

# RESPOSTA DE CULTIVARES DE GIRASSOL À DENSIDADE DE PLANTAS EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA.

## I - RENDIMENTO DE GRÃOS E ÓLEO E COMPONENTES DO RENDIMENTO<sup>1</sup>

MAURO ANTÔNIO RIZZARDI<sup>2</sup> e PAULO REGIS FERREIRA DA SILVA<sup>3</sup>

**RESUMO** - Dois experimentos foram conduzidos em Eldorado do Sul, RS, objetivando determinar a densidade de plantas mais adequada para a obtenção de elevados rendimentos de grãos e óleo de diferentes cultivares e verificar os efeitos de densidade sobre os componentes do rendimento de grãos. Foram utilizadas em 1989/90 as cultivares Conti 711, DK 180 e GR-10, semeadas em 28.07 e 18.09 sob densidades de 30, 50, 70 e 90 mil plantas/ha. Em 1990/91, utilizou-se as cultivares GR-16 e GR-10, semeadas em 26/07 e 17/09 sob densidades de 30, 50, 70 e 90 mil plantas/ha. Os resultados evidenciaram que as cultivares, em densidades distintas, potencializaram o rendimento de grãos e/ou óleo, independentemente da época de semeadura. Em 1989/90, a cultivar de ciclo curto e porte baixo (Conti 711) apresentou maior potencial de rendimento de óleo sob a densidade de 90 mil plantas/ha. Já as cultivares de ciclo longo e porte médio e alto (DK 180 e GR-10, respectivamente) apresentaram maior rendimento de grãos e óleo na densidade de 30 mil plantas/ha. Em 1990/91, a cultivar de ciclo curto e porte baixo (GR-16) apresentou maior potencial de rendimento de grãos e óleo sob densidade de 70 mil plantas/ha. Para rendimento de grãos e óleo, a cultivar GR-10 não reagiu a densidade em função dos baixos tetos de rendimento de grãos obtidos. Com o incremento na densidade, o número de grãos por capítulo reduziu-se de forma mais intensa nas cultivares de porte médio e alto que na cultivar de porte baixo. Quanto ao peso de 1000 grãos, as cultivares comportaram-se de forma semelhante sob variação de densidade. O teor de óleo só reagiu positivamente à elevação da densidade na cultivar Conti 711.

Termos para indexação: interação cultivar x densidade de plantas, teor de óleo, número de grãos por capítulo e peso de 1000 grãos.

## RESPONSE OF SUNFLOWER CULTIVARS TO PLANT DENSITY IN TWO PLANTING DATES.

### I - GRAIN AND OIL YIELD AND YIELD COMPONENTS

**ABSTRACT** - Two experiments were conducted at Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil, in order to evaluate the plant density most adequate to obtain high grain and oil yield for different cultivars and to evaluate plant density effects in the grain yield components. In 1989/90, the cultivars tested were Conti 711, DK 180 and GR-10, planted on July 28 and September 18, under four plant densities 30, 50, 70 and 90 thousand plants/ha. In 1990/91, the cultivars tested were GR-16 and GR-10, planted on July 26 and September 17, under four plant densities 30, 50, 70 and 90 thousand plants/ha. The results showed that the cultivars presented different densities to obtain the maximum grain and/or oil yield, regardless of planting date. In 1989/90, the short season cultivar with low height (Conti 711) presented higher oil yield potential in 90 thousand plants/ha. On the other hand, the long season cultivars with average and high height (DK 180 and GR-10, respectively) presented higher grain and oil yield potentials in 30 thousand plants/ha. In 1990/91, the cultivar low height (GR-16) presented higher grain and oil yield potential in 70 thousand plants/ha. On the other hand, for grain and oil yield, the cultivar GR-10 was not affected by plant density, in function of the low grains yield. As density increased, the number of grain per head decreased more intensively in the cultivars with average and high height in contrast with the cultivars with low height. On the other hand, for the other component, weight of 1000 grains there was no interaction between cultivar and plant density. Oil content increased as density did only in the cultivar Conti 711.

Index terms: cultivar x plant density interaction, oil content, number of grains per head, weight of 1000 grains.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 7 de dezembro de 1992.

Extraído do trabalho de Dissertação do primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Fitot., Dep. de Plantas de Lavoura, Fac. de Agron., UFRGS, financiado pelo CNPq.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., M.Sc., Dep. de Fit., Fac. de Agron. UPF, Cx. Postal 566, CEP 99050 Passo Fundo, RS.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., Ph.D., Dep. de Plantas de Lavoura, Fac. de Agron. UFRGS, Bolsista do CNPq. Cx. Postal 776, CEP 90001 Porto Alegre, RS.

## INTRODUÇÃO

A utilização de diferentes densidades de plantas ocasiona competições intra-específicas de intensidades variáveis. Para uma mesma cultivar, o rendimento de grãos geralmente eleva-se com o aumento na densidade de plantas, até que um ou

mais fatores (condições edafoclimáticas e/ou práticas culturais) tornam-se limitantes (Silva 1972). No entanto, mesmo em idêntica densidade de plantas, podem ocorrer diferenças de comportamento entre cultivares precoces e tardias (Mundstock 1977). A razão dessas diferenças deve-se ao fato de as cultivares precoces possuírem plantas de menor estatura e massa vegetativa que toleram espaçamento mais estreito, melhorando o aproveitamento da luz (Mundstock 1977). Para a cultura do girassol, Wade & Foreman (1988) concluíram que as respostas de híbridos precoces e tardios à densidade estão relacionadas às condições edafoclimáticas durante a condução dos experimentos.

Em condições de ausência de suplementação hídrica, Silva et al. (1983) obtiveram rendimentos decrescentes à medida que a densidade foi elevada de 25 para 75 mil plantas/ha, com uma cultivar de ciclo longo e porte alto. Essa resposta difere substancialmente da evidenciada por Schmidt (1985) com uma cultivar de ciclo curto e porte baixo (Contisol 711), que obteve aumento de 12% no rendimento de grãos com o incremento na densidade de 25 para 50 mil plantas/ha. Com essa mesma cultivar e no mesmo local, Nepomuceno (1989) observou que a elevação na densidade de 30 para 70 mil plantas/ha aumentou o rendimento de grãos de 1866 para 2.550 kg/ha. De forma semelhante, testando a mesma cultivar, Almeida (1990) detectou aumento no rendimento de grãos de 1.978 para 2.726 kg/ha, ao variar a densidade de 30 para 75 mil plantas/ha, em semeadura de final de julho, com adubação. Já na semeadura de setembro, a menor produtividade foi obtida na densidade de 75 mil plantas/ha.

