

DENSIDADE E ARRANJO DE PLANTAS EM GIRASSOL¹

PAULO REGIS FERREIRA DA SILVA², MAURO ANTÔNIO RIZZARDI³,
MICHELANGELO MÜZELL TREZZI⁴ e MILTON LUIZ DE ALMEIDA⁵

RESUMO - Uma série de experimentos foi conduzida com o objetivo de determinar os efeitos sobre rendimento de grãos, teor e composição de óleo, dos fatores que afetam a resposta da cultura do girassol à densidade e ao arranjo de plantas, tais como cultivar, época de semeadura, adubação e controle de plantas daninhas. Os experimentos foram realizados em Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central e em Passo Fundo, região fisiográfica do Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul. As cultivares de ciclo curto em épocas mais precoces de semeadura (final de julho) e em solo com maior disponibilidade de nutrientes permitiram densidades mais altas. Os rendimentos de grãos mantiveram-se estáveis com a utilização de espaçamentos distintos entre linhas. Na cultivar Contisol 711, o teor de óleo nos grãos aumentou com a elevação da densidade. Para todas as cultivares testadas, este parâmetro não se alterou com a modificação no arranjo de plantas. Em áreas infestadas com plantas daninhas, os espaçamentos mais estreitos foram mais eficientes em reduzir a competição.

Termos para indexação: *Helianthus annuus*, práticas de manejo, rendimento de aquênios e de óleo, teor e composição de óleo.

PLANT DENSITY AND ARRANGEMENT IN SUNFLOWER

ABSTRACT - A serie of trials was conducted in order to evaluate the effect of factors such as cultivar, planting date, fertility level and weed control, which affect the sunflower crop response to plant density and arrangement. The trials were carried out at Eldorado do Sul and Passo Fundo, respectively in physiographic regions of Depressão Central and Planalto Médio, in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. The short season cultivars with low height enabled the utilization of higher plant density than long season cultivars with tall height. The short season cultivars with early planting date (late July) and more fertility in the soil provided higher densities. The grain yield did not vary with the utilization of distinct inter-row spacings. Oil content of Contisol 711 cultivar increased with density enhancement. However, for all cultivars tested oil content didn't modify with change in plant arrangement. In weed infested areas, narrower spacings were more efficient to reduce competition.

Index terms: *Helianthus annuus*, management practices, achenes and oil yield, oil percentage and composition.

INTRODUÇÃO

O rendimento de grãos da cultura do girassol é definido pelo produto do número de capítulos por unidade de área, número de aquênios por capítulo e peso de aquênio. Uma vez que o girassol cultivado produz somente um capítulo por planta, o número de plantas por unidade de área (densidade de plantas) determinará o número de capítulos por unidade de área.

Com o estudo da densidade de plantas objetiva-se determinar o número de plantas que é capaz de explorar de maneira mais eficiente e completa uma

¹ Aceito para publicação em 8 de maio de 1995.

² Eng. Agr., Ph.D., Prof. Adjunto Dep. de Plantas de Lavoura da UFRGS, Caixa Postal 7776, CEP 90001-970 Porto Alegre, RS, Bolsista do CNPq.

³ Eng. Agr., M.Sc., Prof. Dep. de Fitot. da Univ. de Passo Fundo, Caixa Postal 566, CEP 99050-000 Passo Fundo, RS.

⁴ Eng. Agr., M.Sc., Prof. da Coordenação de Agron. do Centro Fed. de Educ. Tecnológica do Paraná - Unidade Descartada de Pato Branco - Rodovia PR 469 Km 1, CEP 85503-390 Pato Branco, PR.

⁵ Eng. Agr., M.Sc., Prof. da Fac. de Agronomia UDESC, Caixa Postal 2281, CEP 88520-000 Lages, SC.

determinada área de solo (Mundstock, 1977). A escolha da densidade mais adequada é influenciada pelo genótipo, pelas condições edafoclimáticas durante o desenvolvimento da cultura, como fertilidade do solo, temperatura do ar e precipitação pluviométrica e pelas técnicas de manejo utilizadas, como irrigação e adubação.

Para uma dada cultivar de girassol, o rendimento de grãos se eleva com o aumento da densidade de plantas, até que um ou mais fatores tornam-se limitantes (Alessi et al., 1977; Robinson et al., 1980; Miller & Roath, 1982). No entanto, mesmo em densidades de plantas idênticas, podem ocorrer diferenças de comportamento entre cultivares de ciclo precoce e longo. Isto pode ser atribuído ao fato de que nas cultivares precoces as plantas são de menor estatura e massa vegetativa, características morfológicas que determinam um menor sombreamento dentro da cultura. Os genótipos de ciclo curto possibilitam ainda, a utilização de espaçamentos mais estreitos entre linhas, com melhor aproveitamento da luz (Mundstock, 1977).

Ao estudarem o comportamento de dois híbridos e de duas variedades de população aberta com estaturas variáveis e sob diferentes densidades populacionais, Vanozzi et al. (1985) obtiveram interação entre densidade de plantas e genótipos. Tanto a variedade de estatura alta quanto a de estatura baixa apresentaram rendimento de grãos superior com densidades semelhantes, enquanto entre os híbridos, o que possuía estatura alta apresentou rendimento de grãos mais elevado sob uma faixa ampla de densidades comparativamente ao de estatura baixa.

Em geral, só se tem observado respostas positivas ao incremento de densidade de plantas, quando os fatores que se relacionam diretamente com a época de semeadura, como umidade do solo, temperatura do ar e radiação solar, são adequados, ou seja, em condições de rendimento de aquênios elevado. Ao trabalhar com épocas de semeadura e densidade de plantas, Jessop (1977) não obteve interação entre estes dois fatores, pois os rendimentos de grãos foram prejudicados pela baixa disponibilidade hídrica durante o desenvolvimento das plantas. Sob condições de limitação hídrica, os maiores rendimentos foram obtidos com densidades mais baixas, enquan-

to em condições de adequada disponibilidade hídrica se obteve resposta inversa (Radford, 1978; Martino, 1988; Wade & Foreman, 1988).

Atualmente, o girassol é cultivado em nível mundial com o objetivo principal de obtenção de óleo, sendo importante não só pelo seu alto teor nos aquênios mas, principalmente, pela sua composição em ácidos graxos. O alto teor de ácidos graxos polinsaturados torna o óleo de girassol desejável como óleo comestível. Desta forma, os estudos de densidade de plantas devem contemplar parâmetros como o teor de óleo e composição de ácidos graxos, além do rendimento de grãos.

