

# COMPORTAMENTO DOS COMPONENTES DO RENDIMENTO DE CULTURAS CONSORCIADAS<sup>1</sup>

CARLOS MARCÍRIO NAUMANN MACHADO<sup>2</sup>, NILSON GILBERTO FLECK<sup>3</sup> e RODRIGO SALDANHA DE SOUZA<sup>4</sup>

**RESUMO** - Um experimento de campo envolvendo os monocultivos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.) e milho (*Zea mays* L.) e o consórcio destas espécies, duas a duas, foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Guaíba, RS, durante o ano agrícola de 1981/82. O principal objetivo da pesquisa foi o de verificar o comportamento dos componentes do rendimento de grãos das culturas nos diferentes sistemas de cultivo. Todos os sistemas de cultivo, semeados na mesma época, foram submetidos a dois níveis de adubação nitrogenada em cobertura (0 e 80 kg/ha) e dois níveis de controle de plantas daninhas (com e sem controle). O feijão mostrou maiores aumentos nos componentes do rendimento, causados por manejo mais tecnificado, em monocultivo ou consorciado ao milho. O girassol mostrou elevada habilidade competitiva nas associações, aumentando consideravelmente o número de aquênios por capítulo, em relação ao seu monocultivo. Quanto ao milho, esta espécie aumentou seus atributos no consórcio com o feijão, mas foi dominada pelo girassol, quando consorciada a esta cultura. Não houve efeito de nenhum dos sistemas em alterar a população de plantas das culturas envolvidas.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, *Helianthus annuus*, *Zea mays*, competição.

## BEHAVIOUR OF INTERCROP YIELD COMPONENTS

**ABSTRACT** - A field experiment involving the sole crops of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.), sunflower (*Helianthus annuus* L.), and corn (*Zea mays* L.) and also the intercropping of these species two by two, was conducted during the 1981/82 growing season at the Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, in Guaíba, RS, Brazil. The main objective of this study was to evaluate the behaviour of grain yield components of the various cropping systems, seeded at the same date, that were submitted to two nitrogen levels (0 and 80 kg/ha) and to two weed control practices (with and without hoeing). Dry beans showed higher increases in yield components, caused by nitrogen and weed control utilization, when in monoculture or when intercropped with corn. Sunflower demonstrated high competition ability when intercropped, where it highly increased the number of achenes per head. Corn increased its grain yield components when associated with beans; however, it presented decreases in these components when intercropped with sunflower, being dominated by this species. There was no effect of none of the cropping systems in altering the plant population of the cultures involved.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, *Helianthus annuus*, *Zea mays*, competition.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, cerca de 67% dos produtores de feijão, perfazendo 64% da produção desta cultura, adotam o cultivo consorciado, principalmente com a cultura do milho. Com relação ao milho, 68% dos produtores, envolvendo 46% da produção deste cereal, utilizam o consórcio em suas propriedades (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1975).

Alguns trabalhos experimentais têm evidenciado o porquê desta situação, ou seja, os sistemas consorciados têm mostrado maior produção por unidade de área em relação às monoculturas correspondentes (Osiru & Willey 1972, Willey & Osiru 1972, Rao & Willey 1980 e Machado 1983).

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 17 de abril de 1984.

Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Agronomia (Fitotecnia), pela Fac. de Agronomia da Univ. Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Porto Alegre, RS. Parte complementar ao trabalho 'Eficiência na utilização da terra e rendimentos das culturas em consórcio' publicado em *Pesq. agropec. bras.*, 19(3):317-327, mar. 1984. Trabalho financiado pelo CNPq, PME/SEPLAN e PROPEF/UFRS.

<sup>2</sup> Eng.<sup>o</sup> - Agr.<sup>o</sup>, Estudante do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Fac. de Agron. Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 776, CEP 90000 Porto Alegre, RS.

<sup>3</sup> Prof. - Adjunto, Ph.D., Bolsista do CNPq, Fac. de Agron. (UFRS), Porto Alegre, RS.

<sup>4</sup> Acadêmico do Curso de Graduação em Agronomia (UFRS), Bolsista da PROPEF/UFRS.

Evidentemente, se houvesse maior número de trabalhos experimentais nesta área agrônômica, a utilização dos sistemas de cultivo consorciados, por parte dos pequenos produtores rurais, poderia ser realizada de forma mais racional, proporcionando ainda maiores vantagens na utilização da terra.

Um aspecto importante, porém complexo, no estudo de tais sistemas de cultivo, é a verificação de como se comportam os componentes do rendimento de grãos de culturas em consórcio. Tal estudo torna-se complexo, em virtude de fatores como: variações ambientais, variações nas épocas relativas de semeadura, variações nos níveis tecnológicos ou nas populações utilizadas de cada cultura em consórcio, que podem levar a vantagens de uma cultura sobre outra. Vantagens, estas, associadas com mudanças no comportamento dos componentes do rendimento das culturas em questão.

Alguns trabalhos já realizados a este respeito têm apontado resultados bastante contraditórios. Fisher (1979), consorciando feijão com milho, encontrou aumentos para o sistema consorciado no peso dos grãos de milho e de feijão, e no número de grãos por espiga de milho. Francis et al. (1978) não encontraram alterações nos componentes do milho associado ao feijão, mas relataram reduções no peso dos grãos e no número de legumes por planta de feijão. Willey & Osiru (1972), também trabalhando com feijão e milho, encontraram acréscimos no número de grãos por espiga de milho no sistema consorciado. Quanto ao feijão consorciado ao milho, observaram reduções no número de grãos por legume e no número de legumes por planta. De certa forma, as variações nos componentes do rendimento parecem estar associados às pressões de população exercidas por uma cultura sobre a outra e dentro de uma mesma cultura (Willey & Osiru 1972).

Um aspecto que deve ser considerado na análise do comportamento individual das culturas em consórcio refere-se à alteração de algum fator do meio, como, por exemplo, adubo ou controle de ervas. Assim, culturas mais baixas, como feijão ou soja, em consórcio com milho, decresceram seus rendimentos com maiores níveis de nitrogênio, graças ao maior aproveitamento e conseqüente sombreamento imposto pela cultura de maior estatura (Hart 1975, Cordero & McCollum 1979).

Sem dúvida, há espécies que parecem ser mais hábeis em deslocar para si os recursos disponíveis quando em consórcio com outras espécies menos competitivas. O girassol parece ser uma delas, já que possui como características grande capacidade de adaptação, alta capacidade de crescimento inicial, devida à elevada taxa de assimilação aparente e elevada resistência a condições de deficiências hídricas (Robinson 1978).