As diferenças de resposta evidenciam que a densidade de plantas ideal para a expressão do potencial de rendimento de grãos depende da cultivar utilizada. No entanto, inexistem trabalhos locais que comparem num mesmo experimento a resposta de cultivares de diferentes ciclo e arquitetura, o que não permite avaliar a interação entre cultivares e densidade de plantas.

Na Itália, Vanzozi et al. (1984) estudando o comportamento de dois híbridos e duas variedades de população aberta, com estaturas variáveis, sob diferentes densidades de plantas (30, 45, 60, 75 e

90 mil plantas/ha), obtiveram interação entre densidade de plantas e genótipos. Dentre os híbridos, o que possuía estatura alta apresentou rendimento de grãos mais elevado entre as densidades de 50 e 90 mil plantas/ha; enquanto o híbrido de estatura baixa apresentou maior rendimento sob densidade de 75 mil plantas/ha. Tanto a variedade de estatura alta quanto a de estatura baixa apresentaram rendimento de grãos superior com densidades entre 75 e 90 mil plantas/ha. Miller & Fick (1978) não detectaram interação entre cultivares e densidades de plantas para rendimento de grãos e óleo, ao elevarem a densidade de 36 para 72 mil plantas/ha.

As variações na densidade de plantas conduzem a alterações significativas no peso de grãos e número de grãos por capítulo. De maneira geral, a elevação na densidade de plantas diminui sensivelmente tanto o peso de grãos quanto o número de grãos por capítulo (Radford 1978; Vanzozi et al. 1984; Nepomuceno 1989; Almeida 1990).

No entanto, embora não esteja explícito nos trabalhos revisados, é possível que ocorram diferenças entre cultivares quanto aos componentes do rendimento de grãos em função da densidade de plantas. Resposta distintas do número de grãos por capítulo à densidade de plantas entre épocas de semeadura foram obtidas por Almeida (1990) e por Vanzozi et al. (1984). Em milho, Poneleit & Egli (1978) não observaram interação nos componentes do rendimento de grãos entre densidade de plantas e cultivar.

A alteração nos fatores climáticos durante o crescimento e desenvolvimento da planta afeta o rendimento de grãos. Com a introdução de novas cultivares no mercado, de ciclo e estatura diferentes, faz-se necessário avaliar os seus comportamentos sob condições variáveis de desenvolvimento. Em trabalho anterior com uma cultivar de ciclo curto e porte baixo, Almeida (1990) obteve interação entre época de semeadura e densidade de plantas para rendimento de grãos. Portanto, com a utilização de cultivares que difiram em ciclo e estatura é provável que haja interação entre cultivar e densidade.

Dessa forma, as interrelações entre época de semeadura, cultivares e densidade de plantas são

de grande importância, na medida em que interferiram nas características morfológicas da planta, ocasionando alterações no rendimento de grãos e óleo e seus componentes.

Os objetivos deste trabalho foram o de determinar a densidade de plantas mais adequada para a obtenção de elevados rendimentos de grãos e óleo de diferentes cultivares, em duas épocas de semeadura, e/ou de verificar os efeitos de densidade de plantas sobre os componentes do rendimento de grãos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em campo durante as estações de crescimento de 1989/90 e 1990/91, 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 solo utilizado é classificado por Olmos & Camargo (1982) como Podzólico Vermelho-Escuro distrófico (Paleudult), pertencente à unidade de mapeamento São Jerônimo.

O delineamento experimental utilizando nos dois experimentos foi o de blocos completamente casualizados, dispostos em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições, com as épocas, de semeadura, locadas na parcela principal, as cultivares nas subparcelas e as densidades de plantas nas sub-subparcelas.

No experimento 1 (1989/90), os tratamentos constaram de duas épocas de semeadura, três cultivares e quatro densidades de plantas. As épocas de semeadura foram 28 de julho, considerada como semeadura do cedo, e 18 de setembro, época normal. As duas épocas serão referidas no texto, respectivamente, como primeira e segunda época. As cultivares utilizadas foram: Contisol 711 (ICI - sementes), caracterizada como sendo de ciclo curto e estatura baixa; Dekalb 180 (Braskalb Agropecuária), de ciclo longo e estatura média; e GR-10 (Rogobrás sementes), de ciclo longo e estatura alta. As densidades utilizadas foram 30, 50 (densidade recomendada), 70 e 90 mil plantas/hectare.

No experimento 2 (1990/91) os tratamentos constaram de duas épocas de semeadura, duas cultivares e quatro densidades de plantas. As épocas de semeadura foram 26 de julho e 17 de setembro. As cultivares utilizadas foram: GR-16 (Rogobrás sementes), caracterizada como sendo de ciclo curto e estatura baixa e GR-10 (Rogobrás sementes), de ciclo longo e estatura alta. As densidades utilizadas foram as mesmas do experimento 1.

Antecedendo a instalação de cada experimento, a área experimental foi amostrada para análise do solo,

tendo sido obtidos os seguintes resultados. Área do experimento 1: argila, 30%; pH SMP, 6,2; P, 15 ppm; K, 144 ppm; MO, 2,1%. Área do experimento 2: argila, 35%; pH SMP, 5,6%; P, 3,0 ppm; K, 140 ppm; MO, 2,4%. Com base nesses resultados, foi realizada no experimento 1 adubação com 20 kg de N/ha, 80 kg de  $P_2O_5$ /ha, 80 kg de  $K_2O$ /ha (400 kg/ha da fórmula 05-20-20) e 1 kg de B/ha (10 kg de bórax). No experimento 2, a adubação constou da aplicação de 22 kg de N/ha, 90 kg de  $P_2O_5$ /ha, 90 kg de  $K_2O$ /ha (450 kg/ha da fórmula 5-20-10 + 75 kg de KCl/ha) e 2 kg de B/ha (20 kg de bórax). Em cobertura aplicaram-se 80 kg e 60 kg de N/ha na forma de uréia, respectivamente, nos experimentos 1 e 2, quando 50% das plantas atingiram o estádio V4 (plantas com dois pares de folhas verdadeiras com no mínimo 4 cm de comprimento), de acordo com a escala de crescimento proposta por Schreiner & Miller (1981). A uréia foi aplicada em sulcos próximos às linhas de semeadura e posteriormente incorporada com o auxílio de enxadas.

