

## SISTEMAS DE ADUBAÇÃO DE GIRASSOL E MILHO EM CONSÓRCIO DE SUBSTITUIÇÃO<sup>1</sup>

### FERTILIZATION SYSTEMS OF SUNFLOWER AND CORN IN RELAY INTERCROPPING

Andréa Brondani da Rocha<sup>2</sup> Paulo Regis Ferreira da Silva<sup>3</sup>  
Michelangelo Muzell Trezzi<sup>4</sup>

#### RESUMO

O consórcio de substituição, em que a segunda cultura é implantada após a primeira ter atingido a antese, é um sistema que apresenta grande potencial de utilização na pequena propriedade. No entanto, para que tenha maior eficiência, há a necessidade de se determinar práticas de manejo mais adequadas para este sistema, dentre as quais estão a época e a forma de aplicação de adubo nas culturas participantes. O presente trabalho foi conduzido em Eldorado do Sul - RS, ano agrícola 1993/94, com o objetivo de comparar o efeito de três sistemas de adubação de girassol e milho em consórcio de substituição. Duas cultivares de milho, uma de ciclo precoce e outra de ciclo normal foram implantadas em consórcio de substituição a girassol. Os sistemas de adubação consistiram de adubação dupla na linha no girassol, adubação dupla a lanço no girassol e adubação individual para girassol e milho. Como testemunhas, foram testados dois monocultivos de milho com adubação individual na linha. Na cultura do girassol, o rendimento de grãos e os componentes do rendimento não foram afetados pelos diferentes sistemas de adubação testados. Apenas o peso seco de planta de girassol foi 12,5%

superior no sistema de adubação dupla a lanço em relação ao de adubação individual em linha. Com a adubação dupla em linha na cultura do girassol os rendimentos de grãos das duas cultivares de milho foram similares aos dos sistemas com adubação individual por cultura. Já, com a adubação dupla a lanço na cultura do girassol houve uma resposta diferenciada entre cultivares. Enquanto para a cultivar precoce de milho o rendimento de grãos foi inferior, para a cultivar de ciclo normal ele foi similar ao do sistema com adubação individual por cultura.

**Palavras-chave:** sistemas de adubação, consórcio de substituição, girassol, milho.

#### SUMMARY

The relay intercropping, where a second crop is established after the first one has reached the reproductive stage of growth, is a system that reveal great potential use in small farms. However, to achieve a more efficient system, it is necessary to determine management practices more suitable to this system, such as date and manner of

<sup>1</sup>Trabalho financiado pelo CNPq (Processo nº 125837-0).

<sup>2</sup>Estudante do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, bolsista do CNPq.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Professor Adjunto, Departamento de Plantas de Lavoura, UFRGS, Caixa Postal 776, 90001-970 - Porto Alegre-RS. Autor para correspondência.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, MSc., bolsista recém-mestre da FAPERGS.

fertilizer application in both crops. This work was conducted in Eldorado do Sul, state of Rio Grande do Sul, Brazil, in the 1993/94 growing season. The objective of these work was to compare the effect of three fertilization systems in the relay intercropping of corn into sunflower. A early season and a late season corn cultivars were established in relay intercropping into sunflower. The fertilization systems were double row fertilization in sunflower, double broadcast fertilization in sunflower and individual row fertilization for sunflower and corn. The checks were two corn monocultures with individual row fertilization. Grain yield and yield components of sunflower crop were not affected by the fertilization systems tested. Sunflower biomass was 12.5% higher in double broadcast than in individual row fertilization system. Using double row fertilization in sunflower, the grain yield of both corn cultivars was similar to individual row fertilization in each crop. Differences were obtained between corn cultivars when double broadcast fertilization was used. The grain yield of early season corn cultivar was lower than the grain yield of individual row fertilization, however, the grain yield of late season corn cultivar was similar.

**Key-words:** fertilization systems, relay intercropping, sunflower, corn.

## INTRODUÇÃO

Os sistemas consorciados constituem-se em uma forma de intensificação do uso da terra. Eles se caracterizam pelo crescimento de duas ou mais culturas na mesma área, competindo durante todo ou parte dos seus ciclos de desenvolvimento. No sistema de consórcio de substituição, a segunda espécie é implantada após a primeira ter atingido a antese, mas antes da colheita.