A variabilidade no teor e composição de ácidos graxos de girassol é influenciada por fatores genéticos (Zimmermann & Fick, 1973) e ambientais (Keefer et al., 1976; Harris et al., 1978). Dentre os fatores ambientais, Harris et al. (1978) afirmaram que, tanto em condições de campo como em condições controladas, a temperatura é o principal fator influenciando a composição de ácidos graxos no óleo de girassol. Desta maneira, a época de semeadura é um fator importante, pois sua variação implica em alterações na temperatura do ar.

De outra parte, o estudo do arranjo de plantas é importante por que permite definir a melhor disposição de plantas na área, dentro de determinada densidade, de maneira a reduzir a competição por recursos do ambiente. Outro objetivo é buscar maior eficiência no controle de plantas daninhas e maior adequação ao maquinário disponível.

O arranjo de plantas, de uma forma geral, não exerce uma influência marcante no rendimento de aquênios (Luciano & Davreux, 1967; Vranceanu, 1977;), embora alguns autores tenham encontrado vantagens na utilização de arranjos equidistantes (Vijayalakshmi et al., 1975; Robinson, 1980). Normalmente são encontradas respostas ao arranjo de plantas apenas em condições de elevado uso de tecnologia, como se observa na cultura do milho (Mundstock, 1977).

O arranjo de plantas pode ser abordado em relação a duas variáveis: espaçamento entre linhas e espaçamento entre plantas dentro da linha. Originalmente, a escolha do espaçamento entre linhas esteve ligada em parte às limitações dos cultivadores mecânicos e das colheitadeira. Hoje, entretanto, es-

tes equipamentos são capazes de operar com espaçamentos mais estreitos entre linhas do que os tradicionalmente utilizados para a cultura do girassol, ao redor de 70 e 75 cm (Bonari et al., 1992).

Um dos aspectos positivos da utilização de espaçamentos mais estreitos entre linhas é que, do ponto de vista fisiológico, eles permitem melhor distribuição de plantas sobre o solo, portanto possibilitando interceptação mais eficiente de luz para cada planta. Outra vantagem atribuída aos espaçamentos mais estreitos relaciona-se ao fato de que as folhas sombreiam mais rápida e completamente os espaços entre linhas. Como resultado, há uma redução na perda de água por evaporação, melhor balanço de água da cultura, e melhoria no controle de plantas daninhas nos espaços entre linhas (Bonari et al., 1992).

Em relação ao espaçamento entre plantas na linha, a utilização de duas ou mais plantas por cova, com uma maior distância entre covas, teria a vantagem de facilitar as operações de semeadura através de saraquá (para utilização na pequena propriedade) e o controle de plantas daninhas na linha. Entretanto, a desuniformidade de distribuição de plantas nos sulcos de semeadura em relação aos sistemas em que as plantas são individualmente dispostas na linha poderia resultar, teoricamente, numa maior competição entre plantas, por água, radiação solar e nutrientes. Em girassol não há trabalhos que tratam deste aspecto. Entretanto, com milho, não foi observado efeito de número de plantas por cova distintos (uma a quatro plantas por cova) sobre o rendimento de grãos de duas cultivares em dois níveis de fertilidade (Sangoi, 1990).

Com o interesse na reintrodução do girassol no Estado do Rio Grande do Sul, trabalhos foram desenvolvidos visando gerar tecnologia para o desenvolvimento da cultura (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990). Desta maneira, conduziu-se uma série de experimentos com o objetivo de determinar os efeitos dos fatores que afetam o rendimento de grãos e componentes, teor e composição do óleo do girassol em resposta à densidade e ao arranjo de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

Uma série de experimentos relacionados à densidade e ao arranjo de plantas de girassol foram conduzidos pelo Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul — UFRGS —, em conjunto com o Departamento de Fitotecnia da Universidade de Passo Fundo. Os locais foram a Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, Município de Eldorado do Sul e o Centro de Extensão e Pesquisa Agrônômica da Universidade de Passo Fundo, Município de Passo Fundo, respectivamente nas regiões fisiográficas da Depressão Central e do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. O solo utilizado em Eldorado do Sul é classificado por Olmos & Camargo (1982) como Podzólico Vermelho-Escuro distrófico (*Paleudult*) e pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, enquanto o solo de Passo Fundo é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico.

Nos experimentos desenvolvidos, foram avaliados os fatores que afetam a resposta do girassol à densidade e ao arranjo de plantas, tais como cultivar, época de semeadura, adubação e controle de plantas daninhas. Na Tabela 1 foram descritos os níveis dos fatores que sofreram variação nos experimentos conduzidos. A combinação dos níveis entre os diferentes fatores determinaram os tratamentos em cada experimento. O delineamento experimental utilizado em cada experimento foi discriminado na Tabela 2.

O preparo do solo foi o convencional, constando de uma lavração seguida de gradagens niveladoras. Antecedendo a instalação de cada experimento, o solo da área experimental foi amostrado e analisado quimicamente. Procedeu-se a adubação da área, utilizando-se as quantidades de fertilizantes recomendadas pelo boletim da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo - RS/SC (Rolas), conforme indicações de Siqueira (1987).

Em alguns experimentos não houve suplementação hídrica, enquanto em outros irrigou-se por aspersão, sempre que os tensiômetros acusavam potencial matricial de água no solo inferior a - 0,5 bar (Tabela 2). As demais práticas culturais foram realizadas de maneira a não interferirem com o rendimento de grãos.

Na apresentação deste trabalho serão discutidas apenas as avaliações referentes a rendimento de grãos e de óleo e o teor e composição do óleo, embora outras características agrônômicas também tenham sido determinadas.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo F-teste, enquanto as médias dos tratamentos foram comparadas através de um dos testes de diferenciação de médias, a 5% de probabilidade. Para alguns experimentos, procedeu-se a análise de regressão entre a variável analisada e um fator quantitativo.

TABELA 1. Descrição dos fatores e níveis nos experimentos conduzidos.