O objetivo desta pesquisa foi o de verificar o comportamento dos componentes do rendimento de culturas em consórcio, sob diferentes níveis de manejo. Assim, procurou-se determinar como variaram os componentes do rendimento do feijão, girassol e milho, consorciados dois a dois, semeados simultaneamente e sob dois níveis de nitrogênio em cobertura e controle de plantas daninhas.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos experimentais foram conduzidos a campo, na Estação Experimental Agrônômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), durante a estação de crescimento 1981/82. A EEA/UFRS está localizada no município de Guaíba, RS, na região fisiográfica da Depressão Central.

Segundo dados médios da Estação Agrometeorológica da EEA/UFRS, o local se caracteriza por apresentar um clima subtropical úmido, de fórmula climática Cfa, de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura média anual, no período de observação (1968/1977), foi de 19,6°C. A temperatura do mês mais quente foi de 25,2°C e a do mês mais frio, 14,3°C. A precipitação pluvial média anual totalizou 1.398 mm. Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro apresentaram, freqüentemente, períodos de deficiências hídricas (Beltrame et al. 1979).

Os dados referentes à precipitação pluvial e evapotranspiração potencial por decêndios, no período de julho de 1981 a fevereiro de 1982, assim como os períodos de permanência das culturas no campo, independentemente do sistema de cultivo utilizado, estão ilustrados na Fig. 1.

O solo onde foi instalado o experimento pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, sendo classificado como laterítico bruno-avermelhado distrófico (Brasil 1973).

A área experimental foi amostrada para análise em julho de 1981. Os resultados evidenciaram um solo com textura franca, pH (SMP) de 6,5; 12,5 ppm de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 ppm de K<sub>2</sub>O. A matéria orgânica apresentou teor de 1,7%.

A adubação de manutenção foi realizada de modo uniforme sobre a área experimental um dia antes da semeadura.

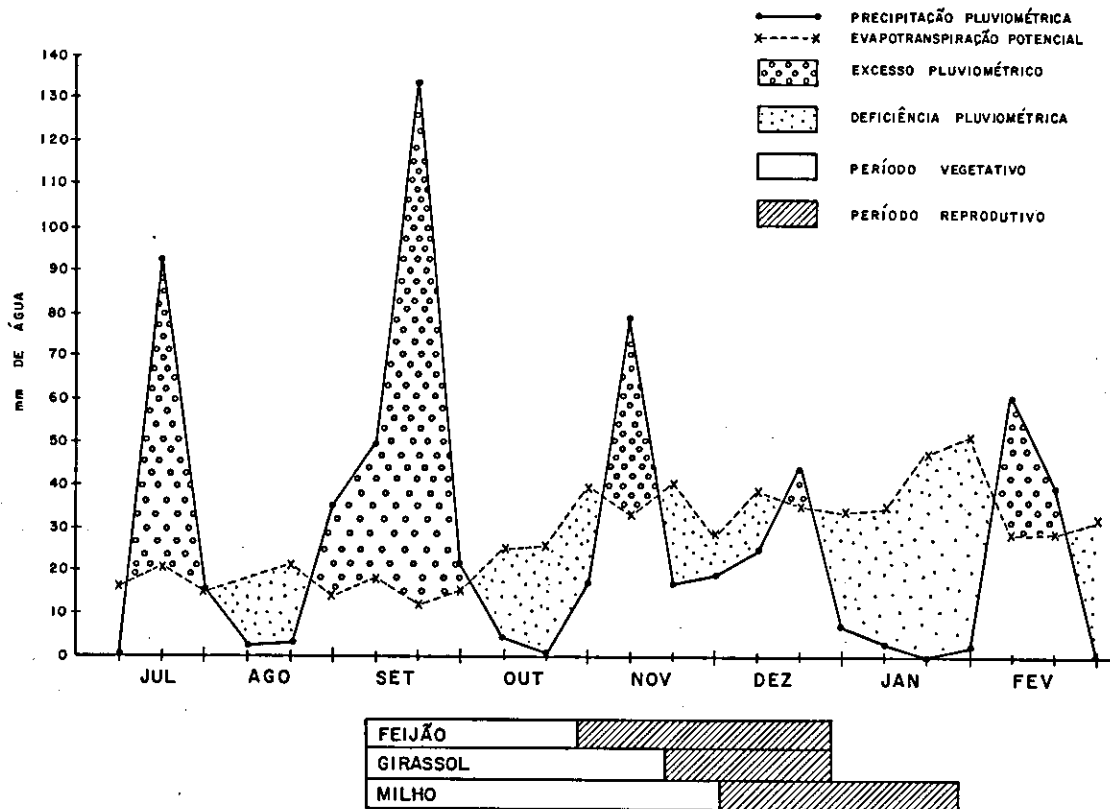


FIG. 1. Período de permanência das culturas no campo e deficiências e excessos pluviométricos ocorridos de julho/1981 a fevereiro/1982 na EEA/UFRS, Guaíba, RS. Evapotranspiração calculada pelo método de Penman & Bavel, segundo Camargo (1962).

ra das culturas. Esta adubação foi constituída por 20 kg/ha de N, 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 kg/ha de K<sub>2</sub>O.

O preparo do solo constou de uma aração e uma gradeação realizadas um mês antes da semeadura e por mais uma gradeação após a distribuição do adubo sobre o terreno.

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas sub-subdivididas, dispostas em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela principal foi constituída por duas subparcelas, e cada subparcela por seis sub-subparcelas.

Nas parcelas principais foi localizado o fator adubação nitrogenada em cobertura, com adição de 80 kg/ha de N e sem adição de N em cobertura. Nas subparcelas foi localizado o fator controle de plantas daninhas, com e sem controle através de capinas. Os diferentes sistemas de cultivo foram dispostos nas sub-subparcelas, e constituíram-se dos monocultivos de feijão, girassol e milho e das consorciações destas espécies duas a duas.

As escalas dos estádios de crescimento das culturas utilizadas para referenciar épocas de aplicação dos tra-

tamentos foram as sugeridas por Azael (1976) para o feijão, Siddiqui et al. (1975) para o girassol e Hanway (1963) para o milho.

