termômetros de máxima e mínima, colocados dentro das parcelas, a 15 cm da superfície do solo, entre a folhagem do feijão. As leituras foram feitas durante dez dias, a partir do início da floração do feijão.

As análises de variância foram feitas separadamente para o milho e para o feijão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 1, encontram-se os índices de área foliar (IAF), tomados semanalmente, dos feijões, nos dois sistemas de cultivo. As figuras mostram que até aos 25 a 35 dias após a emergência os índices variaram relativamente pouco, para uma mesma cultivar, dentro das várias combinações testadas. Isto se deve, provavelmente, à pouca influência do sombreamento provocado pelas cultivares de milho, em virtude dos seus baixos IAF até este estágio, como mostram as Fig. 2 e 3. Em consórcio, todas as cultivares de feijão produziram menos folhas que no sistema de monocultivo. Os IAF máximos das cultivares arbustivas foram observados entre 45 e 65 dias da emergência. A cultivar Costa Rica, trepadora, alcançou o máximo IAF entre 55 e 75 dias. A California Small White, também trepadora, teve os índices máximos, entre 45 e 65 dias. É importante observar que as faixas de IAF máximos coincidiram, quando as cultivares cresceram, tanto em consórcio quanto em monocultivo. Com exceção da cultivar California Small White, os feijões em consórcio perderam folhas e, conseqüentemente, reduziram os IAF mais precocemente, que no sistema exclusivo.

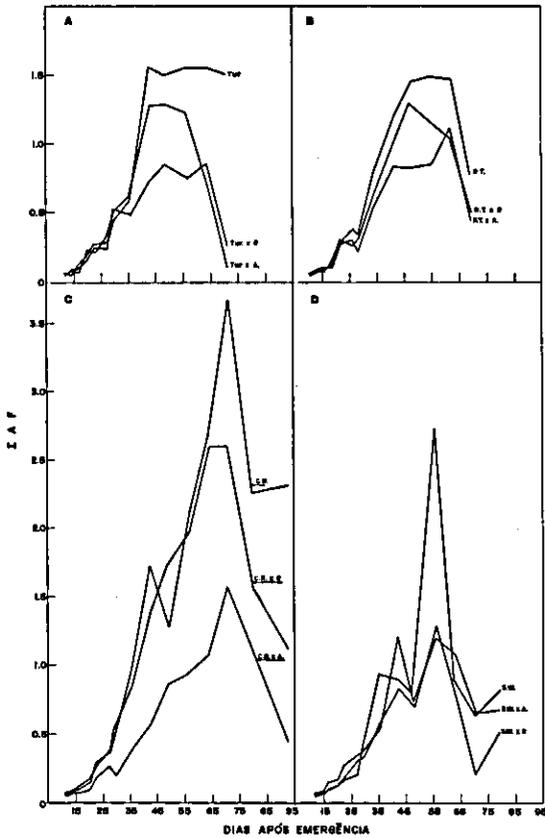


FIG. 1. Índices de área foliar das cultivares: A - Turrialba-4 (Tur.); B - Rio Tibagi (R.T.); C - Costa Rica-1031 (C.R.) e D - California Small White (S.W.) em monocultivo e consorciado com as cultivares de milho Piranão (P) e Agroceres (A).

Das duas cultivares de milho, apenas a AG-259 apresentou pequena redução nos IAF e DAF no sistema consorciado, com as quatro diferentes cultivares de feijão. A cultivar Piranão praticamente não sofreu redução. Ambas as cultivares de milho apresentaram IAF máximos entre 55 e 80 dias após a emergência, bem próximos, portanto, da faixa apresentada pela cultivar de feijão tardia, Costa Rica.

Na Tabela 1, encontram-se os rendimentos em gramas/m², DAF e EAF.