Autor(es) e ano de execução - publicação	Fatores					
	Densidade (plantas/ha)	Arranjo	Nível de adubação	Controle de plantas daninhas	Época de semeadura	Cultivares
Silva et al. (1980/81) - 1983	25000 50000 75000	1	1	1	1	1
Silva & Schmidt (1983/84) - 1986	25000 50000	fileiras simples espaçadas de 0,7 e 1,0 m; fileiras duplas espaçadas de 1,5x0,5; equidistante (0,65x0,65 e 0,45x0,45)	1	1	1	1
Nepomuceno (1987/88) - 1989	30000 50000 70000	fileiras simples espaçadas de 0,4, 0,7 e 1,0 m	1	Com e sem controle	1	1
Rizzardi et al. (1989/90) - 1993	30000 70000	1	1	1	28/07 18/09	Contisol 711 Dekalb 180 GR-10
Rizzardi & Silva (1989/90) - 1993	30000 50000 70000 90000	1	1	1	28/07 18/09	Contisol 711 Dekalb 180 GR-10
(1990/91) - 1993	30000 50000 70000 90000	1	1	1	28/07 18/09	GR-16
Fleck & Silva (1983/84) - 1987	1	1, 2, 3 e 4 plantas/cova	1	1	1	1
(1984) - 1987	1	1, 2, 3 e 4 plantas/cova e distribuição irregular de plantas na fila	1	1	1	1
Almeida & Silva (1988/89) - 1993	30000 45000 60000 75000	1	Com e sem adubação	1	27/07 19/09	1
Rizzardi & Kufell (1991/92) - 1993	30000 50000 70000 90000	Fileiras simples espaçadas de 0,3, 0,5 e 0,7 m	1	1	1	1

¹ Fator sem variação.

TABELA 2. Delineamento experimental e utilização ou não de suplementação hídrica nos experimentos conduzidos.

Autor(es) e ano de execução - publicação	Delineamento experimental	Suplementação hídrica
Silva et al. (1980/81) - 1983	Blocos ao acaso	Não
Silva & Schmidt (1983/84) - 1986	Blocos ao acaso dispostos em parcelas subdivididas	Sim
Nepomuceno (1987/88) - 1989	Blocos ao acaso dispostos em parcelas subdivididas	Sim
Rizzardi et al. (1989/90) - 1993	Blocos ao acaso dispostos em parcelas subdivididas	Sim
Rizzardi & Silva (1989/90) - 1993	Blocos ao acaso dispostos em parcelas subdivididas	Sim
(1990/91) - 1993	Blocos ao acaso dispostos em parcelas subdivididas	Sim
Fleck & Silva (1983/84) - 1987	Blocos ao acaso	Não
(1984) - 1987	Blocos ao acaso	Não
Almeida & Silva (1988/89) - 1993	Blocos ao acaso dispostos em parcelas subdivididas	Sim
Rizzardi & Kufell (1991/92) - 1993	Blocos ao acaso dispostos em parcelas subdivididas	Sim

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cinco experimentos foram conduzidos para se avaliar os efeitos da cultivar na escolha da densidade de plantas mais adequada para a obtenção de maiores rendimentos de grãos e óleo. Para a cultivar Contisol, de ciclo longo e estatura elevada, o rendimento de grãos decresceu à medida que a densidade aumentou de 25 para 75 mil plantas/ha (Tabela 3).

Com a cultivar Contisol 711, de ciclo mais curto e de porte mais baixo (170 cm em média), obteve-se resposta inversa. O rendimento de grãos aumentou em 12% com a elevação da densidade de 25 para 50 mil plantas/ha (Tabela 3). Neste experimento, o teor

de óleo nos aquênios não variou em função de densidade. Entretanto, o maior rendimento de aquênios obtido com 50 mil plantas por hectare determinou rendimento de óleo superior nesta densidade (Tabela 3). Noutro trabalho em que foi testada esta mesma cultivar, obteve-se aumento do rendimento de grãos à medida que se elevou a densidade de 30 para 70 mil plantas/ha (Tabela 3). Neste caso, o teor de óleo aumentou em 7,5% e o rendimento de óleo em 29%, com a elevação da densidade de 30 para 70 mil plantas/ha.

Nos três experimentos anteriores, estudou-se a resposta de uma cultivar isoladamente. Em outros dois trabalhos, procurou-se, numa mesma condição de crescimento, determinar a resposta à densidade de diferentes cultivares, tendo-se obtido interação entre estes fatores. No primeiro ano, a cultivar Contisol 711, de ciclo precoce e estatura baixa, não variou o rendimento de grãos na faixa de 30 a 90 mil plantas/ha (Fig. 1). Já as cultivares DK 180 e GR-10, de ciclos longos e porte médio (153 cm em média) e alto (171 cm em média), respectivamente, diminuíram linearmente o rendimento de grãos com o aumento da densidade de plantas (Fig 1).

TABELA 3. Rendimento de grãos, teor e rendimento de óleo de girassol em função da densidade de plantas em três experimentos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS.

Cultivar	Densidade de plantas (pl/ha)	Rendimento de grãos (kg/ha)	Teor de óleo (%)	Rendimento de óleo (kg/ha)
Contisol		1980/81¹		
	25000	1850 A*	4	4
	50000	1560 B		
Contisol 711		1983/84²		
	25000	2375 B	38,4 n.s.	911 B
	50000	2656 A	40,7	1081 A
Contisol 711		1987/88³		
	30000	1866 C**	42,4 B	793 B
	50000	1958 B	44,2 AB	865 B
	70000	2253 A	45,6 A	1024 A

Fonte: ¹Silva et al. (1983), ²Silva & Schmidt (1986), ³Nepomuceno (1989).

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

⁴ Análise não realizada.

** Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

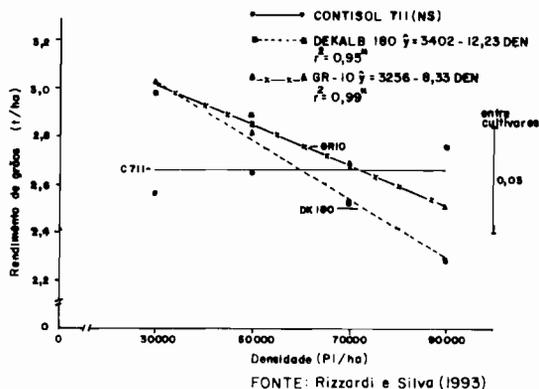


FIG. 1. Rendimento de grãos de três cultivares de girassol em função da densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Os teores de óleo crescentes (Fig. 2) levaram a aumentos no rendimento de óleo da cultivar Contisol 711 (de ciclo curto e porte baixo), apesar de não ter aumentado o rendimento de aquênios. Por outro lado, para as cultivares de ciclo longo e estatura alta, houve redução no rendimento de óleo à medida que se elevou a densidade de planta (Fig. 3), basicamente devida ao decréscimo do rendimento de grãos, uma vez que o teor de óleo não se alterou. Em relação à composição de ácidos graxos, obteve-se maiores teores de ácido palmítico na densidade de 70 mil plan-

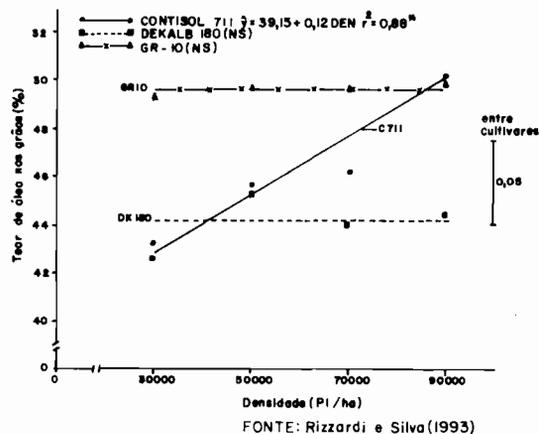


FIG. 2. Teor de óleo nos grãos de três cultivares de girassol em função da densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

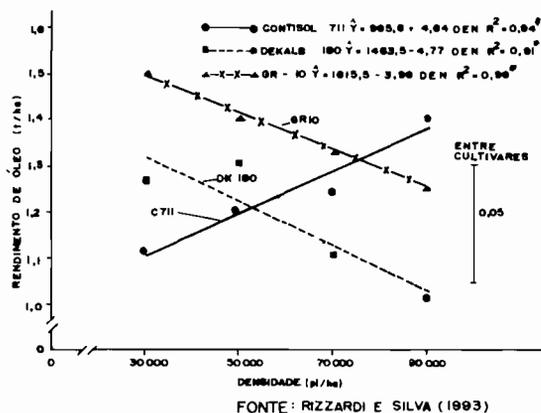


FIG. 3. Rendimento de óleo de três cultivares de girassol em função da densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

tas/ha, em relação a 30 mil plantas/ha, independentemente da cultivar (Tabela 4). Na média das cultivares, a porcentagem de ácido linoléico foi 8,7% superior na densidade de 70 mil plantas/ha, enquanto o teor de ácido oléico foi 18,6% superior na densidade de 30 mil plantas/ha (Tabela 5).

No segundo ano, a cultivar GR-16, de ciclo precoce e porte baixo, apresentou maior rendimento de grãos sob densidade de 70 mil plantas/ha (Fig. 4) na variação de 30 a 90 mil plantas por hectare, enquanto a cultivar GR-10, de ciclo longo e porte alto, não alte-

TABELA 4. Porcentagem de ácido palmítico no óleo, de três cultivares de girassol em duas densidades de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Densidade de plantas (plantas/ha)	Cultivar		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR 10
	----- Ácido palmítico (%) -----		
30.000	*B 5,27 b**	B 5,07 b	B 5,87 a
70.000	A 5,78 b	A 5,47 b	A 6,72 a

Fonte: Rizzardi et al. (1993).

* Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

** Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 5. Porcentagem de ácido esteárico, oléico e linoléico no óleo de girassol, em função de densidades de plantas, na média de duas épocas de semeadura e de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Ácidos graxos	Densidade de plantas (plantas/ha)	
	30.000	70.000
Ác. esteárico (%)	2,6 a*	2,5 a
Ác. oléico (%)	34,4 a	29,0 b
Ác. linoléico (%)	57,6 b	62,6 a

Fonte: Rizzardi et al. (1993).

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 6. Rendimento de grãos, teor e rendimento de óleo de girassol, cultivar GR-10, em quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

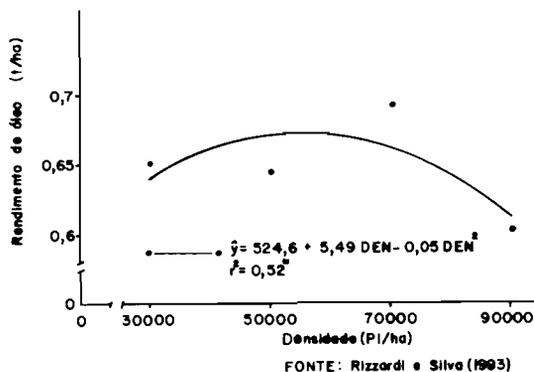
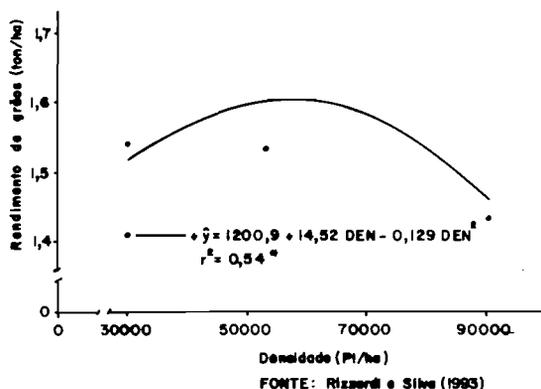
Densidade de plantas (plantas/ha)	Rendimento de grãos (kg/ha)	Teor de óleo (%)	Rendimento de óleo (kg/ha)
30000	2472 ns	44,4 ns	1096 ns
50000	2266	43,2	981
70000	2225	43,2	963
90000	2247	42,6	959
Média	2302	43,3	1000
CV (%)	8,2	2,2	9,1

Fonte: Rizzardi & Silva (1993).

ns - Não significativo a 5% de probabilidade.

rou o rendimento de grãos (Tabela 6) na mesma faixa de densidades. A cultivar GR-16 aumentou de forma quadrática o rendimento de óleo com a elevação da densidade de plantas, apresentando os maiores valores entre as densidades de 50 e 70 mil plantas/ha (Fig. 5). Isto resultou de um aumento no rendimento de grãos até a densidade de 70 mil plantas/ha (Fig. 4), já que o teor de óleo não foi afetado pelo aumento na densidade de plantas. A cultivar GR-10 não teve seu rendimento de óleo afetado pela densidade de plantas no segundo ano.