A eficiência dos sistemas consorciados depende de como as culturas componentes utilizam os fatores do meio. A absorção e o uso de nutrientes nestes sistemas estão relacionados à extensão do sistema radicular das espécies participantes, aos níveis de água no solo e às características das culturas componentes de explorarem o solo na zona das raízes (FRANCIS, 1990). Pode-se acrescentar a estes fatores a forma de distribuição, a época e os níveis de fertilizantes colocados à disposição das culturas.

No entanto, poucos trabalhos de pesquisa têm analisado estes aspectos nos sistemas consorciados e não há resultados conclusivos sobre a adubação ideal para culturas em consórcio. Apesar disto, recomenda-se que cada cultura participante de consórcio simultâneo receba as adubações de manutenção e de cobertura recomendadas para o cultivo solteiro (FLESH, 1991). Desta maneira, as recomendações de pesquisa para utilização de adubação integral para cada cultura do consórcio simultâneo parecem também adequadas

para o de substituição. Em função disto, alguns trabalhos analisando o cultivo de milho em consórcio de substituição a girassol têm utilizado a adubação individual por cultura componente do sistema (SILVA et al., 1993; TREZZI & SILVA, 1992).

No consórcio de substituição poderá haver dificuldades para a realização da prática da adubação da segunda cultura implantada nas entrelinhas da primeira, principalmente se as plantas possuírem porte alto e desenvolvimento vegetativo vigoroso. Como alternativa a isto, uma cultura poderia se beneficiar do resíduo da adubação de uma cultura precedente. Por exemplo, o feijão da safrinha (semeadura de janeiro e fevereiro) pode se beneficiar dos resíduos dos fertilizantes aplicados ao feijão e/ou milho da safra, porém com eficiência inferior à da aplicação direta (FREIRE et al., 1985). É possível, no entanto, que a utilização de doses recomendadas para as duas culturas no momento da implantação da primeira espécie possa suprir as necessidades da segunda espécie implantada, através do efeito de adubação residual. Além disto, há a possibilidade de reciclagem de nutrientes de uma cultura para a outra através da decomposição de restos culturais com relação C/N mais baixa.

Também é importante considerar que o modo de distribuição de nutrientes no solo pode influenciar a distribuição de raízes e o desenvolvimento das plantas das espécies componentes do consórcio. A adubação a lanço, com posterior incorporação, proporciona distribuição mais uniforme de nutrientes, enquanto que a aplicação em linha resulta em concentrações altas num volume reduzido de solo. Desta forma, a aplicação de fósforo na linha de semeadura normalmente é vantajosa pois este elemento possui grande efeito de adsorção no solo, tornando-o indisponível à cultura. Ao contrário, seria interessante a aplicação de potássio e nitrogênio em um volume maior de solo para evitar maiores perdas por lixiviação (SANSONOWICZ & MIELNICZUK, 1985; EGHBALL & SANDER, 1989).

Por outro lado, as doses mais elevadas de fertilizantes são mais eficientes quando aplicadas a lanço, em maiores volumes de solo, propiciando grande disponibilidade para uma maior porção de raízes (ANGHINONI & BARBER, 1980; FOX & KANG, 1978). As doses pequenas são mais eficientes em aplicações localizadas. Além da dose utilizada, a eficiência do modo de aplicação de nutrientes vai depender do nível inicial dos elementos no solo e da capacidade que o solo tem de insolubilizá-los (KLEPKER, 1991).

Os objetivos deste trabalho foram: comparar o efeito de três sistemas de adubação de girassol e milho sobre o rendimento de grãos e componentes destas culturas em consórcio de substituição.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, no ano agrícola 1993/94, na Estação Experimental Agronômica da

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no município de Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central. O local apresenta clima subtropical úmido, sendo uma transição entre Cfa1 e Cfa2 segundo classificação de Köppen (BRASIL, 1973). O solo do local é classificado como Podzólico Vermelho Escuro, distrófico (Paleudult) e pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo. A análise do solo da área experimental revelou as seguintes informações: PH SMP = 6,2; P = 4,5ppm; K = 134ppm; M.O. = 2,7 % e Argila = 50 %.