As cultivares de feijão de hábito II foram mais eficientes, isto é, produziram mais grãos por unidade de área foliar do que as de hábito IV, como

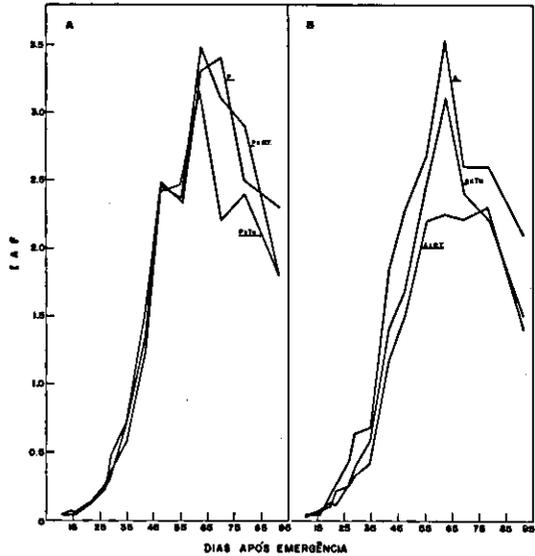


FIG. 2. Índices de área foliar das cultivares: A - Piranão (P) e B - Agroceres (A) em monocultivo e consorciadas com as cultivares de feijão Rio Tibagi (R.T.) e Turrialba-4 (Tur.).

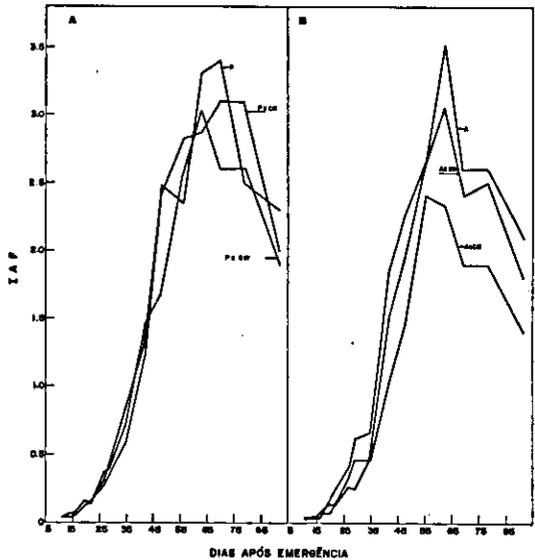


FIG. 3. Índices de área foliar das cultivares: A - Piranão (P) e B - Agroceres (A) em monocultivo e consorciadas com as cultivares de feijão Costa Rica-1031 (C.R.) e California Small White (S.W.).

TABELA 1. Rendimento, duração da área foliar e eficiência de área foliar das cultivares de feijão e milho nos dois sistemas de cultivo.

| Cultivares | Feijão | | | Milho | | |
|----------------------------|--------------------------------|-------------|-------|--------------------------------|-------------|-------|
| | Rendimento (g/m ²) | DAF* (dias) | EAF** | Rendimento (g/m ²) | DAF* (dias) | EAF** |
| Ag-259 | - | - | - | 665,3 | 145,9 | 4,13 |
| Piranão | - | - | - | 475,6 | 143,3 | 3,30 |
| Costa Rica-1031 | 116,0 | 136,4 | 0,85 | - | - | - |
| California Small White | 52,9 | 55,7 | 0,95 | - | - | - |
| Turrialba-4 | 103,7 | 57,7 | 1,80 | - | - | - |
| Rio Tibagi | 87,4 | 51,2 | 1,71 | - | - | - |
| Costa Rica-1031 x Ag-259 | 42,6 | 64,3 | 0,66 | 599,3 | 130,7 | 3,60 |
| Cal. Small White x Ag-259 | 47,0 | 46,2 | 1,02 | 453,5 | 144,7 | 3,13 |
| Turrialba-4 x Ag-259 | 45,5 | 43,9 | 1,04 | 527,1 | 122,0 | 4,02 |
| Rio Tibagi x Ag-259 | 39,2 | 34,9 | 1,12 | 310,1 | 106,6 | 3,50 |
| Costa Rica-1031 x Piranão | 49,7 | 108,8 | 0,46 | 494,9 | 148,3 | 3,34 |
| Cal. Small White x Piranão | 27,2 | 37,0 | 0,74 | 492,7 | 131,8 | 3,74 |
| Turrialba-4 x Piranão | 40,6 | 31,2 | 1,30 | 435,4 | 102,3 | 3,97 |
| Rio Tibagi x Piranão | 43,3 | 45,8 | 0,95 | 519,4 | 131,0 | 3,92 |

