

RESPOSTA DE CULTIVARES DE GIRASSOL A DENSIDADE DE  
PLANTAS EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA

Mauro Antônio Rizzardi<sup>1</sup>,

Dissertação apresentada como um dos requisitos ao grau de  
Mestre em Fitotecnia, área de concentração Plantas de  
Lavoura, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul.

Porto Alegre

Maio, 1991

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo (UPF - Passo Fundo).

22 OUT 1992

D: DO Autor

NRB 43232-9

REG: 15340

CIP - CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

R627r Rizzardi, Mauro Antônio  
Resposta de cultivares de girassol  
à densidade de plantas em duas épocas  
de semeadura / Mauro Antonio Rizzardi.  
- Porto Alegre : UFRGS, 1991.  
xiii, 125p. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universi-  
dade Federal do Rio Grande do Sul.  
Programa de Pós-Graduação em Agrono-  
mia - Fitotecnia, Porto Alegre, 1991.

1. Girassol : Densidade de plantio.  
2. Girassol : Semeadura. 3. Girassol :  
Grão : Óleo : Rendimento. I. Título.

CDD: 633.85  
CDU: 633.85(043.3)

Catálogo na publicação: Biblioteca  
Setorial da Faculdade de Agronomia  
da UFRGS.

15340

T  
633.85  
R627R  
E.2

AGR  
1991/43232-9  
1992/10/22

MAURO ANTONIO RIZZARDI  
Engº Agrº (UPF)

DISSERTAÇÃO

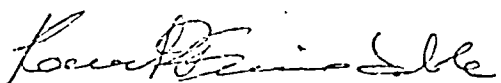
Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de


MESTRE EM FITOTECNIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PORTO ALEGRE (RS), BRASIL

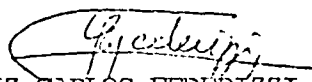
Aprovada em: 16.05.1991  
Pela Banca Examinadora

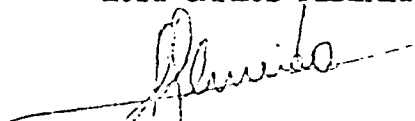
Homologada em: 08.07.1991  
Por


  
PAULO REGIS FERREIRA DA SILVA  
Orientador

  
CAIO VIDOR  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Agronomia

  
CLÁUDIO MÁRIO MUNDSTOCK

  
LUIZ CARLOS FEDERIZZI

  
MILTON LUIZ DE ALMEIDA  
UDESC/SC

  
12/ EMA MAGALHÃES LEBOUTÉ  
Diretora da Faculdade de  
Agronomia

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Paulo Régis Ferreira da Silva pela oportuna e clara orientação durante a elaboração deste trabalho, pela amizade e exemplo profissional.

Aos professores Claudio Mundstock, Luiz Carlos Federizzi e Milton Luis de Almeida, membros da banca examinadora, pelas sugestões apresentadas para melhoria deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Plantas de Lavoura pelos ensinamentos transmitidos.

Aos bolsistas de iniciação científica, Andréa e Lauro, pelo apoio e interesse que demonstraram.

Aos colegas e funcionários do Departamento de Plantas de Lavoura que, de alguma forma, contribuíram para a elaboração deste trabalho.

A CAPES, CNPq e FINEP pelo apoio financeiro.

A Débora e Nathália pelo convívio, renúncias, e compreensão. Existe somente uma forma de retribuir seus carinhos, aceitem meu amor.

Aos meus pais, e demais familiares pelo incentivo durante toda a minha formação educacional e profissional.

# RESPOSTA DE CULTIVARES DE GIRASSOL A DENSIDADE DE PLANTAS EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA<sup>1</sup>

Autor: Mauro Antônio Rizzardi  
Orientador: Paulo Régis Ferreira da Silva

## RESUMO

Um experimento foi conduzido em Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, com o objetivo de determinar a densidade mais adequada para três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, para obtenção de elevados rendimentos de grãos e óleo, bem como avaliar o efeito da densidade de plantas sobre outras características agronômicas e sobre a antecipação na colheita do girassol. Para tanto, foram utilizadas as cultivares Contisol 711, Dekalb 180 e GR-10, semeadas em 28 de julho e 18 de setembro de 1989 sob densidades de 30, 50, 70 e 90 mil plantas/ha.

Os resultados evidenciaram que as cultivares apresentaram densidades distintas para potencializar o rendimento de grãos e/ou óleo, independentemente da época de semeadura. A cultivar de ciclo curto e porte baixo (Contisol 711) apresentou maior potencial de rendimento de óleo sob a densidade de 90000 plantas/ha. Já, as cultivares de ciclo longo e porte médio e alto (Dekalb 180 e GR-10, respectivamente) apresentaram maior potencial de rendimento de grãos e óleo na densidade de 30000 plantas/ha. Com o incremento na densidade o número de grãos por capítulo reduziu-se de forma mais intensa nas cultivares de porte médio e alto do que na cultivar de porte baixo. Já para o outro componente, peso de 1000 grãos, não houve interação entre cultivar e densidade. O teor de óleo só reagiu positivamente à elevação da densidade na cultivar Contisol 711. Independentemente da densidade de plantas, a cultivar de porte alto apresentou maior acamamento do que as demais.

A elevação na densidade de plantas acelerou a perda de umidade tanto dos grãos quanto do receptáculo. Este aspecto, associado a semeadura de final de julho, propiciou a antecipação da colheita do girassol.

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Fitotecnia. Departamento de Plantas de Lavoura. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (125 p). Maio, 1991.

RESPONSE OF SUNFLOWER CULTIVARS TO PLANT DENSITY  
IN TWO PLANTING DATES<sup>1</sup>

Author: Mauro Antônio Rizzardi  
Adviser: Paulo Régis Ferreira da Silva

**SUMMARY**

An experiment was conducted at Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, in order to evaluate the plant density most adequate for three sunflower cultivars in two planting dates, to obtain high grain and oil yields and to evaluate plant density effect in other agronomic characteristics and on the harvest anticipation. The cultivars tested were Contisol 711, Dekalb 180 and GR-10, planted in July 28 and September 18, 1989, under four plant densities 30000, 50000, 70000 and 90000 plants/ha.

Results showed that the cultivars presented different densities to obtain the maximum grain and/or oil yields, regardless of planting date. The short season cultivar with low height (Contisol 711) presented higher oil yield potential of 90000 plants/ha. On the other hand, the long season cultivars with average and high height (Dekalb 180 and GR-10, respectively) presented higher grain and oil yield potentials of 30000 plants/ha.

As density increased, the number of grain per head decreased more intensively in the cultivars with average and high height in relation to the cultivars with low height. On the other hand, for the other component, weight of 1000 grains there were no interaction between cultivar and plant density. Oil content increased as plant density increased only in the cultivar Contisol 711. The highest cultivar presented more lodging than the other cultivars.

With the increase in plant density, grain and receptacle lost moisture more rapidly. This aspect, associated to planting date of July, resulted in harvest anticipation.

<sup>1</sup> M. Sc. Dissertation in Plant Science. Agricultural School- Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre (125 p) - May, 1991.

## SUMARIO

	Página
1. Introdução .....	1
2. Revisão Bibliográfica .....	4
2.1. Interrelações entre condições ambiente e densidade de plantas .....	4
2.1.1. Efeito sobre o rendimento de grãos e óleo e componentes do rendimento ...	4
2.1.2. Efeito sobre outras características agronômicas .....	10
2.2. Interrelações entre cultivares e densidade de plantas .....	12
2.2.1. Efeito sobre o rendimento de grãos e óleo e componentes do rendimento ...	12
2.2.2. Efeito sobre outras características agronômicas .....	18
2.3. Influência da variação na densidade de plantas sobre a porcentagem de acamamento .....	20
2.4. Influência da variação na densidade de plantas sobre a época de colheita .....	23
3. Material e Métodos .....	27
3.1. Caracterização edafo-climática .....	27
3.2. Tratamentos .....	28
3.3. Delineamento experimental .....	28
3.4. Instalação e condução do experimento .....	29
3.4.1. Preparo do solo e adubação .....	29
3.4.2. Semeadura .....	30
3.4.3. Tratos culturais .....	31
3.5. Determinações .....	32
3.5.1. Balanço hídrico e elementos meteorológicos .....	32
3.5.2. Teor e rendimento de óleo .....	33
3.5.3. Rendimento de grãos e componentes do rendimento .....	33
3.5.4. Área foliar por planta e índice de área foliar .....	34
3.5.5. Número de folhas por planta .....	35
3.5.6. Interceptação de radiação solar.....	36

3.5.7.	Peso seco de caule, receptáculo e de grãos por planta e peso seco da parte aérea .....	36
3.5.8.	Índice de colheita .....	37
3.5.9.	Estatura de planta .....	37
3.5.10.	Diâmetro de caule e de capítulo ....	37
3.5.11.	Porcentagem de plantas acamadas e quebradas.....	38
3.5.12.	Duração dos sub-períodos de desenvolvimento .....	38
3.5.13.	Umidade de grãos e de receptáculo...	39
3.6.	Análise estatística.....	39
4.	Resultados .....	41
4.1.	Balanço hídrico e elementos meteorológicos.	42
4.2.	Teor e rendimento de óleo .....	45
4.3.	Rendimento de grãos e componentes do rendimento .....	48
4.4.	Área foliar por planta e índice de área foliar .....	51
4.5.	Número de folhas por planta .....	58
4.6.	Interceptação de radiação solar.....	58
4.7.	Peso seco de caule, receptáculo e de grãos por planta e peso seco da parte aérea.....	61
4.8.	Índice de colheita .....	70
4.9.	Estatura de planta .....	70
4.10.	Diâmetro de capítulo e de caule .....	78
4.11.	Porcentagem de plantas acamadas e quebradas	82
4.12.	Duração dos sub-períodos de desenvolvimento	85
4.13.	Umidade de grãos e receptáculo .....	88
5.	Discussão .....	93
6.	Conclusões .....	109
7.	Bibliografia citada .....	111
8.	Apêndices .....	117



## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Rendimento de grãos de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	49
2. Peso de 1000 grãos de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	52
3. Número de grãos por capítulo de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	52
4. Número de folhas por planta de três cultivares de girassol, no estágio R <sub>1</sub> , em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90...	59
5. Peso seco de grãos por planta de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	68
6. Peso seco da parte aérea de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	68
7. Estatura de planta de três cultivares de girassol, no estágio R <sub>1</sub> , em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	74
8. Estatura de planta de três cultivares de girassol, no estágio R <sub>6</sub> , em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	74

9. Diâmetro de capítulo de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90..... 79
10. Porcentagem de plantas acamadas de três cultivares de girassol, na colheita, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul,RS, 1989/90... 83

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Balanço hídrico acumulado segundo THORNTWAITE & MATTER, capacidade de armazenamento 75 mm. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	42
2. 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 sub-períodos de desenvolvimento de três cultivares de girassol em duas épocas de semeadura, na média de densidade de plantas. EEA/UFRGS. Eldorado do Sul, 1989/90.....	44
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 .....	46
4. 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, 1989/90.....	47
5. 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.....	50
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.....	53
7. 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.....	54

8. Área foliar por planta de três cultivares de girassol, no estádio R <sub>6</sub> , em função de densidade de plantas, semeadas em 28/07/89(A) e 18/09/89 (B). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	56
9. Índice de área foliar de girassol, no estádio R <sub>6</sub> , em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	57
10. Número de folhas por planta de girassol, no estádio R <sub>1</sub> , em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura e três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90....	60
11. Interceptação de radiação solar em girassol, no estádio R <sub>1</sub> , em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	62
12. Interceptação de radiação solar, no estádio R <sub>6</sub> , em função de densidade de plantas de girassol, na média de duas épocas de semeadura e três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	63
13. Peso seco de caule por planta de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, semeadas em 28/07/89(A) e 18/09/89(B). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	64
14. Peso seco de receptáculo por planta de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, semeadas em 28/07/89(A) e 18/09/89(B). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	66
15. Peso seco de grãos por planta 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.....	69
16. Peso seco da parte aérea de girassol em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	71
17. Índice de colheita de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, semeadas em 28/07/1989(A) e 18/09/1989(B). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	72

18. Estatura de planta de girassol, no estágio R <sub>1</sub> , em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	75
19. Estatura de planta de três cultivares de girassol, no estágio R <sub>1</sub> , em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	76
20. Estatura de planta de girassol, no estágio R <sub>6</sub> , em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	77
21. Diâmetro de capítulo de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura (28/07 e 18/09/89). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90....	80
22. Diâmetro de caule de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, semeadas em 28/07/89(A) e 18/09/89(B). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 1989/90.....	81
23. Plantas acamadas de girassol em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	84
24. Plantas quebradas 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.....	86
25. Duração dos sub-períodos de desenvolvimento de três cultivares de girassol em duas épocas de semeadura e quatro densidades de plantas, de acordo com a escala de SCHNEITER & MILLER (1981). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90...	87
26. Umidade de grãos de girassol, 7 dias da colheita, em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	89
27. Umidade de grãos de três cultivares de girassol, 7 dias da colheita, em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.....	91

28. Umidade de receptáculo de girassol, 7 dias da colheita, em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90..... 92

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura no Rio Grande do Sul está alicerçada no binômio trigo-soja. A busca de alternativas para alterar este quadro, possibilitando a maximização da atividade agrícola, têm sido objetivo incessante da pesquisa.

Dentro deste contexto, o girassol ressurge como opção, apresentando adaptabilidade à diferentes condições climáticas, alta qualidade e produtividade de óleo e, principalmente, disponibilidade de cultivares de ciclo curto, o que possibilitaria o cultivo de outras culturas em sucessão, em determinadas regiões do Estado.

Há grande interesse tanto do agricultor como da indústria na introdução do girassol na entressafra da soja. Ao agricultor apresenta-se, além de alternativa econômica, como opção de manejo e conservação do solo e de melhor aproveitamento do maquinário existente na propriedade. Para a indústria, o girassol entraria como substituto da soja no processo de moagem e beneficiamento do óleo, num período de ociosidade.

Atualmente, a pesquisa têm concentrado seus esforços de modo a possibilitar, através de práticas de

manejo, a antecipação da colheita do girassol, fornecendo assim, um sistema de sucessão com as culturas tradicionais de verão, o que já vem sendo obtido, dependendo da região, com a utilização de cultivares de ciclo curto.

O rendimento de grãos de uma cultura está associado ao potencial genético da planta e a fatores edafoclimáticos presentes durante o seu crescimento e desenvolvimento. Em função disto, faz-se necessário estudar a resposta de diferentes cultivares à densidade de plantas em distintas épocas de semeadura.

A antecipação da semeadura do girassol para meados de julho resulta em parâmetros climáticos distintos durante o ciclo da planta e em posteriores oscilações no rendimento de grãos possibilitando, em consequência, a introdução antecipada da segunda cultura de verão.

A utilização de diferentes densidades de plantas ocasiona competições intraespecíficas 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. O girassol apresenta uma grande plasticidade à densidade de plantas, isto possibilita a utilização deste fator na antecipação da colheita através da senescência mais rápida das plantas sob altas densidades.

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 realizado 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.

Em sendo assim, as interrelações entre época de semeadura, cultivares e densidade de plantas são de grande importância, na medida em que interferirão nas características morfológicas da planta, ocasionando alterações no rendimento de grãos e óleo.

Os objetivos deste trabalho foram:

a) Determinar a densidade de plantas mais adequada para rendimentos de grãos e óleo de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura.

b) Verificar os efeitos de densidade de plantas em três cultivares de girassol, sob duas épocas de semeadura, sobre os componentes do rendimento e outras características agrônomicas de planta associadas à colheita mecanizada; e

c) Avaliar a eficiência da época de semeadura e densidade de plantas como práticas de manejo para antecipar a colheita do girassol.

## **2. REVISAO BIBLIOGRAFICA**

A produtividade de algumas culturas é muito influenciada pelo número de plantas por unidade de área. Sua resposta à densidade de plantas é função de diversos fatores, destacando-se as condições edafoclimáticas presentes durante o crescimento e desenvolvimento das plantas e a arquitetura das cultivares (SILVA et alii, 1983).

### **2.1 Interrelações entre condições ambiente e densidade de planta**

#### **2.1.1 Efeito sobre o rendimento de grãos e óleo e componentes do rendimento**

Os trabalhos de pesquisa com a cultura do girassol desenvolvidos na Região Fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul sob a densidade de plantas recomendada de 50000 plantas/ha, indicam que as semeaduras de agosto e setembro possibilitam melhores rendimentos de grãos (SILVA & MUNDSTOCK, 1988a). Estudando o comportamento de dois híbridos de ciclo e estatura diferentes, em dois

anos consecutivos, sob três épocas de semeadura em dois regimes hídricos, SILVA & SANGOI (1985) obtiveram maior rendimento de grãos e óleo nas semeaduras de setembro em relação à outubro e dezembro. Na média de três anos, SILVA & DALBEM (1989) não encontraram diferenças significativas no rendimento de grãos ao compararem semeaduras de final de agosto-início de setembro, com as de final de julho-início de agosto. Por outro lado, ao compararem três genótipos diferentes, SCHIOCCHET et alii (1983) obtiveram rendimentos superiores na semeadura de agosto em relação à outubro e dezembro, não ocorrendo diferenças entre cultivares quanto ao rendimento de grãos e óleo. Da mesma forma, ALMEIDA (1990) ao testar uma cultivar de ciclo curto em duas épocas de semeadura obteve produtividade superior de grãos e óleo na semeadura de final de julho em relação a setembro. No entanto, estas diferenças do rendimento de grãos entre épocas de semeadura foram mais evidentes a partir da densidade de 60000 plantas/ha, o que levou o autor a concluir que a maior resposta do rendimento de grãos ao incremento na densidade de plantas é obtida em semeaduras do cedo, final de julho-início de agosto, em relação à setembro.

Nos Estados Unidos e Austrália, diversos trabalhos realizados têm demonstrado grandes variações no rendimento de grãos e óleo, da cultura do girassol quando exposta a diferentes condições climáticas (JOHNSON & JELLUM, 1972; KEEFER et alii, 1976; UNGER, 1980; OWEN, 1983). No entanto, estas variações no rendimento de grãos e óleo estão relacionadas ao efeito simples de época de semeadura sob a

densidade de plantas recomendada.

Em estudos objetivando detectar a interação entre época de semeadura e densidade de plantas, os resultados dependem da ocorrência ou não de efeito da densidade no rendimento de grãos (JESSOP, 1977; ALESSI et alii, 1977; MILLER et alii, 1984), e estão na maioria das vezes relacionados aos tetos de rendimento de grãos obtidos nestes experimentos. Ao trabalhar com três épocas de semeadura e quatro densidades de plantas (25, 50, 75 e 150 mil plantas/ha) JESSOP (1977) não obteve interação entre época de semeadura e densidade de plantas. No entanto, os resultados deste experimento ficaram prejudicados pela baixa disponibilidade de umidade durante o seu desenvolvimento, que limitou os tetos de rendimento de grãos (780 kg/ha a 1180 kg/ha).

Sob tetos mais elevados de rendimento MILLER et alii (1984) obtiveram resposta distinta à densidade de plantas quando variaram a época de semeadura e a cultivar. Esta resposta a densidade também dependeu do local e ano de condução do experimento. Num primeiro local em Wisconsin, EUA, MILLER et alii (1984) estudando o efeito da densidade de plantas (30, 45, 60 e 75 mil plantas/ha) em duas cultivares e duas épocas de semeadura (primeira e segunda quinzena de maio) obtiveram interação entre época de semeadura e densidade de plantas e entre época de semeadura, cultivar e densidade de plantas para rendimento de grãos e componentes do rendimento. Num segundo local, os autores utilizando os mesmos tratamentos descritos

anteriormente, não encontraram efeito significativo de densidade de plantas no rendimento de grãos em nenhum dos anos (1978 a 1980). E por último, num terceiro local, sob condições normais de precipitação pluvial e com suplementação hídrica a elevação na densidade de plantas não afetou o rendimento de grãos nem o teor e rendimento de óleo. No entanto, obtiveram interação entre ano e densidade de plantas, que foi atribuída às diferenças de magnitude de redução entre anos, causada pelo incremento na densidade de plantas.

No Canadá, GUBBELS & DEDIO(1989) utilizaram três densidades de plantas ( 30, 45 e 60 mil plantas/ha) com o objetivo de determinar a densidade ótima para dois híbridos (precoce e tardio), em duas épocas de semeadura (metade de maio e metade de junho), durante três anos. Ao analisarem conjuntamente os três anos de experimento concluíram que a resposta do rendimento de grãos à elevação na densidade de plantas não variou com a época de semeadura.

O efeito simples da densidade de plantas no rendimento de grãos e componentes do rendimento varia conforme as condições ambiente durante a condução do experimento. Assim, ROBINSON et alii (1980) ao estudarem o efeito da elevação na densidade de plantas de 17 para 62 mil plantas/ha, em seis locais distintos durante dois anos, obtiveram que o rendimento de grãos aumentou em média de 1841 para 2946 kg/ha, respectivamente. No entanto, ao analisarem separadamente os resultados obtidos em cada local observaram comportamento diferencial do rendimento de

grãos a variação na densidade de plantas. Aumentos no rendimento de grãos com o acréscimo na densidade de plantas também são descritos por ZUBRISKI & ZIMMERMAN (1974); ALESSI et alii (1977) e MILLER & ROATH (1982).

Em geral, só se observam respostas positivas ao incremento da densidade quando as condições de umidade de solo são adequadas, relacionando-se diretamente com a época de semeadura. Neste sentido, RADFORD(1978) obteve maiores níveis de produtividade nas densidades de 50 a 100 mil plantas/ha sob condições irrigadas e nas densidades de 37 a 62 mil plantas/ha em condições de sequeiro.

Além do fator umidade de solo, os microclimas distintos formados pela variação na densidade de plantas influem no rendimento de grãos. Assim, STANOJEVIC (1984) concluiu que a densidade de plantas determina não somente o tamanho e forma do dossel da planta, mas também o microclima da vegetação. O autor obteve com a variação na densidade (31, 40, 47, 55 e 60 mil plantas/ha), condições mais favoráveis de temperatura e umidade relativa do ar para fotossíntese foliar na densidade de 47000 plantas/ha.

A maioria dos trabalhos que testam a interação entre época de semeadura e densidade de plantas para os componentes do rendimento (peso de grãos e número de grãos por capítulo) não analisam esta interação, mesmo que em alguns casos ela tenha sido significativa (JESSOP, 1977; MILLER et alii, 1984; GUBBELS & DEDIO, 1989). Não obstante a isto, ALMEIDA(1990) não detectou interação entre época de semeadura e densidade de plantas para peso de 1000 grãos.

No entanto, para o componente número de grãos por capítulo a interação foi significativa. Na semeadura de julho a redução no número de grãos por capítulo com a elevação na densidade de plantas foi mais intensa do que em setembro.

As condições ambiente também podem afetar a resposta do teor e rendimento de óleo à densidade de plantas. Neste contexto, SEILER (1983) afirmou que dentre os fatores ambiente destaca-se, principalmente, a temperatura durante o desenvolvimento e maturação da semente como determinante do teor de óleo nas sementes de girassol. No entanto, HARRIS et alii (1978) concluíram que sob condições de campo os efeitos da temperatura do ar sobre o teor de óleo são controversos.

A densidade de plantas sempre foi considerada como tendo pequeno efeito no teor de óleo de girassol. No entanto, mais recentemente têm se observado que ao se elevar a densidade de plantas para cultivar precoce Contisol 711 aumenta-se o teor de óleo (SCHMIDT, 1985; NEPOMUCENO, 1989). Neste sentido, ALMEIDA (1990) estudando o efeito da densidade de plantas em duas épocas de semeadura (julho e setembro) obteve, com cultivar de ciclo curto, maior teor de óleo com o incremento na densidade de plantas somente na semeadura de julho, não observando efeito de densidade na semeadura de setembro, na média de dois níveis de adubação.

Tentativas de explicação do efeito da densidade de plantas sobre o teor de óleo têm sido feitas correlacionando-o com algumas características de planta e semente. Sob este contexto, AFZALPURKAR & LAKSHMINARAYANA (1980)

observaram associação negativa entre teor de óleo e diâmetro de capítulo, o que foi posteriormente confirmado por MILLER & ROATH (1982). No entanto, o efeito de densidade de plantas no teor de óleo pode ser atribuído ao menor tamanho dos grãos sob altas densidades, como foi indicado pela associação negativa entre teor de óleo e peso de grãos obtida por FICK et alii (1974). Já, VRANCEANU (1977) afirmou que sob baixas densidades há produção de sementes maiores e com mais peso, as quais apresentam maior proporção de casca em relação aos componentes internos da semente, diminuindo em consequência o seu teor de óleo. Neste sentido, HOCKING & STEER (1983) não encontraram associação entre tamanho e peso de grãos com a proporção de casca e amêndoa, contraditoriamente ao observado por RIZZARDI & SILVA (1990).