Nos dois experimentos o espaçamento entre linhas foi de 0,70 metro, mantido constante em todas as densidades. Pragas e plantas daninhas foram controladas de modo a não prejudicar o desenvolvimento da cultura. Os experimentos foram conduzidos sob condições de suplementação hídrica, através da irrigação por aspersão, sempre que os tensiômetros acusavam potencial de água no solo inferior a - 0,5 bar.

A colheita dos capítulos foi feita de forma manual, tendo englobado as plantas das duas fileiras centrais das subparcelas e desprezado as duas plantas finais de cada extremidade da linha. Após trilhados os capítulos e efetuada a limpeza dos grãos, procedeu-se a pesagem e determinação de seu teor de umidade.

O rendimento de grãos foi determinado por extrapolação da produção obtida na área útil das sub-subparcelas para um hectare, considerando-se a umidade padrão de 10%. Dentre os componentes do rendimento de grãos, o número de capítulos por metro quadrado foi determinado pela densidade de plantas utilizada. O peso de 1000 grãos foi obtido pela contagem manual e posterior pesagem de 400 grãos. Este valor foi corrigido para umidade de 10% e por regra de três simples obteve-se o peso de 1.000 grãos.

O número de grãos por capítulo foi obtido em cada sub-subparcela utilizando-se a seguinte fórmula:

$$NGC = \frac{PTG \times 1000}{PM \times NC} \quad (1) \text{ onde:}$$

NGC = Número de grãos por capítulo;  
PTG = Peso total de grãos da área útil;  
PM = Peso de 1000 grãos; e  
NC = Número de capítulos colhidos na área útil.

O teor de óleo nos grãos foi obtido pela extração com éter sulfúrico, utilizando-se o aparelho de Twillsemann. O rendimento foi calculado por regra de três simples, levando-se em conta o teor de óleo e o rendimento de grãos em cada sub-subparcela.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F, enquanto as médias dos tratamentos foram comparadas através do teste de Tukey, utilizando-se o nível de significância de 5% de probabilidade. Para cada época de semeadura e cada cultivar foi realizada a análise de regressão entre variável e densidade de plantas, tendo sido utilizados os modelos de equação linear, quadrático e cúbico para testar a distribuição dos dados obtidos em função das densidades de plantas.

No experimento 2 não foi realizada a colheita da cultivar GR-10 semeada na primeira época, por causa do acamamento generalizado, ocasionado por fortes ventos, razão pela qual fez-se separadamente a análise estatística das cultivares GR-16 e GR-10.

## RESULTADOS

### Experimento 1 (1989/90)

No período compreendido entre os meses de julho e janeiro da estação de crescimento 1989/90, são apresentadas as condições de temperatura do ar e radiação solar, assim como as condições médias de uma década referente a esses dois elementos meteorológicos na Região (Fig. 1), os quais, na maior parte da estação de crescimento, foram superiores às condições normais.

O rendimento de óleo da cultivar precoce (contisol 711), na média de duas épocas de semeadura, aumentou linearmente com a elevação na densidade de plantas, apresentando na densidade de 90 mil plantas/ha valor 26% superior em relação ao verificado com 30 mil plantas/ha (Fig. 2). Já as cultivares Dekalb 180 e GR-10 (tardias e de

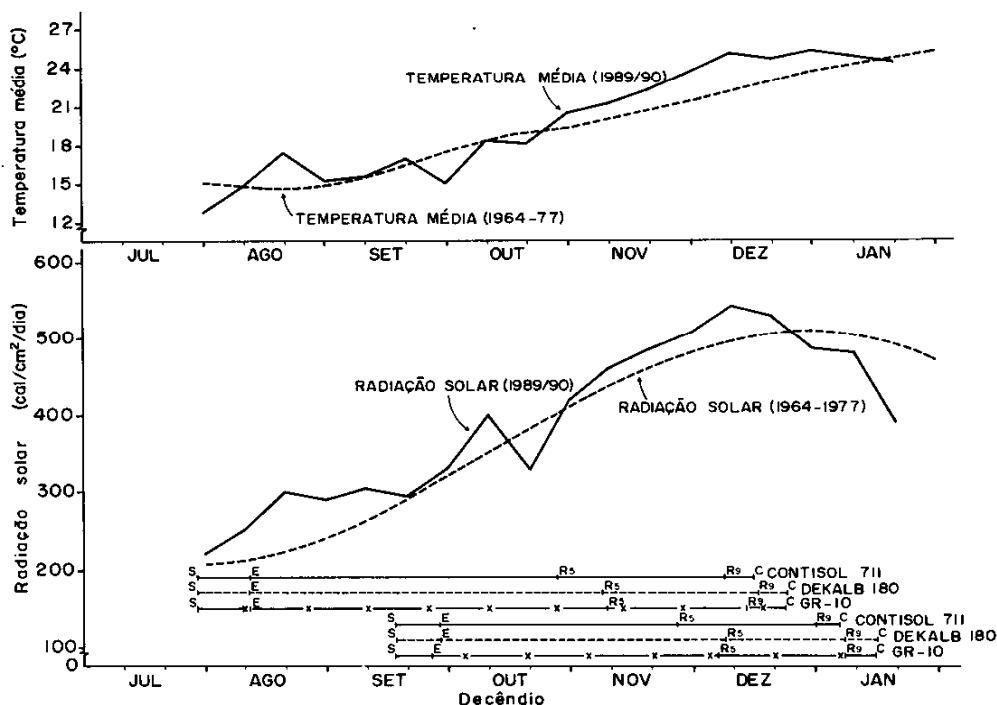


FIG. 1. Temperatura média do ar e radiação solar global por decêndio no ano agrícola 1989/90 e temperatura média e radiação solar global média dos anos de 1964/1977 e diferentes subperíodos de desenvolvimento de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de densidade de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