$$* \text{ DAF (Duração de área foliar)} = \frac{A_2 - A_1}{\ln A_2 - \ln A_1} (t_2 - t_1) \{ \text{Área. Tempo} \}$$

$$** \text{ EAF (Eficiência de área foliar)} = \frac{\text{Rendimento}}{\text{DAF}} = \frac{\text{Gramas de grãos}}{\text{m}^2 \text{ de área foliar. tempo}}$$

se pode ver pela EAF. As arbustivas reduziram sua eficiência quando consorciadas; das de hábito IV, a Costa Rica diminuiu sua eficiência, e a California Small White sofreu um leve acréscimo, quando consorciada com a cultivar de milho Ag-259, e diminuição, quando com a Piranão, contudo, variou numa faixa muito estreita. Embora a cultivar Costa Rica tenha sido a mais produtiva em monocultivo, em consórcio com o milho Piranão ela apresentou a menor EAF em todos os tratamentos. Isto ocorreu provavelmente pelo excesso de folhas produzidas, acarretando um auto-sombreamento excessivo, reduzindo a fotossíntese líquida (fotossíntese bruta-respiração) global das plantas. Pela quantidade de folhas produzidas, a cultivar Costa Rica deveria ter uma produtividade cerca de duas vezes superior à das cultivares arbustivas testadas. As cultivares de milho apresentaram pequenas variações nas suas EAF, entre os sistemas de monocultivo e consorciado, sugerindo pouca influência dos feijões. Entretanto, em todos os casos as suas EAF foram extremamente superiores às dos feijões. Isto

ocorre porque o milho é uma espécie C₄ mais eficiente que o feijão, uma espécie que fixa o CO₂ através da rota C₃ (Ludlow 1971).

A Tabela 2 mostra a RFA média e as respectivas intercepções da luz (refletida e absorvida) pelo milho. O aparelho utilizado para tomar os dados desta Tabela fornece leitura instantânea, por isto se verificam as diferenças (em μ Einsten m⁻² s⁻¹) entre as cultivares Ag-259 e Piranão. Isto significa que durante o tempo da medição das duas cultivares, não obstante curto, as condições de nebulosidade variaram, apresentando o tempo menos encoberto no momento das leituras para a cultivar Piranão, resultando em valores superiores em relação aos da cultivar Ag-259. Em termos de intercepção da luz, isto não é causa de erro porque o perfil de luz na copa da planta varia proporcionalmente à radiação que chega ao topo da copa (Portes 1982). As percentagens de intercepção da luz foram levemente superiores para a cultivar Ag-259, de porte alto, nas duas alturas tomadas (nível do solo e a 1 m de altura).

TABELA 2. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA), medida a três alturas a partir do nível do solo, e as respectivas intercepções pela copa do milho (As leituras não foram tomadas simultaneamente para Ag-259 e Piranão).

| Cultivar | Altura | Einsteins $m^{-2}s^{-1}$ (μ) | Intercepção (%) |
|----------|------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Ag-259 | Acima da copa | 836 | 0,0 |
| | Um metro do solo | 233 | 72,0 |
| | Nível do solo | 129 | 85,0 |
| Piranão | Acima da copa | 1.042 | 0,0 |
| | Um metro do solo | 417 | 60,0 |
| | Nível do solo | 203 | 81,0 |

TABELA 3. Temperaturas médias, máximas e mínimas do ar e extremas máximas e mínimas alcançadas, tomadas a 15 cm do solo no interior das parcelas com feijão em monocultivo (F) e feijão e milho consorciados (F + M) (Período de florescimento do feijão).

| Sistemas | Temperatura média ($^{\circ}C$) | | Extremas absolutas | |
|----------|-----------------------------------|--------|--------------------|--------|
| | máxima | mínima | máxima | mínima |
| F | 32,2 | 19,5 | 39,4 | 18,6 |
| F + M | 32,0 | 19,8 | 38,0 | 19,0 |

As observações das temperaturas máximas e mínimas do ar, no interior das parcelas com feijão em monocultivo e feijão e milho consorciados, estão na Tabela 3. Observa-se que praticamente não houve diferenças entre as médias máximas e mínimas nos dois ambientes, tampouco entre os extremos máximos e mínimos absolutos. Estas observações descartam a hipótese de serem as diferenças de temperatura o fator limitante de rendimento em consórcio.