Os resultados obtidos nos experimentos relatados permitem concluir que nas cultivares de ciclo precoce obtem-se rendimento máximo de grãos sob densidades mais elevadas em relação às cultivares de ciclo longo. Isto ocorre porque as cultivares de ciclo precoce possuem, entre outros fatores, uma estatura e massa vegetativa menores do que as cultivares de ciclo longo, características morfológicas que determinam menor sombreamento dentro da cultura, possibilitando, com isto, um espaçamento me-



nor entre plantas, para melhor aproveitamento da luz (Mundstock, 1977). No entanto, há resultados que evidenciam que a resposta do girassol à densidade não varia em função da estatura de planta (Vanzozi et al., 1985).

Os rendimentos de óleo superiores obtidos pelas cultivares precoces com aumento na densidade de plantas podem estar relacionados ao aumento do teor de óleo ou refletir simplesmente um incremento do rendimento de aquênios. Em geral, o menor teor de óleo sob baixas densidades pode ser atribuído, segundo Vranceanu (1977), à formação de aquênios mais pesados, o que ocasionaria a produção de maior porcentagem de casca em prejuízo à constituição dos componentes internos dos aquênios. Entretanto, nas condições da região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, somente para a cultivar de ciclo curto Contisol 711 houve efeito da densidade sobre o teor de óleo, fato demonstrado em três experimentos distintos. O efeito da densidade de plantas na composição dos ácidos graxos pode estar relacionado à formação de capítulos com diferentes tamanhos e formas (Afzalpurkar & Lakshminarayana, 1980). Assim, os capítulos menores oriundos de densidades de 70 mil em relação a 30 mil plantas/ha beneficiaram a formação de aquênios com maior conteúdo de ácido linoléico (Tabela 5).

A época de semeadura e a disponibilidade de nutrientes são outros fatores que afetam a escolha de densidades de plantas mais adequada, por causarem variação no crescimento e desenvolvimento de plantas. Num experimento em Eldorado do Sul - RS, com a cultivar Contisol 711, observou-se interação entre densidade de plantas, época de semeadura e fertilidade do solo em relação a rendimento de grãos (Fig. 6). Este parâmetro aumentou com o incremento da densidade de 30 a 75 mil plantas/ha, somente no tratamento que incluiu a semeadura em final de julho (época mais precoce) com adubação. Na época de semeadura mais tardia (setembro), também com adubação, houve uma resposta quadrática, obtendo-se o maior rendimento com 45 mil plantas/ha, enquanto o menor rendimento de grãos foi obtido com a maior densidade, de 75 mil plantas/ha. Nos tratamentos sem adubação, observou-se na primeira época de semeadura uma resposta quadrática, com aumento do rendimento de grãos até a densidade de 60 mil plan-

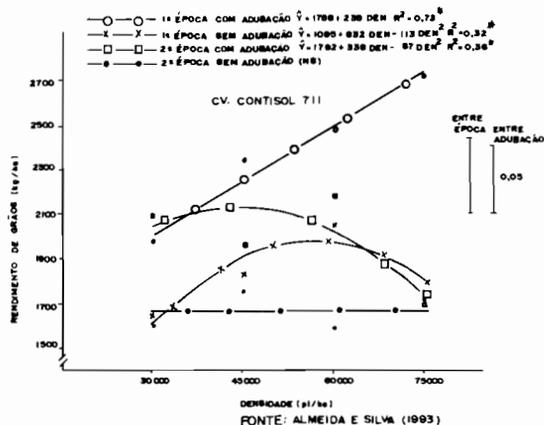


FIG. 6. Rendimento de grãos de girassol em função da densidade de plantas, época de semeadura (27.07 e 19.09.88) e fertilidade do solo. EEA/UFRGS. Eldorado do Sul, RS, 1988/89.

tas/ha e decrescendo na densidade mais elevada. Para a segunda época de semeadura, sem adubação, não houve efeito do aumento da densidade de plantas sobre o rendimento de grãos.

Os acréscimos de rendimento verificados com o aumento da densidade de plantas na primeira época de semeadura com adubação podem ser explicados pelas condições de ambiente mais favoráveis, principalmente de temperatura do ar. Estas condições determinaram menor estatura de planta (média de 120 cm) na primeira época de semeadura comparativamente à obtida na segunda época (média de 167,5 cm), ambas medidas na fase R6 da Escala de Schneiter & Miller (1981), o que resultou em menor competição por luz dentro da comunidade de plantas. Já sem adubação, não foram verificados acréscimos de rendimento com densidades mais elevadas devido à maior competição entre plantas nas condições determinadas pela menor disponibilidade de nutrientes para as plantas. Na segunda época de semeadura, esta relação não foi observada, basicamente porque os efeitos nas condições de ambiente foram mais pronunciados, não permitindo que as respostas à densidade de plantas se manifestassem na cultivar em experimento. De forma semelhante ao girassol, para a cultura do milho recomenda-se a utilização de densidades mais elevadas somente em condições adequadas de manejo (adubação e outros tratamentos culturais e disponibilidade de água) (Mundstock, 1977).

Em relação ao rendimento de óleo, na primeira época de semeadura, com ou sem adubação, este parâmetro aumentou linearmente com a elevação da densidade de plantas (Fig. 7). Já na segunda época, nos tratamentos com ou sem adubação, não houve resposta do rendimento de óleo à densidade (Fig. 7). Isto ocorreu porque o rendimento de óleo é resultado do rendimento de grãos e do teor de óleo nos grãos, que apresentaram maiores respostas à densidade de plantas na primeira época de semeadura.

Contrariamente ao experimento anterior, em outros dois experimentos desenvolvidos na Depressão Central do Estado, não houve interação entre época de semeadura e densidade para os parâmetros rendimento de grãos e de óleo e teor de óleo. No entanto, no primeiro experimento, houve efeito da época de semeadura na composição dos ácidos graxos insaturados. Observou-se que a cultivar Contisol 711 não apresentou variação nem no teor de ácido oléico, nem no de ácido linoléico, permanecendo, na média das densidades de plantas, com 30,8 e 61,1%, respectivamente, à medida que se alterou a época de semeadura. Já para as cultivares DK 180 e GR-10, a semeadura de julho possibilitou maior porcentagem de ácido oléico enquanto na semeadura de setembro houve maior porcentagem de ácido linoléico (Tabela 7).