O experimento constou de oito tratamentos. Duas cultivares de milho, uma de ciclo precoce (Cargill 901) e outra de ciclo normal (AG 106), foram implantadas em consórcio de substituição 34 dias após a antese de uma cultivar de ciclo normal de girassol (DK 170). Os sistemas de adubação consistiram de adubação dupla na linha do girassol, adubação dupla a lanço no girassol e adubação individual para girassol e milho. Como testemunhas, foram testados dois monocultivos de milho com adubação individual na linha.

Nos tratamentos com adubação dupla, a cultura do girassol recebeu, no momento de sua implantação, 10, 100, 40 e 2kg/ha, respectivamente, de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O e B. Em cobertura foram aplicados 70kg/ha de N quando havia quatro folhas verdadeiras de girassol com no mínimo 4cm de comprimento. Neste sistema, a cultura do milho, implantada em consórcio de substituição ao girassol, não recebeu adubação por ocasião da semeadura. No entanto, foram utilizados 90kg/ha de N em cobertura quando o milho apresentou seis folhas completamente emergidas com lígula visível. No sistema de adubação dupla a lanço, os fertilizantes foram espalhados a lanço na área experimental e incorporados ao solo no mesmo dia da semeadura do girassol.

Nos tratamentos com adubação individual por cultura, a adubação do girassol consistiu da utilização de 10, 50, 20 e 2 kg/ha, respectivamente, de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O e B. Em cobertura, foram aplicados 70kg/ha de N no mesmo estágio da aplicação nos sistemas com adubação dupla no girassol. Nos tratamentos com adubação individual por cultura, a adubação do milho consistiu da utilização de 10, 50 e 20 kg/ha, respectivamente, de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O por ocasião da semeadura. Em cobertura foram utilizados 90kg/ha de N no mesmo estágio da aplicação nos sistemas com adubação dupla no girassol. Tanto na adubação individual por cultura quanto na adubação dupla na linha, os fertilizantes foram colocados no momento da semeadura em sulcos distantes 10cm das linhas de semeadura e logo após incorporados ao solo.

Duas semanas antes da semeadura do girassol procedeu-se o preparo convencional em toda a área experimental. O girassol foi semeado em 27 de julho de 1993 e o milho em 15 de dezembro de 1993, ou seja, 34 dias após a antese do girassol. As sementes de girassol foram semeadas com saraquá e as de milho através da abertura manual de

covas, simulando-se a semeadura direta. Após o desbaste, deixou-se duas plantas em cada cova em todos os tratamentos.

O espaçamento entre linhas de girassol ou de milho foi de 1,0m, enquanto o espaçamento entre linhas de girassol e de milho foi de 0,5m. Para a cultura do girassol e para a cultivar precoce de milho o espaçamento entre covas na linha foi de 33cm, visando uma densidade de 60.000 plantas por hectare. Já, para a cultivar de ciclo normal de milho, o espaçamento entre covas na linha foi de 40cm, para se obter densidade de 50.000 plantas por hectare.

O experimento foi conduzido sem suplementação hídrica. As demais práticas culturais foram conduzidas de forma a assegurar elevados rendimentos de grãos.

As determinações realizadas incluíram o rendimento de grãos e componentes do rendimento de girassol e milho e o peso seco de planta de girassol.

Procedeu-se a análise de variância das determinações. Quando houve diferenças significativas, as comparações entre as médias dos tratamentos foram feitas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas de adubação não afetaram o rendimento de grãos do girassol e de seus componentes. Houve efeito apenas no peso seco de planta de girassol, que foi 12,5% superior no sistema de adubação dupla a lanço em relação ao de adubação individual em linha (Tabela 1). No entanto, este fato não alterou o rendimento de grãos e os componentes do girassol.

Os resultados similares obtidos entre os sistemas de adubação dupla e individual quanto ao rendimento de grãos e seus componentes podem indicar que a cultura do girassol apresentou pequena resposta à adição de nutrientes acima de suas necessidades de manutenção. Com efeito, VRANCEANU (1977) observou que apesar do girassol apresentar grande absorção de nutrientes, ele responde menos à adubação do que outras espécies. Este fato se deve em grande parte à capacidade elevada de seu sistema radicular de extrair os elementos nutritivos necessários, inclusive os menos solúveis, em um perfil profundo do solo.