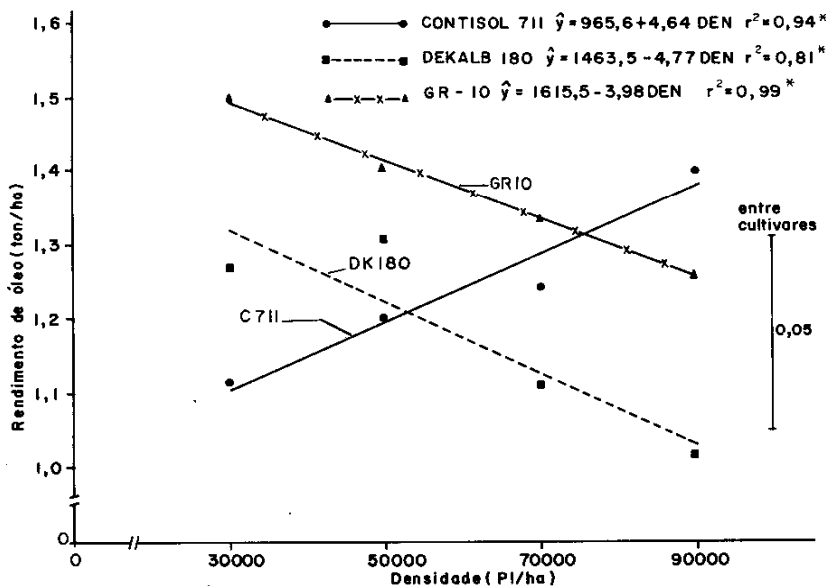


FIG. 2. Rendimento de óleo de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/1990.

estatura média e alta, respectivamente) diminuíram linearmente o rendimento de óleo à medida que aumentou a densidade de plantas. As reduções foram de 20% e de 26%, respectivamente, para Dekalb 180 e GR-10, quando houve incremento na população de 30 para 90 mil plantas/ha.

Com relação ao teor de óleo, as cultivares reagiram diferentemente à alteração na densidade de plantas (Fig. 3). Das três cultivares testadas, na média das duas épocas de semeadura somente a Contisol 711 (precoce e de estatura baixa) reagiu ao incremento na população de plantas, aumentando linearmente o teor de óleo nos grãos. Nesta cultivar, o teor de óleo foi 19% superior na densidade de 90 mil em relação a de 30 mil plantas/ha.

Quanto ao rendimento de grãos, o efeito da densidade de plantas dependeu da cultivar (Fig. 4). Na média de duas épocas de semeadura, a cultivar Contisol 711 não reagiu à variação na densidade de plantas. Já as cultivares Dekalb 180 e GR-10- diminuíram linearmente o rendimento de grãos à medida que se elevou a densidade de plantas, apresentando, respectivamente, rendi-

mentos de grãos 23 e 17% inferiores na densidade de 90 mil em relação aos observados com 30 mil plantas/ha.

Dos componentes do rendimento de grãos, peso de 1000 grãos e número de grãos por capítulo, somente no segundo observou-se interação entre cultivar e densidade de plantas (Fig. 5). Na média de duas épocas de semeadura, as três cultivares diminuíram de forma quadrática o número de grãos por capítulo com o aumento na densidade de plantas. No entanto, na cultivar precoce esta redução foi de menor intensidade em relação às outras duas cultivares.

O peso de 1000 grãos, nas médias de épocas de semeadura e de cultivares, diminuiu de forma quadrática com a elevação na densidade de plantas. Ocorreu um decréscimo de 31% quando se aumentou a população de plantas de 30 para 90 mil plantas/ha (Fig. 6).

### Experimento 2 (1990/91)

A cultivar de ciclo curto e estatura baixa (GR-

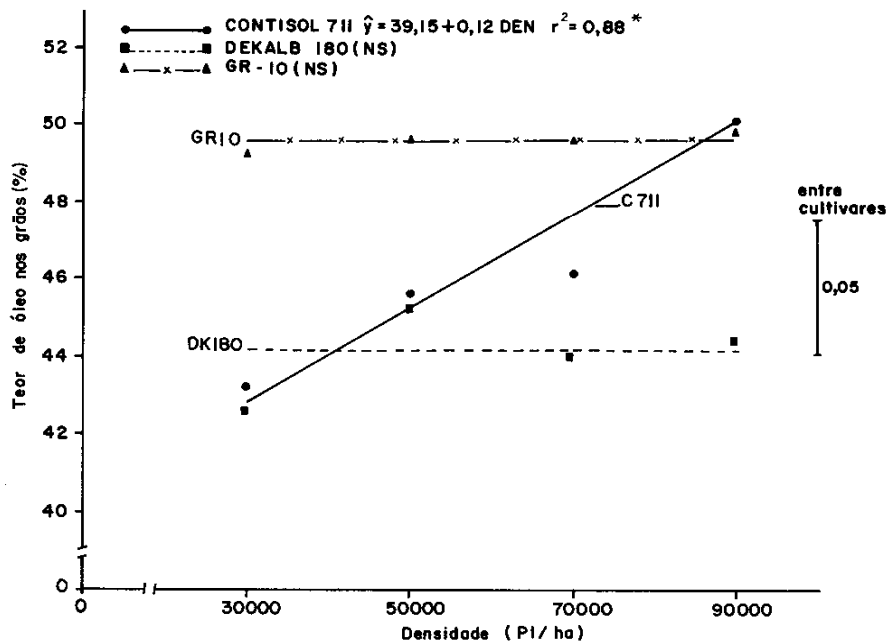


FIG. 3. Teor de óleo nos grãos de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

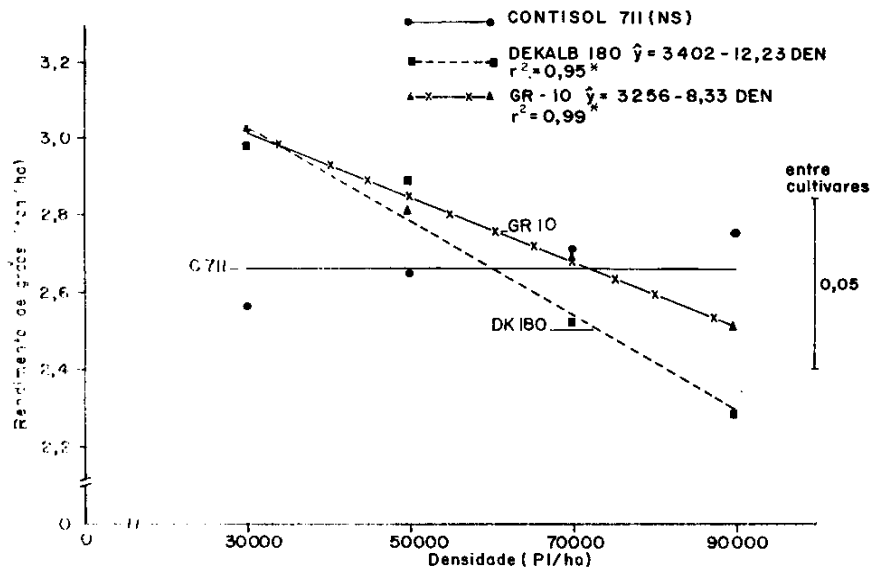


FIG. 4. Rendimento de grãos de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