#### 2.1.2. Efeito sobre outras características agronômicas

As condições ambiente predominantes na estação de crescimento da cultura determinam as densidades de plantas que produzirão os rendimentos máximos de grãos (SILVA, 1972). Quando a semeadura do girassol é realizada em diferentes épocas, ocorrem variações nas condições ambiente, principalmente na umidade e temperatura, durante o ciclo da cultura. Estas modificações de ambiente podem limitar o desenvolvimento da planta, não permitindo, em consequência, diferenciação do efeito da densidade de plantas sobre a



expressão de seu potencial produtivo.

A densidade de plantas pode alterar o microclima da vegetação (STANOJEVIC, 1984), determinando o crescimento da planta. Ao elevar a densidade de plantas de 25 para 50 mil plantas/ha SCHMIDT (1985) obteve, apesar da menor área foliar por planta, maior índice de área foliar. De forma semelhante, NEPOMUCENO (1989) conseguiu maior índice de área foliar com a elevação na densidade de 30 para 70 mil plantas/ha mas, constatou que na densidade de 70000 plantas/ha as folhas senesceram mais rapidamente em relação à 30000 plantas/ha, estando em conformidade ao observado por SCHMIDT(1985) e por ROBINSON et alii(1980).

Na maioria dos trabalhos que visam detectar interações entre época de semeadura e densidade de plantas os autores não descrevem os seus efeitos no crescimento da planta (JESSOP, 1977; ALESSI et alii, 1977; MILLER et alii, 1984; GUBBELS & DEDIO, 1989). Trabalhando com cultivar de ciclo curto e porte baixo ALMEIDA (1990) detectou interação entre época de semadura e densidade de plantas para cobertura do solo e entre época de semeadura, nível de fertilidade e densidade de plantas para o índice de área foliar. O autor também constatou que o efeito da densidade de plantas na intensidade de senescência foliar foi dependente da época de semeadura. Assim, na semeadura de julho o efeito da elevação na densidade de plantas sobre a senescência foliar foi menos drástico do que em setembro, o que pode ter sido uma das causas da resposta diferencial obtida para rendimento de grãos entre épocas de semeadura.

## **2.2. Interrelações entre cultivares e densidade de plantas**

Para uma dada cultivar, os rendimentos de grãos geralmente elevam-se com o aumento na população de plantas, até que um ou mais fatores (condições climáticas, edáficas e práticas de manejo) tornem-se limitantes (SILVA, 1972). No entanto, mesmo estando em idêntica densidade de plantas podem ocorrer diferenças entre cultivares precoces e tardias, as quais são mais acentuadas quando o nível de produtividade é elevado (MUNDSTOCK, 1977). A razão destas diferenças deve-se ao fato das cultivares precoces possuírem plantas de menor estatura e massa vegetativa que toleram espaçamento mais estreito entre plantas, melhorando assim o aproveitamento da luz (MUNDSTOCK, 1977). Neste sentido, para a cultura do girassol, WADE & FOREMAN (1988) concluíram que as diferentes respostas a densidade de híbridos precoces e tardios ainda suscitam dúvidas.

### **2.2.1. Efeito sobre o rendimento de grãos e óleo e componentes do rendimento**

Nas indicações de cultivo para o girassol, SILVA & MUNDSTOCK (1988b) recomendam para cultivares de ciclo longo e estatura alta (maior que 2 m) densidade de plantas próxima a 35000 plantas/ha. Por outro lado, para cultivares de ciclo precoce e estatura baixa (menor que 1,8 m)

recomendam densidades próximas a 55000 plantas/ha. Estas recomendações estão baseadas em trabalhos conduzidos na região da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, a partir de 1980.

Em condições normais de precipitação pluvial, SILVA et alii(1983), com cultivar de ciclo longo e porte alto, obtiveram rendimentos decrescentes à medida que a densidade foi elevada de 25 para 75 mil plantas/ha. Esta resposta difere substancialmente da evidenciada por SCHMIDT (1985), para uma cultivar de ciclo curto e porte baixo (Contisol 711), obtendo aumento no rendimento de grãos de 12% com o incremento na densidade de 25 para 50 mil plantas/ha. Para esta mesma cultivar e local, NEPOMUCENO (1989) observou que a elevação na densidade de 30 para 70 mil plantas/ha aumentou o rendimento de grãos de 1866 para 2250 kg/ha. De forma semelhante, testando a mesma cultivar, ALMEIDA(1990) detectou aumento no rendimento de grãos de 1978 kg/ha para 2726 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 75000 plantas/ha.

As diferenças de respostas evidenciam que a densidade de plantas ideal para a expressão do potencial de rendimento de grãos depende da cultivar utilizada. No entanto, inexistem trabalhos na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul que comparem numa mesma densidade de plantas cultivares de ciclo e arquitetura diferentes, não sendo possível avaliar a interação entre cultivares e

densidade de plantas.

Na Itália, VANOZZI et alii (1984) estudando o comportamento de dois híbridos e duas variedades de população aberta, com estaturas diferentes, à densidade 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 75000 plantas/ha. De forma contrária, tanto a variedade de estatura alta quanto a de estatura baixa apresentaram rendimento superior com densidades entre 75 e 90 mil plantas/ha. Considerando que o experimento foi conduzido sob condições de suplementação hídrica, a luz foi fator provável de competição.

Também com o objetivo de determinar se híbridos e variedades de população aberta respondem similarmente a variações na densidade de plantas, MILLER & FICK (1978) estudaram o comportamento de três híbridos e uma variedade sob densidade de 36, 48 e 72 mil plantas/ha durante três anos. A análise combinada da variância não detectou para rendimento de grãos e óleo existência de interação entre cultivar e densidade. A não observância de interação entre cultivar e densidade talvez esteja relacionada tanto ao fato dos quatro genótipos apresentarem estatura de planta semelhante quanto às características meteorológicas locais. Ou seja, como o experimento foi conduzido em região normalmente seca (Fargo, North Dakota-EUA) e sem suplementação

hídrica, é provável que algum outro fator estivesse limitando o potencial de rendimento dos genótipos estudados, a exemplo do que foi observado por MILLER et alii (1984). Por sua vez, na mesma região dos Estados Unidos, SCHNEITER et alii (1988) estudando o efeito da variação na densidade de plantas ( 32,1; 49,4; 66,7; 84,0; e 101,3 mil plantas/ha) no comportamento de híbridos de diferentes estaturas observaram maior rendimento de grãos para ambos os híbridos na densidade de 32100 plantas/ha. Entretanto, os híbridos de estatura baixa foram menos sensíveis do que os híbridos de estatura alta ao incremento na população de plantas ou seja, o rendimento de grãos do híbrido de estatura baixa diminuiu menos com a elevação na densidade de plantas.

Na Austrália, WADE & FOREMAN (1988) trabalhando com um híbrido tardio e um precoce, sob diferentes tetos de rendimento de grãos, obtiveram variação de resposta do rendimento de grãos à densidade de plantas (10, 30, 50, 70, 90 e 110 mil plantas/ha). No entanto, a variação do rendimento de grãos à densidade de plantas foi dependente da cultivar e do local. Sob condições normais de precipitação pluvial, a elevação na densidade de plantas a partir da densidade de 50000 plantas/ha diminuiu em maior intensidade o rendimento de grãos da cultivar tardia em relação à precoce. Já, em condições favoráveis (irrigado) o rendimento de grãos da cultivar tardia aumentou mais rapidamente com o incremento na densidade de plantas do que o da precoce.

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 (NEPOMUCENO, 1989; ALMEIDA, 1990; VANOZZI et alii, 1984; RADFORD, 1978). No entanto, embora não esteja explícito nos trabalhos revisados, é possível que ocorram diferenças de sensibilidade entre cultivares para os componentes do rendimento de grãos em função da densidade de plantas. Respostas distintas do número de grãos por capítulo à densidade de plantas entre épocas de semeadura foram obtidas por ALMEIDA(1990) e por VANOZZI et alii (1984) com diferentes cultivares.

Em milho, PONELEIT & EGLI (1979) não observaram interação para os componentes do rendimento de grãos entre densidade de plantas e cultivar. Segundo estes autores a planta de milho pode ajustar mais facilmente seu rendimento de grãos pela variação no número de grãos do que pela variação do peso de grãos.

Um fator que pode alterar o número de grãos por espiga, em milho, é o suprimento de assimilados ( REED & SINGLETARY, 1989). Neste sentido, JONES & SIMMONS (1983) sugeriram que a redução do suprimento de assimilados pelo desfolhamento antes do número de grãos por espiga ter sido completamente estabelecido reduz sensivelmente o seu número. Por outro lado, o desfolhamento após o início do enchimento de grãos não tem nenhum efeito. Contrariamente, no trigo o suprimento de assimilados não exerce controle na

determinação do número de grãos por espiga (MICHAEL & BERINGER, 1980).

Em girassol, TRAPANI et alii (1988) analisaram comparativamente os determinantes fisiológicos do rendimento de grãos de duas cultivares sob condições não limitantes de água e nutrientes. O número superior de grãos por capítulo obtido na cultivar Contiflor 3 em relação a Contiflor 8 foi atribuído a sua maior biomassa durante a antese, estando associada positivamente a interceptação de radiação e à maior duração do período pré antese.

Outro fator que pode ocasionar diferenças de respostas dos componentes do rendimento de grãos à densidade de plantas é a interação entre fonte e demanda como sugerido por WARDLAW (1980). Assim, o maior diâmetro de capítulo sob baixas densidades (NEPOMUCENO, 1989; ALMEIDA 1990), associado ao maior número de grãos por capítulo, alterariam a força de demanda aumentando, em consequência, o peso de grãos. Isto deve-se ao fato que, a taxa de importação de assimilados por uma demanda específica é alterada pela variação na força de demanda, a qual é o produto do seu tamanho e atividade (HO, 1988).

Um grande número de fatores são conhecidos influenciando o teor de óleo em girassol. Em qualquer análise do teor de óleo, imediatamente se observam marcadas variações entre genótipos e isso pode ser atribuído a bases genéticas ou, pode refletir a resposta particular deste genótipo às condições ambiente ou de manejo da cultura. Neste sentido, VANOZZI et alii (1987) obtiveram, ao elevar

a densidade de plantas (30, 45, 60, 75, 90 mil plantas/ha), incremento no teor de óleo somente na cultivar de estatura alta em relação a de estatura baixa. Estes resultados diferenciais entre cultivares estão em conformidade com os obtidos por RADFORD(1978).

### 2.2.2. Efeito sobre outras características agronômicas

As interrelações entre cultivares e densidade de plantas estão diretamente associadas às diferenças de arquitetura de planta entre as cultivares e sua resposta à densidade. Neste sentido, GARDNER et alii (1985) afirmaram que variando a densidade de plantas para milho e sorgo, as diferenças na arquitetura foliar e na densidade vertical de folhas alteram o padrão de distribuição da radiação dentro do dossel da planta. Por sua vez, AGUIRREZABAL et alii (1988) ao estudarem o efeito do arranjo de plantas, numa mesma densidade, na dinâmica foliar de híbridos de girassol de diferentes estaturas não observaram interação entre arranjo de plantas e cultivares.

Com relação a eficiência no uso da radiação solar, ZAFFARONI & SCHNEITER (1989) não verificaram diferenças entre híbridos ao variarem o arranjo de plantas sob densidades crescentes (35, 50 e 65 mil plantas/ha). Entretanto, com a elevação na densidade de plantas de 35 para 65 mil plantas/ha a eficiência no uso da radiação solar aumentou de 0,99 para 1,33 %, sendo atribuída ao efeito da densidade



de plantas no índice de área foliar e coeficiente de extinção de luz (K). Já, FERNANDEZ & ORIOLI (1983), mesmo sem variar a densidade de plantas observaram diferenças na estrutura e distribuição foliar entre cultivares de girassol, sugerindo que cultivares que apresentarem folhas superiores eretas podem, sob altas densidades, aumentar o rendimento de grãos através de seu menor coeficiente de extinção de luz e, em consequência, pela maior eficiência na absorção de luz durante o período de enchimento de grãos.

O rendimento de matéria seca por planta diminui com os acréscimos na densidade, entretanto a produção de matéria seca por hectare aumenta (SILVA, 1972). Neste contexto, trabalhando com cultivar de girassol de ciclo curto e porte baixo, SCHMIDT(1985) observou ao elevar a densidade de 25 para 50 mil plantas/ha que o rendimento biológico por planta foi sempre maior na densidade de 25000 plantas/ha, já o rendimento biológico por hectare na maturação fisiológica não variou em função de densidade de plantas, semelhantemente ao observado por HERNANDEZ & ORIOLI (1984).

Ao relacionar a produção de grãos e de matéria seca em função da densidade de plantas, SCHOPER et alii (1982) observaram que o índice de colheita de milho sob densidades crescentes (21,5; 43,0 e 64,5 mil plantas/ha) aumentou com a elevação na densidade. Resposta semelhante foi observada em girassol por SCHMIDT (1985), com cultivar de ciclo curto e porte baixo. Contrariamente, MAJID & SCHNEITER (1988) ao estudarem o efeito de cinco densidades

de plantas (32,1; 49,4; 66,7; 84,0 e 101,3 mil plantas/ha) sobre o índice de colheita de híbridos de girassol de diferentes estaturas observaram que o maior índice de colheita (0,39) foi obtido quando os híbridos foram estabelecidos na densidade mais baixa, a exemplo do observado por SCHNEITER et alii (1988). Esta resposta do índice de colheita à densidade de plantas foi atribuída ao maior crescimento vegetativo em detrimento dos grãos sob altas densidades, sendo relacionado à maior competição entre plantas por umidade, fertilidade e luz, principalmente durante o sub-período antese-maturação fisiológica.

### **2.3. Influência da variação na densidade de plantas sobre a porcentagem de acamamento**

Em geral, quando plantas da mesma espécie competem entre si a estatura delas, individualmente, pode variar em relação à densidade utilizada (ROBINSON et alii, 1980). Neste sentido, MILLER & ROATH (1982) constataram o aumento da estatura de planta com o acréscimo na densidade. Este aspecto, associado ao fato de que há diminuição do diâmetro de caule com a elevação na densidade (SCHMIDT, 1985; ALMEIDA, 1990) pode ocasionar maior porcentagem de plantas acamadas e/ou quebradas (SILVA & MUNDSTOCK, 1988b).

Ao trabalhar com cultivar de ciclo curto e porte baixo, SCHMIDT(1985) não observou acamamento de plantas ao elevar a densidade de 25 para 50 mil plantas/ha. De forma semelhante, com a mesma cultivar, ALMEIDA(1990) constatou,

ao utilizar densidades crescentes (30, 45, 60, e 75 mil plantas/ha), que embora houvesse elevação na estatura de plantas e redução no diâmetro de caule na densidade mais elevada, não se observou acamamento e/ou quebra de plantas na faixa de densidade testada. Este comportamento foi atribuído ao menor diâmetro de capítulo nas densidades mais elevadas em relação às mais baixas, contribuindo para contrabalançar os efeitos da maior estatura de plantas e menor diâmetro de caule. Contrariando os resultados descritos anteriormente, MILLER et alii (1984), ao estudarem o efeito da densidade de plantas ( 28,7; 43,8; 57,9 e 70,7 mil plantas/ha) sobre o desenvolvimento do girassol obtiveram porcentagem de acamamento 70% superior na densidade mais elevada, estando associada diretamente ao menor rendimento de grãos observado nesta densidade. Entretanto, os autores não especificaram as características de arquitetura da cultivar utilizada e, também, não demonstram os valores da porcentagem de acamamento obtida.

Em milho, o acamamento em algumas variedades aumenta consideravelmente com a elevação na densidade de plantas enquanto em outras este aumento é pequeno (MUNDSTOCK, 1977). Este comportamento está diretamente relacionado às diferenças de estatura de planta entre as cultivares testadas. Ao trabalhar com quatro densidades (30, 50, 70 e 90 mil plantas/ha) e seis cultivares de milho com ciclo e estatura diferentes, SILVA (1972) constatou que as cultivares tardias elevaram a porcentagem de acamamento com maior intensidade do que as precoces, quando se aumentou o

número de plantas por hectare. Em girassol VANOZZI et alii (1984) não obtiveram diferenças na intensidade de acamamento entre híbridos e variedades de polinização aberta ao elevarem a densidade de 30 para 90 mil plantas/ha.

Uma das implicações da alta porcentagem de acamamento associada a utilização de densidade mais elevadas está relacionada às perdas no momento da colheita (SILVA E MUNDSTOCK, 1988b). Assim, mesmo em colheita manual, SCHMIDT (1985) afirmou que ocorrem decréscimos quantitativos e qualitativos no produto colhido em função dos capítulos tocarem no solo sob alto acamamento, estando sujeitos ao ataque de fungos. O maior acamamento e/ou quebra de plantas também diminui a eficiência da colheita mecanizada. Em áreas nas quais os capítulos das plantas estão próximos ao solo, VRANCEANU (1977) afirmou que há dificuldade de se realizar a colheita mecânica, pois os capítulos só podem ser apanhados baixando-se a plataforma de corte. Como consequência, há coleta de grande quantidade de material vegetativo, diminuindo a eficiência da colhedora. Em face disto, MUNDSTOCK (1977) concluiu que em muitas situações deixa-se de recomendar densidades excessivamente elevadas que embora, em trabalhos experimentais produzam altos rendimentos não poderão ser efetivamente utilizadas em lavouras se a colheita se processar com colhedoras.

#### 2.4. Influência da variação na densidade de plantas sobre a época de colheita

A constante pressão exercida pelo agricultor para que se diminua o ciclo de desenvolvimento da cultura do girassol, possibilitando o estabelecimento das culturas de verão, em sucessão, em período mais próximo do recomendado têm levado a pesquisa a seguir dois caminhos. A longo prazo, através da obtenção de cultivares de ciclo mais curto e a curto prazo, através de práticas de manejo. Dentre estas práticas evidencia-se a densidade de plantas.

Variações na densidade de plantas expõe a cultura a diferentes condições de competição que podem em maior ou menor grau afetar a época de colheita. Neste sentido, ROBINSON et alii(1980) consideram que o aumento na densidade de plantas acima do mínimo requerido para a máxima produtividade pode se justificar pela antecipação na colheita do girassol.

Em trabalho realizado com objetivo de verificar o comportamento de híbridos e populações de polinização aberta de girassol à densidade de plantas, MILLER & FICK (1978) observaram que aumentando a densidade de plantas de 36 para 76 mil plantas/ha houve retardamento no início da floração. De forma semelhante, ALESSI et alii (1977) constataram que a elevação na densidade de 25 para 100 mil plantas/ha retardou a floração por um a quatro dias. Entretanto, MILLER & ROATH (1982) ao estudarem o comportamento do

girassol às densidades de 12,5; 25,0; 37,5 e 50 mil plantas/ha não obtiveram diferenças significativas na época de floração. Já a duração do período de floração foi maior sob baixas densidades devido ao maior diâmetro de capítulo. Do mesmo modo, VANOZZI et alii (1984) observaram que a elevação na densidade de 30 para 90 mil plantas/ha não afetou a duração do sub-período emergência-floração. Mas, o incremento na população de plantas reduziu a duração do intervalo entre floração e maturação fisiológica, contrariamente ao observado por MILLER & ROATH (1982). Na região da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, SCHMIDT (1985), NEPOMUCENO (1989) e ALMEIDA (1990) ao trabalharem com a mesma cultivar de ciclo curto e porte baixo não evidenciaram diferenças entre densidades na duração dos sub-períodos emergência-floração e floração-maturação fisiológica.

Em milho, SILVA (1972) constatou que o ciclo de desenvolvimento da planta é atrasado quando se aumenta a densidade de plantas, ampliando-se o intervalo entre a liberação do pólen e a emissão do estigma. Neste sentido, ROSSMAN & COOK (1967) concluíram que em altas populações o espigamento é frequentemente retardado de um a cinco dias, estando relacionado ao ajustamento da planta a altas densidade.

A cultura do girassol, ao atingir a maturação fisiológica perde umidade de maneira muito desuniforme pois os grãos secam mais depressa do que o restante da planta (MUNDSTOCK & SILVA, 1988). Esta evolução da umidade do

receptáculo e dos grãos está associada a características da planta que indicam os diferentes momentos mais apropriados à colheita (MUNDSTOCK & SILVA, 1988). Neste sentido, o aumento na competição intraespecífica pode condicionar a época de realização da colheita.

Avaliando duas densidades de plantas (25 e 50 mil plantas/ha), SCHMIDT (1985) verificou que a menor umidade de grãos e receptáculo sob altas densidades esteve relacionada a diminuição do diâmetro de caule e capítulo, número de grãos e peso de 1000 grãos, com a elevação da densidade. Menor umidade de grãos e receptáculo com elevação na densidade também foi observado por NEPOMUCENO (1989) ao estudar o efeito de três densidades de plantas (30, 50 e 70 mil plantas/ha). O autor relacionou este efeito da densidade de plantas na umidade de grãos e receptáculo a maior facilidade de perda de umidade sob altas densidades, estando associada aos capítulos menores formados nas densidades mais elevadas. Aliado a isto, o menor volume de água nos receptáculos sob altas densidades comparativamente aos capítulos maiores, formados nas densidades baixas, contribuíram para a maior perda de umidade tanto dos grãos quanto do receptáculo. Resposta semelhante foi observada por ALMEIDA (1990) ao elevar a densidade de 30 para 75 mil plantas/ha. A redução da umidade de grãos e receptáculo com aumento na densidade de plantas foi atribuída a senescência foliar mais rápida verificada sobre altas densidades. Este aspecto está relacionado, segundo SCHMIDT(1985), a menor demanda de fotossintatos pelos órgãos de reserva, em função da redução

do diâmetro e número de grãos por capítulo. Esses trabalhos realizados na Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, com cultivar de ciclo curto e porte baixo evidenciaram que o aumento na densidade de plantas pode constituir-se num método eficiente para antecipar a colheita, a exemplo do que foi observado por ROBINSON et alii(1980), MILLER & ROATH (1982), MILLER et alii (1984) e HOLT & ZENTNER(1985).



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), município de Eldorado do Sul-RS e o trabalho de laboratório no Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS em Porto Alegre, RS, na estação de crescimento 1989/90.

A Estação Experimental localiza-se na Depressão Central do Estado e possui coordenadas  $30^{\circ}05'52''$  de latitude sul e  $51^{\circ}39'08''$  de longitude oeste, a uma altitude média de 46 m acima do nível do mar.

#### 3.1. Caracterização edafo-climática

O solo da área experimental é classificado, segundo proposição de OLMOS & CAMARGO (1982), como Podzólico Vermelho Escuro, distrófico (Paleudult), pertencendo à unidade de mapeamento São Jerônimo.

O clima da região onde foi conduzido o experimento é considerado como subtropical úmido, classificado por Köppen (BRASIL, 1973) como uma transição entre CFA<sub>1</sub>

(isoterma anual inferior a  $18^{\circ}\text{C}$ ) e  $\text{CFA}_2$  ( isoterma anual superior a  $18^{\circ}\text{C}$ ). As temperaturas médias são  $14,3^{\circ}\text{C}$  no mês mais frio (junho),  $25,2^{\circ}\text{C}$  no mês mais quente (janeiro) e  $19,6^{\circ}\text{C}$  a média anual (IPAGRO, 1979). A precipitação pluvial anual média é de 1398 mm (IPAGRO, 1979).

### 3.2. Tratamentos

Os tratamentos constaram de duas épocas de semeadura, três cultivares de girassol 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), ciclo longo e estatura alta.

As densidades utilizadas foram 30000, 50000 (densidade recomendada), 70000 e 90000 plantas/hectare.

### 3.3. Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos completamente casualizados, dispostos em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições, sendo as épocas de semeadura locadas na parcela principal, as cultivares nas

sub-parcelas e as densidades de plantas nas sub-subparcelas.