A utilização de adubação dupla na cultura do girassol produziu rendimentos de grãos de milho similares aos dos monocultivos, com exceção do tratamento com adubação dupla a lanço no girassol, que produziu rendimento de grãos inferior na cultivar precoce de milho (Tabela 2). Estes resultados podem indicar uma boa disponibilidade para as plantas de milho dos fertilizantes utilizados na adubação antecipada feita no momento da semeadura do girassol, principalmente no que se refere ao fertilizante fosfatado, menos suscetível a perdas.

Tabela 1 - Rendimento de grãos e seus componentes e peso seco de planta de cultivar Dk 170 de girassol em função de três sistemas de adubação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1993/94.

Sistemas de adubação	Rendimentos de grãos		Capítulos por m <sup>2</sup> (n°)	Grãos por capítulo (n°)	Peso do grão (mg)	Peso seco de planta (g)
	kg/ha	%				
Adubação dupla na linha no girassol	1116 ns	110	4,8 ns	655 ns	36 ns	1040ab*
Adubação dupla a lanço no girassol	1174	116	4,8	678	36	1061a
Adubação individual na linha	1014	100	4,7	611	36	943 b

ns na coluna, não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Rendimento de grãos e componentes do rendimento de uma cultivar precoce (Cargill 901) e de uma cultivar de ciclo normal (AG 106) de milho em consórcio de substituição a girassol, sob três sistemas de adubação e em monocultivo. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1993/94.

Sistemas de cultivo e adubação	Rendimento de grãos		Espigas por m <sup>2</sup> (n°)	Grãos por espiga (n°)	Peso de grão (mg)
	kg ha	%			
<u>Milho de ciclo precoce</u>					
Monocultivo	8995ab*	100	6,0ab	477a	326 b
Em consórcio de substituição a girassol com adubação individual por cultura	9270a	103	6,1ab	419 bc	361ab
Em consórcio de substituição a girassol com adubação dupla na linha do girassol	9294a	103	6,2ab	444ab	337 b
Em consórcio de substituição a girassol com adubação dupla a lanço no girassol	7227 c	80	5,7 b	367 d	340ab
<u>Milho de ciclo normal</u>					
Monocultivo	8261abc	92	6,1ab	383 cd	342ab
Em consórcio de substituição a girassol com adubação individual por cultura	8322abc	92	6,6a	340 d	388a
Em consórcio de substituição a girassol com adubação dupla na linha do girassol	7773 c	86	6,0ab	385 cd	335 b
Em consórcio de substituição a girassol com adubação dupla a lanço no girassol	7935 bc	88	6,3ab	371 d	344ab

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

O rendimento de grãos da cultivar precoce de milho no sistema de adubação dupla a lanço foi inferior ao verificado nos demais sistemas em consórcio de substituição, que não diferiram entre si (Tabela 2). Este tratamento fez parte do grupo com menor número de grãos por espiga e com peso de grão intermediário. Para a cultivar de ciclo normal de milho, no entanto, não houve diferenças de rendimento de grãos entre os sistemas de adubação em consórcio de substituição (Tabela 2). Pode-se concluir, assim, que a cultivar de ciclo precoce de

milho respondeu mais efetivamente ao aumento da concentração de nutrientes na linha de semeadura do que a de ciclo normal.

O fato do sistema de adubação dupla a lanço na cultivar precoce de milho ter proporcionado rendimento de grãos inferior, poderia estar relacionado a uma possível maior absorção de nutrientes pelas plantas de girassol, como ficou evidenciado pelo maior peso seco de planta desta cultura obtido neste tratamento. Isto pode ter diminuído o efeito residual dos nutrientes disponíveis no solo para as plantas de milho. No entanto, não houve efeito sobre o rendimento de grãos da cultivar de ciclo normal de milho. Esta resposta diferencial entre cultivares, pode ser atribuída a possíveis diferenças no desenvolvimento de seus sistemas radiculares. Desta forma, uma cultivar com distribuição menos uniforme de raízes no perfil do solo poderia se beneficiar da adubação na linha por uma maior eficiência do adubo fosfatado, enquanto uma cultivar com distribuição mais uniforme de raízes no perfil poderia compensar a maior eficiência de absorção de fósforo na adubação na linha com um bom aproveitamento dos fertilizantes potássicos e fosfatados na adubação a lanço (LIMA et al., 1992).