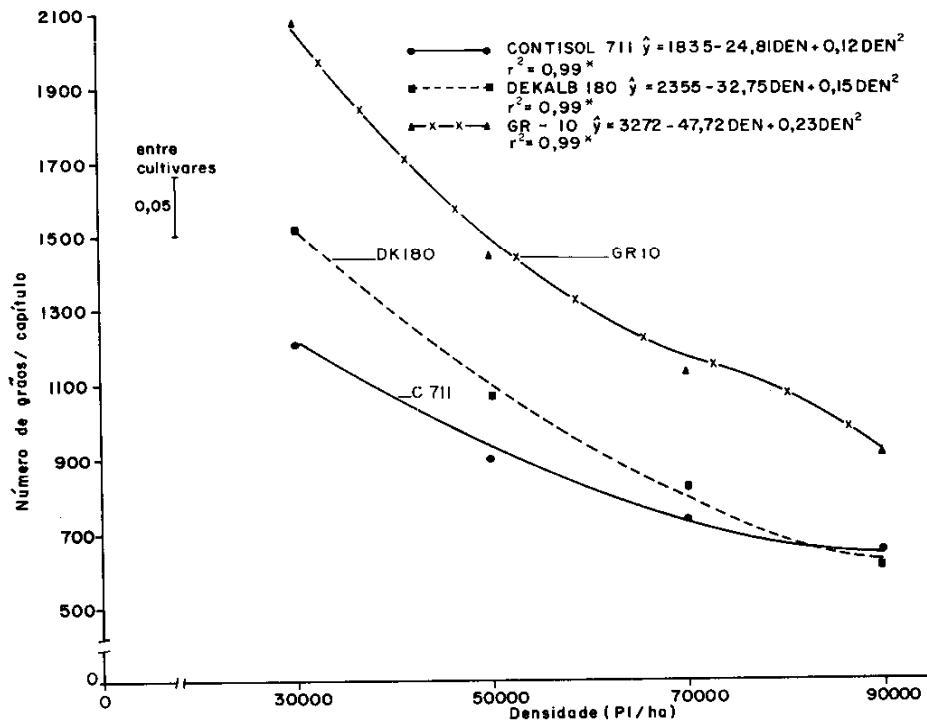


FIG. 5. Número de grãos por capítulo de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

16) reagiu à densidade de plantas em todas as variáveis, exceto no teor de óleo nos grãos.

Na média das duas épocas de semeadura, a cultivar precoce 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. 7). Já o teor de óleo nos grãos permaneceu constante com a elevação da densidade de plantas, apresentando valores de 42,0, 41,6, 41,7 e 41,8, respectivamente, nas densidades de 30, 50, 70 e 90 mil plantas/ha.

Quanto ao rendimento de grãos a resposta foi semelhante à observada para rendimento de óleo (Fig. 8). Na média das duas épocas de semeadura, o rendimento de grãos elevou-se até à densidade de 70 mil plantas/ha e, posteriormente, diminuiu na densidade mais elevada.

Entre os componentes do rendimento de grãos, peso de 1000 grãos e número de grãos por capítu-

lo, somente no segundo foi observada interação entre época de semeadura e densidade de plantas (Fig. 9). Com o aumento da densidade o decréscimo do número de grãos por capítulo foi maior na segunda época, em relação ao da primeira época de semeadura.

O peso de 1000 grãos, na média de duas épocas de semeadura, diminuiu de forma quadrática com a elevação na densidade de plantas, apresentando uma redução de 27% quando se incrementou a população de plantas de 30 para 90 mil plantas/ha (Fig. 10).

Os dados relativos a teor de óleo, rendimento de óleo e grãos da cultivar GR-10 estão na Tabela 1. Nestas três variáveis, a cultivar não respondeu ao incremento da população de plantas. Apresentou rendimento médio de grãos de 2300 kg/ha, abaixo do observado no experimento conduzido na estação de crescimento anterior 1989/90, que foi de 2700 kg/ha.

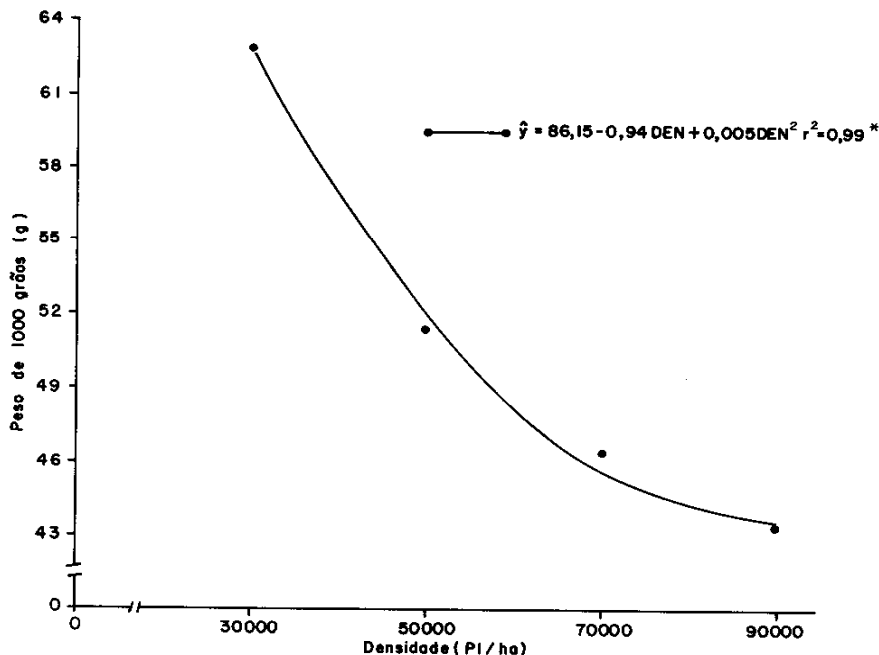


FIG. 6. Peso de 1000 grãos de girassol em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura e três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