A ausência de interação entre época de semeadura e densidade de plantas no rendimento de grãos e óleo provavelmente ocorreu em função das condi-

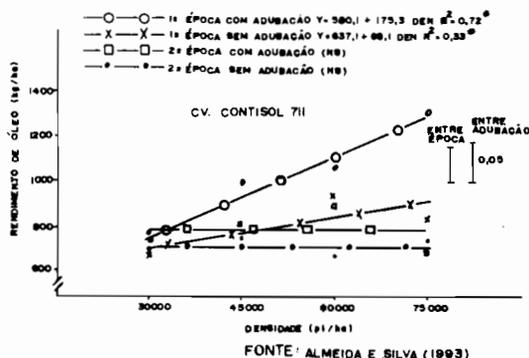


FIG. 7. Rendimento de óleo de girassol em função da densidade de plantas, época de semeadura (27.07 e 19.09.88) e fertilidade do solo. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1988/89.

TABELA 7. Porcentagem de ácido esteárico, oléico e linoléico no óleo de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de duas densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	Cultivar		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR - 10
----- ácido esteárico (%) -----			
28.07.1989	A 3,00 a**	A 2,26 b	A 2,65 ab
18.09.1989	B 2,14 b	A 2,45 ab	A 2,64 a
----- ácido oléico (%) -----			
28.07.1989	A 30,09 b	A 34,64 a	A 33,84 a
18.09.1989	A 31,50 a	B 30,73 a	B 29,31 a
----- ácido linoléico (%) -----			
28.07.1989	A 61,36 a	B 57,87 b	B 57,25 b
18.09.1989	A 60,84 a	A 61,52 a	A 61,66 a

Fonte: Rizzardi et al. (1993).

* Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

** Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ções de ambiente vigentes no decorrer do primeiro ano, especialmente de temperatura média do ar e radiação solar global superiores aos valores dos anos normais. Isto pode ter ocasionado desenvolvimento vegetativo maior que o normal na primeira época de semeadura comparativamente ao observado no experimento anterior. No segundo ano, a não-observação de interação entre época de semeadura e densidade de plantas provavelmente se deva aos baixos tetos de rendimento ocorridos. O efeito diferencial da época de semeadura na composição de ácidos graxos insaturados pode ser explicado pelo fato de que para as cultivares DK 180 e GR 10 as temperaturas durante o desenvolvimento e maturação dos aqúenios praticamente não diferiram entre épocas. É provável, portanto, que outro fator, além da temperatura, tivesse influenciado a variação na composição do óleo.

A escolha de densidade mais adequada também pode depender do nível de incidência de plantas daninhas. É possível que a utilização de densidades

mais elevadas resulte em menor incidência de plantas daninhas do que com densidades mais baixas. No entanto, os resultados obtidos não demonstraram interação entre os fatores densidade de plantas e controle ou não de plantas daninhas quanto a rendimento de grãos, teor e rendimento de óleo e peso seco de plantas daninhas. Para os tratamentos sem controle de plantas daninhas, o peso seco de plantas daninhas - população constituída predominantemente de *Brachiaria plantaginea*, com menor incidência de *Alternanthera ficoidea*, *Sonchus oleraceus* e *Cynodon dactylon* - não variou em função da densidade (Tabela 8).

O espaçamento entre linhas e a distância entre plantas na linha foram outros aspectos estudados. Nos experimentos conduzidos, fez-se a comparação de espaçamentos entre linhas e distância entre plantas na linha dentro de uma determinada densidade de plantas.

Em experimento realizado na Depressão Central do Estado, no ano agrícola de 1983/84, em que foi utilizada a cultivar Contisol 711, de ciclo precoce e porte baixo, não foram constatadas diferenças de rendimento de aquênios entre dois espaçamentos em fileiras simples (0,7 e 1,0 m) e entre estes e o espaçamento equidistante (0,63 e 0,45 m) em nenhuma das duas densidades testadas, de 25 mil e 50 mil plantas/ha (Tabela 9). A utilização de arranjos em fileiras duplas (0,5 x 1,5m e 0,5 x 2,0) resultou em rendimentos de grãos inferiores comparativamente aos obtidos em fileiras simples (Tabela 9). Em relação a rendimento de óleo, observou-se que os tratamentos em fileiras duplas apresentaram rendimento de

óleo menor em relação ao espaçamento de 0,7 m entre linhas, basicamente devido ao menor rendimento de aquênios, já que o teor de óleo não foi afetado pelos diferentes arranjos (Tabela 9).

Num segundo experimento, no ano agrícola 1987/88, realizado no mesmo local e com a mesma cultivar, foi constatado que o rendimento de grãos não variou quando se utilizaram espaçamentos entre linhas de 0,4, 0,7 ou 1,0 m, numa condição em que não havia infestação de plantas daninhas, independentemente da densidade de plantas utilizadas. No entanto, na condição de infestação de plantas daninhas, o rendimento de grãos foi 10 e 21 % superior no espaçamento mais estreito, respectivamente, em relação aos espaçamentos de 0,7 e 1,0 entre linhas (Tabela 9). Este resultado pode ser atribuído à diminuição da competição entre as ervas daninhas e a cultura, pelo maior efeito de sombreamento. Da mesma forma, não se verificaram diferenças no teor de óleo entre os espaçamentos de linhas testados. No entanto, nos menores espaçamentos (0,4 e 0,7 m), os rendimentos de óleo foram superiores ao do espaçamento de 1,0 m (Tabela 9).

Nas condições da região fisiográfica do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, também não se obtiveram diferenças de rendimento de grãos em função de espaçamentos de linhas distintos. Num experimento foi testada a cultivar GR-18, de ciclo curto e estatura baixa, três espaçamentos entre linhas (0,3; 0,5 e 0,7 m) e quatro densidades de plantas. Os resultados indicaram que para rendimento de grãos, somente houve efeito simples de densidade, independentemente do espaçamento utilizado entre linhas (Fig. 8). Para teor e rendimento de óleo, não houve efeito tanto de espaçamento entre linhas quanto de densidade de plantas.