A sub-subparcela era constituída por 11, 11, 9 e 7 linhas de seis metros de comprimento, respectivamente para as densidades de 30, 50, 70 e 90 mil plantas/ha. O espaçamento entre linhas foi de 0,70 metro, sendo constante para todas as densidades. O espaçamento entre plantas foi de 0,48; 0,28; 0,20 e 0,16 metro, correspondendo às densidades de 30, 50, 70 e 90 mil plantas/ha. Para a determinação do rendimento de grãos foram utilizadas as linhas cinco e seis, as quais constituíram as áreas úteis de 6,0; 6,8; 7,1 e 7,6 m<sup>2</sup>, respectivamente para as densidades de 30, 50, 70 e 90 mil plantas/ha. Como bordadura considerou-se as linhas um, quatro, sete e onze para as densidades de 30 e 50 mil plantas/ha; as linhas um, quatro, sete e nove para a densidade de 70000 plantas/ha e, as linhas um, quatro e sete para a densidade de 90000 plantas/ha. Utilizou-se também como bordadura, as duas plantas finais de cada extremidade da linha. As demais linhas foram objeto da coleta de material para determinação de outras características agronômicas.

### 3.4. Instalação e condução do experimento

#### 3.4.1. Preparo do solo e adubação

O preparo do solo constou de uma aração seguida de gradagem para nivelamento do terreno, em toda a área, no mês de julho. Antes de cada época de semeadura efetuou-se

nova gradagem com o objetivo de incorporação dos fertilizantes.

Realizou-se a adubação com 20 kg/ha de N, 80 kg/ha de  $P_2 O_5$ , 80 kg/ha de  $K_2O$  ( 400 kg/ha da formulação 5-20-20) e 1 kg/ha de B (10 kg/ha de bórax), de acordo com a recomendação da análise de solo efetuada no laboratório de solos da Faculdade de Agronomia (UFRGS), cujo resultado foi o seguinte: Argila=30%; pH(água)=5,6; pH SMP=6,2; P=15 ppm; K=144 ppm; MO=2,1 %. Em cobertura, aplicou-se 80 Kg/ha de nitrogênio na forma de uréia, quando 50% das plantas atingiram o estágio  $V_4$  (plantas com dois pares de folhas verdadeiras com no mínimo 4 cm de comprimento) de acordo com a escala de crescimento proposta por SCHNEITER & MILLER (1981). A uréia foi aplicada em sulcos próximos às linhas da sub-subparcela e, posteriormente incorporada com o auxílio de enxadas.

#### 3.4.2. Semeadura

A semeadura foi realizada em covas, com implemento manual, utilizando-se três a quatro sementes por cova. As sementes foram tratadas com metiocarbo ( Mesurol 500 FS-10 ml/kg de semente) para prevenir o ataque de pássaros. Quando as plantas estavam entre os estádios  $V_2$  (plantas com um par de folhas verdadeiras com no mínimo 4 cm de comprimento) e  $V_4$ , realizou-se o desbaste, procurando deixar uma planta por cova. Sempre que necessário, foi utilizado um sistema de compensação para as covas sem plantas emergidas.

Para tanto, era deixada uma planta a mais na cova imediatamente anterior ou posterior à cova em que não havia plantas emergidas.

### 3.4.3. Tratos culturais

Manteve-se a área experimental livre de plantas daninhas através da aplicação do herbicida metolaclo-ro em pré-emergência, na dose de 2,52 kg/ha de ingrediente ativo. Posteriormente, sempre que necessário, foram realizadas capinas manuais a fim de complementar o controle das plantas daninhas. As pragas foram controladas de modo a não prejudicar o desenvolvimento da cultura.

O experimento foi conduzido sob condições de suplementação hídrica através de irrigação por aspersão, sempre que os tensiômetros acusavam potencial de água no solo inferior a 0,5 bar. O experimento foi irrigado em 20 e 25 de outubro, 03 de novembro, 01, 06, 22 e 26 de dezembro de 1989 e em 03 de janeiro de 1990.

A fim de evitar o ataque de pássaros, ensacaram-se os capítulos com malha de raschell próximo ao estádio R<sub>8</sub> (dorso do capítulo amarelo com as brácteas verdes) da escala proposta por SCHNEITER & MILLER (1981). A colheita dos capítulos foi manual, pelo seccionamento do caule logo abaixo do seu ponto de inserção, através do uso de tesouras de poda. Para separação dos grãos do receptáculo utilizou-se uma trilhadora estacionária.

### 3.5. Determinações

#### 3.5.1. Balanço hídrico e elementos meteorológicos

O cálculo do balanço hídrico foi feito através do método de Thornthwaite-Matter, apresentado por TUBELIS & NASCIMENTO (1986). Os valores de precipitação pluvial e evapotranspiração potencial mensais, durante o período de julho de 1989 a janeiro de 1990 foram fornecidos pela Seccão de Ecologia Agrícola do IPAGRO, a partir de dados coletados na Estação Meteorológica da EEA/UFGRS, em Eldorado do Sul, RS, a qual está distanciada cerca de dois quilômetros do local do experimento.

Para a determinação da capacidade de armazenamento de água no solo foi utilizada a expressão:

$$C.A. = \frac{CC - PMP}{100} \cdot Ds \cdot h(1) \quad (\text{TUBELIS \& NASCIMENTO, 1986})$$

onde:

CC = umidade do solo na capacidade de campo em base gravimétrica (%);

PMP = umidade do solo no ponto de murcha, em base gravimétrica (%);

Ds = densidade aparente do solo ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ); e

h = profundidade do sistema radicular (mm).

Tomou-se como base para determinação da CC, PMP e Ds os valores obtidos por FARIAS (1981) para o solo São Jerônimo. No cálculo da quantidade de água disponível utilizou-se os valores de 13,4% de umidade gravimétrica na

capacidade de campo, 7,2% de umidade gravimétrica no ponto de murcha permanente,  $1,67 \text{ g/cm}^3$  para a densidade aparente do solo e profundidade do sistema radicular de 80 cm. Com estes valores, obteve-se capacidade de armazenamento de 83 mm, e se utilizou a tabela de 75 mm para os valores do armazenamento residual de água no solo, apresentada por TUBELIS & NASCIMENTO (1986).

Foram coletados os valores diários de temperatura média e radiação solar global observados na Estação Meteorológica da EEA/UFRGS durante a condução do experimento, bem como valores de temperatura média e radiação solar global média do período de 1964 à 1977 (IPAGRO, 1979).

### 3.5.2. Teor e rendimento de óleo

O teor de óleo nos grãos foi obtido pela extração com éter sulfúrico, utilizando-se o aparelho de Twillsemann.

O rendimento de óleo nos grãos foi calculado por regra de três simples, levando-se em conta o teor de óleo e o rendimento de grãos em cada sub-subparcela.

### 3.5.3. Rendimento de grãos e componentes do rendimento

O rendimento de grãos foi determinado através da extrapolação da produção obtida na área útil das sub-subparcelas para um hectare, considerando-se a umidade

padrão de 10%, corrigida pela utilização da fórmula:

$$PCA = \frac{(100-UC) \times P}{100 - UR} \quad (2)$$

onde:

PCA = peso corrigido de grãos;

UC = umidade dos grãos no momento da pesagem;

P = peso de grãos da área útil da sub-subparcela; e

UR = umidade requerida.

Dentre os componentes do rendimento, 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. O valor obtido foi corrigido para umidade de 10% e por regra de três simples, obteve-se o peso de 1000 grãos. O número de grãos por capítulo foi obtido utilizando-se a seguinte fórmula:

$$NGC = \frac{PTG \times 1000}{PM \times NC} \quad (3)$$

onde:

NGC = número de grãos por capítulo;

PTG = peso total de grãos da área útil;

PM = peso de mil grãos em cada subparcela; e

NC = número de capítulos colhidos na área útil.

#### 3.5.4. Área foliar por planta e índice de área foliar

A área foliar por planta foi determinada no estágio



R<sub>6</sub> (antese completa e plantas com máxima área foliar) da escala de SCHNEITER & MILLER (1981), tomando-se oito plantas por sub-subparcela, nas linhas dois e três. Após o corte da planta, destacaram-se as folhas, sendo medida a área foliar de duas destas plantas, em um integrador eletrônico de área, modelo Lambda Li 3000. Posteriormente, as folhas medidas foram postas a secar em estufa com circulação forçada de ar à 75<sup>o</sup>C, até peso constante. As folhas das seis plantas restantes também foram submetidas ao mesmo processo de secagem. De posse dos valores de peso seco das folhas e área foliar das duas plantas medidas, juntamente com o peso seco de folhas das demais plantas, por regra de três simples, obteve-se a área foliar por planta.

O índice de área foliar foi obtido pela razão entre a área foliar de uma planta, medida no estágio R<sub>6</sub>, e a área de solo por ela ocupada.

#### 3.5.5. Número de folhas por planta

Para a contagem do número de folhas por planta marcou-se a décima folha de oito plantas por sub-subparcela no estágio V<sub>12</sub> (doze folhas verdadeiras com no mínimo 4 cm de comprimento) da escala de SCHNEITER & MILLER (1981). Posteriormente, no estágio R<sub>1</sub> (aparecimento de botão floral), contou-se o número total de folhas diferenciadas por planta.

### 3.5.6. Interceptação de radiação solar

A interceptação de radiação solar e/ou cobertura do solo proporcionada pela cultura foi avaliada nos estádios  $R_1$  e  $R_6$ .

Em cada sub-subparcela foi colocado um quadrado com 3,4 m de lado, com dois cordões dispostos nas diagonais opostas. Estes cordões tinham 4,8 m e foram marcados em pontos distanciados de 0,25 m, totalizando 20 pontos por cordão. Nestes pontos baixava-se perpendicularmente ao solo um barbante com um peso e uma agulha na ponta. Este procedimento foi repetido a cada ponto, anotando-se quantas vezes a agulha tocava nas folhas da cultura. Assim procedido, caso houvesse contato nos 40 pontos, a cobertura do solo proporcionada pela cultura era de 100%.

### 3.5.7. Peso seco de caule, receptáculo e de grãos por planta e peso seco da parte aérea

Na obtenção do peso seco de caule, receptáculo e de grãos por planta fez-se a coleta de oito plantas, cortadas ao nível do solo, uma semana antes da colheita. Após o corte, foram postos a secar, separadamente, grãos, receptáculo e caule com folhas. A secagem deu-se em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de  $75^{\circ}\text{C}$  até peso constante. Com o somatório do peso das diferentes partes da planta obteve-se o peso seco da parte aérea por planta.

### 3.5.8. Índice de colheita

O índice de colheita, que expressa a relação entre o peso de grãos e o rendimento biológico total da parte aérea da planta, foi calculado pela fórmula:

$$IC = \frac{PG}{PST} \quad (4)$$

onde:

IC = índice de colheita;

PG = peso seco de grãos; e

PST = peso seco total da parte aérea.

### 3.5.9. Estatura de planta

A estatura de planta foi determinada nos estádios R<sub>1</sub> e R<sub>6</sub> (máxima estatura), medindo-se a distância entre o nível do solo e a inserção do capítulo no caule, em dez plantas por sub-subparcela.

### 3.5.10. Diâmetro de caule e de capítulo

Os diâmetros de caule e de capítulo foram avaliados uma semana antes da colheita, em dez plantas tomadas ao acaso dentro da área útil da sub subparcela. A avaliação do diâmetro de caule foi efetuada com paquímetro, a 5 cm acima do nível do solo. Na medição do diâmetro de capítulo foi utilizada fita métrica, medindo-se a distância entre as

brácteas em uma linha imaginária no centro do capítulo.

### 3.5.11. Porcentagem de plantas acamadas e quebradas

As porcentagens de plantas acamadas e quebradas foram determinadas por ocasião da colheita na área útil da sub-subparcela. Para tanto, contou-se o número total de plantas presentes e o número total de plantas acamadas e quebradas e, por regra de três simples determinou-se o percentual de plantas acamadas e quebradas. Considerou-se como plantas acamadas aquelas que apresentavam ângulo entre a superfície do solo e o caule inferior  $A 45^{\circ}$ .

### 3.5.12. Duração dos sub-períodos de desenvolvimento

A duração dos sub-períodos de desenvolvimento das plantas de girassol foi determinada seguindo a escala de desenvolvimento proposta por SCHNEITER & MILLER (1981):

semeadura-emergência: determinada pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a emergência de 50% das plântulas;

emergência - diferenciação do botão floral ( $R_1$ ): determinada pelo número de dias entre a emergência e o estágio  $R_1$ ;

diferenciação( $R_1$ ) - antese( $R_5$ ): número de dias decorridos entre o estágio  $R_1$  e  $R_5$ ;

antese( $R_5$ ) - maturação fisiológica( $R_9$ ): número de dias decorridos entre os estádios  $R_5$  e  $R_9$ ; e

maturação fisiológica( $R_9$ ) - colheita: número de dias entre os estádios  $R_9$  à maturação de colheita.

### 3.5.13. Umidade de grãos e de receptáculo

A determinação da umidade de grãos e de receptáculo foi realizada sete dias antes da colheita. A avaliação constou da debulha manual de oito capítulos por sub-subparcela. Após, fez-se a pesagem dos grãos e receptáculos, colocando-os a secar em estufa até peso constante, sendo em seguida novamente pesados. De posse dos dados de peso, calculou-se a umidade dos mesmos.

### 3.6. Análise estatística

A análise estatística foi realizada pela análise de variância de todas as determinações efetuadas. A comparação entre médias, quando houve significância para diferenças entre tratamentos, foi efetuada através do teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

A característica interceptação de radiação solar (estádios  $R_1$  e  $R_6$ ) sofreu transformação arco seno  $\sqrt{Y}$  dos dados para a realização da análise de variância, conforme tabela de Bliss apresentada por GOMEZ & GOMEZ (1984). Com a mesma finalidade, as características plantas quebradas e plantas acamadas sofreram transformação  $\sqrt{x + 1/2}$  dos dados, seguindo orientação de GOMEZ & GOMEZ (1984).

Para época de semeadura e cultivar foi realizada a análise de regressão entre cada variável e densidade de plantas. Também, foram realizadas análises de correlação para verificar o grau de associação fenotípica entre algumas das variáveis. A análise de correlação foi calculada de duas formas, uma considerando todos os tratamentos juntos e outra isolando as cultivares.

## 4. RESULTADOS

A apresentação dos resultados seguirá a sequência do item determinações, descrito em material e métodos, enfatizando inicialmente as condições meteorológicas ocorridas durante a estação de crescimento seguida pelo rendimento de óleo e grãos e seus componentes. Após, serão abordados aspectos referentes a características de planta associadas à colheita. Durante a descrição dos resultados será dada ênfase à resposta das cultivares à densidade de plantas, sem considerar o efeito simples de cultivar.

### 4.1. Balanço hídrico e elementos meteorológicos

A análise do balanço hídrico indica ter havido excesso hídrico durante a maior parte da estação de crescimento, em função da precipitação pluvial ocorrida e da suplementação hídrica realizada (Figura 1). A precipitação pluvial durante a condução do experimento foi de 838 mm, observando-se período de menor precipitação nos meses de outubro e novembro, com valores de 65,8 mm e 94,6 mm, respectivamente. A suplementação hídrica realizada a partir

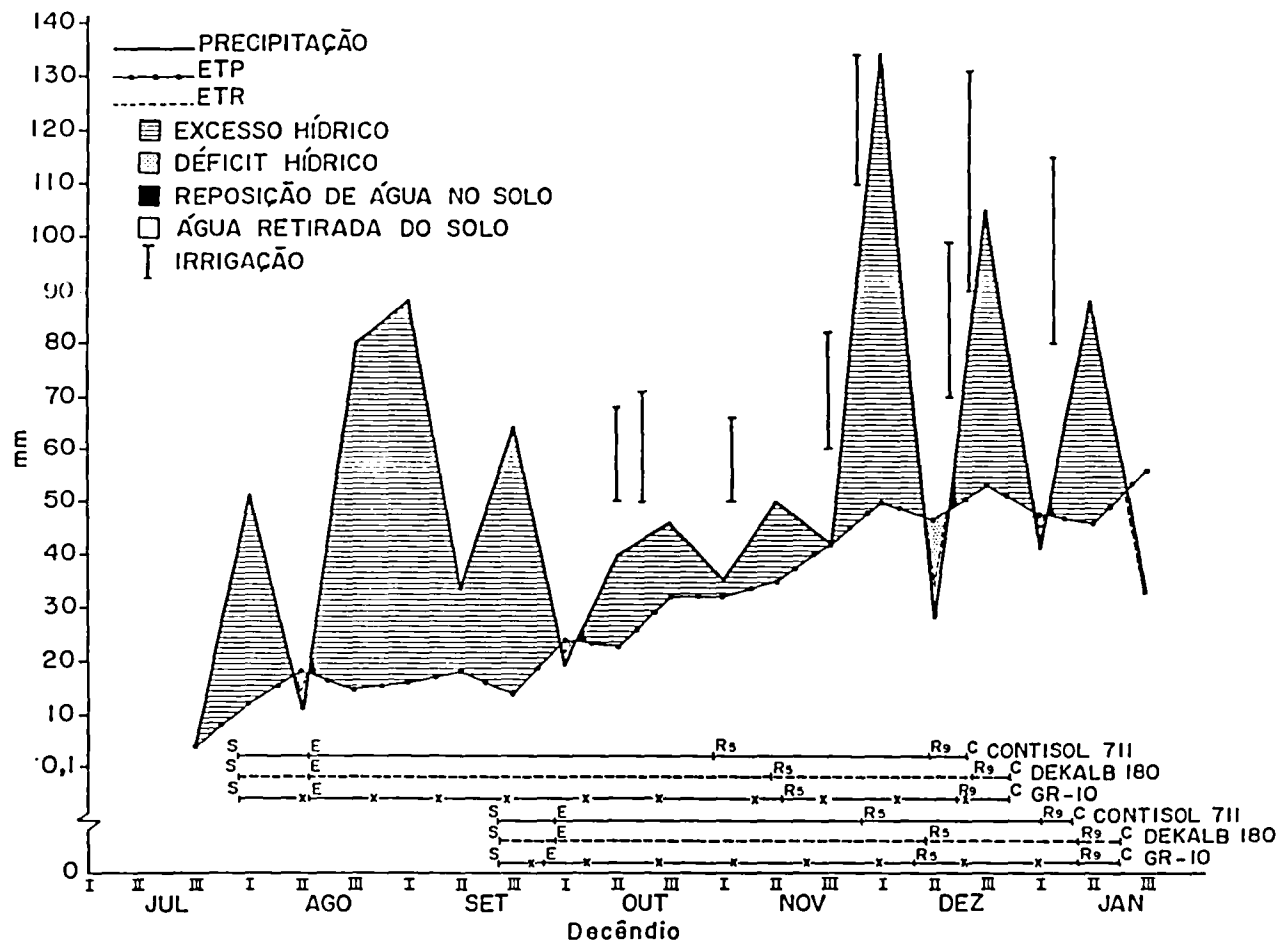


FIGURA 1 - Balanço hídrico acumulado segundo THORNTWAITE & MATTER, capacidade de armazenamento 75 mm, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.



do segundo decêndio de outubro minimizou possíveis ocorrências de déficit hídrico, contribuindo para o excesso hídrico observado. Somente no segundo decêndio de dezembro foi observada uma pequena deficiência hídrica.

No período compreendido entre os meses de julho a 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 para estes dois elementos meteorológicos na região (Figura 2). Na primeira época de semeadura a temperatura média do ar foi inferior à verificada na segunda época, com valores de  $20,8^{\circ}\text{C}$  e  $23^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. As máximas temperaturas médias diárias do ar foram observadas no mês de dezembro, ultrapassando a  $24^{\circ}\text{C}$ . Este período coincidiu com o sub-período de floração ( $R_5$ ) a maturação fisiológica ( $R_9$ ) das cultivares na segunda época de semeadura. Já, na primeira época a temperatura média durante o enchimento de grãos foi de  $22^{\circ}\text{C}$ . Para as duas épocas de semeadura as menores temperaturas médias foram observadas durante o sub-período emergência-diferenciação do botão floral ( $R_1$ ), com respectivamente  $15,7^{\circ}\text{C}$  e  $21,3^{\circ}\text{C}$ .

A radiação solar global média (Figura 2) até o estágio  $R_5$  para a cultivar precoce (Contisol 711); semeada em julho, foi inferior a  $400 \text{ cal/cm}^2/\text{dia}$ ; a partir daí aumentou, atingindo seu valor máximo de  $554 \text{ cal/cm}^2/\text{dia}$  no primeiro decêndio de dezembro. Para as três cultivares testadas, na segunda época de semeadura o sub-período de enchimento de grãos ( $R_5$  a  $R_9$ ) deu-se sob valores superiores de radiação solar em relação aos verificados na primeira

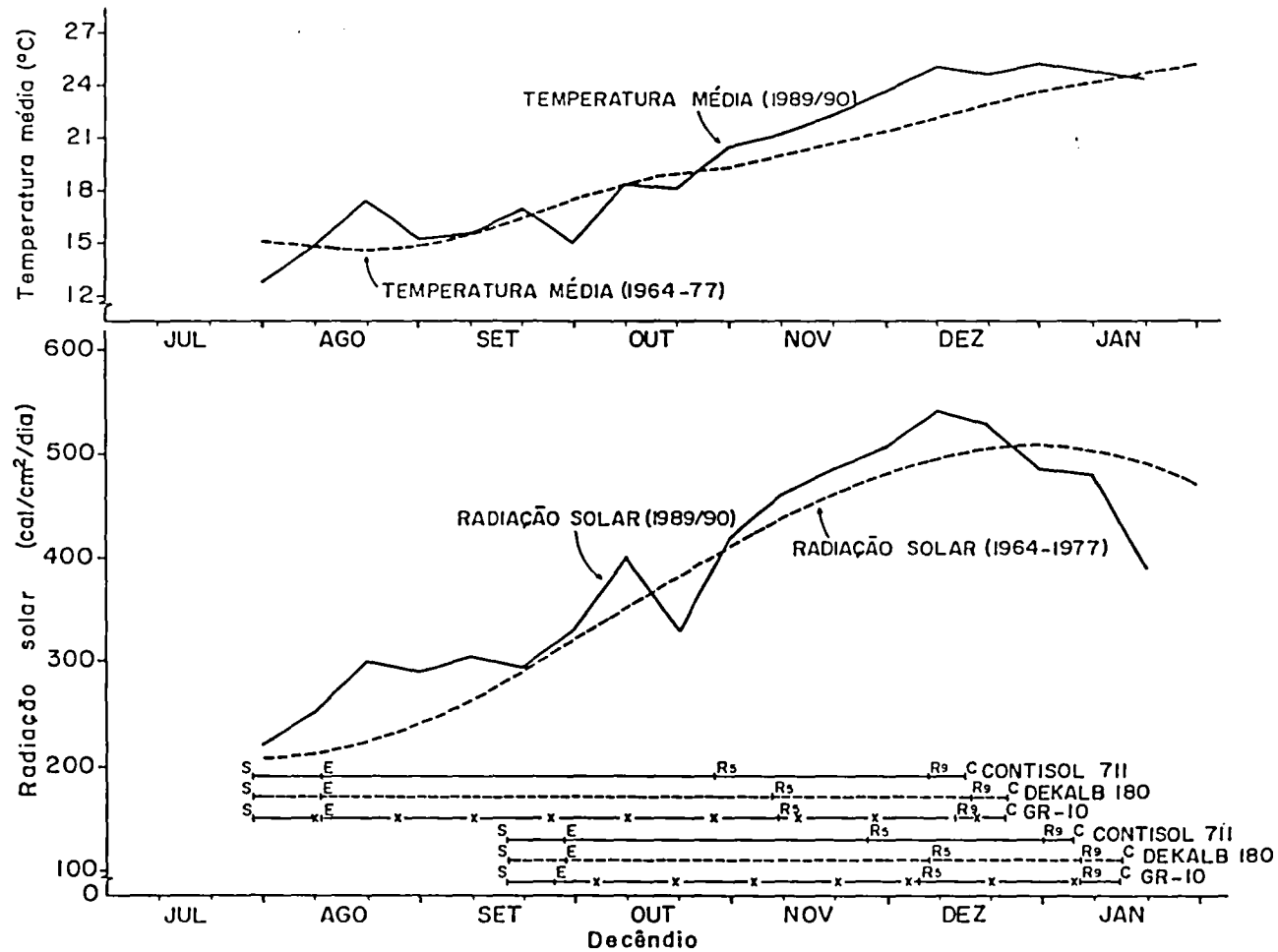


FIGURA 2 - Temperatura média do ar e radiação solar por decênio no ano agrícola 1989/90 e temperatura média e radiação solar global média dos anos de 1964/1977 e diferentes sub-períodos de desenvolvimento de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de densidade de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

época, com radiação de 508 e 488 cal/cm<sup>2</sup>/dia, respectivamente.