A adição do adubo nitrogenado foi realizada em cobertura, de forma manual, próximo às linhas das culturas. Como fonte, foi utilizado o sulfato de amônio (21% de nitrogênio). Esta adubação foi parcelada em duas etapas. Na primeira, foram adicionados 60 kg/ha de nitrogênio, quando as culturas apresentavam plantas nos estádios de crescimento IV-2 (feijão), 1.3 (girassol) e 1 (milho), o que correspondeu a 25 dias após a emergência das mesmas. Estes estádios corresponderam, respectivamente, a duas folhas trifolioladas completamente desenroladas, segundo par de folhas opostas formadas e região ligular da sexta folha visível, para feijão, girassol e milho. A parcela complementar do tratamento com adição de nitrogênio em cobertura (20 kg/ha de N) foi adicionada quando as culturas se encontravam nos estádios VI (feijão), 3.2 (girassol) e 2 (milho), ou seja, 45 dias após a emergência. Tais estádios corresponderam à formação dos legumes do feijão, botão floral do girassol visível

e situado acima da coroa de folhas e região ligular da décima folha de milho visível.

O controle de plantas daninhas foi realizado através de duas capinas manuais, realizadas aos 36 e 65 dias após a emergência das culturas, respectivamente. A avaliação dos estádios de crescimento mostrou que, por ocasião da primeira capina, as culturas se encontravam nos estádios IV-6 (feijão), 2.1 (girassol) e 1 (milho), o que correspondeu ao feijão com seis folhas trifolioladas completamente desenroladas, ao girassol com a primeira folha alternada formada, e ao milho com a região ligular da sétima folha visível. Por ocasião da segunda capina, o feijão se encontrava no estágio VI, o girassol no 3.4 e o milho no estágio 3, o que correspondeu ao feijão em processo de formação de legumes, ao girassol começando a abrir o capítulo com as flores externas visíveis, e ao milho com a região ligular da décima-terceira folha visível.

Os diferentes sistemas de cultivo que foram avaliados no experimento apresentaram as seguintes características:

a) feijão em monocultivo - oito fileiras de 6 m de comprimento distanciadas entre si em 0,5 m, contendo 11 plantas/m. A área útil considerada foi de 8 m<sup>2</sup> (quatro filas centrais com bordadura de 1 m em cada uma das extremidades da sub-subparcela);

b) girassol em monocultivo - quatro fileiras de 6 m de comprimento distanciadas entre si em 1 m. O espaçamento entre plantas, dentro da fila, foi de 0,20 m (5 plantas/m). A área útil observada foi de 8 m<sup>2</sup> (duas filas centrais);

c) milho em monocultivo - do mesmo modo que o monocultivo de girassol;

d) consórcio feijão + girassol - quatro fileiras de feijão distanciadas entre si de 1 m, com 11 plantas/m de fila. A área útil foi de 9 m<sup>2</sup> (três filas centrais). O girassol participou com quatro fileiras distanciadas entre si em 1 m, com espaçamento de 0,4 m entre plantas dentro da fila, (2,5 plantas por metro). A área útil considerada para o girassol foi de 8 m<sup>2</sup> (duas filas centrais);

e) consórcio feijão + milho - do mesmo modo que o consórcio feijão + girassol;

f) consórcio girassol + milho - quatro fileiras de girassol e quatro fileiras de milho, com 1 m de distância entre filas de uma mesma cultura. O espaçamento entre plantas dentro da fila foi de 0,4 m. A área útil considerada para cada cultura foi de 8 m<sup>2</sup> (duas filas centrais).

As densidades populacionais estabelecidas para as monoculturas foram de 220 mil plantas/ha para o feijão e 50 mil plantas/ha para girassol e milho. Nas consorciações, em todos os casos, cada cultura participou com a metade da população do respectivo monocultivo.

#### Semeadura, emergência e cultivares utilizadas

O feijão foi semeado no dia 8 de setembro de 1981, enquanto o girassol e o milho, um dia depois. O feijão foi inoculado em todos os casos com estirpe específica de *Rhizobium phaseoli*. Todas as culturas foram semeadas com implementos manuais. Quando o feijão se encontrava com a segunda folha trifoliolada expandida (está-

dio IV-2), foi realizado um desbaste para 11 plantas/m. Para as culturas de girassol e de milho foram colocadas 3 sementes por cova. Quando o girassol apresentava o segundo par de folhas opostas formadas (estádio 1.3) e o milho apresentava a região ligular da quinta folha visível (estádio 1), foi realizado em desbaste, tendo sido mantida uma planta de cada cultura por cova.

A emergência das plantas de feijão e girassol ocorreu 11 dias após a sementeira. O milho emergiu 12 dias após a data de sementeira.

O feijão e o girassol foram colhidos 98 dias após a emergência, quando o feijão se encontrava no estágio VIII e o girassol no estágio 5.3. O milho foi colhido 130 dias após a emergência, ocasião em que se encontrava no estágio 10.

A cultivar de feijão utilizada foi a Guateian 6662, de hábito arbustivo e indeterminada. Os híbridos utilizados para girassol e milho foram, respectivamente, Conti GH 8121, de ciclo médio e porte baixo e Pioneer 6872, de ciclo precoce e grãos semidentados.

Os componentes do rendimento das culturas foram obtidos através de uma amostragem de dez plantas de cada espécie, retiradas da área útil de cada sub-subparcela. Para o feijão, os componentes do rendimento considerados foram o número de legumes por planta, o número de grãos por legume e o peso de grãos. Os componentes do rendimento considerados para o girassol foram o número de aquênios por capítulo e o peso de aquênios. O número de grãos por espiga e o peso de grãos foram os componentes do rendimento considerados para o milho. Foi realizada, também, antes da colheita das culturas, uma contagem, por área, do número de plantas remanescentes de feijão, e do número de capítulos e espigas de girassol e milho, respectivamente.

Para as três culturas, o peso de grãos foi obtido através de amostra de 400 grãos, secados até peso constante. O peso dos grãos posteriormente foi expresso com umidade de 13%. O número de grãos por legume e o número de legumes por planta de feijão foram contados manualmente. Já os números de aquênios e grãos por capítulo ou espiga para girassol e milho, respectivamente, foram obtidos pela relação entre o peso seco dos 400 aquênios ou grãos e o peso seco total dos grãos contidos nas amostras de dez plantas daquelas culturas.