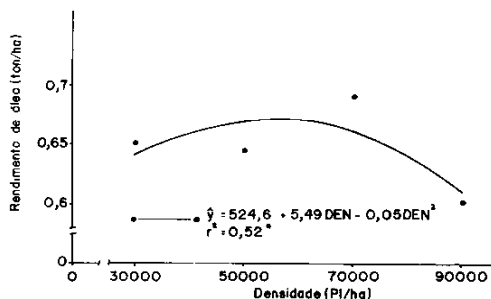


FIG. 7. Rendimento de óleo de girassol, cultivar GR-16, em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

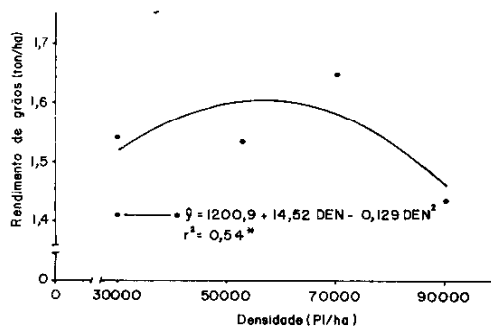


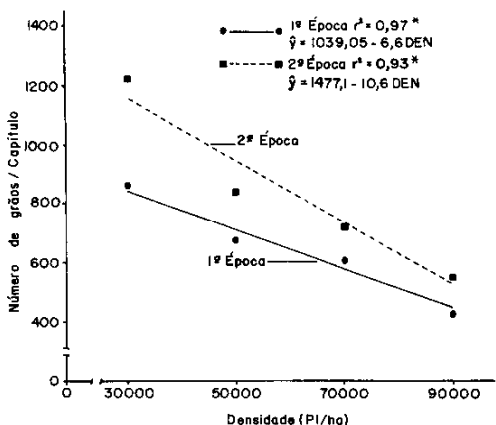
FIG. 8. Rendimento de grãos de girassol, cultivar GR-16, em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

Os componentes do rendimento de grãos, número de grãos por capítulo e peso de 1000 grãos, diminuíram de forma quadrática com a elevação na densidade de plantas (Figs. 11 e 12).

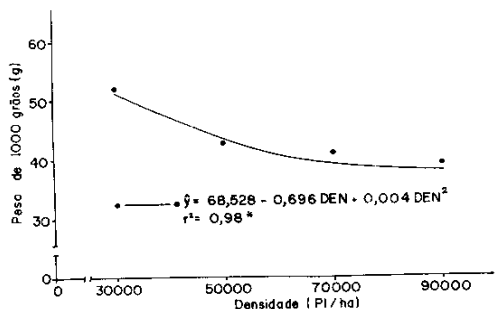
## DISCUSSÃO

Um dos objetivos do trabalho foi verificar se a resposta das cultivares à densidade de plantas era





**FIG. 9.** Número de grãos por capítulo de girassol, cultivar GR-16, em função de densidade de plantas e época de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.



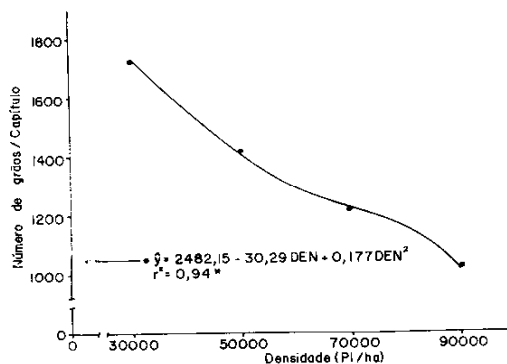
**FIG. 10.** Peso de 1000 grãos de girassol, cultivar GR-16, em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

afetada pela época de semeadura. A idéia inicial era de que nas cultivares precoces, por apresentarem menor ciclo e menor estatura de planta, a limitação no rendimento de grãos em semeadura do cedo (final de julho - início de agosto), em relação à época normal (setembro), seria uma função de sua menor massa vegetativa produzida na primeira época. Essa limitação poderia ser suprimida pela elevação da densidade de plantas. Por outro lado, nas cultivares tardias talvez ocorresse, na semeadura do cedo, maior tolerância à elevação da densidade de plantas, pelo menor

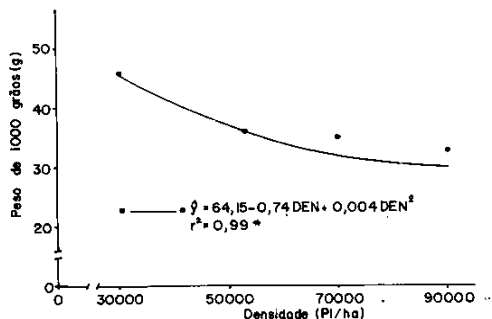
**TABELA 1.** Teor de óleo nos grãos, rendimento de óleo e rendimento de grãos de girassol, cultivar GR-10, em quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

Densidade de plantas	Teor de óleo	Rendimento de óleo	Rendimento de grãos
Plantas/ha	%	kg/ha	kg/ha
30.000	44,4 <sup>ns</sup>	1.096 <sup>ns</sup>	2.472 <sup>ns</sup>
50.000	43,2	981	2.266
70.000	43,2	963	2.225
90.000	42,6	959	2.247
Média	43,3	1.000	2.302
CV (%)	2,2	9,1	8,2

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.



**FIG. 11.** Número de grãos por capítulo de girassol, cultivar GR-10, em função de densidade de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.



**FIG. 12.** Peso de 1000 grãos de girassol, cultivar GR-10, em função de densidade de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1990/91.

crescimento ocasionado pelas temperaturas mais baixas durante o seu desenvolvimento. No entanto, a resposta do rendimento de grãos das cultivares testadas à densidade de plantas não variou com a época de semeadura, nos dois anos de execução da pesquisa, diferentemente do observado por Almeida (1990), na mesma região fisiográfica, com a cultivar Contisol 711 (ciclo curto e estatura baixa).

Por outro lado, a resposta do rendimento de grãos das cultivares à densidade de plantas poderia ser alterada pelo efeito da época de semeadura sobre os componentes do rendimento. No entanto, somente no número de grãos por capítulo na cultivar GR-16 (ciclo curto e estatura baixa), semeada em 1990/91, houve interação entre época de semeadura e densidade de plantas (Fig. 9). Entretanto, essa interação não se refletiu na resposta do rendimento de grãos desta cultivar.