#### 4.2. Teor e rendimento de óleo

Para o teor de óleo nos grãos, tanto os efeitos simples dos três fatores estudados quanto a interação entre cultivar e densidade de plantas foram significativos (Apêndice 1). A medida em que se retardou a época de semeadura de julho para setembro, o teor de óleo nos grãos reduziu em 6 %, apresentando na primeira época 48,2 % e na segunda época 45,3 % de óleo nos grãos. As cultivares comportaram-se de forma diferenciada para o teor de óleo à alteração na densidade de plantas (Figura 3). Das três cultivares testadas, somente a Contisol 711 (precoce e de estatura baixa) reagiu à densidade de plantas, aumentando linearmente o teor de óleo nos grãos com o incremento na população de plantas. Para esta cultivar, o teor de óleo foi 19 % superior na densidade de 90000 em relação a de 30000 plantas/ha.

Para rendimento de óleo somente foi significativa a interação entre cultivar e densidade de plantas (Apêndice 1). Na média de duas épocas de semeadura, a cultivar precoce (Contisol 711) aumentou linearmente o rendimento de óleo com a elevação na densidade de plantas, apresentando na densidade de 90000 plantas/ha rendimento 26% superior em relação a de 30000 plantas/ha (Figura 4). Já, as cultivares Dekalb 180 e GR-10 (tardias e de estatura média e alta,

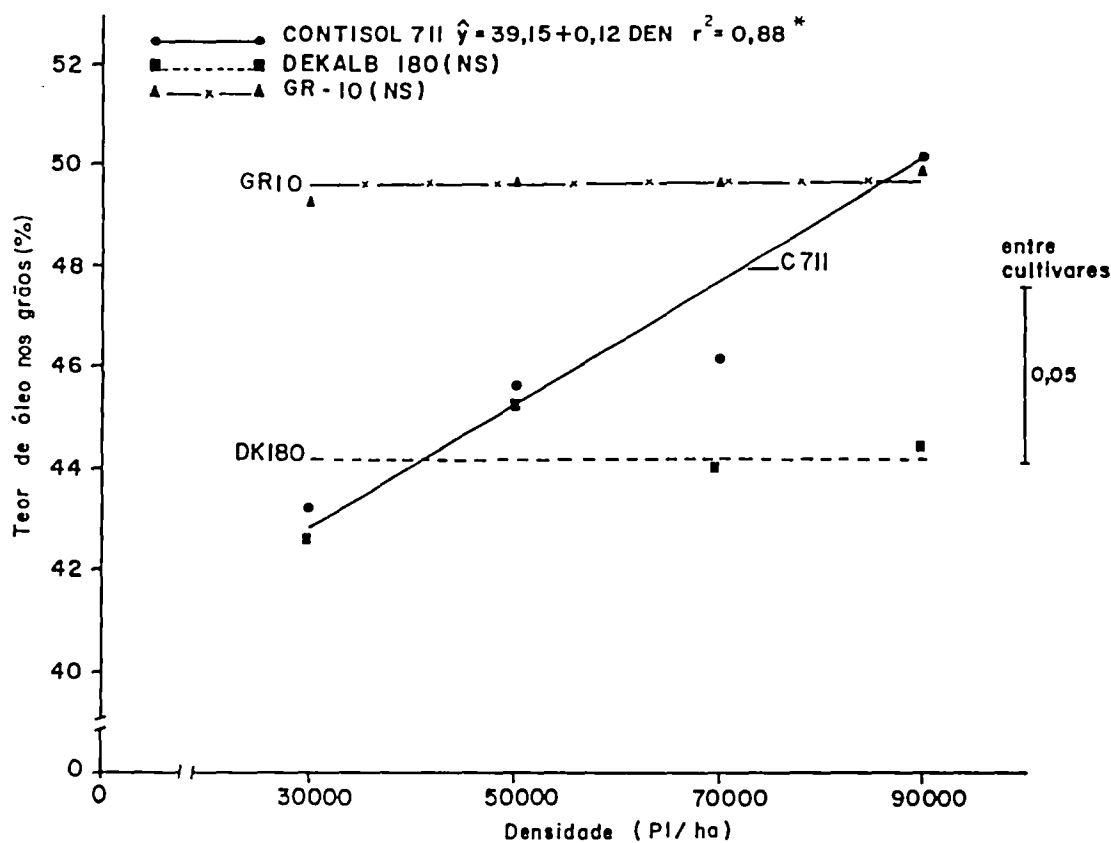


FIGURA 3 - Teor de óleo nos grãos de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

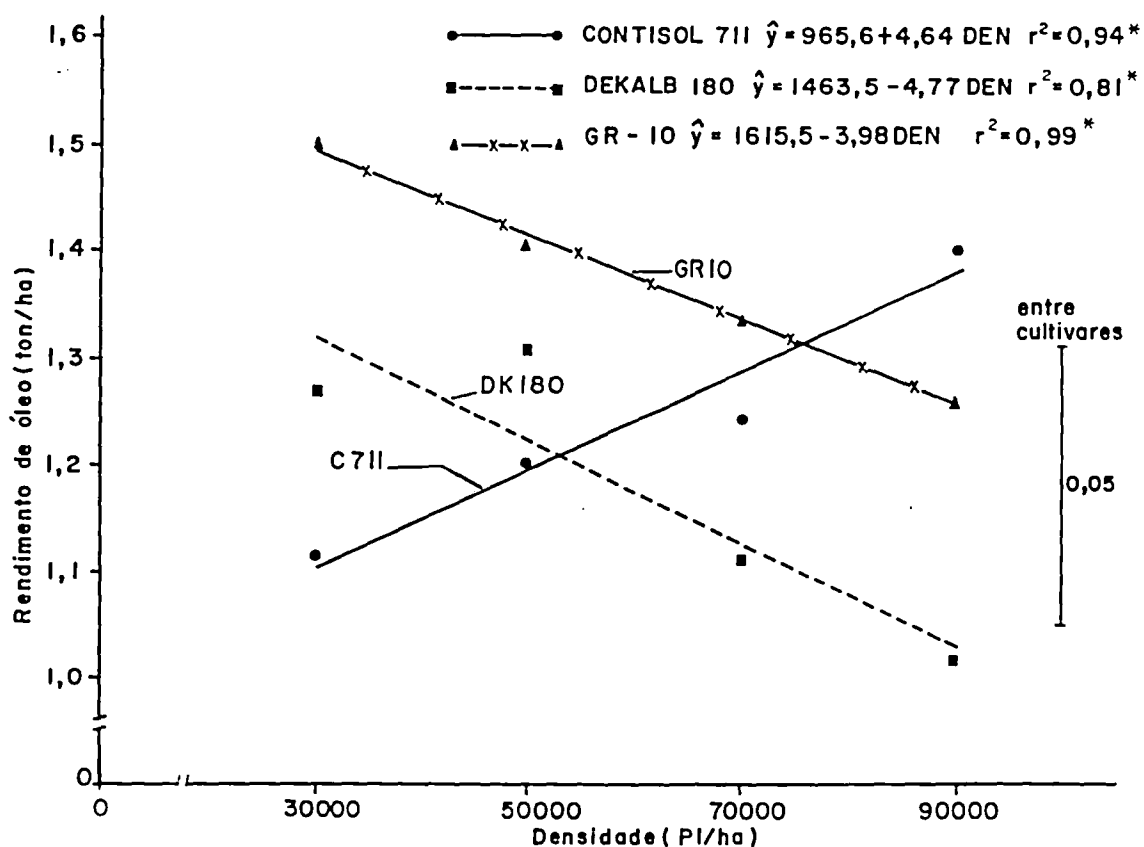


FIGURA 4 - Rendimento de óleo de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

respectivamente) diminuíram linearmente o rendimento de óleo à medida que se aumentou a densidade de plantas, reduzindo o rendimento em 20% na Dekalb 180 e em 26% na GR-10 com o incremento na população de 30000 para 90000 plantas/ha.

#### 4.3. Rendimento de grãos e componentes do rendimento

Para o rendimento de grãos foi significativo o efeito simples de densidade de plantas e a interação entre cultivar e densidade (Apêndice 1). As três cultivares não reagiram à época de semeadura para esta característica (Tabela 1). Entretanto, para a cultivar Contisol 711 observou-se na segunda época de semeadura rendimento de grãos 17% superior em relação à primeira época de semeadura, na média de densidade de plantas. O efeito da densidade de plantas no rendimento de grãos foi dependente da cultivar (Figura 5). 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 em que se elevou a densidade de plantas apresentando respectivamente, rendimento de grãos 23 e 17 % inferiores na densidade de 90000 em relação ao observado com 30000 plantas/ha.

Para o peso de 1000 grãos foram significativos os três efeitos simples e a interação entre época de semeadura e cultivar (Apêndice 1). O peso de grãos foi sempre

TABELA 1. Rendimento de grãos de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r			Médias
	Contisol 711	Dekalb 180	GR - 10	
	Rendimento de grãos (kg/ha)			
28/07/89	2450	2690	2810	2650 n.s.
18/09/89	2880	2650	2620	2717
Médias	2665 n.s.	2670	2715	

n.s. não significativo.

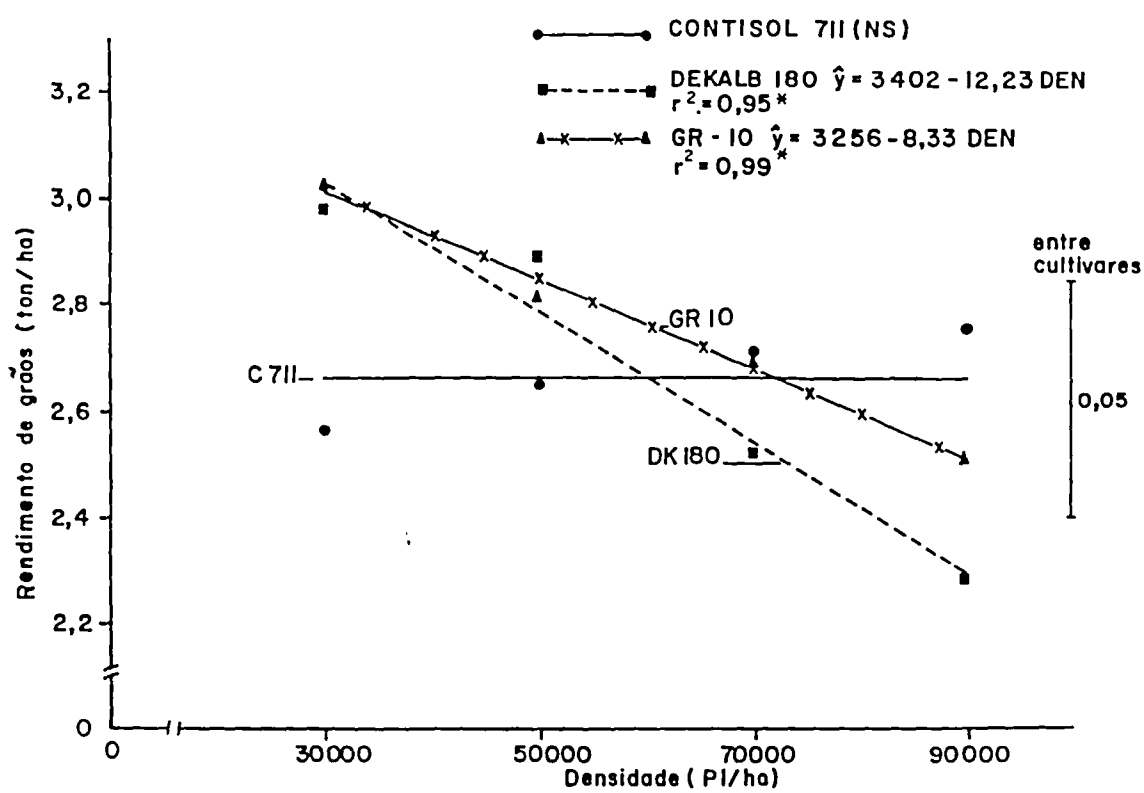


FIGURA 5 - Rendimento de grãos de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.



superior na primeira época de semeadura, aumentando em 23, 22 e 19%, respectivamente, para as cultivares Contisol 711, Dekalb 180 e GR-10 à medida que se retardou a semeadura de julho para setembro (Tabela 2). Na média de época de semeadura e cultivar, o peso de grãos diminuiu de forma quadrática com a elevação na densidade de plantas, reduzindo em 31% quando se aumentou a população de plantas de 30000 para 90000 plantas/ha (Figura 6).

Para o número de grãos por capítulo foram significativos os três efeitos simples e as interações entre época de semeadura e cultivar e entre cultivar e densidade de plantas (Apêndice 1). Na média de densidade de plantas, a semeadura de setembro propiciou maior número de grãos por capítulo em relação à semeadura de julho, porém as cultivares reagiram diferentemente à época de semeadura quanto ao aumento no número de grãos (Tabela 3). Enquanto a cultivar Contisol 711, precoce, aumentou em 66%, as cultivares Dekalb 180 e GR-10, tardias, aumentaram, respectivamente, 28 e 11% o número de grãos por capítulo à medida em que se retardou a semeadura para setembro. 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 (Figura 7).

#### 4.4. Área foliar por planta e índice de área foliar

Para a área foliar por planta foram significativos

TABELA 2. Peso de 1000 grãos de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR 10
	Peso de grãos (g)		
28/07/89	*A 68 a**	A 60 b	A 43 c
18/09/89	B 52 a	B 47 a	B 35 b

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

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

TABELA 3. Número de grãos por capítulo de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR 10
	Número de grãos/capítulo		
28/07/89	*B 661 c**	B 885 b	B 1321 a
18/09/89	A 1095 b	A 1136 b	A 1463 a

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

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

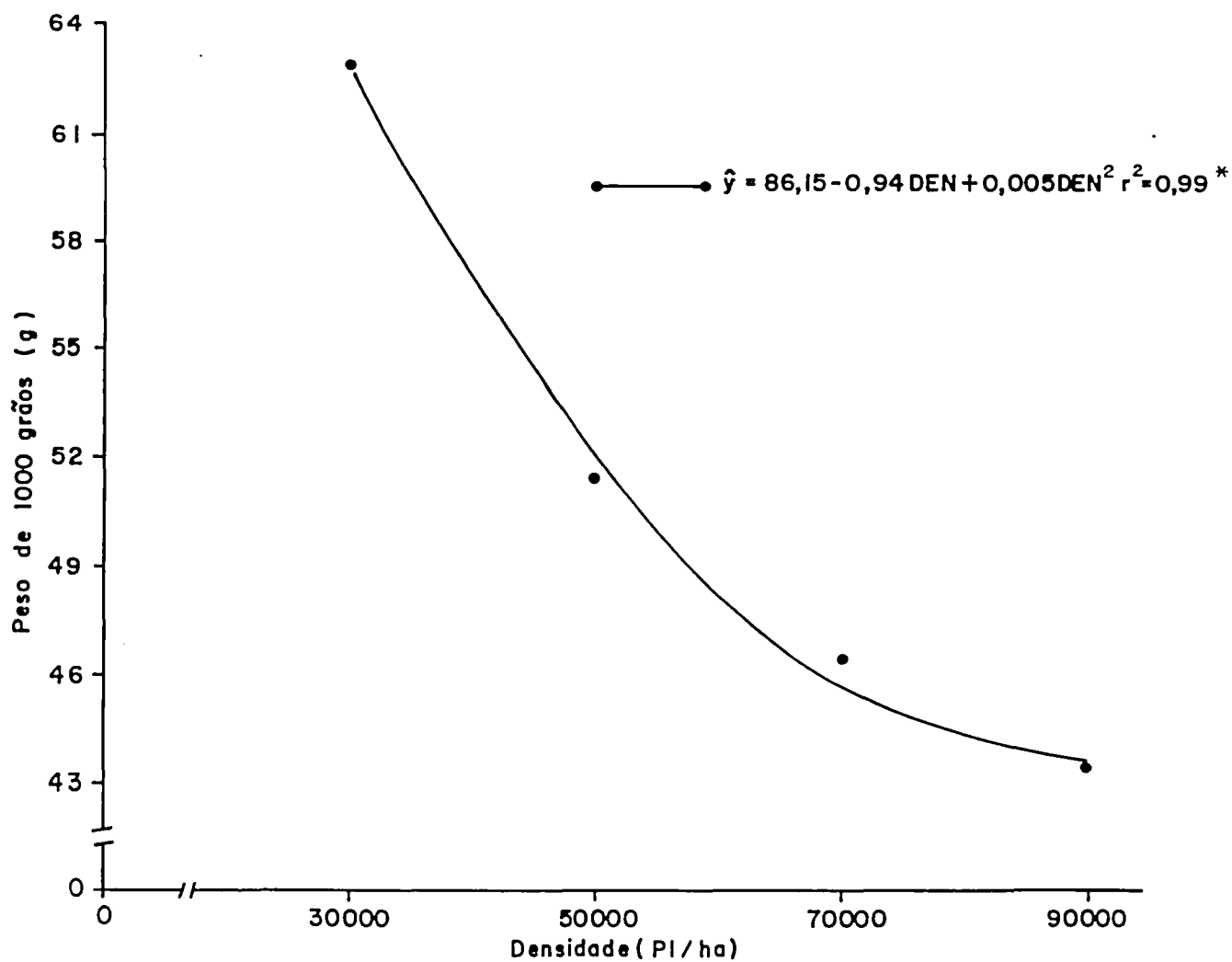


FIGURA 6 - Peso de 1000 grãos de girassol em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura e três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

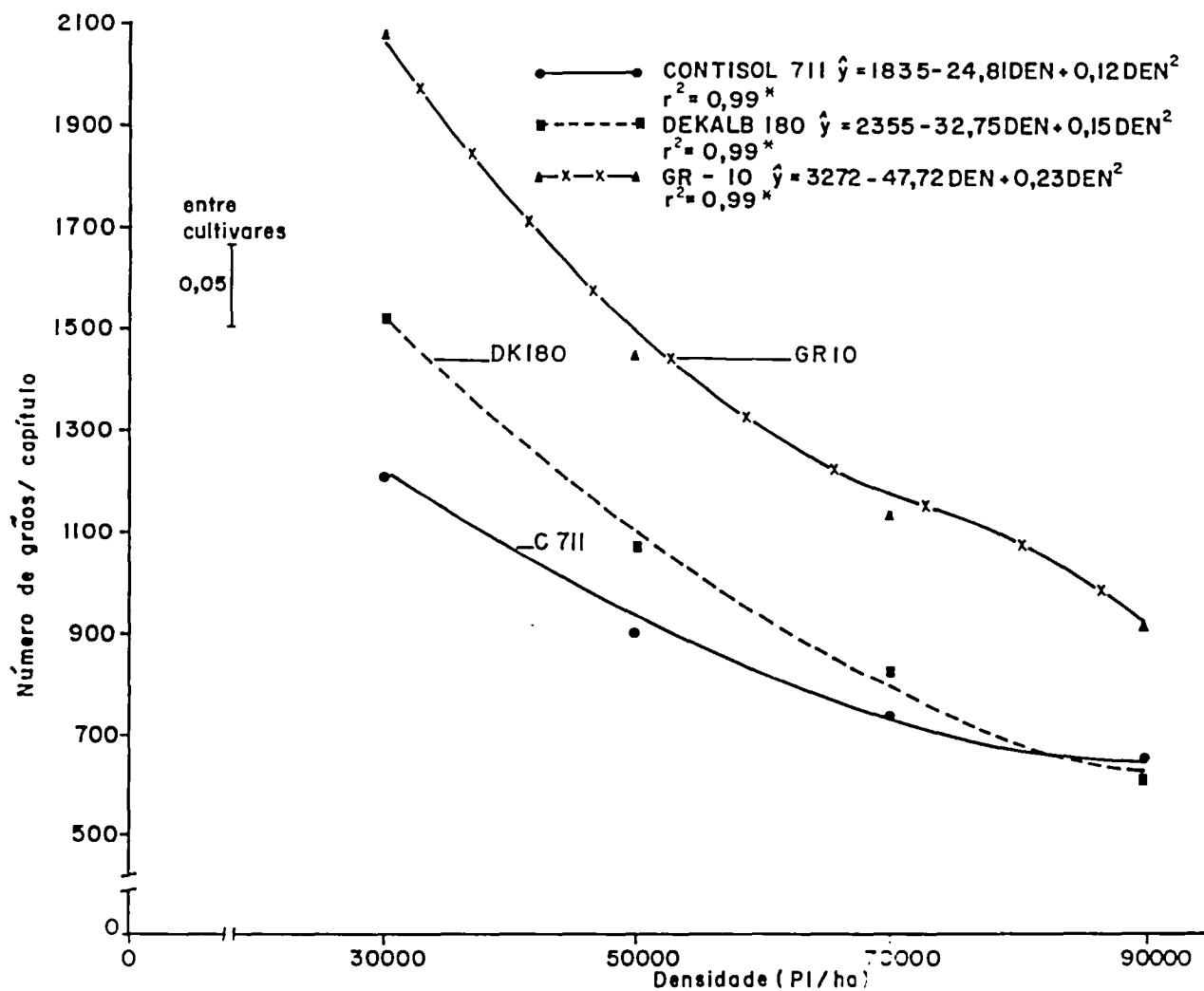


FIGURA 7 - Número de grãos por capítulo de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

os efeitos simples de cultivar e densidade de plantas, as interações entre época de semeadura e cultivar e entre cultivar e densidade, bem como a interação tríplice entre época de semeadura, cultivar e densidade de plantas (Apêndice 1). Em ambas as épocas de semeadura, a cultivar Contisol 711 diminuiu linearmente a área foliar com o incremento na população de plantas, enquanto as cultivares Dekalb 180 e GR-10 diminuíram de forma quadrática (Figura 8). Na semeadura de julho, as cultivares GR-10 e Dekalb 180 reduziram, respectivamente, 62 e 56 % a área foliar por planta quando se aumentou a densidade de plantas de 30000 para 90000 plantas/ha e a cultivar precoce, Contisol 711, reduziu em 51%. Já, na semeadura de setembro as reduções na área foliar por planta foram de 58, 63 e 60%, respectivamente, para as cultivares Contisol 711, Dekalb 180 e GR-10, à medida em que se elevou a densidade de 30000 para 90000 plantas/ha.