## RESULTADOS

Em relação à contagem realizada ao final do ciclo das culturas, o número de plantas de feijão por área mostrou variação de 200 a 220 mil plantas/ha, quando em monocultivo. Nos sistemas consorciados esta variação foi de 90 a 110 mil plantas/ha. Quanto ao número de capítulos de girassol ou de espigas de milho por área, o número de capítulos foi sempre igual a um capítulo por planta, ou seja,

no monocultivo de girassol variou de 45 a 50 mil capítulos/ha e nas associações de 20 a 25 mil capítulos/ha. O número de espigas de milho por área mostrou variação semelhante, já que a média do número de espigas por planta também foi igual à unidade.

As variações apontadas acima foram consideradas normais e independentes da influência de qualquer fator avaliado no experimento. Desta maneira, os resultados descritos a seguir referem-se aos demais componentes do rendimento de feijão, girassol e milho.

**Componentes do rendimento do feijoeiro** - No componente do rendimento número de legumes por planta, as três interações simples entre os fatores avaliados foram responsáveis pelas diferenças detectadas.

Os resultados relativos à interação adubação nitrogenada em cobertura x controle de plantas daninhas constam na Tabela 1. A falta do controle

**TABELA 1.** Influência da adubação nitrogenada e do controle de plantas daninhas sobre o número de legumes por planta de feijão, EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1981/82.

Controle de plantas daninhas	Número de legumes por planta	
	Adubação nitrogenada	
	Com nitrogênio	Sem nitrogênio
Com controle	A A 9,2 a	B 6,2 a A B
	A 6,0 b A	B 4,2 b

CV %: adubação nitrogenada = 25,2  
controle de plantas daninhas = 10,2

Médias seguidas por letras minúsculas idênticas, numa coluna, não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Médias antecedidas por letras maiúsculas idênticas, na horizontal e dentro do mesmo nível do fator controle de plantas daninhas, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Médias abaixo ou acima de letras maiúsculas idênticas, em diagonal, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

de ervas, na presença ou ausência de nitrogênio em cobertura, ocasionou decréscimos estatisticamente significativos no número de legumes por planta. Na presença de nitrogênio em cobertura, este decréscimo ficou em torno de 35%, ao passo que, quando não foi adicionado adubo nitrogenado em cobertura, o decréscimo no número de legumes por planta foi de 32%. Por outro lado, comparações entre os resultados referentes ao efeito do adubo nitrogenado em cobertura, sob o mesmo nível do fator controle de plantas daninhas, também evidenciaram diferenças estatisticamente significativas. A ausência de adubo nitrogenado em cobertura reduziu em 33% o número de legumes por planta de feijão quando foi utilizado controle de ervas. De outra maneira, a falta de nitrogênio em cobertura, quando não ocorreu controle de ervas, fez com que houvesse uma redução de 30% no número de legumes por planta. Outras comparações do efeito do adubo nitrogenado em cobertura sobre o número de legumes por planta de feijão, a níveis distintos do fator controle de plantas daninhas, permitiram constatar que, quando ocorreu adubação de cobertura e controle de plantas daninhas, o número de legumes por planta de feijão superou significativamente aquele obtido na ausência destes dois fatores. Porém, quando ocorreu cobertura com nitrogênio, na ausência do controle de ervas, o número de legumes por planta de feijão foi equivalente ao obtido sem adição de cobertura nitrogenada mas na presença do controle de plantas daninhas. Ou seja, nesta situação, a adição de adubo nitrogenado em cobertura e a utilização do controle de plantas daninhas mostraram o mesmo efeito sobre o número de legumes por planta de feijão.

Com relação à interação adubação nitrogenada em cobertura x sistemas de cultivo (Tabela 2), foi determinado que a ausência de nitrogênio em cobertura ocasionou, em todos os sistemas de cultivo, um decréscimo estatisticamente significativo no número de legumes por planta de feijão. Quanto aos sistemas de cultivo, foi verificado que, com adição de adubo em cobertura, o número de legumes por planta obtido na associação do feijão com milho foi estatisticamente superior aos valores registrados nos outros dois sistemas de cultivo. O monocultivo de feijão proporcionou um valor intermediário para esta variável, enquanto na associa-

TABELA 2. Influência da adubação nitrogenada e do controle de plantas daninhas sobre o número de legumes por planta de feijão, em diferentes sistemas de cultivo, EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1981/82.

Sistemas de cultivo	Número de legumes por planta			
	Adubação nitrogenada		Controle de plantas daninhas	
	Com nitrogênio	Sem nitrogênio	Com controle	Sem controle
Monocultivo de feijão	A 7,7 b	B 6,0 a	A 8,7 a	B 5,0 ab
Feijão + girassol	A 6,7 c	B 4,6 b	A 6,6 c	B 4,7 b
Feijão + milho	A 8,3 a	B 5,0 b	A 7,8 b	B 5,5 a

CV %: Sistemas de cultivo = 12,4

Médias seguidas por letras minúsculas idênticas, numa coluna, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Médias antecedidas por letras maiúsculas idênticas, na horizontal e dentro do mesmo fator, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

ção feijão + girassol houve produção do menor número de legumes por planta de feijão, estatisticamente inferior aos valores obtidos nos outros sistemas de cultivo. Quando não foi adicionada adubação de cobertura, o número de legumes por planta obtido no monocultivo do feijão superou estatisticamente os valores provenientes das associações, os quais foram estatisticamente equivalentes.

Através dos resultados referentes à interação controle de plantas daninhas x sistemas de cultivo (Tabela 2), foi constatado que, quando não foi realizado controle de ervas, houve decréscimo estatisticamente significativo no número de legumes por planta de feijão em todos os sistemas de cultivo. As comparações entre os sistemas de cultivo demonstraram que, com controle de plantas daninhas, o número de legumes por planta advindo do feijão em monocultivo superou estatisticamente os valores obtidos nas associações. Nesta situação, a associação feijão + milho proporcionou um acréscimo significativo de 18% no número de legumes por planta de feijão, relativamente ao valor obtido na consorciação feijão + girassol. De outra maneira, quando não foi utilizado controle de plantas daninhas, o número de legumes por planta obtido no monocultivo de feijão não se diferenciou estatisticamente dos valores obtidos nas associações. Comparação entre as associações evidenciou que

no consórcio feijão + milho ocorreu um acréscimo de 17%, estatisticamente significativo, com relação ao número de legumes por planta propiciado pela associação feijão + girassol.

Relativamente ao número de grãos por legume, a análise da variância para este componente do rendimento evidenciou significância estatística para o controle de plantas daninhas e para a interação adubação nitrogenada em cobertura x sistemas de cultivo.