Na Tabela 4 são mostrados os rendimentos e seus componentes das cultivares de feijão, e o número de espigas por planta e rendimentos das cultivares de milho. Excetuando-se a California Small White, para todas as outras cultivares de feijão, independentemente dos seus hábitos de crescimento, houve redução nos rendimentos acima de 50%, quando em consórcio. Esta redução deveu-se exclusivamente à redução do número de vagens por planta, mostrando uma correlação significativa

com a produção ($r = 0,8866$). Este resultado corrobora o encontrado por Andrade et al. (1974), entretanto, não coincide com aquele encontrado por Willey & Osiru (1972). Estes relatam que os menores rendimentos do feijão em consórcio foram quase exclusivamente devidos à redução do número de sementes por vagens.

A análise de variância das cultivares de feijão foi executada e computados os valores de F, conforme a Tabela 5. Observaram-se altos valores entre os sistemas monocultivos versus consorciados, tanto para as cultivares arbustivas como para as trepadoras.

A significância foi menor quando se utilizaram as cultivares trepadoras, e isto se deve à pouca diferença entre os rendimentos da cultivar California Small White, nos sistemas de monocultivo e de consorciados, o que, no entanto, não ocorreu com a Costa Rica, para a qual a diferença foi acentuada. Isto pode ser confirmado, em se comparando a California Small White vs. Costa Rica em monocultivo vs. consorciado dentro do hábito IV, cujo resultado foi representativo.

Quando se estudou esta interação para as cultivares de hábito II, não se verificou significância. Isto é devido às diferenças relativamente baixas entre seus rendimentos, tanto no sistema de monocultivo como no consórcio.

O fato de a cultivar California Small White ter apresentado diferença relativamente pequena entre os sistemas de monocultivo e de consorciado fez com que fosse significativa a interação California Small White vs. Costa Rica, dentro do hábito IV.

TABELA 4. Efeitos sobre os rendimentos e seus componentes das cultivares de feijão e milho, nos dois sistemas de cultivo.

| Cultivares | Feijão | | | Milho | | |
|----------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|-------|--------------------|-------|
| | Vagens/ planta | Grãos/ vagem | Peso de 100 grãos (g) | kg/ha | Espigas/ planta | kg/ha |
| Ag-259 | - | - | - | - | 1,2 | 6.653 |
| Piranão | - | - | - | - | 1,3 | 4.756 |
| Costa Rica-1031 | 12,1 | 4,7 | 17,5 | 1160 | - | - |
| Cal. Small White | 9,6 | 3,3 | 13,6 | 529 | - | - |
| Turrialba-4 | 9,7 | 4,5 | 17,3 | 1037 | - | - |
| Rio Tibagi | 11,4 | 4,5 | 13,3 | 874 | - | - |
| \bar{x} | 10,7 | 4,3 | 15,4 | 900 | - | - |
| Costa Rica-1031 x Ag-259 | 4,5 | 4,8 | 17,5 | 426 | 1,0 | 5.993 |
| Cal. Small White x Ag-259 | 5,3 | 4,2 | 13,6 | 470 | 1,0 | 4.535 |
| Turrialba-4 x Ag-259 | 4,2 | 4,3 | 17,3 | 455 | 1,1 | 5.271 |
| Rio Tibagi x Ag-259 | 4,4 | 4,8 | 14,1 | 392 | 1,0 | 3.101 |
| \bar{x} | 4,6 | 4,5 | 15,6 | 435 | - | - |
| Costa Rica-1031 x Piranão | 3,8 | 4,8 | 19,2 | 497 | 1,0 | 4.949 |
| Cal. Small White x Piranão | 3,8 | 3,9 | 14,0 | 272 | 0,9 | 4.927 |
| Turrialba-4 x Piranão | 4,4 | 4,2 | 17,3 | 406 | 1,2 | 4.354 |
| Rio Tibagi x Piranão | 4,9 | 4,5 | 14,0 | 433 | 1,2 | 5.194 |
| \bar{x} | 4,2 | 4,4 | 16,1 | 402 | - | - |
| Feijão Monocultivo | 10,7 a | 4,3 | 15,4 | 900 a | - | - |
| Feijão x Ag-259 | 4,6 b | 4,5 | 15,6 | 435 b | - | - |
| Feijão x Piranão | 4,2 b | 4,4 | 16,1 | 402 b | - | - |
| C.V. | 12,5 | 5,8 | 9,4 | 26 | - | - |
| Milho Monocultivo | - | - | - | - | 1,2 | 5.361 |
| Milho x Feijão Tipo II | - | - | - | - | 1,1 | 4.467 |
| Milho x Feijão Tipo IV | - | - | - | - | 1,0 | 4.770 |
| C.V. | | | | | | 16 |