Para o índice de área foliar (IAF) foram significativos os efeitos simples de cultivar e densidade de plantas, e a interação entre época de semeadura e densidade de plantas (Apêndice 1). As três cultivares testadas, na média de época de semeadura e densidade de plantas, apresentaram valores médios de IAF de 2,6; 2,9 e 3,3 respectivamente para as cultivares Contisol 711, Dekalb 180 e GR-10. Enquanto na primeira época de semeadura o IAF aumentou de forma quadrática, na segunda época aumentou linearmente com o incremento na população de plantas (Figura 9). O IAF aumentou 27% e 19%, respectivamente para primeira e

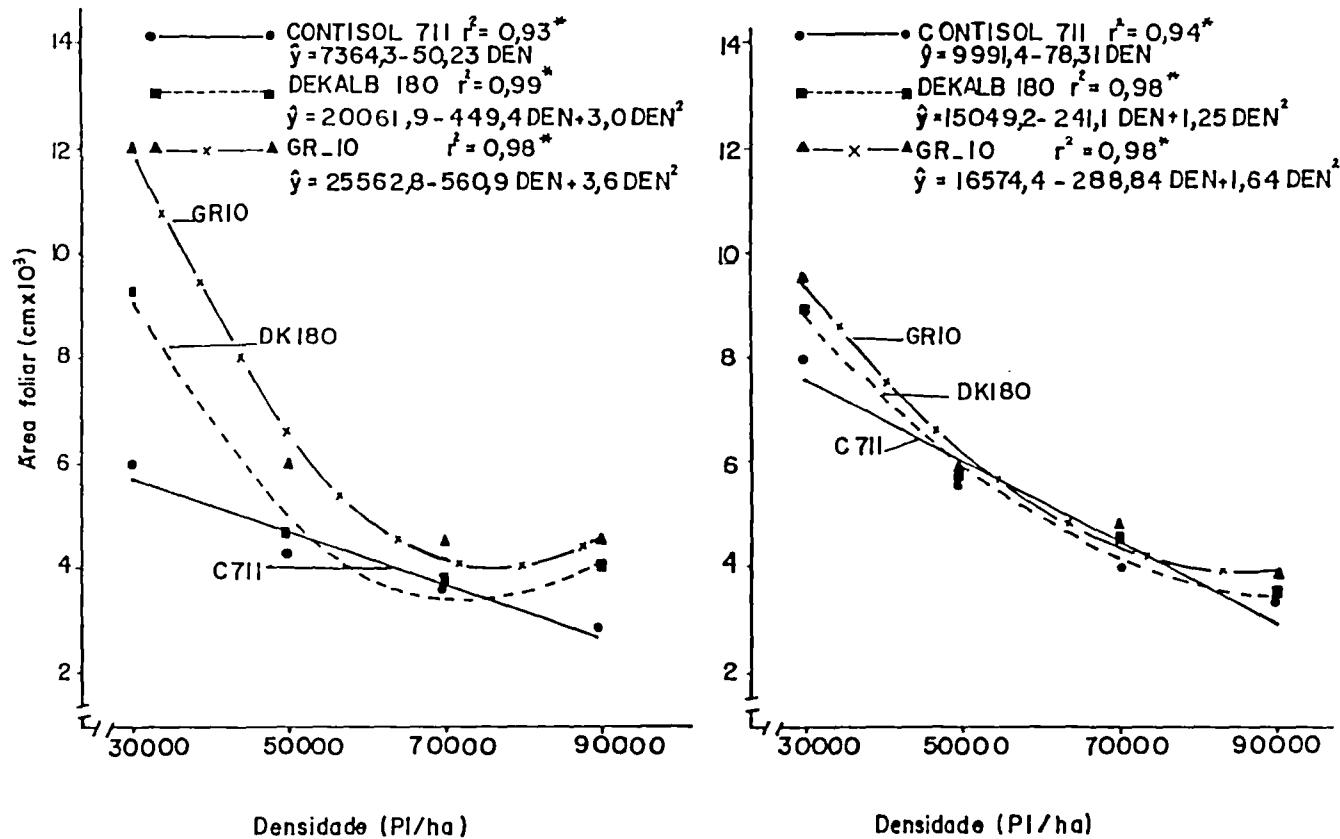


FIGURA 8 - Area foliar por planta de três cultivares de girassol, no estágio R<sub>6</sub>, em função de densidade de plantas, semeadas em 28/07/89(A) e 18/09/89(B). EEA / UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

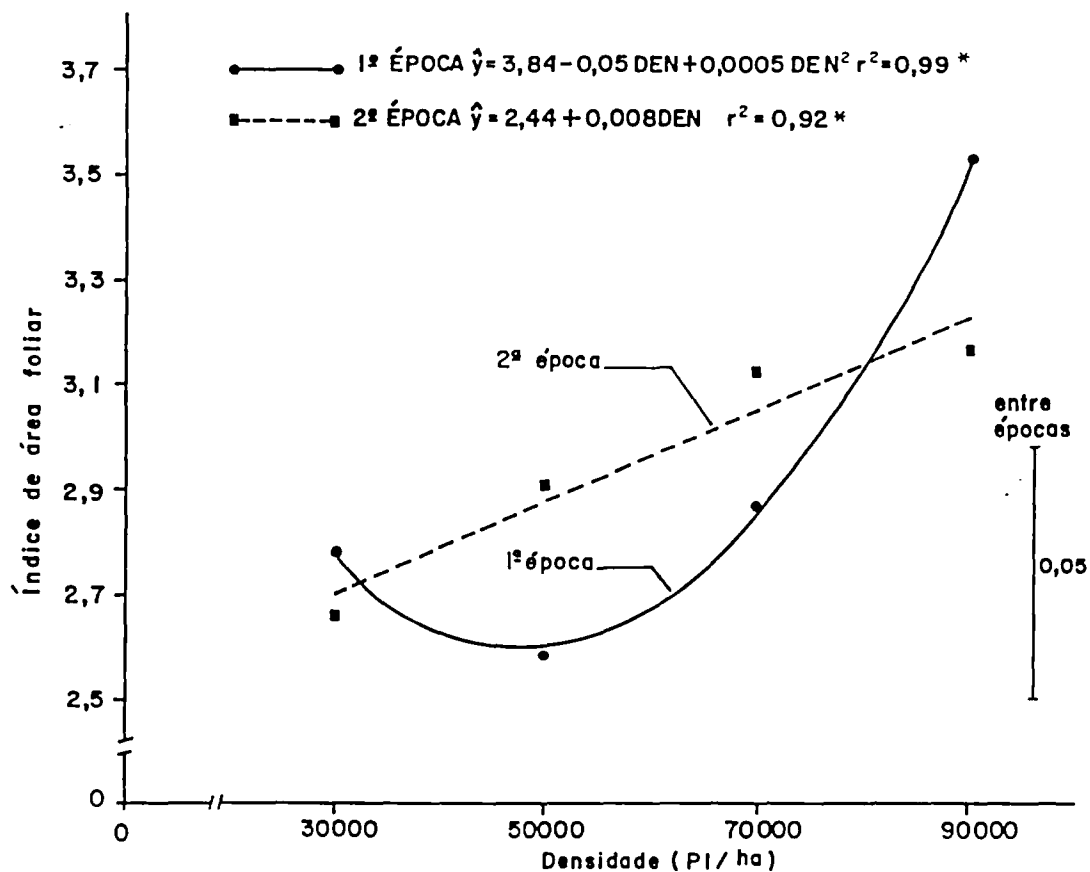


FIGURA 9 - Índice de área foliar de girassol, no estágio R<sub>6</sub>, em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

segunda época de semeadura, à medida que se elevou a densidade de 30000 para 90000 plantas/ha.

#### 4.5. Número de folhas por planta

Para esta variável foram detectados como significativos os três efeitos simples e a interação entre época de semeadura e cultivar (Apêndice 1). Na semeadura de setembro observou-se maior número de folhas nas cultivares Contisol 711 e Dekalb 180; já para a cultivar GR-10 não se constatou diferença entre épocas de semeadura (Tabela 4). Independente da época de semeadura, maior número de folhas foi obtido, em ordem crescente, nas cultivares GR-10, Dekalb 180 e Contisol 711. A resposta do número de folhas à densidade de plantas não foi influenciada por época de semeadura e cultivar. À medida que se elevou a densidade de plantas o número de folhas por planta diminuiu linearmente, reduzindo em 9,1% com o incremento na população de plantas de 30000 para 90000 plantas/ha (Figura 10).

#### 4.6. Interceptação de radiação solar

Para a interceptação de radiação solar no estágio  $R_1$ , foram significativos os três efeitos simples e a interação entre época de semeadura e densidade de plantas (Apêndice 1). As cultivares não reagiram à época de semeadura e densidade de plantas, apresentando valores médios de interceptação de radiação solar superiores nas



TABELA 4. Número de folhas por planta de três cultivares de girassol, no estágio R<sub>1</sub>, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR 10
Número de folhas			
28/07/89	*B 25 c**	B 31 b	A 37 a
18/09/89	A 27 c	A 34 b	A 37 a

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

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

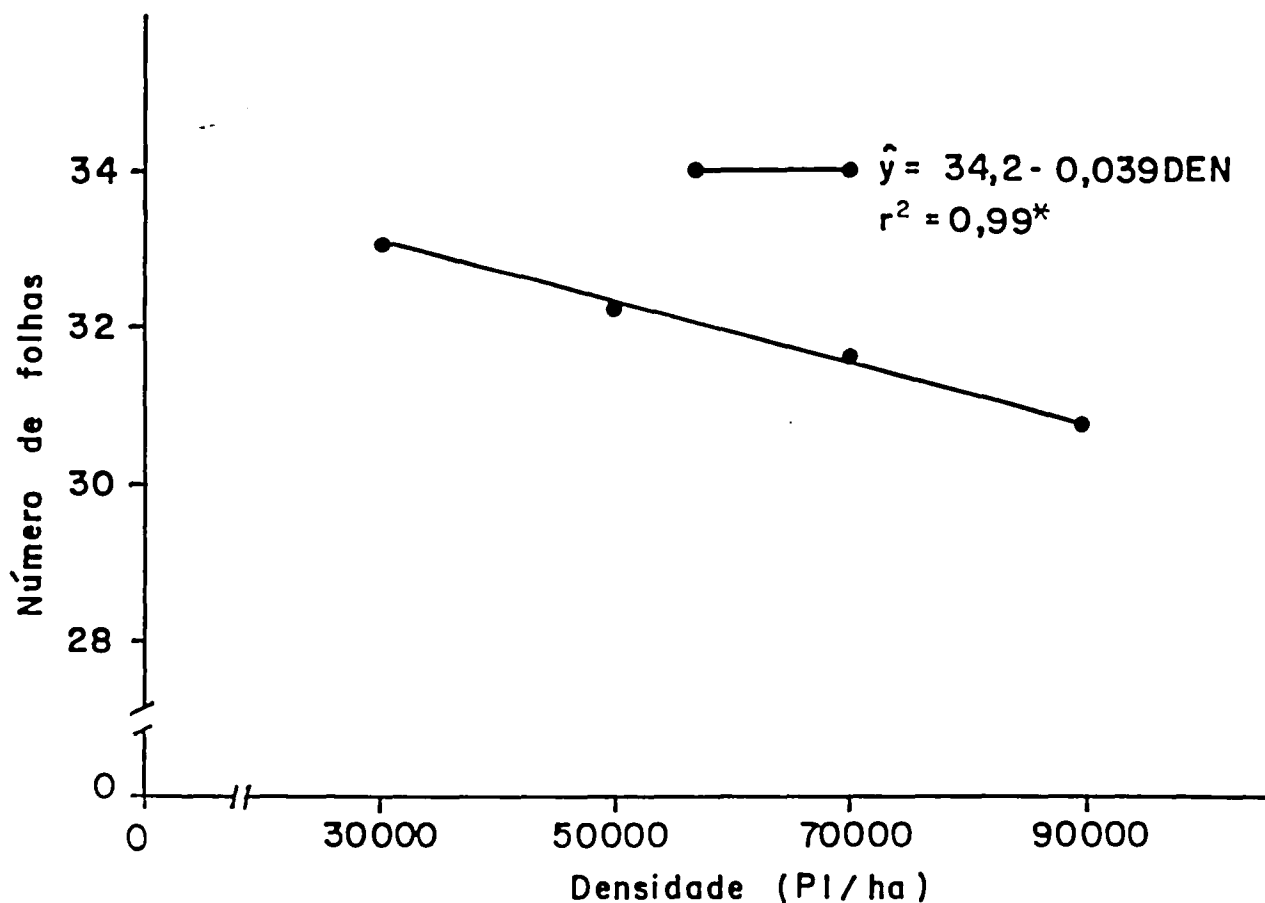


FIGURA 10 - Número de folhas por planta de girassol, no estágio R<sub>1</sub>, em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura e três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

cultivares Dekalb 180 (85%) e GR-10 (84%) em relação à cultivar Contisol 711 (66%). O efeito da densidade de plantas dependeu da época de semeadura (Figura 11). Enquanto na primeira época a elevação na densidade de plantas de 30000 para 90000 plantas/ha aumentou em 41% a interceptação de radiação solar, na segunda época aumentou em 6%.

Na determinação realizada no estágio R<sub>6</sub>, foram significativos os três efeitos simples (Apêndice 1). A segunda época de semeadura propiciou maior interceptação de radiação solar em relação à primeira época, independente da cultivar e densidade de plantas, aumentando de 90 para 96% à medida em que se retardou a semeadura para setembro. As cultivares Dekalb 180 e GR-10 apresentaram 96% de interceptação de radiação solar, valor superior ao da cultivar Contisol 711 que foi de 87%. As cultivares reagiram similarmente à densidade de plantas, aumentando linearmente a interceptação de radiação solar à medida em que se elevou a densidade de plantas (Figura 12).

#### 4.7. Peso seco de caule, receptáculo e de grãos por planta e peso seco da parte aérea.

Para o peso seco de caule por planta foram significativos os três efeitos simples e todas as quatro interações (Apêndice 1). Na primeira época de semeadura, a elevação na densidade de plantas diminuiu linearmente o peso seco de caule na cultivar Contisol 711 (Figura 13).

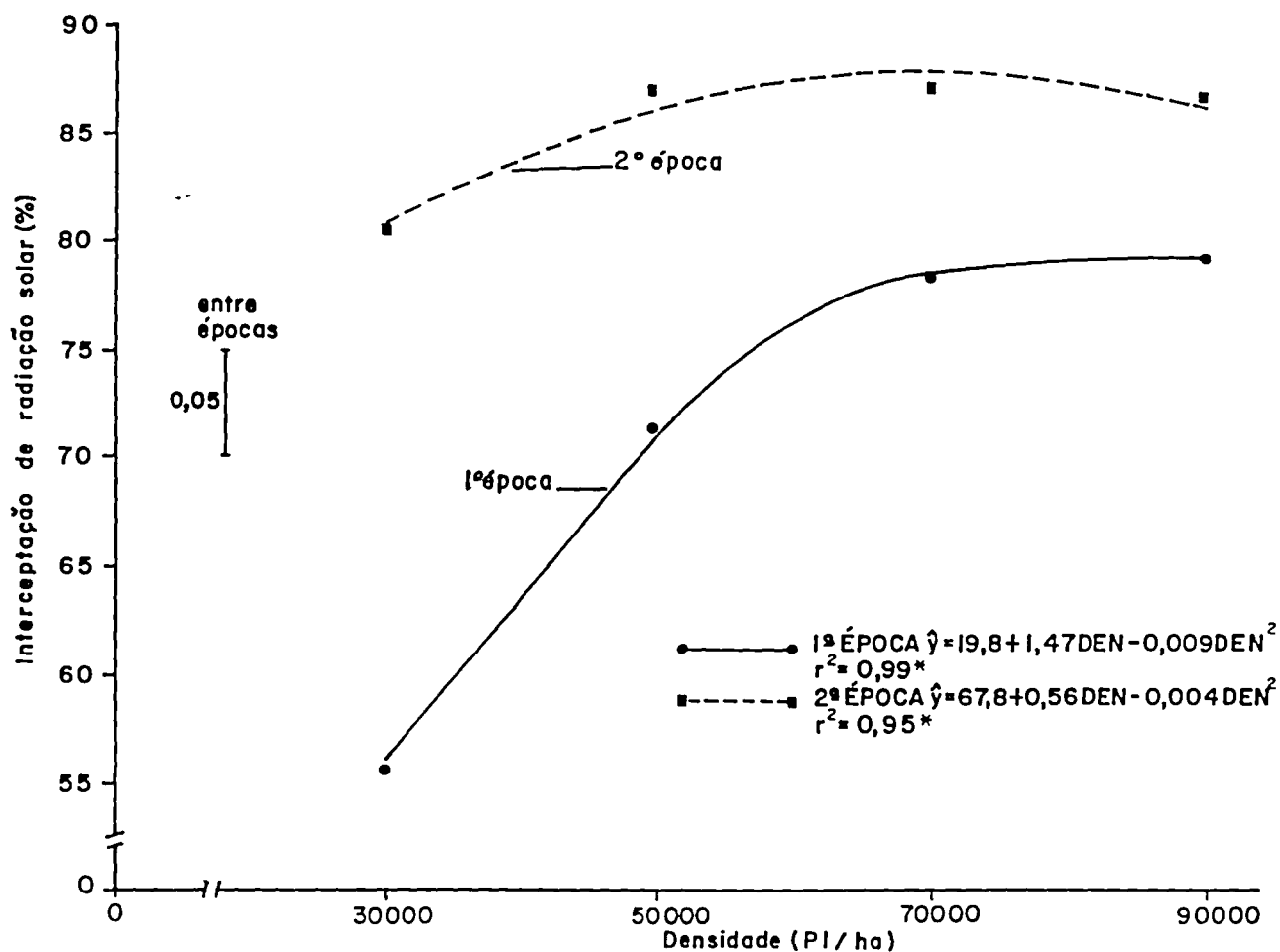


FIGURA 11 - Interceptação de radiação solar em girassol, no estágio  $R_1$ , em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

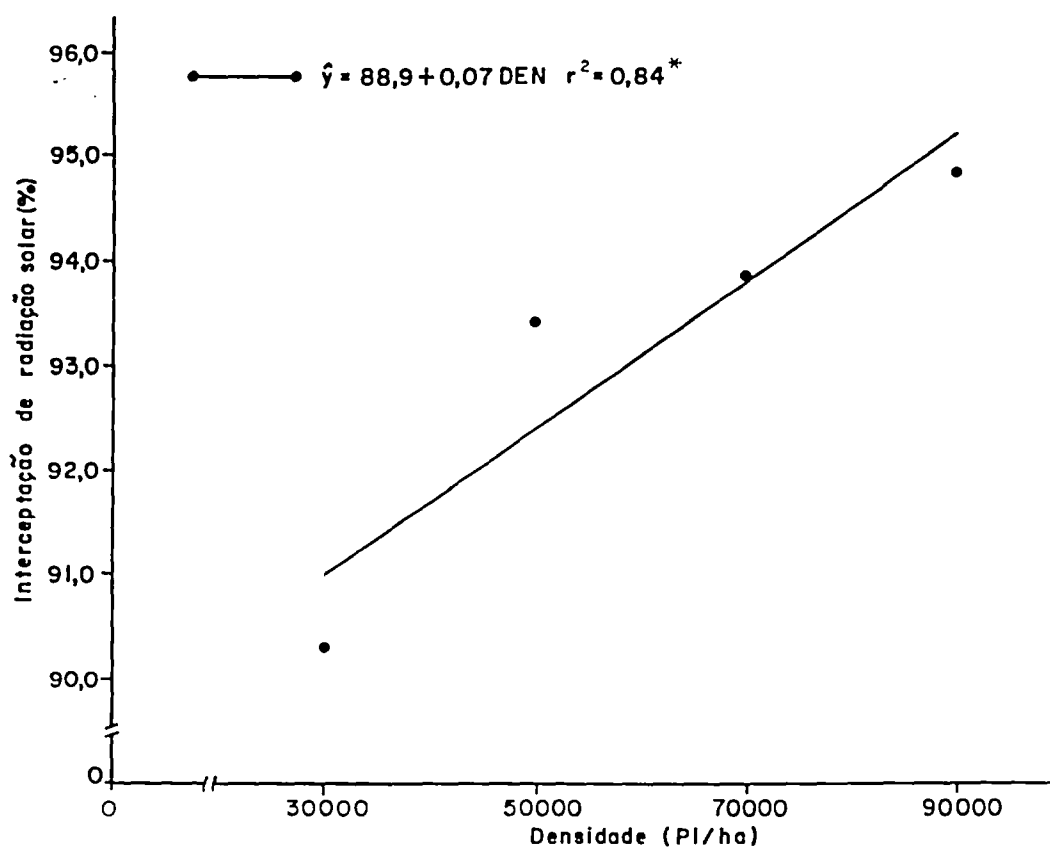


FIGURA 12 - Interceptação de radiação solar, no estágio R<sub>6</sub>, em função de densidade de plantas de girassol, na média de duas épocas de semeadura e três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

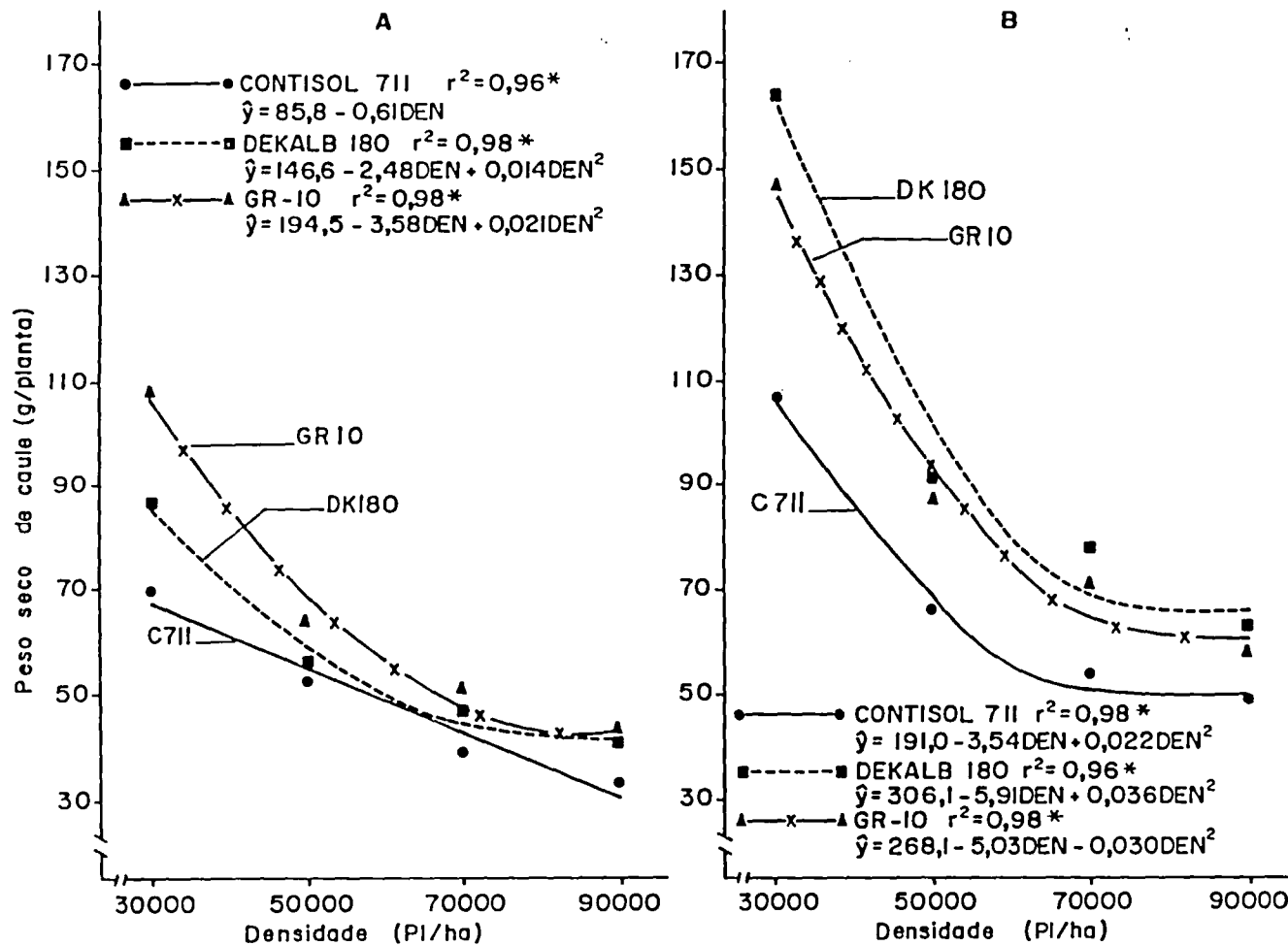


FIGURA 13 - Peso seco de caule por planta de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, semeadas em 28/07/89(A) e 18/09/89(B). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Para esta cultivar, o peso seco de caule foi 53% inferior na densidade de 90000 em relação ao verificado na de 30000 plantas/ha; já as cultivares Dekalb 180 e GR-10 diminuíram de forma quadrática o peso seco de caule à medida em que se elevou a densidade de plantas reduzindo, respectivamente, 52 e 62% o peso seco de caule com a variação na densidade de 30000 para 90000 plantas/ha. Na segunda época de semeadura, as três cultivares reduziram de forma quadrática o peso seco de caule com a elevação na densidade de plantas, diminuindo o peso em 54% na cultivar Contisol 711 e em torno de 60 % nas cultivares Dekalb 180 e GR-10, com o aumento de densidade de 30000 para 90000 plantas/ha.