A ausência do controle de ervas (Tabela 3) causou um decréscimo em torno de 10% no número de grãos por legume.

Quanto à interação adubação nitrogenada em cobertura x sistemas de cultivo, os resultados demonstraram que, em relação ao efeito do nitrogênio em cobertura, não ficou evidenciada diferença significativa no número de grãos por legume para o monocultivo de feijão, sob os dois níveis de cobertura com nitrogênio (Tabela 4). O efeito do adubo em cobertura sobre o número de grãos por legume do feijão nas associações ao girassol ou ao milho foi distinto. Na associação feijão + girassol o número de grãos por legume sofreu um decréscimo de 14%, estatisticamente significativo, quando foi aplicada cobertura nitrogenada. Entretanto, na associação feijão + milho, o número de grãos por legume decresceu em cerca de 7% quando não foi adicionado adubo nitrogenado em cobertura.

Comparações entre os sistemas de cultivo evidenciaram que os números de grãos por legume oriundos do feijão em monocultivo e da associação feijão + milho foram estatisticamente equivalentes sob os dois níveis do fator adubação nitrogenada em cobertura. Na associação feijão + girassol, com cobertura nitrogenada, o número de grãos por legume demonstrou ser estatisticamente inferior àquele registrado para o feijão associado ao milho. No entanto, não houve diferença significativa entre

o número de grãos por legume obtido com o feijão associado ao girassol e aquele oriundo do feijão em monocultivo. Por outro lado, na ausência de nitrogênio em cobertura, a associação feijão + girassol proporcionou o maior valor para o número de grãos por legume, estatisticamente superior aos valores registrados nos outros sistemas de cultivo, os quais foram equivalentes.

Quanto ao peso de grãos, o controle de plantas daninhas e a interação adubação nitrogenada em cobertura x sistemas de cultivo foram responsáveis pela significância estatística registrada para as diferenças encontradas.

Em relação ao controle de ervas (Tabela 3), foi observada uma redução no peso de grãos da ordem de 9% quando não foi realizado o controle de plantas daninhas.

Os dados referentes à interação adubação nitrogenada de cobertura x sistemas de cultivo constam na Tabela 4. Quando não foi adicionado nitrogênio em cobertura, ocorreram reduções estatisticamente significativas no peso de grãos de feijão, exceção feita à associação feijão + girassol. Neste sistema de cultivo não foi detectada diferença significativa no peso de grãos de feijão sob os dois níveis do fator adubação nitrogenada em cobertura. Com relação às diferenças registradas entre os sistemas de cultivo, foi constatado que, com adição de adubo em

**TABELA 3.** Influência do controle de plantas daninhas sobre o número de grãos por legume e peso dos grãos do feijão, EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1981/82.

Controle de plantas daninhas	Número de grãos por legume	Peso de 1.000 grãos <sup>1</sup> (g)
Com controle	4,2 a	223,7 a
Sem controle	3,8 b	203,0 b
CV%: Adubação nitrogenada =	5,4	6,0
Controle de plantas daninhas =	6,6	15,0
Sistemas de cultivo =	3,6	11,8

<sup>1</sup> grãos com 13% de umidade.

Médias seguidas por letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

**TABELA 4.** Influência da adubação nitrogenada e dos sistemas de cultivo sobre o número de grãos por legume e peso dos grãos do feijão, EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1981/82.

Sistemas de Cultivo	Peso de 1.000 grãos <sup>1</sup> (g)		Número de grãos por legume	
	Adubação nitrogenada		Adubação nitrogenada	
	Com nitrogênio	Sem nitrogênio	Com nitrogênio	Sem nitrogênio
Monocultivo do feijão	A 4,0 ab	A 3,9 b	A 212,0 b	B 204,2 b
Feijão + girassol	B 3,8 b	A 4,4 a	A 220,1 a	A 219,4 a
Feijão + milho	A 4,1 a	B 3,8 b	A 225,3 a	B 200,1 b

<sup>1</sup> grãos com 13% de umidade.

Médias seguidas por letras minúsculas idênticas, numa coluna, não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Médias antecedidas por letras maiúsculas idênticas, na horizontal, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

cobertura, o peso de grãos de feijão obtido nas associações mostrou superioridade estatística ao registrado no monocultivo de feijão. Nesta situação, os pesos de grãos de feijão provenientes dos dois sistemas associados não diferiram significativamente. Por outro lado, na ausência da cobertura com nitrogênio, não houve evidência estatística de diferença entre os pesos de grãos de feijão em monocultivo e o obtido no consórcio com milho. Entretanto, ambos foram estatisticamente inferiores ao peso de grãos do feijão alcançado no consórcio feijão + girassol.

**Componentes do rendimento do girassol** - Com relação ao número de aquênios por capítulo, os fatores que mostraram efeito sobre esta variável foram o controle de ervas e os sistemas de cultivo.

A Tabela 5 mostra os valores referentes ao efeito do controle de plantas daninhas. Na ausência do controle ocorreu uma redução de 27% no número de aquênios por capítulo do girassol.

Quanto aos sistemas de cultivo (Tabela 6), o número de aquênios por capítulo mostrou superioridade estatística nos sistemas associados. Foram registrados acréscimos de 42 e 38% nas associações feijão + girassol e girassol + milho, respectivamente, em relação ao número de aquênios por capítulo alcançado no monocultivo do girassol.

Quanto ao peso de aquênios do girassol, as diferenças registradas para esta variável foram função do controle de plantas daninhas e dos diferentes sistemas de cultivo.

Foi verificada uma redução em torno de 8% no peso de aquênios do girassol, devido à ausência do controle de ervas (Tabela 5).

Quanto à influência dos diferentes sistemas de cultivo (Tabela 6), o peso de aquênios do girassol obtido na associação feijão + girassol superou estatisticamente aqueles registrados nos outros sistemas de cultivo. Os acréscimos detectados, em relação ao peso de aquênios do girassol obtido no monocultivo e na associação girassol + milho, foram de 17 e 10%, respectivamente. Também foi observado que o peso dos aquênios do girassol, obtido no consórcio girassol + milho, superou estatisticamente o peso de aquênios produzido pelo girassol em monocultivo.

**Componentes do rendimento do milho** - Com referência ao número de grãos por espiga, as dife-

**TABELA 5.** Influência do controle de plantas daninhas sobre o número de aquênios por capítulo e peso de aquênios do girassol, EEA/URFS, Guaíba, RS, 1981/82.