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O mesmo não ocorreu com as cultivares Rio Tibagi e Turrialba-4, de hábito II. A análise indica que a diferença de alturas das cultivares de milho não influenciou nos rendimentos dos feijões.

A cultivar California Small White, de grãos brancos, não apresentou boa adaptação, nas nossas condições. A instabilidade em relação às demais foi demonstrada pelos resultados.

Observando-se a análise de variância do milho consorciado (Tabela 6), verifica-se que apenas dois

valores foram significativos a 10%. O primeiro, quando se compararam as cultivares Piranão vs. Ag-259 no sistema de monocultivo, em que a Ag-259 foi mais produtiva; o segundo, quando se compararam as cultivares de milho nos sistemas consorciados e monocultivo, em que a média dos rendimentos das cultivares, nos sistemas de monocultivo, foi maior que no consorciado. Pela análise, não foram encontradas diferenças entre as médias obtidas dos milhos em monocultivo, milho vs. feijão tipo II e milho vs. feijão tipo IV.

TABELA 5. Resultados da análise de variância para os rendimentos dos feijões.

| Tratamentos | G1 11 | SQ | F |
|--|----------|------------|---------|
| Rio Tibagi vs. Turrialba-4 dentro de arbustivo | 1 | 264,6704 | |
| Piranão vs. Ag-259 dentro de arbustivo | 1 | 0,8100 | |
| Monocultivo vs. consórcio dentro de arbustivo | 1 | 15208,3200 | 63,19** |
| Rio Tibagi vs. Turrialba-4 por Piranão vs. Ag-259 dentro de arbustivo | 1 | 81,9025 | |
| Rio Tibagi vs. Turrialba-4 monocultivo vs. consórcio dentro de arbustivo | 1 | 281,3008 | |
| Cal. Small White vs. Costa Rica-1031 dentro de trepadores | 1 | 4392,9204 | 18,25** |
| Piranão vs. Ag-259 dentro de trepadores | 1 | 160,0225 | |
| Monocultivo vs. consórcio dentro de trepadores | 1 | 9786,9408 | 40,66** |
| Cal. Small White vs. Costa Rica-1031 por Piranão vs. Ag-259 dentro de trepadores | 1 | 723,6100 | |
| Cal. Small White vs. Costa Rica-1031 por monocultivo vs. consórcio de trepadores | 1 | 3902,4133 | 16,21** |
| Arbustivo vs. trepadores | 1 | 197,6408 | |

** Significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 6. Resultados da análise de variância para os rendimentos do milho.

| Tratamentos | G1 9 | SQ | F |
|---|---------|------------|-------|
| Rio Tibagi vs. Turrialba-4 | 1 | 17795,56 | |
| Piranão vs. Ag-259 dentro do feijão arbustivo | 1 | 3696,6400 | |
| Rio Tibagi vs. Turrialba-4 por Piranão vs. Ag-259 dentro de feijão arbustivo | 1 | 9950,0625 | |
| Cal. Small White vs. Costa Rica-1031 | 1 | 11072,3006 | |
| Piranão vs. Ag-259 dentro de feijão trepador | 1 | 4519,2006 | |
| Cal. Small White vs. Costa Rica-1031 por Piranão vs. Ag-259 dentro do feijão trepador | 1 | 12017,6406 | |
| Piranão vs. Ag-259 dentro sistema exclusivo | 1 | 35764,7515 | 5,88* |
| Consórcio vs. monocultivo | 1 | 35280,6300 | 5,80* |
| Rio Tibagi + Turrialba-4 vs. Cal. Small White + Costa Rica-1031 | 1 | 7347,7503 | |

* Significativo ao nível de 10% de probabilidade.