A não observação de interação entre época de semeadura e densidade de plantas no rendimento de grãos e óleo talvez se deva às condições ambientais vigentes no decorrer do primeiro ano e aos tetos baixos de rendimento ocorridos no segundo ano. Esse fato pode ser caracterizado pela análise dos elementos meteorológicos, como temperatura média do ar e radiação solar global, durante a estação de crescimento 1989/90, os quais foram quase sempre superiores aos valores dos anos normais (Fig. 1). As temperaturas superiores, principalmente no período de agosto a setembro, talvez tenham ocasionado maior desenvolvimento vegetativo que o normal, na primeira época de semeadura, contrariamente ao observado por Almeida (1990).

Dessa forma, em função de a época de semeadura não influir na resposta, à densidade de plantas, do rendimento de grãos das cultivares testadas, será enfatizado, no restante da discussão, o comportamento diferencial das cultivares à densidade de plantas na média das duas épocas de semeadura.

A resposta diferencial das cultivares à densidade de plantas no rendimento de óleo (Figs. 2 e 7) foi função tanto do teor de óleo nos grãos quanto ao rendimento de grãos. Na estação de crescimento 1989/90, com a cultivar precoce

Contisol 711, tanto o teor de óleo (Fig. 3) quanto o aumento numérico no rendimento de grãos, verificados com a elevação da densidade (Fig. 4), contribuíram para a elevação no rendimento de óleo com o incremento na população de plantas. Já na estação de crescimento 1990/91, com a cultivar precoce GR-16, o aumento no rendimento de óleo relacionado com o incremento na densidade de plantas foi função direta do efeito da densidade no rendimento de grãos (Fig. 8), pois não houve efeito sobre o teor de óleo. Nas cultivares tardias, em 1989/90, o menor rendimento de óleo, foi mais função do efeito do aumento na densidade de plantas no rendimento de grãos do que propriamente no teor de óleo. Já no segundo ano, a cultivar tardia GR-10 não reagiu à densidade de plantas.

Quanto ao teor de óleo nos grãos (Fig. 3 e Tabela 1), houve comportamento diferencial das cultivares conforme a densidade utilizada. A elevação no teor de óleo com o incremento na população de plantas na cultivar Contisol 711 já tinha sido observada anteriormente em trabalhos conduzidos no mesmo local (Schmidt 1985; Nepomuceno 1989; Almeida 1990). O menor teor de óleo sob baixas densidades pode ser atribuído, segundo Vranceanu (1977), à maior área foliar por planta nessas densidades, resultando em maior percentagem de casca e em diminuição proporcional do teor de óleo, independente da cultivar utilizada. No entanto, pela análise dos resultados (Fig. 3 e Tabela 1) constata-se que somente na cultivar Contisol 711 houve efeito de densidade sobre o teor de óleo.

Com o aumento da competição intra-específica, é de se esperar que o rendimento de grãos apresente resposta distinta à densidade de plantas entre cultivares que apresentem arquitetura de planta diferenciada.

Na estação de crescimento 1989/90, as cultivares tardias foram mais afetadas no rendimento de grãos com a elevação na densidade de plantas, em relação à cultivar precoce (Fig. 4).

Dentre as cultivares tardias pode-se também observar que, com o aumento na densidade, houve maior queda no rendimento de grãos da cultivar Dekalb 180 em relação à cultivar GR-10. Esse fato demonstra maior sensibilidade desta cultivar

quando se incrementa a competição, principalmente por luz, já que se procurou deixar em condições não limitantes os fatores fertilidade do solo e água.

Na estação de crescimento 1990/91, somente a cultivar precoce GR-16 reagiu à densidade de plantas, aumentando o seu rendimento de grãos até à densidade de 70 mil plantas/ha (Fig. 8), confirmando os resultados obtidos por Almeida (1990) com a cultivar precoce Contisol 711. Na cultivar tardia GR-10, não houve efeito de densidade de plantas sobre o rendimento de grãos (Tabela 1). Esta resposta distinta das cultivares tardias à densidade de plantas entre estações de crescimento está relacionada ao menor rendimento de grãos obtido em 1990/91. Esse baixo rendimento foi, provavelmente, ocasionado pelo menor nível de fertilidade e pelo baixo pH do solo (pH SMP = 5,6) na área onde foi instalado o experimento. Em consequência, era baixa a disponibilidade de fósforo para as plantas. Assim, esses resultados confirmam as afirmativas de que somente sob tetos altos de rendimento há efeito de densidade de plantas (Jessop 1977; Radford 1978; Miller & Fick 1978; Robison et al. 1980, Wade & Foreman 1988).

A idéia de que a cultura do girassol apresentaria flexibilidade em seus componentes do rendimento, compensando possíveis variações no rendimento de grãos conforme a densidade utilizada (Jessop 1977; Miller & Fick 1978), somente se concretizou, dentre as cultivares tardias, com a cultivar GR-10 cultivada em 1990/91. Nesta cultivar, o maior número de capítulos por unidade de área, nas densidades mais elevadas, compensou as reduções no número de grãos por capítulo (Fig. 11) e no peso de grãos (Fig. 12), ocasionadas pelo aumento na densidade de plantas. Dessa forma, nivelou-se o rendimento de grãos entre as densidades utilizadas (Tabela 1), diferentemente do observado com as cultivares Dekalb 180 e GR-10, cultivadas em 1989/90.

A cultivar precoce Contisol 711 aumentou numericamente o rendimento de grãos com a elevação na população de plantas (Fig. 4), evidenciando uma reação distinta da observada nas cultivares tardias cultivadas na mesma estação de crescimento. Assim, como a resposta do peso de

1000 grãos (Fig. 6) à densidade de plantas foi similar nas cultivares testadas, pode-se afirmar que na cultivar Contisol 711 o aumento numérico no rendimento de grãos com o incremento na densidade deveu-se à menor competição intra-específica, demonstrada pela menor redução no número de grãos por capítulo, principalmente em relação à cultivar GR-10 (Fig. 5). Portanto, como o peso de 1000 grãos reagiu de forma semelhante à densidade nas três cultivares, o número de grãos por capítulo foi o principal determinante da resposta diferencial das cultivares à densidade de plantas.