Controle de plantas daninhas	Número de grãos por capítulo	Peso de 1.000 grãos <sup>1</sup> (g)
Com controle	784,2 a	57,6 a
Sem controle	572,7 b	53,1 b
CV%: Adubação nitrogenada = 29,8		17,0
Controle de plantas daninhas = 23,6		6,5

<sup>1</sup> grãos com 13% de umidade.

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

**TABELA 6.** Influência dos sistemas de cultivo sobre o número de aquênios por capítulo e peso de aquênios do girassol, EEA/URFS, Guaíba, RS, 1981/82.

Sistemas de cultivo	Número de grãos por capítulo	Peso de 1.000 grãos <sup>1</sup> (g)
Monocultivo de girassol	534,9 b	51,3 c
Girassol + feijão	759,7 a	60,2 a
Girassol + milho	740,8 a	54,7 b
CV%: Sistemas de cultivo = 16,4		6,1

<sup>1</sup> grãos com 13% de umidade.

Médias seguidas por letras idênticas não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

renças obtidas para este componente do rendimento foram devidas aos efeitos dos três fatores avaliados no experimento.

Os dados referentes à adubação nitrogenada de cobertura (Tabela 7) evidenciaram um decréscimo em torno de 55% no número de grãos por espiga quando não foi adicionado nitrogênio em cobertura.

A não-utilização do controle de plantas daninhas ocasionou uma redução de 43% no número de grãos por espiga de milho (Tabela 8).



**TABELA 7.** Influência da adubação nitrogenada sobre o número de grãos por espiga e peso de grãos de milho, EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1981/82.

Adubação nitrogenada	Número de grãos por espiga	Peso de 1.000 grãos <sup>1</sup> (g)
Com nitrogênio	371,9 a	217,6 b
Sem nitrogênio	167,1 b	255,7 a

CV%: Adubação nitrogenada = 11,2      14,4

<sup>1</sup> grãos com 13% de umidade.

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

**TABELA 8.** Influência do controle de plantas daninhas sobre o número de grãos por espiga e peso de grãos do milho, EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1981/82.

Controle de plantas daninhas	Número de grãos por espiga	Peso de 1.000 grãos <sup>1</sup> (g)
Com controle	342,4 a	255,6 a
Sem controle	196,7 b	217,7 b

CV%: Controle de plantas daninhas = 17,9      10,3

<sup>1</sup> grãos com 13% de umidade.

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Com referência aos sistemas de cultivo (Tabela 9), o número de grãos por espiga obtido na associação milho + feijão demonstrou superioridade estatística em relação ao valor registrado nos outros sistemas de cultivo. Por outro lado, a associação girassol + milho proporcionou o menor número de grãos por espiga, estatisticamente inferior aos registrados nos outros dois sistemas de cultivo. O número de grãos por espiga obtido no monocultivo de milho se situou em posição intermediária.

Em relação ao peso de grãos de milho, os três fatores avaliados no experimento influenciaram de maneira significativa esta variável.

A Tabela 7 mostra o efeito da adubação nitrogenada de cobertura. Quando não foi adicionado

**TABELA 9.** Influência dos sistemas de cultivo sobre o número de grãos por espiga e peso dos grãos do milho, EEA/UFRS, Guaíba, RS, 1981/82.

Sistema de cultivo	Número de grãos por espiga	Peso de 1.000 grãos <sup>1</sup> (g)
Monocultivo de milho	277,8 b	239,2 b
Milho + feijão	296,9 a	248,7 a
Milho + girassol	233,9 c	222,1 c

CV%: Sistemas de cultivo = 17,1      7,0

<sup>1</sup> grãos com 13% de umidade.

Médias seguidas por letras idênticas não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

nitrogênio em cobertura, o peso de grãos de milho foi superior ao obtido com adição de cobertura nitrogenada. A redução no peso dos grãos, resultante da adição de adubo em cobertura, se situou em torno de 15%.

Já a utilização do controle de plantas daninhas (Tabela 8) proporcionou um aumento da ordem de 17% no peso de grãos do milho.

O efeito dos diferentes sistemas de cultivo sobre o peso de grãos de milho é mostrado pela Tabela 9. O peso de grãos registrado no monocultivo se situou em uma posição intermediária em relação aos obtidos nas associações. Quanto às associações, o milho consorciado ao feijão apresentou peso de grãos mais elevado, superando em aproximadamente 12% o peso de grãos obtido no consórcio milho + girassol.

## DISCUSSÃO

O enfoque da discussão será no sentido de examinar como variaram os componentes do rendimento de grãos sob cada situação na qual determinada cultura esteve inserida. No entanto, para cumprir tal objetivo, algumas suposições deverão ser adotadas.

Torna-se difícil comparar o comportamento de culturas em consórcio e em monocultivo quando as populações utilizadas em cada sistema foram va-

riáveis. Porém, manter as populações constantes em ambos os sistemas de cultivo parece ser inviável, já que nas consorciações haverá um excesso de população, em relação à população registrada nos monocultivos. Neste caso, uma cultura consorciada poderia sofrer excessivamente os efeitos das competições intra e interespecíficas. Ou seja, provavelmente seus componentes do rendimento seriam de menor expressão, comparados aos registrados nos cultivos exclusivos, onde só ocorreria a competição intra-específica.

Um possível contorno do problema acima colocado é considerar que as três monoculturas estabelecidas propiciavam pressões de população comparáveis entre si, de acordo com Willey (1979). Deste modo, embora as culturas participassem com a metade da densidade populacional nos consórcios, a pressão total de população foi mantida teoricamente semelhante à registrada em cada monocultura. Para tanto, foi assumida uma relação de equivalência entre plantas de diferentes espécies, conforme a população indicada para cada monocultura (Osiru & Willey 1972, Willey & Osiru 1972, Willey 1979). Desta maneira, foi considerado que uma planta de girassol e uma de milho foram equivalentes e que cada uma foi equivalente a quatro plantas de feijão.

Por outro lado, deve ser considerado que um aspecto variável, conforme o sistema de cultivo utilizado, foi o arranjo das culturas. Assim, as plantas de girassol ou de milho nos consórcios receberam o dobro do espaçamento dentro da fileira em relação aos respectivos monocultivos, o que talvez pudesse favorecer a expressão dos componentes do rendimento para estas espécies em consórcio, já que, na fileira, poderia diminuir a competição intra-específica. Para o feijão, de outro modo, variou o espaçamento entre fileiras, mas foi mantido inalterado dentro da fileira, o que talvez poderia dar uma idéia mais precisa do comportamento desta cultura nos diferentes sistemas de cultivo, já que a pressão de população dentro da fileira foi mantida inalterada.