Para o peso seco de receptáculo por planta foram significativos os efeitos simples de cultivar e densidade de plantas, as interações entre época de semeadura e cultivar e entre cultivar e densidade de plantas, bem como a interação tríplice entre época de semeadura, cultivar e densidade de plantas (Apêndice 1). Na primeira época de semeadura, as três cultivares diminuíram de forma quadrática o peso seco de receptáculo com a elevação na densidade de plantas (Figura 14). A cultivar Contisol 711, no entanto, foi mais sensível à densidade reduzindo em 73% o peso seco de receptáculo com o aumento na densidade de 30000 para 90000 plantas/ha; já as cultivares Dekalb 180 e GR-10 reduziram, em torno de 65% o peso seco de receptáculo por planta. Também, na segunda época de semeadura as cultivares diminuíram de forma quadrática o peso seco de receptáculo com o incremento na população de plantas. Enquanto

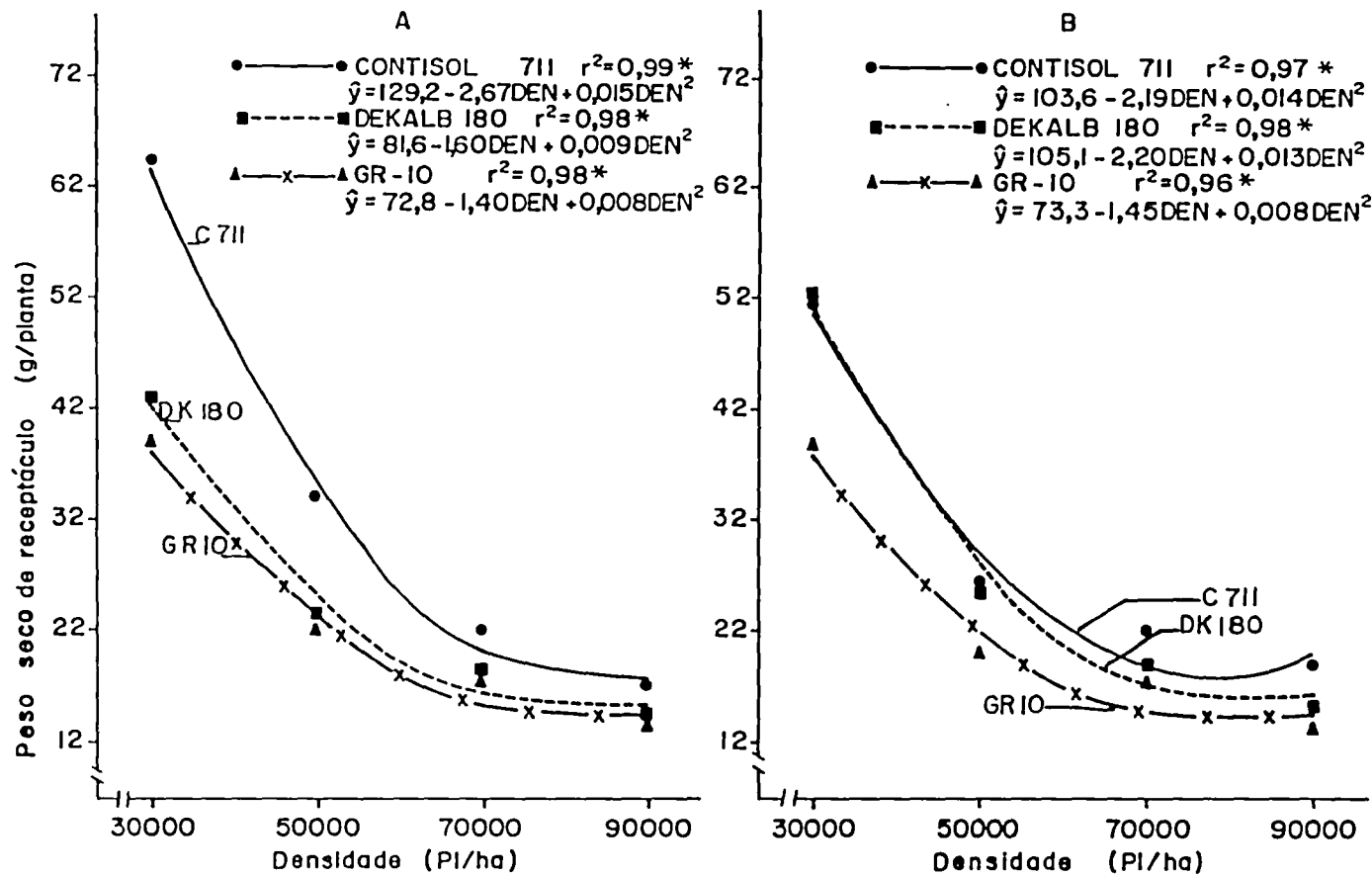


FIGURA 14 - Peso seco de receptáculo por planta de três cultivares de girassol, em função de densidade de plantas, semeadas em 28/07/89(A) e 18/09/89(B). EEA/ UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.



as cultivares Contisol 711 e GR-10 reduziram 63% o peso seco de receptáculo com a elevação na densidade de 30000 para 90000 plantas/ha, a cultivar Dekalb 180 reduziu em 69%.

Para o peso seco de grãos por planta foram significativos o efeito simples de densidade de plantas e as interações entre época de semeadura e cultivar e entre cultivar e densidade de plantas (Apêndice 1). O efeito da época de semeadura no peso seco de grãos por planta foi dependente da cultivar (Tabela 5). Enquanto na cultivar GR-10 obteve-se maior peso seco de grãos na semeadura de julho, na cultivar Contisol 711 foi obtido na semeadura de setembro. As três cultivares diminuíram de forma quadrática o peso seco de grãos por planta com a elevação na densidade de plantas (Figura 15). As cultivares tardias reduziram o peso seco de grãos em 66 e 62%, respectivamente para Dekalb 180 e GR-10, quando se aumentou a densidade de 30000 para 90000 plantas/ha. A cultivar precoce (Contisol 711) reduziu em 51% o peso seco de grãos por planta.

Para o peso seco da parte aérea foram significativos os efeitos simples de época de semeadura e densidade de plantas e as interações entre época de semeadura e cultivar e entre época de semeadura e densidade de plantas (Apêndice 1). Enquanto para as cultivares Dekalb 180 e Contisol 711 o peso seco da parte aérea aumentou, respectivamente, 34 e 18% à medida em que se retardou a época de semeadura para setembro, na cultivar GR-10 não houve variação (Tabela 6). O peso seco da parte aérea diminuiu de forma quadrática, independente da cultivar, com a elevação

TABELA 5. Peso seco de grãos por planta de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA /UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR 10
Peso seco de grãos (g/planta)			
28/07/89	*B 49 b**	A 51 b	A 65 a
18/09/89	A 57 a	A 51 a	B 50 a

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

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

TABELA 6. Peso seco da parte aérea de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR 10
Peso seco da parte aérea (g/planta)			
28/07/89	*B 132 a**	B 134 a	A 154 a
18/09/89	A 156 a	A 179 a	A 163 a

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

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

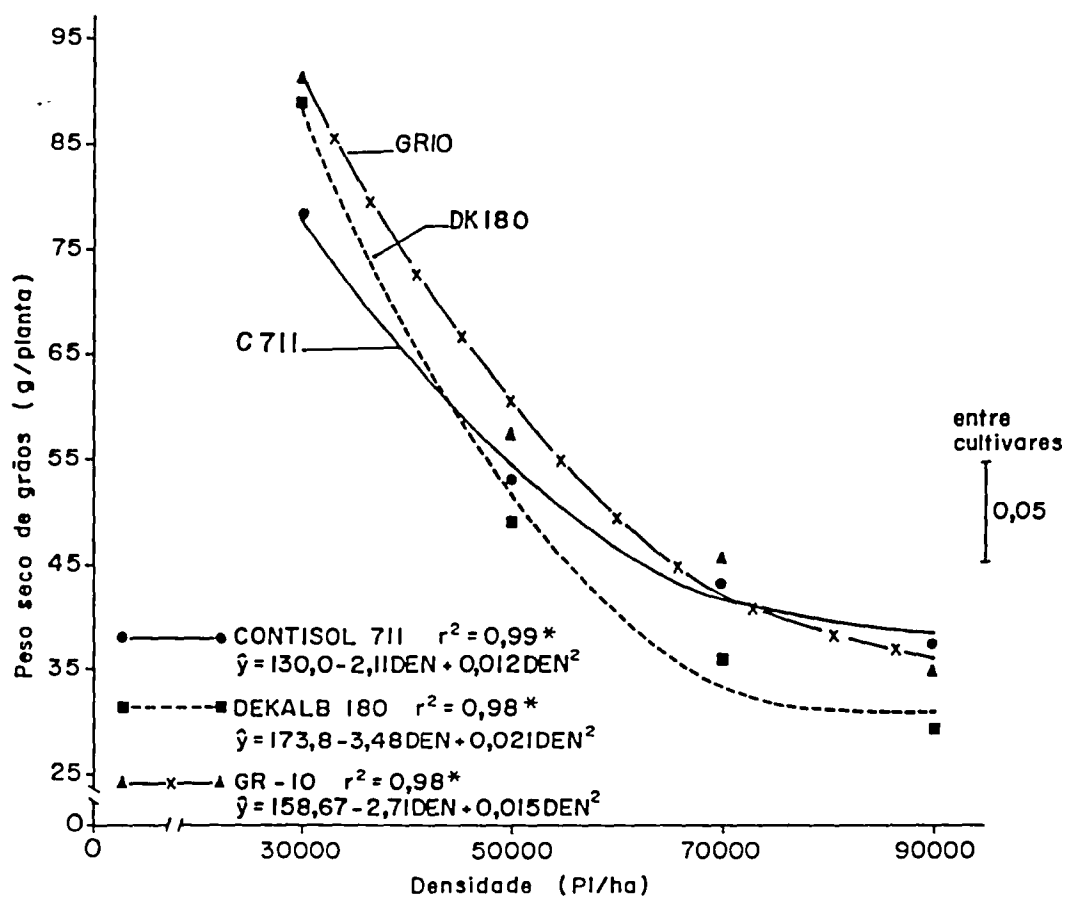


FIGURA 15 - Peso seco de grãos por planta de três cultivares de girassol, em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

na densidade, especialmente na segunda época de semeadura (Figura 16).

#### 4.8. Índice de colheita

Para o índice de colheita foram significativos os efeitos simples de época de semeadura e cultivar e as quatro interações possíveis (Apêndice 1). Na primeira época de semeadura o índice de colheita aumentou de forma quadrática nas cultivares Contisol 711 e GR-10 (Figura 17). Para a cultivar Contisol 711 o índice de colheita foi superior na densidade de 90000 plantas/ha, enquanto para a cultivar GR-10 o maior índice de colheita foi constatado entre as densidades de 50000 e 70000 plantas/ha. A cultivar Dekalb 180 diminuiu linearmente o índice de colheita com o incremento na população de plantas. Para esta cultivar, o índice de colheita foi 10% inferior na densidade de 90000 em relação à 30000 plantas/ha. Na segunda época de semeadura, nas três cultivares testadas, somente a cultivar Dekalb 180 reagiu à densidade de plantas, diminuindo linearmente o índice de colheita com a elevação na densidade de plantas.

#### 4.9. Estatura de planta

Para estatura de planta no estágio  $R_1$ , foram significativos os três efeitos simples e as interações entre época de semeadura e cultivar, entre época de semeadura e densidade de plantas e entre cultivar e

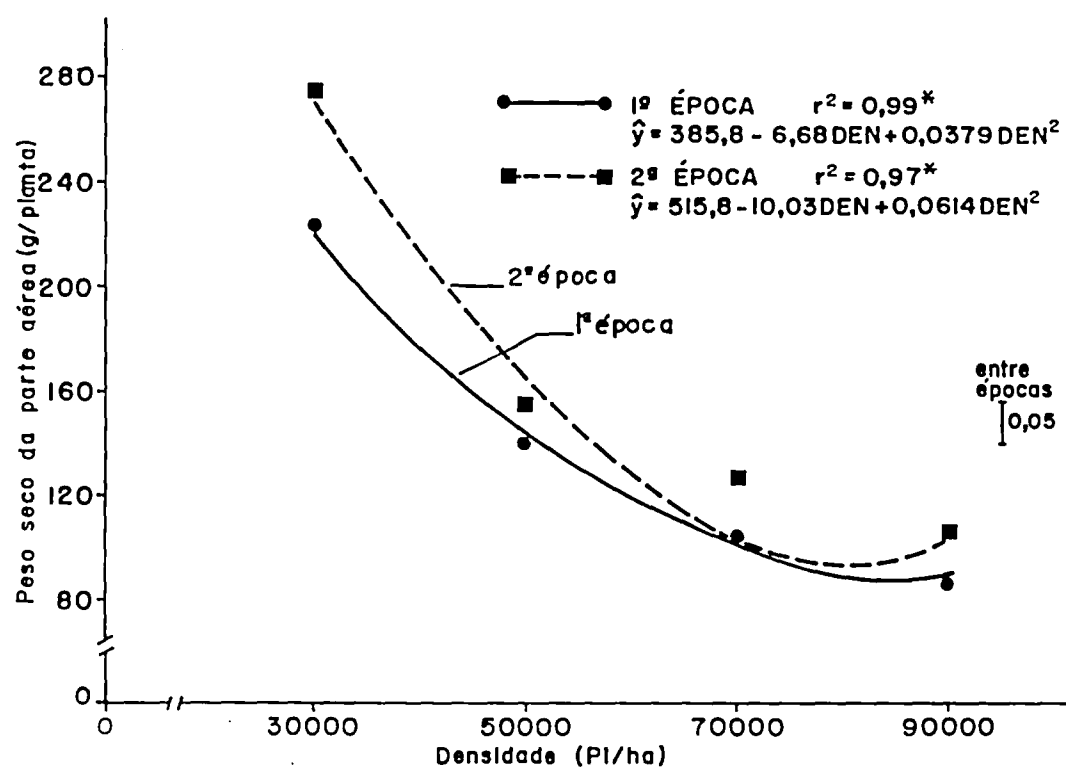


FIGURA 16 - Peso seco da parte aérea de girassol em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

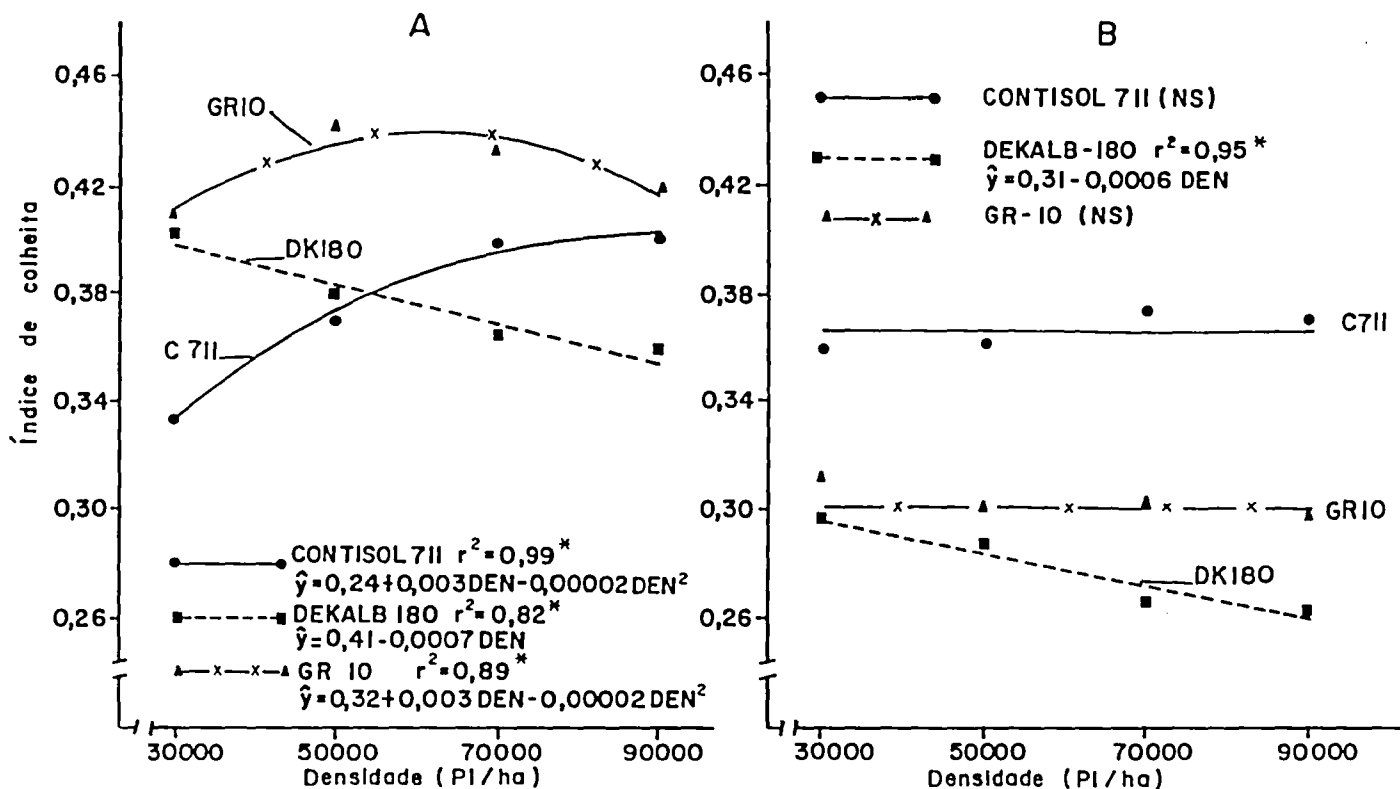


FIGURA 17 - Índice de colheita de três cultivares de girassol, em função de densidade de plantas, semeadas em 28/07/1989(A) e 18/09/1989(B). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

densidade de plantas (Apêndice 1). Nas três cultivares testadas, a maior estatura foi obtida na semeadura de setembro (Tabela 7). Para a cultivar Contisol 711, precoce, a estatura de planta aumentou em 28%, enquanto para as cultivares Dekalb 180 e GR-10, tardias, aumentou, respectivamente, 37 e 32% à medida que se retardou a semeadura para setembro. O efeito da densidade de plantas sobre a estatura de planta dependeu da época de semeadura (Figura 18). A estatura de planta foi 38 e 23% superior, respectivamente para primeira e segunda época de semeadura, na densidade de 90000 em relação à 30000 plantas/ha. Para as três cultivares testadas, a estatura de planta aumentou linearmente com a elevação na densidade de plantas, apresentando efeito mais acentuado nas cultivares Dekalb 180 e GR-10 (Figura 19).

Na determinação realizada no estágio R<sub>6</sub>, foram significativos os três efeitos simples e as interações entre época de semeadura e cultivar e entre época de semeadura e densidade de plantas (Apêndice 1). Nas três cultivares testadas, a maior estatura foi obtida na semeadura de setembro (Tabela 8). Para a cultivar Contisol 711 a estatura de planta aumentou em 36%, enquanto para as cultivares Dekalb 180 e GR-10 aumentou, respectivamente, 30 e 20% à medida que se retardou a semeadura para setembro. O efeito da densidade de plantas na estatura de planta dependeu da época de semeadura, indiferentemente da cultivar testada (Figura 20). Nas duas épocas de semeadura, a estatura de planta aumentou linearmente com a elevação

TABELA 7. Estatura de planta de três cultivares de girassol, no estágio R<sub>1</sub>, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR 10
Estatura de planta (cm)			
28/07/89	*B 47 c**	B 67 b	B 77 a
18/09/89	A 60 c	A 92 b	A 102 a

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

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

TABELA 8. Estatura de planta de três cultivares de girassol, no estágio R<sub>6</sub>, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR 10
Estatura de planta (cm)			
28/07/89	*B 110 c**	B 133 b	B 156 a
18/09/89	A 150 c	A 173 b	A 187 a

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

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



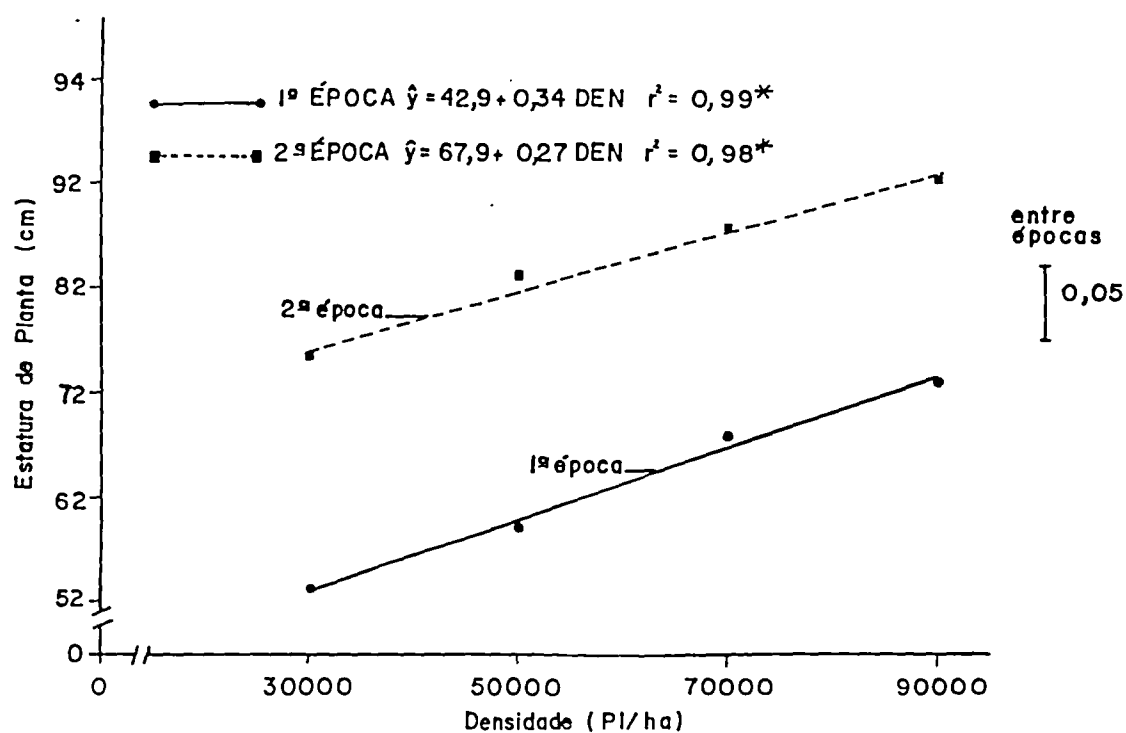


FIGURA 18 - Estatura de planta de girassol, no estágio R<sub>1</sub>, em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

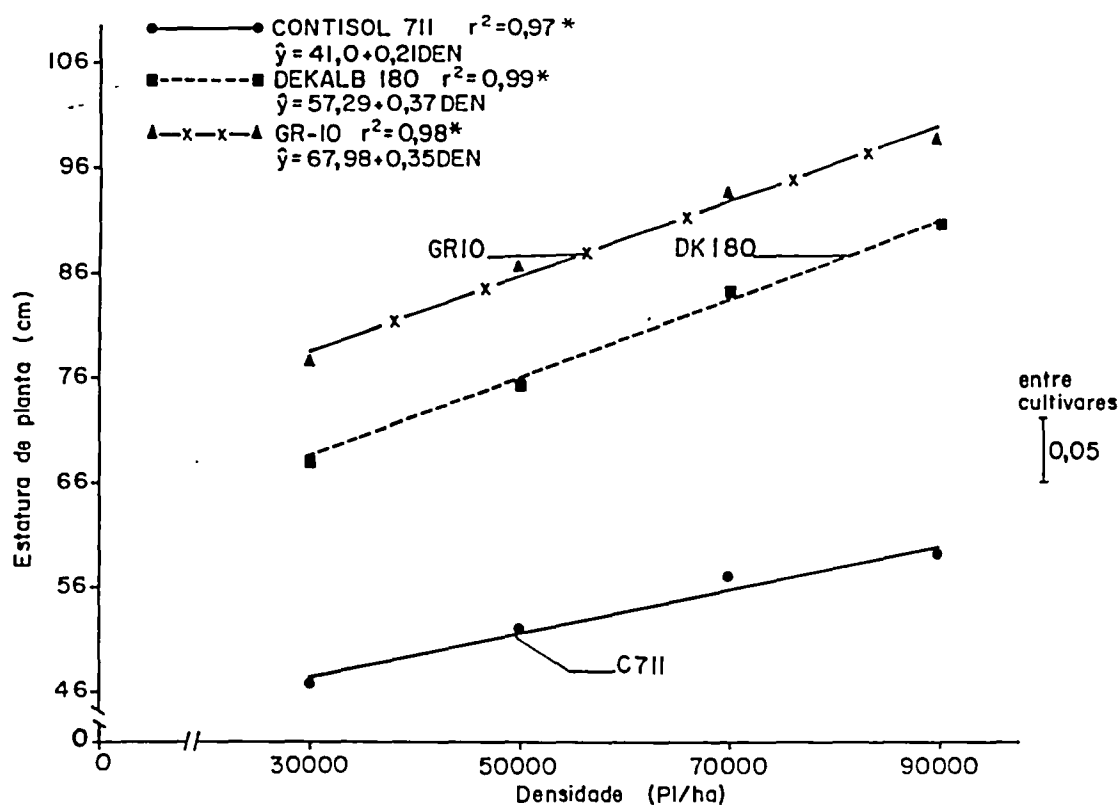


FIGURA 19 - Estatura de planta de três cultivares de girassol, no estágio  $R_1$ , em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

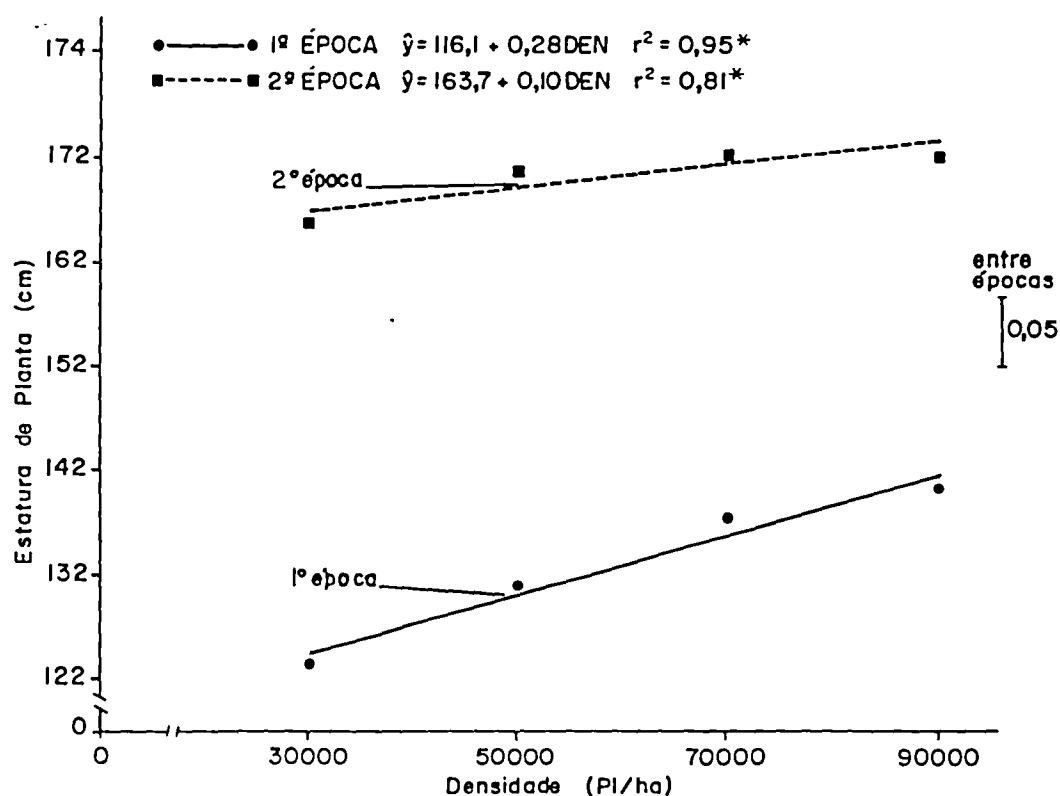


FIGURA 20 - Estatura de planta de girassol, no estágio R<sub>6</sub>, em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

na densidade de plantas, apresentando efeito mais acentuado na primeira época de semeadura.