Neste experimento, as respostas aos diferentes espaçamentos não foram influenciadas pelas distintas densidades. Resultados observados na cultura do milho demonstram vantagens na utilização de espaçamentos mais estreitos somente em condição de densidade de plantas mais elevada (Mundstock, 1977). Isto talvez possa ser explicado por se tratar de espécies com arquiteturas de planta distintas.

Os resultados indicam que a adoção de espaçamentos mais estreitos não se reflete em aumentos de rendimento de grãos. Haveria vantagem

TABELA 8. Peso seco de plantas daninhas na cultura do girassol sob três densidades. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1987/88.

Densidade de plantas (plantas/ha)	Peso seco de plantas daninhas (g/m ²)
30000	193 ns
50000	223
70000	154

Fonte: Silva & Nepomuceno (1991).

ns -Não significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 9. Rendimento de grãos, teor e rendimento de óleo em função de arranjos de plantas em dois anos agrícolas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS.

Espaçamento entre linhas (m)	Rendimento de grãos (kg/ha)		Teor de óleo (%)		Rend. de óleo (kg/ha)		
	1983/84 ¹	1987/88 ²	1983/84 ¹	1987/88 ²	1983/84 ¹	1987/88 ²	
		c/contr. ³	s/contr.				
0,4	4	a**2303 A	b 1996 A	-	44,2 ns	-	949 A
0,7	2644 A*	a 2303 A	b 1792 B	39,2 ns	44,3	1039 A	907 A
1,0	2577 A	a 2193 A	b 1566 C	35,5	43,7	1021 AB	822 B
0,6 x 0,6 ou 0,4 x 0,4	2618 A	-	-	39,2	-	1030 AB	-
0,5 x 1,5	2404 B	-	-	40,4	-	972 B	-
0,5 x 2,0	2334 B	-	-	39,2	-	917 B	-

Fonte: ¹ Silva & Schmidt (1986), ² Nepomuceno (1989).

³ Com e sem controle de plantas daninhas.

⁴ Análise não realizada.

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

• Médias antecedidas da mesma letra minúscula na linha e seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

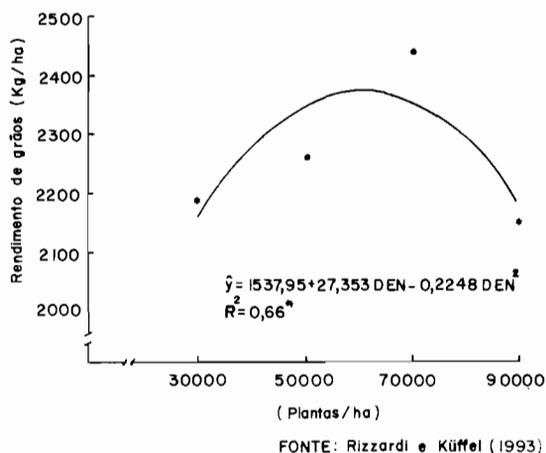


FIG. 8. Rendimento de grãos de girassol, cultivar GR-18, em função da densidade de plantas, na média de espaçamentos entre linhas (0,3; 0,5 e 0,7 m). Faculdade de Agronomia, UPF, Passo Fundo, RS, 1991/92.

na sua utilização sob condições de controle deficiente de plantas daninhas. Desta maneira, a escolha do espaçamento de linhas a ser utilizado deve atender às limitações do maquinário disponível na propriedade agrícola.

Nos estudos de arranjo de plantas em girassol, o segundo aspecto, objeto de investigação, foi a distribuição de plantas na linha. Resultados de dois experimentos evidenciaram que o rendimento de grãos não variou em função do número de plantas por cova (de um a quatro), quando foi mantida constante a densidade de plantas e o espaçamento entre linhas - no primeiro experimento 53 mil plantas/ha e 0,7 m entre linhas e no segundo experimento 40 mil plantas/ha e 1,0 m entre linhas (Tabela 10). No entanto, os valores numéricos observados evidenciaram uma tendência de os tratamentos com três ou quatro plantas por cova apresentarem rendimento de grãos inferiores aos verificados com uma e duas plantas por cova. Esta resposta obtida com girassol é similar à que tem sido observada na cultura do milho. Sangoi (1990) trabalhou com dois genótipos de milho e não verificou variação no rendimento de grãos em função do número de plantas por cova (de uma a quatro), independentemente do genótipo e do nível de

TABELA 10. Rendimento de grãos de girassol em função da distribuição de plantas, em dois experimentos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1983/84 e 1984/85.

Plantas por cova (n ²)	Rendimento de grãos (kg/ha)	
	1983/84*	2002 n
1	1740 ns	2002 ns
2	1700	1927
3	1565	1661
4	1507	1741
Variável	-1	1742

Fonte: Fleck & Silva (1987).

* Utilização da cultivar Contisol 422.

** Utilização da cultivar Contisol 711.

ns - Não significativo a 5% de probabilidade.

¹ Análise não realizada.

adubação utilizado. Da mesma forma, ao testarem cinco formas de distribuição de plantas na linha (uma a três plantas por cova e dois sistemas de distribuição desuniforme de plantas), Rizzardi et al. (1994) não constataram variação no rendimento de grãos de milho em função da distribuição de plantas na linha, mesmo numa condição de elevado teto de rendimento de grãos.

Os resultados evidenciam que, para o girassol, a utilização de duas ou mais plantas por cova ou mesmo a distribuição irregular de plantas na linha até determinados limites não afeta o seu rendimento de aquênios, desde que se mantenha constante a densidade de plantas. Desta maneira, a adoção desta tecnologia na pequena propriedade teria a vantagem de facilitar as operações de semeadura e de controle manual de plantas daninhas na linha.

CONCLUSÕES

1. Com cultivares de ciclo curto e porte baixo pode-se utilizar maior densidade de plantas em relação às de ciclo longo e porte alto.

2. As cultivares de ciclo curto em épocas mais precoces de semeadura (final de julho) e a maior disponibilidade de nutrientes no solo permitem a utilização de densidades de plantas mais altas.

3. Os rendimentos de grãos mantêm-se estáveis em espaçamentos distintos entre linhas, independentemente de cultivar e densidade de plantas utilizadas. Em áreas infestadas com plantas daninhas, espaçamentos mais estreitos são mais eficientes em reduzir a competição.