De qualquer modo, no presente trabalho, o arranjo diferencial das culturas de girassol e milho dentro da fileira, nos monocultivos e consorciações, foi interpretado como uma condição inerente

a cada sistema de cultivo dos quais participaram estas espécies.

Em relação à cultura do feijão, foi verificado que o controle de plantas daninhas proporcionou aumento significativo, para todos os sistemas de cultivo, nos componentes do rendimento desta espécie (Tabelas 1, 2 e 3), embora o mesmo fato também fosse detectado para o milho e girassol. No entanto, dada a sua baixa estatura, o feijão foi a cultura mais prejudicada pela ausência de controle de ervas (Machado 1983).

Com a observação do efeito do controle de plantas daninhas sobre o número de legumes por planta de feijão em cada sistema de cultivo (Tabela 2), pode-se verificar uma resposta diferenciada e dependente do sistema de cultivo utilizado. Resposta similar foi também observada para o efeito da adubação nitrogenada de cobertura sobre esta variável (Tabela 2). Ou seja, a presença de nitrogênio em cobertura ou do controle de ervas, propiciou aumentos significativos no número de legumes por planta de feijão, mas estes aumentos não foram semelhantes para todos os sistemas de cultivo. A utilização do controle de plantas daninhas favoreceu relativamente mais ao monocultivo do feijão, se comparado com o incremento no número de legumes por planta advindo dos consórcios. Este fato mostra que, livre da competição imposta pelas ervas, o feijão expressou melhor tal característica na ausência da competição causada pelas plantas de milho ou girassol. De outro modo, o maior aumento relativo no número de legumes por planta, causado pela adição de N em cobertura, foi observado no consórcio feijão + milho. Isto significa que, nesta situação, provavelmente graças à menor competição causada pelas plantas de milho nesta fase do ciclo do feijão, em relação ao feijão exclusivo, ocorreu este maior incremento. A Tabela 2 também mostra claramente a maior competição causada pelo girassol ao feijão, em relação às competições registradas no monocultivo e no consórcio feijão + milho.

De certa forma, o maior desenvolvimento do feijão associado ao milho pode estar relacionado com o menor desenvolvimento do milho comparado ao girassol, além da coincidência temporal do período de alta demanda pelos recursos disponíveis para feijão e girassol (Fig. 1). Também deve

ser considerado que, graças à sua disposição, as folhas de milho podem ter propiciado maior passagem da radiação solar para o estrato aéreo inferior. Estes aspectos certamente estão associados com a maior redução causada no número de legumes por planta no feijão associado ao girassol. Outra consideração é que, dos componentes do rendimento do feijão, o mais afetado pela competição com o girassol foi justamente o número de legumes por planta.

Quanto ao efeito da cobertura com nitrogênio sobre o número de grãos por legume e peso dos grãos de feijão, também pode ser observada uma resposta diferenciada e dependente do sistema de cultivo do qual o feijão participou (Tabela 4). Quando não houve adição de N em cobertura, o maior número de grãos por legume foi obtido no consórcio do feijão com o girassol, provavelmente ocorrendo uma compensação do pequeno número de legumes anteriormente formado. Porém, o efeito negativo da adição de nitrogênio em cobertura sobre o número de grãos por legume do feijão associado ao girassol (Tabela 4) só pode ser explicado com o maior aproveitamento e crescimento do girassol na presença do adubo nitrogenado em cobertura, causando maior competição à cultura que ocupava o estrato aéreo inferior. Ou seja, a presença do N em cobertura pode não ter permitido ao feijão compensar, com aumento do número de grãos por legume, o escasso número de legumes por planta anteriormente formado no consórcio feijão + girassol. Compensação, esta, que só ocorreria com o aumento registrado para o peso dos grãos do feijão (Tabela 4). Tal fato pode ser explicado considerando-se que foi a derradeira possibilidade com que a cultura do feijão contou, já que os componentes do rendimento anteriormente formados, principalmente o número de legumes por planta (Tabela 2), haviam sido severamente reduzidos pela competição imposta pelo girassol. Além disso, deve-se observar que o girassol já se encontrava no final do seu ciclo (Fig. 1), ocorrendo provavelmente menor competição para as plantas de feijão.

A menor competição causada pelo milho ao feijão (Tabelas 2 e 4), principalmente constatada com manejo mais tecnificado, também pode ter origem no desenvolvimento aquém do esperado ocorrente

com a cultura do milho (Machado 1983). Este fato, provavelmente esteve associado ao período de deficiência hídrica ocorrido durante o ciclo das culturas (Fig. 1). Deve ser ponderado que o girassol é referido como cultura mais hábil em extrair a água do solo em relação ao milho (Robinson 1978). Desta maneira, vai permanecer a dúvida se, em anos de maior precipitação pluviométrica, os resultados seriam possíveis de repetição. Ou seja, se a elevada habilidade competitiva demonstrada pelo girassol, em relação ao feijão e ao milho, poderia ser confirmada sob outras condições.

Quanto ao girassol, não foi detectada resposta significativa sobre os componentes do rendimento, causada pelo fator adubação nitrogenada em cobertura. Deve ser considerado, no entanto, que, para o número de aquênios por capítulo, o coeficiente de variação obtido na parcela principal esteve ao redor de 30% (Tabela 5), o que pode ter dificultado a obtenção de significância estatística. Esta assertiva parece ser verdadeira, já que pode ser verificado (Tabelas 2 e 4) que o feijão consorciado com girassol, na presença do N em cobertura, apresentou relativamente reduzidos o número de legumes por planta e o número de grãos por legumes, o que, como já foi enfatizado, provavelmente ocorreu em virtude de um maior desenvolvimento do girassol.

A Tabela 5 também evidencia que, embora o girassol tenha demonstrado elevada habilidade competitiva nos sistemas consorciados, respondeu ao controle de ervas, aumentando o número de aquênio por capítulo e o peso dos grãos. Deve ser salientado que o decréscimo no rendimento final de grãos, devido à ausência do controle de ervas, foi bem menor para o girassol, comparado com o milho e o feijão (Machado 1983).