#### 4.10. Diâmetro de capítulo e de caule

Para diâmetro de capítulo foram significativos os três efeitos simples e as interações entre época de semeadura e cultivar e entre cultivar e densidade de plantas (Apêndice 1). Na primeira época de semeadura, as três cultivares testadas apresentaram diâmetro de capítulo similares, mas na segunda época a cultivar Contisol 711 apresentou capítulos maiores do que as demais cultivares. Nesta cultivar o diâmetro de capítulo foi 23% superior na segunda época de semeadura em relação à primeira época (Tabela 9). Para as três cultivares testadas, o diâmetro de capítulo diminuiu de forma quadrática com o aumento na densidade de plantas. O efeito do incremento na densidade de plantas foi mais acentado na cultivar Contisol 711, do que nas cultivares GR-10 e DeKalb 180 (Figura 21).

Para diâmetro de caule foram significativos os efeitos simples de cultivar e densidade de plantas e as interações entre época de semeadura e cultivar e entre época de semeadura, cultivar e densidade de plantas (Apêndice 1). Na primeira época de semeadura, a elevação na densidade de plantas diminuiu linearmente o diâmetro de caule na cultivar GR-10 (Figura 22). Para esta cultivar, o diâmetro de caule foi 24% inferior na densidade de 90000 plantas em relação à 30000 plantas/ha; já as cultivares Contisol 711

TABELA 9. Diâmetro de capítulo de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR 10
Diâmetro de capítulo (cm)			
28/07/89	*B 17 a**	A 17 a	A 18 a
18/09/89	A 21 a	A 18 b	A 19 b

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

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

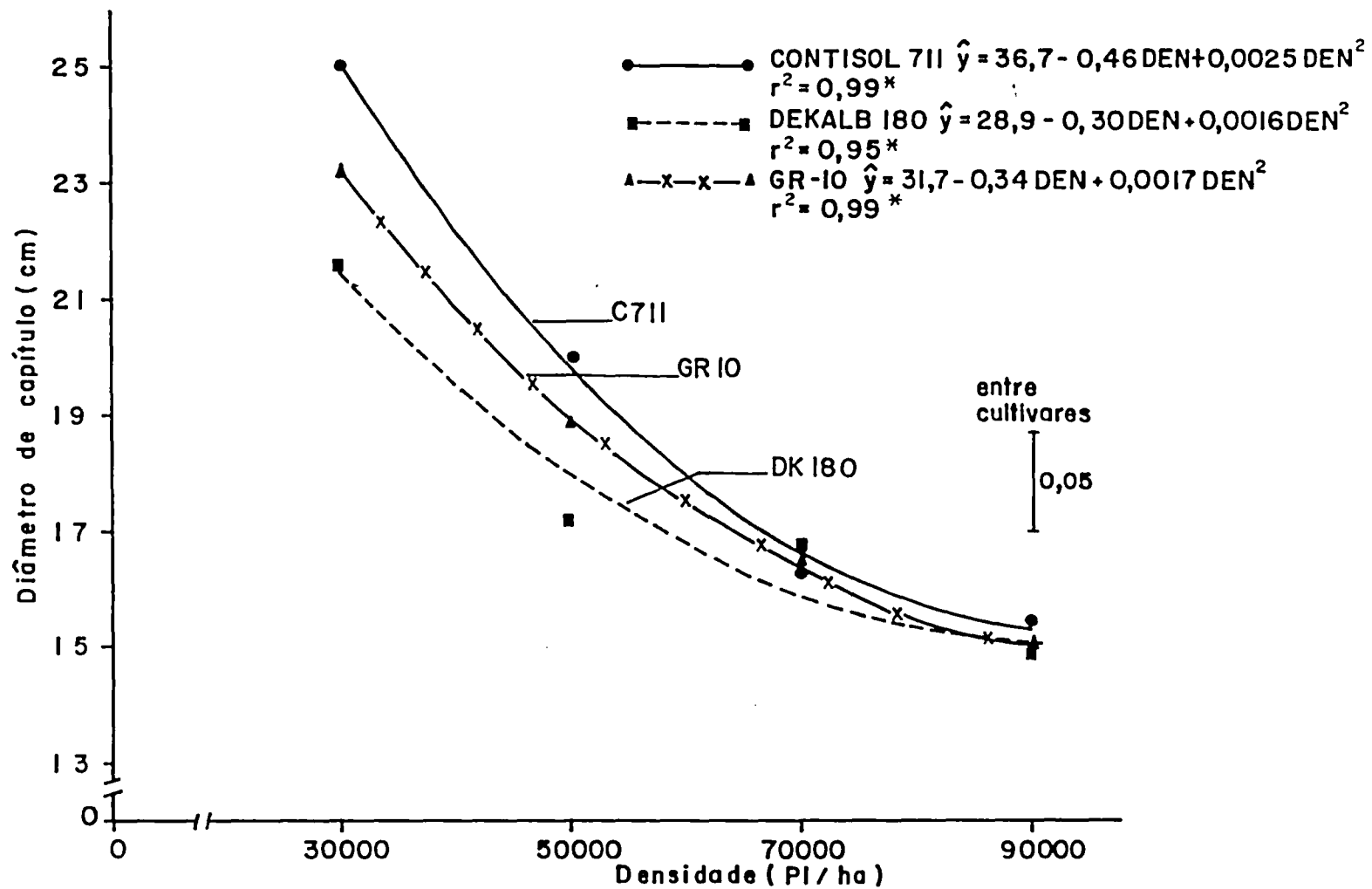


FIGURA 21 - Diâmetro de capítulo de três cultivares de girassol em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura (28/07 e 18/09/89). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

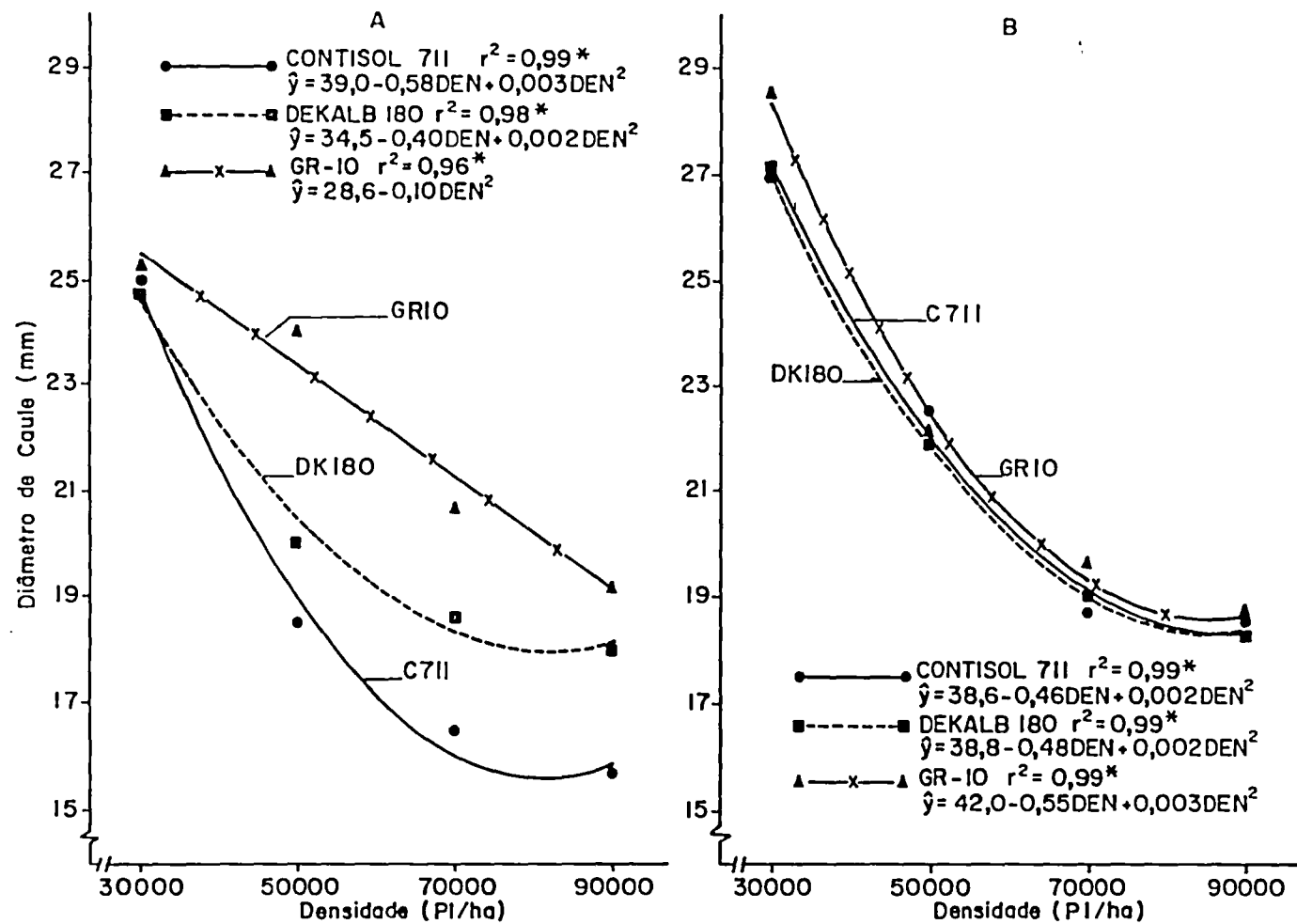


FIGURA 22 - Diâmetro de caule de três cultivares de girassol, em função de densidade de plantas, semeadas em 28/07/89(A) e 18/09/89(B). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 1989/90.

e Dekalb 180 diminuíram de forma quadrática o diâmetro de caule à medida que se elevou a densidade de plantas reduzindo, respectivamente, em 38 e 28% o diâmetro com o aumento na densidade de 30000 para 90000 plantas/ha. Na segunda época de semeadura, a resposta das cultivares foi similar para esta característica.

#### 4.11. Porcentagem de plantas acamadas e quebradas

Para porcentagem de plantas acamadas foram significativos os efeitos simples de cultivar e densidade de plantas e as interações entre época de semeadura e cultivar e entre época de semeadura e densidade de plantas (Apêndice 1). A porcentagem de plantas acamadas foi baixa (0 a 2%) para as cultivares Contisol 711 e Dekalb 180, não diferindo entre épocas de semeadura (Tabela 10); já para a cultivar GR 10, observou-se na semeadura de julho maior porcentagem de plantas acamadas em relação à setembro. Na média das cultivares testadas, o efeito da densidade de plantas na porcentagem de plantas acamadas dependeu da época de semeadura (Figura 23). Enquanto na semeadura de julho a resposta apresentada à elevação da densidade de plantas foi cúbica, na semeadura de setembro não houve resposta.

Para a porcentagem de plantas quebradas foram significativos os efeitos simples de época de semeadura e densidade de plantas (Apêndice 1). A porcentagem de plantas quebradas na primeira e segunda época de semeadura foi, respectivamente, 1,3% e 0,4%. Também, entre densidades de



TABELA 10. Porcentagem de plantas acamadas de três cultivares de girassol, na colheita, em duas épocas de semeadura, na média de quatro densidades de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR 10
Plantas acamadas ( % )			
28/07/89	* A 1,0 b**	A 2,0 b	A 13,0 a
18/09/89	A 0,0 a	A 0,0 a	B 0,0 a

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

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

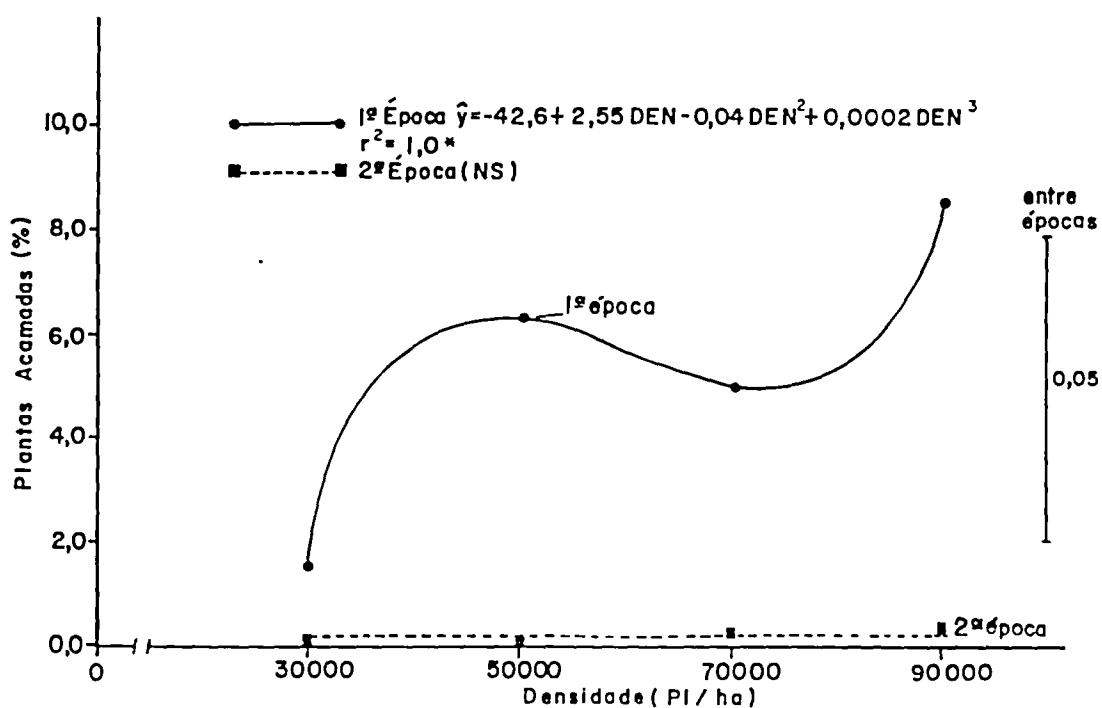


FIGURA 23 - Plantas acamadas de girassol em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

plantas, embora fossem significativas as diferenças quanto à porcentagem de plantas quebradas, os valores observados foram baixos (Figura 24). Independente da cultivar testada, o aumento na densidade de plantas elevou de forma quadrática a porcentagem de plantas quebradas.

#### 4.12. Duração dos sub-períodos de desenvolvimento

A duração dos sub-períodos de desenvolvimento e do ciclo total do girassol variou acentuadamente em função de época de semeadura, cultivar e densidade de plantas (Figura 25). Independente da cultivar testada, o ciclo total decresceu à medida em que se retardou a semeadura de julho para setembro. As três cultivares reduziram com a mesma intensidade o ciclo total à medida que se retardou a semeadura para setembro, com uma redução ao redor de 20%. O sub-período emergência-diferenciação do botão floral ( $R_1$ ) foi o principal responsável por esta redução no ciclo total diminuindo para as cultivares Contisol 711, Dekalb 180 e GR 10, respectivamente em 28, 24 e 21% com o atraso na época de semeadura de julho para setembro. Os demais sub-períodos apresentaram menor variabilidade com a alteração na época de semeadura.

A partir do estágio de diferenciação do botão floral ( $R_1$ ) constataram-se diferenças na duração dos sub-períodos também entre densidade de plantas. Na primeira época de semeadura, as diferenças entre densidade ocorreram principalmente nos sub-períodos  $R_1 - R_5$  e  $R_9 -$  colheita.

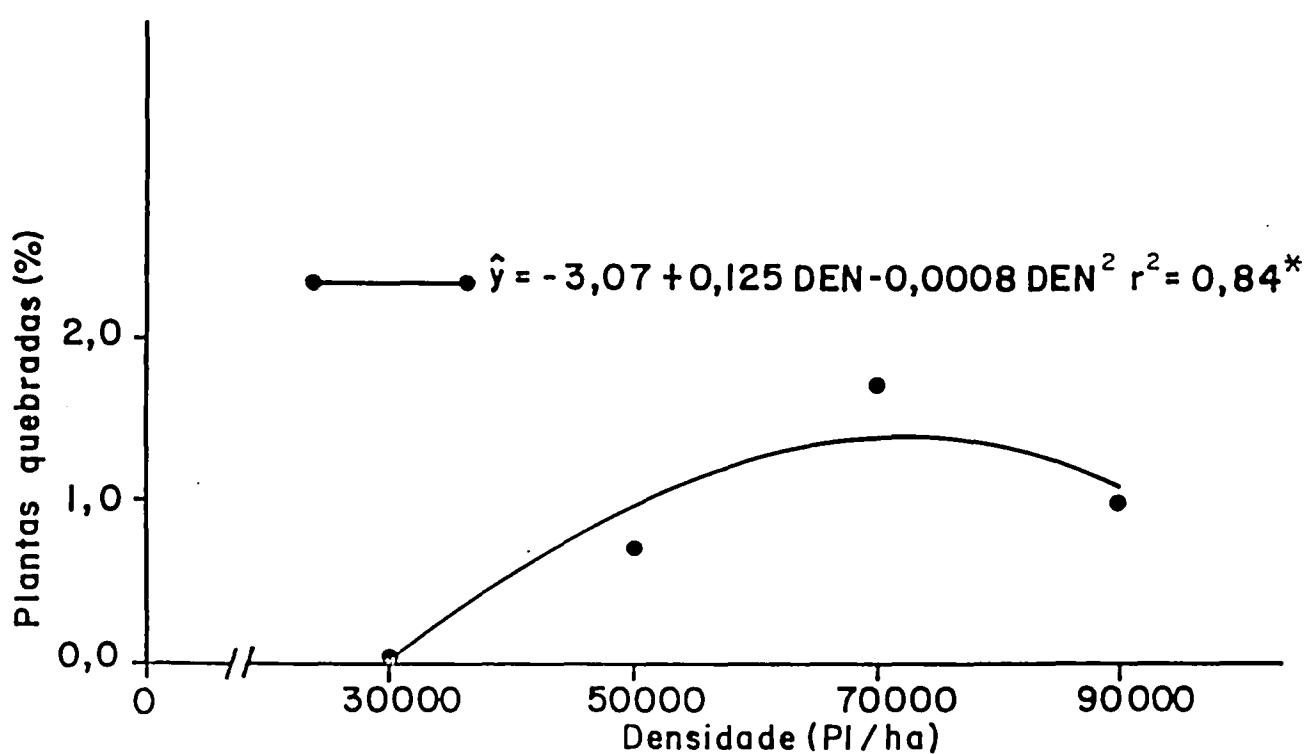


FIGURA 24 - Plantas quebradas de girassol em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura e três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

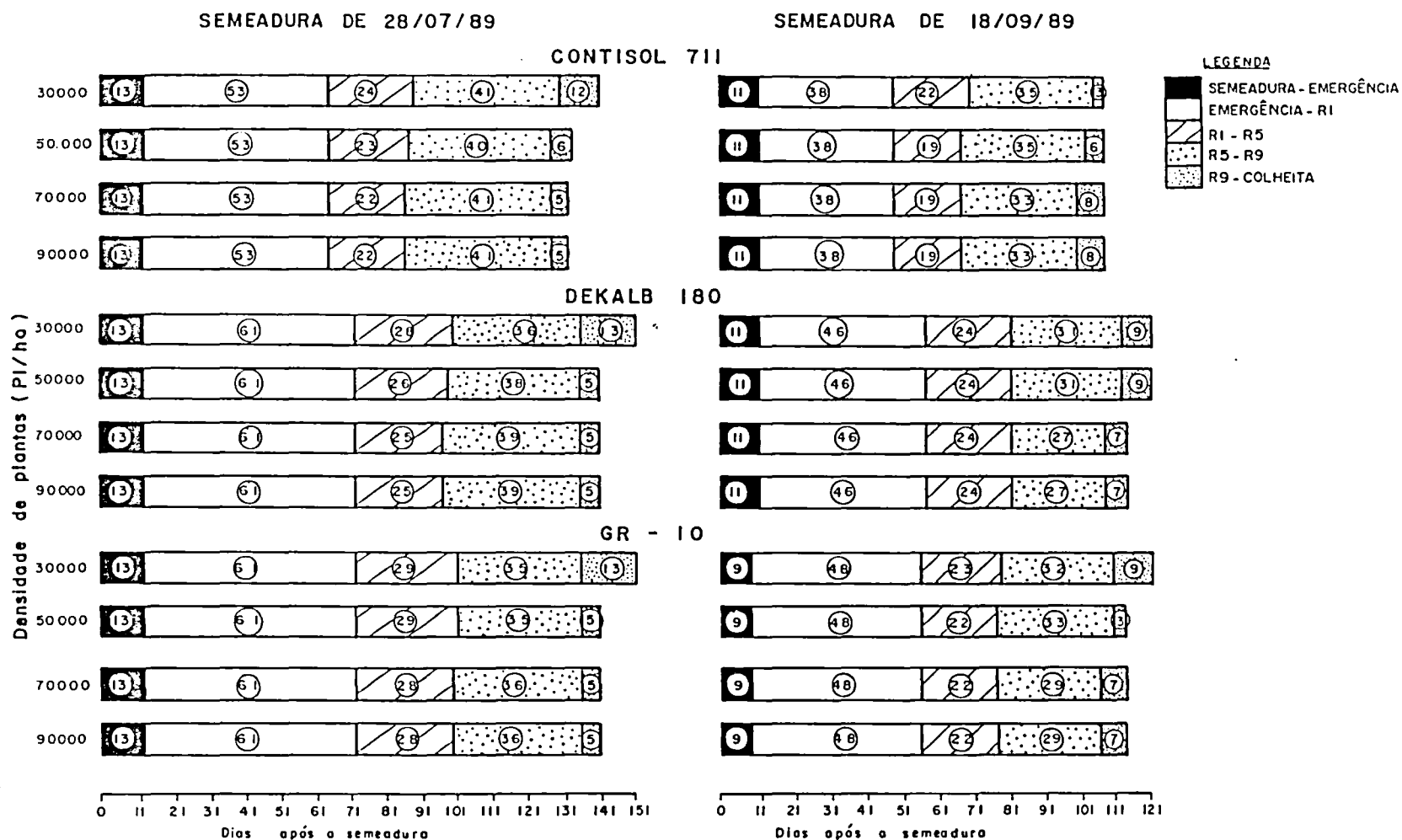


FIGURA 25 - Duração dos sub-períodos de desenvolvimento de três cultivares de girassol em duas épocas de semeadura e quatro densidades de plantas, de acordo com a escala de SCHNEITER & MILLER (1981). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Em termos absolutos, a duração do sub-período  $R_1-R_5$  diminuiu em 3, 8 e 11 %, respectivamente para GR-10, Contisol 711 e Dekalb 180 à medida que se elevou a densidade de 30000 para 90000 plantas/ha. A duração do sub-período  $R_5-R_9$  praticamente não variou com a elevação na densidade de plantas. Na segunda época de semeadura, para a cultivar Contisol 711 as diferenças entre densidade deram-se nos sub-períodos  $R_1-R_5$ ,  $R_5-R_9$  e  $R_9$ -colheita; os sub-períodos  $R_1-R_5$  e  $R_5-R_9$  diminuíram, respectivamente, 14 e 6% à medida que se aumentou a densidade de 30000 para 90000 plantas/ha, o sub-período  $R_9$ -colheita aumentou com o incremento na população de plantas. Para as cultivares tardias, os estádios que mais contribuíram para as diferenças observadas na duração do ciclo de desenvolvimento foram  $R_5-R_9$  e  $R_9$ -colheita. Enquanto a duração do sub-período  $R_5-R_9$  foi mais sensível à elevação na densidade de plantas para a cultivar Dekalb 180 em relação à GR-10, o sub-período  $R_9$ -colheita foi similar para as duas cultivares.