Os rendimentos de grãos similares entre os sistemas de adubação dupla em linhas e o de adubação individual em ambas as cultivares de milho, indica que a adubação de base da cultura do girassol nas linhas de semeadura em doses correspondentes às necessidades do girassol e do milho somadas é suficiente para atender às necessidades nutricionais das duas espécies. Desta forma, dispensar-se-ia a adubação da segunda cultura implantada nas entrelinhas da primeira, prática de difícil adoção pelos agricultores, pela presença das plantas da primeira cultura.

## CONCLUSÕES

- O aumento da adubação na cultura do girassol em magnitude correspondente aos tratamentos com adubação dupla não resulta em acréscimos de rendimentos de grãos de girassol em relação à adubação individual.

- Com a adubação dupla em linha na cultura do girassol os rendimentos de grãos das duas cultivares de milho são similares aos dos sistemas com adubação individual por cultura. Já, com a adubação dupla a lanço na cultura do girassol, há uma resposta diferenciada entre cultivares. Enquanto para a cultivar precoce de milho o rendimento de grãos é inferior, para a cultivar de ciclo normal ele é similar ao do sistema com adubação individual por cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGHINONI, I., BARBER, S.A. Predicting the most efficient phosphorus placement for corn. *Soil Sci Soc Am J*, Madison, v. 44, p. 1016-1020, 1980.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento de solo do estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 165 p. (Boletim técnico, 30). 1973.
- EGHBALL, B., SANDER, D.H. Band spacing effects of dual-placed nitrogen and phosphorus fertilizer on corn. *Agronomy Journal*, Madison, v. 81, p. 178-184, 1989.
- FLESH, R.D. Cultivo consorciado do feijão com milho. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 4, p. 42-46, 1991.
- FOX, R.L., KANG, B.T. Influence of phosphorus fertilizer placement and fertilization rate on maize nutrition. *Soil Science*, Baltimore, v. 125, p. 34-40, 1978.
- FRANCIS, C.A. Biological efficiencies in multiple-cropping systems. *Advances in Agronomy*, New York, v. 42, p. 1-42, 1990.
- FREIRE, F.M., VIEIRA, C., CHAGAS, J.M., et al. Cultura associada de feijão e milho. VII. Comparação de práticas de adubação mineral. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 20, p. 291-297, 1985.
- KLEPKER, D. **Nutrientes e raízes no perfil e crescimento de milho e aveia em função do preparo do solo e modos de adubação**. Porto Alegre, 1991. 117 p. Tese (Mestrado em Solos) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, UFRGS, 1991.
- LIMA, M.R. de, MARTHAUS, P.S., NIELSEN JÚNIOR, R., et al. Efeito de diferentes formas de aplicação de adubo formulado sobre a produção de dois híbridos comerciais de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992, Porto Alegre, RS. *Anais...* Porto Alegre, SEAGRI-RS, 1992, 344 p. p. 265.
- SANSONOWICZ, C., MIELNICZUK, J. Distribuição de potássio no perfil de um solo influenciado pela planta, fontes e métodos de aplicação de adubos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 9, p. 45-50, 1985.
- SILVA, P.R.F. da, TREZZI, M.M., WOLLMANN, L.M. Cultivo de milho em consórcio de substituição de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 28, p. 295-301, 1993.
- TREZZI, M.M., SILVA, P.R.F. da. Sistemas de cultivo de milho em consórcio de substituição e em sucessão a girassol. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992, Porto Alegre, RS. **Resumos...** Porto Alegre, SEAGRI-RS, 1992, p. 112. 175 p.
- VRANCEANU, A.V. **El girasol**. Madrid, Mundi-Prensa, 1977. 379 p.