Os efeitos de competição, causados principalmente pelo feijão ao girassol, mas também pelo milho, foram bem menores do que os registrados na monocultura do girassol. O girassol demonstrou elevado poder em compensar a redução da densidade populacional nos sistemas consorciados, através do expressivo acréscimo em seus componentes do rendimento (Tabela 6). Novamente deve ser colocada a possibilidade de que, talvez sob outras condições ambientais (maior umidade), ou substituí-

ções de cultivares de girassol (porte mais baixo), poderia haver alteração deste efeito competitivo do girassol, principalmente em relação ao milho, já que esta cultura, em consórcio com o girassol, foi amplamente dominada.

A competição causada pelo milho ao girassol certamente foi maior do que aquela ocasionada pelo feijão, o que pode ser constatado através do menor peso de aquênios do girassol quando associado ao milho (Tabela 6). Este aspecto talvez estivesse associado com a maior estatura do milho em relação ao feijão, com conseqüente aumento da competição por luz.

Em relação ao milho, primeiramente pode ser constatado que a competição imposta pelas ervas foi bastante prejudicial, independentemente do sistema de cultivo utilizado, já que ocorreram reduções nos atributos avaliados (Tabela 8). O efeito da adubação nitrogenada de cobertura sobre o número de grãos por espiga do milho foi o esperado, aumentando este componente, embora tivesse ocorrido condição pouco favorável em termos de umidade (Tabela 7 e Fig. 1). O decréscimo registrado no peso dos grãos de milho, oriundo da adubação em cobertura (Tabela 7), provavelmente apresentou como causa a falta de material assimilado pela fotossíntese para preencher o número de grãos anteriormente formado. Isto pode ser explicado justamente pelas condições de deficiência hídrica ocorridas durante o período de enchimento de grãos (Fig. 1), com conseqüente diminuição na assimilação de gás carbônico.

Em termos da influência dos sistemas de cultivo sobre os componentes do rendimento do milho, considerando como idênticas as condições de deficiência hídrica ocorridas para os três sistemas de cultivo dos quais o milho participou, por certo a competição por luz, nutrientes e água foi maior no consórcio com o girassol (Tabela 9). Sem dúvida, os maiores valores obtidos para o número de grãos por espiga e para o peso de grãos do milho associado ao feijão, deveram-se à condição de maior vigor com que o milho alcançou o estágio reprodutivo, comparada com a condição do milho associado ao girassol. Conseqüentemente, houve possibilidade de compensar a menor densidade populacional no consórcio com o feijão, através do incremento nos componentes do rendimento.

É provável que o milho tenha reduzido o seu índice de área foliar no consórcio com o girassol, diminuindo seu potencial fotossintético, o que se traduziria em decréscimo dos componentes do rendimento. Referindo de outra forma, na associação feijão + milho a intensidade da competição foi menor do que aquela ocorrida no monocultivo de milho, enquanto no consórcio girassol + milho ocorreu o oposto.

### CONCLUSÕES

1. Os efeitos da adição de adubo nitrogenado em cobertura ou de controle de plantas daninhas, em geral, foram no sentido de aumentar as características avaliadas para as três espécies participantes; porém, tais incrementos estiveram associados com o tipo de sistema de cultivo testado.
2. A utilização de manejo mais tecnificado beneficiou mais o feijão em monocultivo ou consorciado ao milho, em relação ao feijão associado ao girassol.
3. O girassol evidenciou elevada habilidade competitiva nos sistemas associados, compensando uma menor densidade populacional através do aumento do número de aquênios por capítulo em tais sistemas.
4. Os componentes do rendimento do milho apresentaram valores maiores quando este foi consorciado com feijão, em comparação com os valores apresentados na monocultura de milho. O inverso ocorreu no consórcio de milho com girassol.

### REFERÊNCIAS

- AZAEI, A. Numerical characterization of the development of the bean plant (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba, São José, 26(2):209-10, 1976.
- BELTRAME, J.F. de S.; TAYLOR, J.C. & CAUDURO, F.A. Probabilidade de ocorrência de déficits e excessos hídricos em solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, 1979. 79p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. p.165. (Boletim Técnico, 30).
- CAMARGO, A.P. de. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 21(12):163-213, 1962.

- CORDERO, A. & MCCOLLUM, R.E. Yield potential of interplanted annual food crops in Southeastern U.S. *Agron. J.*, Madison, 71(5):834-42, 1979.
- FISHER, N.M. Studies in mixed cropping. III. Further results with maize-bean mixtures. *Exp. Agric.*, Cambridge, 15:49-58, 1979.
- FRANCIS, C.A.; PRAGER, M.; LAING, D.R. & FLOR, C.A. Genotype x environment interaction in bush bean cultivars in monoculture and associated with maize. *Crop Sci.*, Madison, 18(2):237-42, 1978.
- HANWAY, J.J. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.*, Madison, 55(5):487-92, 1963.
- HART, R.D. A bean, corn and manioc polyculture cropping system. I. The effect of interspecific competition on crop yield. Turrialba, San José, 25(3):294-301, 1975.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Rio de Janeiro, RJ. Colheita, tipo de cultivo e valor da produção dos principais produtos das lavouras temporárias, no ano de 1975, segundo a condição do produtor, a classe da atividade econômica e grupos de área total. In: \_\_\_\_\_ . Censo Agropecuário, Brasil. Rio de Janeiro, 1975. p.124-5, 130-1. (Censos Econômicos).
- MACHADO, C.M.N. Eficiência da consorciação de culturas na utilização da terra e no controle de plantas daninhas. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1983. 120p. Tese Mestrado - Fito-tecnia.
- OSIRU, D.S.O. & WILLEY, R.W. Studies on mixtures of dwarf sorghum and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, 79:531-40, 1972.
- RAO, M.R. & WILLEY, R.W. Preliminary studies of intercropping combinations based on pigeonpea or sorghum. *Exp. Agric.*, Cambridge, 16:29-39, 1980.
- ROBINSON, R.G. Production and culture. In: SUNFLOWER science and technology. Madison, ASA, 1978. p.89-132.
- SIDDIQUI, M.Q.; BROWN, J.F. & ALLEN, S.J. Growth stages of sunflower and intensity indices for white blester and rust. *Plant Dis. Rep.*, St. Paul, 59(1):7-11, 1975.
- WILLEY, R.W. Intercropping-its importance and research needs. Part 2. Agronomy and research approaches. *Field Crop Abstr.*, Hurley, 32(2):73-84, 1979.
- WILLEY, R.W. & OSIRU, D.S.O. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, 79:517-29, 1972.