4. Na cultivar de ciclo precoce Contisol 711, o teor de óleo nos grãos aumenta com a elevação da densidade. No entanto, para todas as cultivares testadas, este parâmetro não se altera com a modificação do arranjo de plantas.

REFERÊNCIAS

- AFZALPURKAR, A.B.; LAKSHMINARAYANA, G. Variations in oil content and fatty acid composition with sunflower head size and shape. *Journal of the American Oil Chemists Society*, Champaign, v.57, p.105-106, 1980.
- ALESSI, J.; POWER, J.F.; ZIMMERMAN, D.C. Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population and row spacing. *Agronomy Journal*, Madison, v.69, p.465-469, 1977.
- ALMEIDA, M.L. de; SILVA, P.R.F. da. Efeito de densidade e época de semeadura e adubação nas características agronômicas de girassol. I. Rendimento de grãos e de óleo e seus componentes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.28, p.833-841, 1993.
- BONARI, E.; VANOZZI, G.P.; BENVENUTI, A.; BALDINI, M. Modern aspects of sunflower cultivation techniques. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE. Conference, 13. Italy. *Proceedings...*, Pisa: Ministry of Agriculture and Forestry, 1992. p.3-51.
- FLECK, N.G.; SILVA, P.R.F. da. Efeitos da distribuição de plantas na fileira na cultura do girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.22, p.281-285, 1987.
- HARRIS, H.C.; McWILLIAM, J.R.; MASON, W.K. Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.29, p.1203-1212, 1978.

- KEEFER, G.D.; McALLISTER, J.F.; URIDGE, E.S.; SIMPSON, B.W. Time of planting effects on development, yield and oil quality of irrigated sunflower. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v.16, p.417-422, 1976.
- JESSOP, R.S. Influence of time of sowing and plant density on the yield and oil content of dryland sunflowers. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v.17, p.664-668, 1977.
- LUCIANO, A.; DAVREUX, M. **Producción de girasol en Argentina**. Pergamino: Inst. Nac. Tecnol. Agropec., 1967. 53p. (Publicación Técnica, 37).
- MARTINO, D.L. Manejo del suelo y del cultivo de girasol en Uruguay. In: PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIG. AGRICOLA DEL CONO SUR IICA/BID/PROCISUR, 1988. Diálogo XXII.
- MILLER, J.F.; ROATH, W.W. Compensatory response of sunflower to stand reduction applied at different plant growth stages. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, p. 119-121, 1982.
- MUNDSTOCK, C.M. **Densidade de semeadura de milho para o Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1977. 35p. (Boletim técnico).
- NEPOMUCENO, A.L. **Efeito do arranjo de plantas de girassol no controle de ervas daninhas e nas características de planta associadas à colheita**. Porto Alegre. Fac. Agronomia, UFRGS, 1989. 84p. Dissertação de Mestrado.
- OLMOS, J.; CAMARGO, M.N. Conceituação preliminar de Podzólicos Bruno-Acinzentados tentativamente identificados no País. In: EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Conceituação sumária de algumas classes de solos recém-reconhecidas nos levantamentos e estudos de correlação do SNLCS**. Rio de Janeiro, 1982. p.25-28 (Circular Técnica, 1).
- RADFORD, B.J. Plant population and row spacing for irrigated and rainfed oilseed sunflowers on the carling downs. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v. 18, p. 135-142, 1978.
- RIZZARDI, M.A.; BOLLER, W.; DALLOGLIO, R.C. Distribuição de plantas de milho, na linha de semeadura, e seus efeitos nos componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.8, p.1231-1236, 1994.
- RIZZARDI, M.A.; KÜFFEL, A. Influência do arranjo de plantas no rendimento de grãos e óleo e componentes do rendimento de girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.23, p.287-290, 1993.
- RIZZARDI, M.A.; SILVA, P.R.F. da. Resposta de cultivares de girassol à densidade de plantas em duas épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.6, p.675-687, 1993.
- RIZZARDI, M.A.; SILVA, P.R.F. da; GUTKOSKI, L.C.; ROCHA, A.B. da. Influência de práticas de manejo e cultivares no teor e composição de ácidos graxos do óleo de girassol. **Boletim SBCTA**, Campinas, v.27, p.24-31, 1993.
- ROBINSON, R.C.; FORD, J.H.; LUESCHEN, W.E.; RABAS, D.L.; SMITH, L.J.; WARNES, D.D.; WIERSMA, J.V. Response of sunflower to plant population. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, p.869-871, 1980.
- SANGOI, L. Arranjo de plantas e características agrônomicas de genótipos de milho em dois níveis de fertilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.7, p.945-953, 1990.
- SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v.21, p.901-903, 1981.
- SILVA, P.R.F. da; COSTA, J.A.; MUNDSTOCK, C.M. Densidade de semeadura em girassol. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.19, p.97-102, 1983.
- SILVA, P.R.F. da; NEPOMUCENO, A.L. Efeito do arranjo de plantas no rendimento de grãos, componentes do rendimento, teor de óleo e no controle de plantas daninhas em girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1503-1508, 1991.
- SILVA, P.R.F. da; SCHMIDT, E. Efeito de densidade e arranjo de plantas em girassol. I. Rendimento de aquênios e de óleo, teor de óleo e componentes do rendimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.165-171, 1986.
- SIQUEIRA, O.J.F. 1987. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1987.

- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Girassol**: indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul. [S.l.]: Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990. 71p.
- VANOZZI, G.P.; GIANNINI, A.; BENVENUTI, A. Plant density and yield in sunflower. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE GIRASOL. Conference, 11. Argentina. **Actas...**, Mar del Plata: Asociacion Argentina de Girasol, 1985. p.287-291.
- VIJAYALAKSHMI, K.; SANGHI, N.K.; PELTON, W.L.; ANDERSON, C.H. Effects of plant population and row spacing on sunflower agronomy. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.55, p.418-419, 1975.
- VRANCEANU, A.V. **El girasol**. Madrid: Mundi-Prensa, 1977. 179p.
- WADE, L.J.; FOREMAN, J.W. Density x maturity interactions for grain yield in sunflower. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.28, p.623-627, 1988.
- ZIMMERMANN, D.C.; FICK, G.N. Fatty acid composition of sunflower (*Helianthus annuus* L.) oil as influenced by seed position. **Journal American Chemical Society**, Champaign, v 50, p.273-275, 1973.