Considerando que a resposta distinta do rendimento de grãos das cultivares à densidade de plantas tenha sido função principalmente do número de grãos por capítulo, torna-se necessário avaliar melhor sua reação à variação na densidade de plantas. A redução do diâmetro de capítulo com a elevação na densidade de plantas pode ter sido responsável pela variação no número de grãos por capítulo. Assim, como o número de flores produzidas é o maior determinante do número final de grãos (Steer et al. 1984), a maior competição durante os períodos iniciais de desenvolvimento diminuiu o diâmetro de capítulo (Rizzardi 1991), o que pode ter afetado o número de primórdios florais e, em consequência, reduzido o número de grãos por capítulo. No entanto, além de não ter sido efetuada a contagem de flores, a resposta das cultivares à densidade de plantas com relação ao número de grãos por capítulo e ao diâmetro de capítulo mostra-se contraditória (Rizzardi 1991). Este aspecto demonstra que talvez, a exemplo do que ocorre com a cultura do milho (Viegas 1978), o aumento na densidade de plantas ocasione maior esterilidade de flores, podendo esta sensibilidade ser maior nas culturas tardias.

Ainda uma segunda possibilidade referente à diferença de resposta entre cultivares com relação ao número de grãos por capítulo, quando submetidas à variação na densidade de plantas, pode estar relacionada ao controle pelo suprimento de assimilados, como foi sugerido por Jones & Simmons (1983) a respeito de cultura do milho. Assim, a elevação na densidade de plantas teria limitado mais drasticamente o suprimento de as-

similados nas cultivares tardias do que nas precoces, havendo, em consequência, redução mais intensa no número de grãos por capítulo. No entanto, Michael & Beringer (1980) afirmaram que na cultura do trigo o número de grãos por espiga depende do suprimento de assimilados.

### CONCLUSÕES

1. O teto de rendimento de grãos obtido nos experimentos determina a resposta das cultivares à densidade de plantas, independente de época de semeadura.

2. Sob tetos altos de rendimento de grãos, as cultivares reagem diferentemente à densidade de plantas. Na escala de densidade de 30 a 90 plantas/ha, a cultivar de ciclo curto e porte baixo apresenta maior potencial de rendimento de óleo sob o nível de densidade mais elevado. No entanto, as cultivares de ciclo longo e porte médio e alto expressam maior rendimento de óleo e grãos sob o nível mais baixo de densidade.

3. Sob tetos baixos de rendimento de grãos, a cultivar de ciclo curto e porte baixo apresenta maior potencial de rendimento de óleo e grãos na faixa de densidade de 50 a 70 mil plantas/ha. No entanto, na cultivar de ciclo longo e porte alto a elevação na densidade de 30 para 90 mil plantas/ha não afeta o rendimento de óleo e grãos.

4. Dentre os componentes do rendimento, o número de grãos por capítulo é o principal determinante da resposta diferencial das cultivares em relação ao rendimento de grãos, quando submetidas à elevação na densidade de plantas. Nesse caso, as cultivares de ciclo longo apresentam as maiores reduções com o número na densidade de plantas.

### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.L. **Resposta de girassol à densidade de plantas em duas épocas de semeadura e dois níveis de adubação.** Porto Alegre: Fac. Agronomia, UFRGS, 1990. 123p. Dissertação de Mestrado.
- 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.
- JONES, R.J.; SIMMONS, S.R. Effect of altered source-sink ratio on growth of maize kernels. *Crop Science*, Madison, v.23, p.129-134, 1983.
- MICHAEL, G.; BERINGER, H. The role of hormones in yield formation. In: *PHYSIOLOGICAL aspects of crop productivity*. Wageningen: IPI, 1980. p.85-116.
- MILLER, J.F.; FICK, G.N. Influence of plant population on performance of sunflower hybrids. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.58, p.597-600, 1978.
- 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 plantas associadas à colheita.** Porto Alegre: Fac. Agronomia, UFRGS, 1989. 79p. Dissertação de Mestrado.
- OLMOS, J.I.L.; CAMARGO, M.N. Conceituação preliminar de Podzólicos Bruno-Acinzentados tentativamente identificados no País. In: CARVALHO, A.P. **Conceituação sumária de algumas classes de solo recém-reconhecidas nos levantamentos e estudos de correlação dos SNLCS.** Rio de Janeiro: EMBRAPA. 1982. p.25-28. (Circular Técnica, 1).
- PONELEIT, C.G.; EGLI, D.B. Kernel growth rate and duration in maize as affected by plant density and genotype. *Crop Science*, Madison, v.19, p.385-388, 1978.
- RADFORD, B.J. Plant population and row spacing for irrigated and rainfed oilseed sunflowers (*Helianthus annuus* L.) on the Darling Downs. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, Melbourne, v.18, p.135-142, 1978.
- RIZZARDI, M.A. **Resposta de cultivares de girassol a densidade de plantas em duas épocas de semeadura.** Porto Alegre: Fac. Agronomia, UFRGS, 1991. 125p. Dissertação de Mestrado.
- ROBINSON, R.G.; 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.
- SCHMIDT, E. **Efeito de densidade e arranjo de plantas no rendimento de aqûênios e óleo, e em outras características agrônômicas do girassol**. Porto Alegre: Fac. Agronomia, UFRGS, 1985. 97p. Dissertação de Mestrado.
- 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. **Determinação dos efeitos de quatro densidades de plantas no rendimento de grãos e características agrônômicas de seis cultivares de milho**. Porto Alegre: Fac. Agronomia, UFRGS, 1972. 84p. Dissertação de Mestrado.
- SILVA, P.R.F. da; COSTA, J.A.; MUNDSTOCK, G.M. Densidade de sementeira em girassol (*Helianthus annuus* L.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto alegre, v.19, n.1, p.97-102, 1983.
- STEER, B.T. HOCKING, P.J.; KORTT, A.A.; ROXBURGH, G.M. Nitrogen nutrition of sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield components, the timing of their establishment and seed characteristics in response to nitrogen supply. **Field Crop Research**, Amsterdam, v.9, p.219-236, 1984.
- VANOZZI, G.P.; GIANNINI, A.; BENVENUTI, A. Plant density and yield in sunflower. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE GIRASOL. Conferece, 11. Argentina. **Actas...**, Mar del Plata: Asociación Argentina de Girasol, 1984. p.287-291.
- VIEGAS, G.P. Práticas culturais. In: PATERNIANI, E. (Coord.). **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1978. p.376-428.
- VRANCEANU, A.V. **El girasol**. Madrid: Mundi-Prensa, 1977. 379p.
- 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.