CONCLUSÕES

1. Em consórcio, tanto para as duas cultivares de feijão arbustivas (tipo II) como para as trepadoras (tipo IV), o milho provocou redução nos seus índices de área foliar e duração de área foliar, fazendo com que suas eficiências de área foliar fossem menores (as plantas produziram menos grãos, relativamente à produção de folhas).

2. Em ambos os sistemas, consórcio e monocultivo, as cultivares de feijão trepadoras foram menos eficientes que as arbustivas.

3. Em consórcio, exceto a cultivar California Small White, as demais apresentaram redução nos rendimentos em mais de 50%.

4. A cultivar Piranão não sofreu redução apreciável nos seus índices de área foliar, quando consorciada, o mesmo não acontecendo com a Ag-259, que teve seus índices levemente menores. Em relação às durações de área foliar não se pôde tirar conclusões objetivas, visto que elas foram bastante irregulares, embora com predomínio de valores menores no sistema de consórcio, principalmente com a cultivar Ag-259. As eficiências de área foliar para as cultivares de milho, dependendo do tratamento, foram de três a cinco vezes superiores às do feijão.

5. Foi observado que, na fase do início do pendramento, a copa do milho intercepta entre 80 a

85% da radiação fotossinteticamente ativa e que as médias das temperaturas máximas e mínimas no interior das parcelas de consórcio e de monocultivo não diferiram, concluindo-se que a temperatura não influenciou para a ocorrência dos baixos rendimentos no consórcio. Considerando os altos valores de interceptação, o fator luz pode ter sido a causa dos baixos rendimentos dos feijões.

6. O fato de as duas cultivares de milho testadas terem portes alto e baixo não influenciou diferentemente nos rendimentos dos feijões.

7. A média dos rendimentos das cultivares de milho no sistema de monocultivo foi maior que no consorciado, mas com diferença relativamente pequena.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Dr. Morris Joseph Garber, Consultor de Estatística no CNPAF, pela colaboração nos cálculos estatísticos.

Agradecem, também, ao Dr. Homero Aidar, pelas sugestões que melhoraram e enriqueceram o trabalho.

REFERÊNCIAS

- AIDAR, H. Estudos de populações de plantas em dois sistemas de culturas associadas de milho e feijão. Viçosa, UFV, 1978. 103p. Tese Doutorado.
- ANDRADE, A.A.; RAMALHO, M.A.P. & ANDRADE, M. J.B. Consorciação de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com cultivares de milho (*Zea mays* L.) de porte diferente. *Agros, Lavras*, 4(2):23-30, 1974.
- EVANS, G.C. The quantitative analysis of plant growth. s.l., University of California Press, 1972. 734p.
- FRANCIS, C.A.; FLOR, C.A. & PRAGER, M. Contrastes agroecológicos entre el monocultivo de mays y la asociación mays-frijol. s.n.t. Trabajo presentado en la VII Reunión de Maiceros de la Zona Andina, Guayaquil, Ecuador, 1976.
- FRANCIS, C.A.; FLOR, C.A. & PRAGER, M. Effects of bean association on yields and yield components of maize. *Crop. Sci.*, 18:760-64, 1978.
- KVET, J.; ONDOK, J.P.; NECAS, J. & JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: JUNK, W.N.V. ed. *Plant photosynthetic production; manual of methods*. The Hague, 1971. p.348-84.
- LUDLOW, M.M. Analysis of the difference between maximum leaf net photosynthetic rate of C₄ grasses and C₃ legumes. In: MATCH, M.D.; OSMOND, C. B. & SLATYER, R.O. ed. *Photosynthesis and photorespiration*. s.l., John Wiley & Sons, 1971. p.63-7.
- PORTES, T. de A. Perfil de interceptação de luz e rendimentos de seis cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de diferentes hábitos de crescimento consorciados com milho (*Zea mays* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, Goiânia, GO, 1982. *Anais ... Goiânia, EMBRAPA-CNPAF*, 1982, p.154-7. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 1).
- WILLEY, R.W. & OSIRU, D.S.O. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris* L.) with particular reference to plant population. *J. Agric. Sci.*, 79(3):517-29, 1972.