#### 4.13. Umidade de grãos e receptáculo

Para umidade de grãos foram significativos os efeitos simples de época de semeadura e densidade de plantas e as interações entre época de semeadura e cultivar, entre época de semeadura e densidade de plantas e entre cultivar e densidade de plantas (Apêndice 1). O efeito da densidade de plantas na umidade de grãos dependeu da época de semeadura (Figura 26). Enquanto na primeira época de

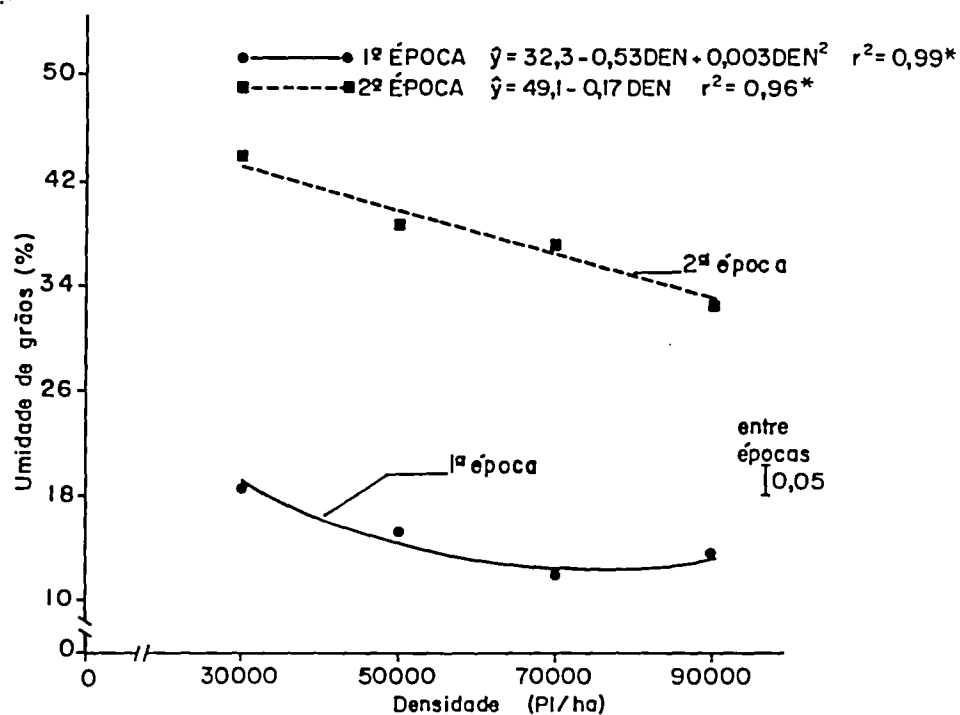


FIGURA 26 - Umidade de grãos de girassol, 7 dias da colheita, em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

semeadura a umidade de grãos diminuiu de forma quadrática, na segunda época diminuiu linearmente com o incremento na população de plantas. Para as três cultivares testadas, a umidade de grãos diminuiu linearmente com o aumento na densidade de plantas (Figura 27). O efeito da densidade de plantas foi mais acentuado, respectivamente para as cultivares Contisol 711, Dekalb 180 e GR-10.

Para umidade de receptáculo, foram significativos os três efeitos simples e as interações entre época de semeadura e cultivar e entre época de semeadura e densidade de plantas (Apêndice 1). Independente da cultivar testada, na primeira época de semeadura a umidade de receptáculo diminuiu de forma quadrática, enquanto na segunda época diminuiu linearmente com o aumento de densidade de plantas (Figura 28).



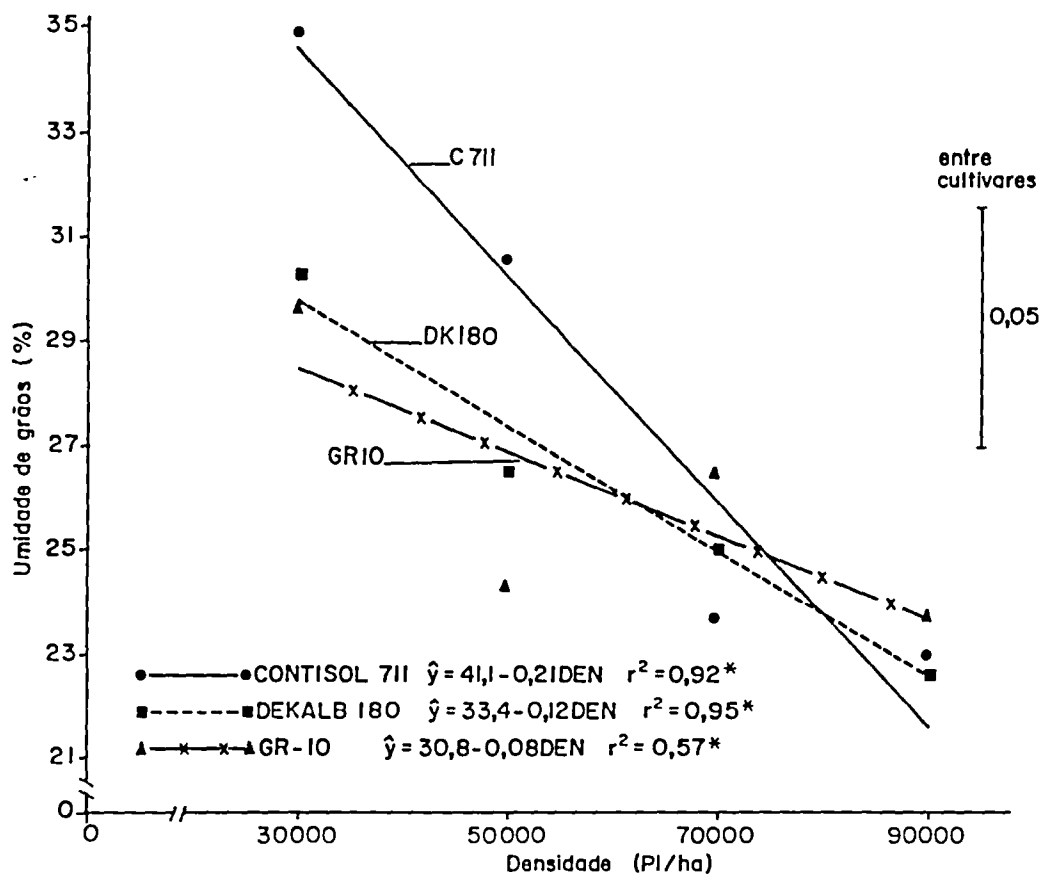


FIGURA 27 - Umidade de grãos de três cultivares de girassol, 7 dias da colheita, em função de densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

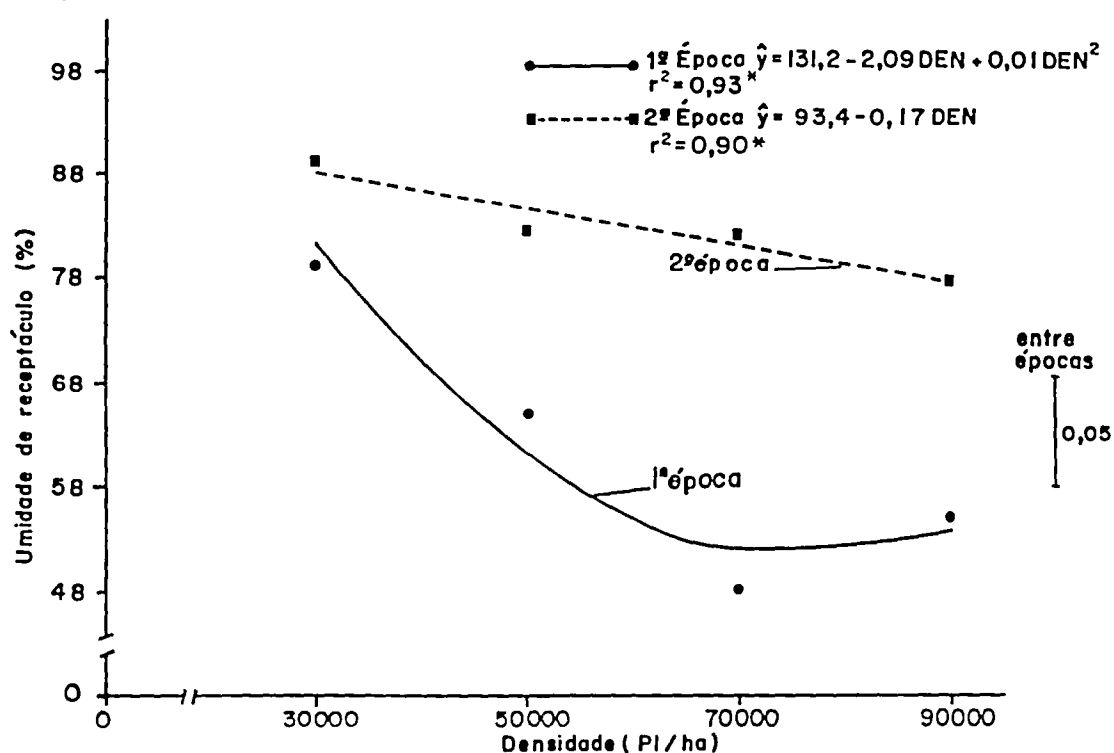


FIGURA 28 - Umidade de receptáculo de girassol, 7 dias da colheita, em função de densidade de plantas e época de semeadura (28/07 e 18/09/89), na média de três cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

## 5. DISCUSSÃO

Um dos objetivos do presente trabalho foi verificar se a resposta das cultivares à densidade de plantas era afetada pela época de semeadura. A idéia inicial era de que, para cultivares precoces, por apresentarem menor ciclo e estatura de planta, a limitação no rendimento de grãos em semeaduras do cedo (final de julho-início de agosto) em relação à época normal (setembro) era função da menor massa vegetativa produzida na primeira época. Em consequência, haveria limitação no rendimento de grãos, a qual poderia ser suprimida pela elevação na densidade de plantas. Por outro lado, para as cultivares tardias, talvez ocorresse, na semeadura do cedo, maior tolerância à densidade de plantas pelo menor 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, diferentemente do observado por ALMEIDA (1990) na mesma região fisiográfica com a cultivar Contisol 711 (ciclo curto e estatura baixa).

A não observância de interação entre época de

semeadura e densidade de plantas talvez tenha ocorrido pelas condições ambiente vigentes no decorrer do experimento. Dentre os elementos meteorológicos, tanto a temperatura média do ar quanto a radiação solar global durante a estação de crescimento 1989/90 foram quase sempre superiores aos seus valores normais (Figura 2). As temperaturas superiores, principalmente no período de agosto a setembro, talvez tenham ocasionado maior desenvolvimento vegetativo do que o normal na primeira época de semeadura. Este maior desenvolvimento vegetativo fez com que não houvesse superioridade de área foliar de uma época em relação a outra, refletindo-se na resposta semelhante das cultivares no IAF ao se alterar a densidade de plantas (Figura 9). Contrariamente ao observado por ALMEIDA (1990), não ocorreu para área foliar e IAF superioridade de uma época em relação à outra. Sendo assim, em função da época de semeadura não influir na resposta do rendimento de grãos das cultivares testadas à densidade de plantas será enfatizado, no restante da discussão, o comportamento das cultivares à densidade na média das épocas de semeadura.

A resposta diferencial das cultivares à densidade de plantas no rendimento de óleo (Figura 4), na média de época de semeadura, foi função tanto do teor de óleo nos grãos como do rendimento de grãos. Para a cultivar precoce, Contisol 711, tanto o teor de óleo (Figura 3) quanto o aumento numérico no rendimento de grãos sob altas densidades (Figura 5) contribuíram para a elevação no rendimento de óleo com o incremento na população de plantas. Este fato

se confirma pela análise dos coeficientes de correlação fenotípica entre rendimento de óleo e teor de óleo ( $r=0,69^*$ ) e entre rendimento de óleo e rendimento de grãos ( $r=0,85^*$ ). Por outro lado para as cultivares tardias, o menor rendimento de óleo obtido com o aumento na densidade de plantas foi mais função do seu efeito no rendimento de grãos do que propriamente no teor de óleo. A análise dos coeficientes de correlação fenotípica obtidos entre rendimento de óleo e rendimento de grãos (Dekalb 180,  $r=0,94^*$  e GR-10,  $r=0,95^*$ ) confirma a afirmação anterior. No entanto, observando os coeficientes de correlação entre rendimento de óleo e teor de óleo (Dekalb 180,  $r=0,39^*$ ; GR-10,  $r=0,82^*$ ) constata-se para cultivar GR-10 que o teor de óleo esteve associado ao rendimento de óleo de forma mais intensa do que para cultivar Dekalb 180.

Para o teor de óleo nos grãos (Figura 3) houve comportamento diferencial das cultivares conforme a densidade de plantas utilizada. A elevação no teor de óleo com o incremento na população de plantas na cultivar Contisol 711 já tinha sido observado 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 obtida em densidades baixas, resultando em maior porcentagem de casca e diminuindo proporcionalmente o teor de óleo, independente da cultivar utilizada. No entanto, ao se analisar os coeficientes de correlação entre área foliar e teor de óleo nos grãos, não se observa

associação para a cultivar GR-10 ( $r=0,14^{ns}$ ) e, constata-se associação negativa tanto para a cultivar Contisol 711 ( $r= -0,54^*$ ) quanto para cultivar Dekalb 180 ( $r= -0,38^*$ ). Esta última cultivar não alterou o teor de óleo com a variação na densidade de plantas. Este aspecto evidencia que a resposta do teor de óleo a densidade é dependente da cultivar utilizada, ao contrário do que afirmou VRANCEANU (1977).

De forma análoga ao anteriormente descrito, JONES (1984) observou maior teor de óleo com o incremento na população de plantas, atribuindo a elevação no teor de óleo à associação negativa entre teor de óleo e quantidade de casca. Por outro lado, RIZZARDI & SILVA (1990) ao trabalharem com densidades crescentes de 30, 50, 70 e 90 mil plantas/ha e com as cultivares Contisol 711 e GR-10 atribuíram o efeito da densidade no teor de óleo não só a porcentagem de casca, mas principalmente à relação casca : amêndoa, observando resposta distinta à densidade de plantas com a cultivar utilizada. Assim, considerando que os autores utilizaram as mesmas densidades e cultivares contidas neste experimento, poder-se-ia afirmar que somente a cultivar Contisol 711 diminuiu a relação casca : amêndoa com o aumento na competição intraespecífica, a exemplo do observado por RIZZARDI & SILVA(1990). Por outro lado, as demais cultivares provavelmente tenham atingido sua capacidade genética em termos de proporção dos componentes externos (casca) e internos(amêndoa) do grão, apresentando relação casca : amêndoa estável à variação na densidade de plantas.

Com o aumento da competição intraespecífica é de se esperar resposta distinta à densidade de plantas entre cultivares que apresentem arquitetura de planta diferenciada, (Figura 5). As cultivares tardias foram mais afetadas no rendimento de grãos com a elevação na densidade de plantas em relação à cultivar precoce. Também, dentre as cultivares tardias pode-se observar que com o aumento na densidade houve maior queda no rendimento de grãos da cultivar Dekalb 180 em relação à cultivar GR-10. Este 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 de fertilidade do solo e água (Figura 1).

Portanto, 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 (MILLER & FICK, 1978; JESSOP, 1977) diferencia-se dos resultados obtidos neste experimento (Figuras 6 e 7). A cultivar precoce, Contisol 711, embora o rendimento de grãos não tenha reagido à densidade de plantas, aumentou numericamente o rendimento com a elevação na população de plantas (Figura 5), evidenciando uma reação distinta das cultivares tardias. Assim, como a resposta do peso de 1000 grãos (Figura 6) à densidade de plantas foi similar para as cultivares testadas, pode-se afirmar, que para a cultivar Contisol 711, o aumento numérico no rendimento de grãos com o incremento da densidade deveu-se a menor competição intraespecífica

demonstrada pela redução inferior no número de grãos por capítulo, principalmente em relação a cultivar GR-10 (Figura 7). Por outro lado, para as cultivares tardias, o maior número de capítulos por unidade de área nas densidades mais elevadas não foi suficiente para compensar as reduções no número de grãos por capítulo ocasionado pelo aumento na densidade de plantas. Ainda observa-se dentre as cultivares tardias, que a elevação na densidade reduziu mais o peso seco de grãos por planta na cultivar Dekalb 180, em relação à GR-10 (Figura 15). Assim, como o peso de 1000 grãos reagiu de forma semelhante a densidade para as três cultivares, o número de grãos por capítulo foi o determinante da maior redução do peso seco de grãos ao incremento na densidade, embora os valores de "b" na equação de regressão para o número de grãos tenham sido 0,15 e 0,23, respectivamente, para as cultivares Dekalb 180 e GR-10.

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 melhor avaliar sua reação à variação na densidade de plantas. A redução por si só do diâmetro de capítulo com a elevação na densidade de plantas pode ter sido a 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 alii, 1984), a maior competição durante os períodos iniciais de desenvolvimento diminuiu o diâmetro de capítulo (Figura



21), o que pode ter afetado o número de primórdios florais e, em consequência, reduzido o número de grãos por capítulo. Isto é confirmado pelo coeficiente de correlação observado entre diâmetro de capítulo e número de grãos por capítulo,  $r = 0,70^*$ . No entanto, além de não ter sido efetuada a contagem do número de flores, a resposta das cultivares à densidade de plantas para o número de grãos por capítulo (Figura 7) e diâmetro de capítulo (Figura 21) mostrou-se contraditória. A elevação na densidade de plantas reduziu mais drasticamente o diâmetro de capítulo na cultivar precoce do que nas cultivares tardias, diferentemente do observado para o número de grãos por capítulo e peso seco de grãos por planta. 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 cultivares tardias.

Ainda uma segunda possibilidade para a diferença de resposta entre cultivares do número de grãos por capítulo com a variação na densidade de plantas pode estar relacionada ao controle pelo suprimento de assimilados, como sugerido por JONES & SIMMONS (1983) para a cultura do milho. Esta hipótese pode estar relacionada ao fato das cultivares testadas apresentarem redução no peso seco da parte aérea com o incremento na população de plantas (Figura 16). Assim, a elevação na densidade de plantas limitou mais drasticamente o suprimento de assimilados para as cultivares tardias do que para as precoces. Em consequência, houve

redução mais intensa no número de grãos por capítulo. No entanto, MICHAEL & BERINGER (1980) afirmaram que para a cultura do trigo o número de grãos por espiga é independente do suprimento de assimilados.

Além do número de grãos por capítulo, o comportamento diferencial do rendimento de grãos das cultivares à variação na densidade de plantas deve ser analisado considerando a estatura e a arquitetura de planta, as quais determinam maior ou menor sombreamento da cultura, afetando em consequência o aproveitamento da luz. Dentre as características de estrutura vegetativa, a área foliar ganha importância na medida em que é a fonte direta de absorção de luz para a produção de fotoassimilados, sendo sensível à variação nas práticas de manejo. Na primeira época de semeadura, as cultivares tardias reduziram mais drasticamente do que a precoce a área foliar por planta com o aumento na densidade de plantas (Figura 8). Na medida que o rendimento de grãos apresenta estreita relação com a área foliar no florescimento (SANGOI, 1985), a menor área foliar por planta apresentada pelas cultivares tardias nas densidades mais altas poderia ser uma das razões do menor rendimento nestas densidades. Este fato se confirma pela análise de correlação fenotípica entre área foliar por planta e rendimento de grãos. Enquanto para as cultivares tardias houve associação positiva entre estas duas variáveis (DeKalb 180 =  $0,61^*$  e GR 10 =  $0,56^*$ ), para a cultivar precoce Contisol 711 não houve associação entre área foliar por planta e rendimento de grãos ( $r = 0,08^{ns}$ ). Na segunda

época de semeadura, praticamente não houveram diferenças de resposta de área foliar à densidade entre as cultivares testadas. A diferença de resposta da área foliar por planta das cultivares à densidade entre épocas de semeadura talvez seja função do maior investimento do crescimento em estatura do que em área foliar na segunda época (Figura 20), principalmente nas densidades mais baixas e para as cultivares tardias (Figura 8).

De forma distinta à área foliar por planta, não se observou para as cultivares tardias associação entre IAF e rendimento de grãos (Figura 5 e 9). Provavelmente, a falta de associação entre IAF e rendimento de grãos (Dekalb 180 =  $-0,18^{NS}$  e GR-10 =  $0,25^{NS}$ ) tenha ocorrido pelo efeito do IAF na porcentagem de interceptação de radiação solar (Figuras 11 e 12), fazendo com que ao se aumentar a densidade de plantas se obtivesse maior IAF e cobertura do solo e, em consequência sombreamento mais intenso do dossel. Neste ponto talvez se pudesse explicar a maior queda do rendimento de grãos da cultivar Dekalb 180 em relação à GR-10 com a elevação na densidade de plantas (Figura 5). Embora para interceptação de radiação solar e IAF, as cultivares tenham reagido à densidade de forma semelhante, o aumento na densidade de plantas associado ao maior IAF e cobertura do solo nas densidades mais elevadas podem ter ocasionado maior sombreamento do dossel na cultivar Dekalb 180 do que na GR-10, confirmando as observações feitas por FERNANDEZ & ORIOLI (1983), na Argentina. Já sob baixas densidades, a eficiência de utilização da energia luminica interceptada

pela cultivar Dekalb 180 poderia ter sido superior a da cultivar GR-10, por causa de sua arquitetura de planta característica, embora não se tenha manifestado em diferenças no rendimento de grãos.

Além das alterações nas características de estrutura vegetativa, a variação na densidade de plantas afetou a estatura de planta de forma diferenciada entre as cultivares (Figura 19). As cultivares tardias aumentaram mais do que a precoce a estatura de planta com o incremento na competição intraespecífica, ocasionando associação negativa entre estatura de planta e rendimento de grãos (Dekalb 180 = - 0,33\* e GR-10 = - 0,56\*). Para cultivar precoce, Contisol 711, houve associação positiva entre estatura e rendimento de grãos ( $r = 0,59^*$ ). O comportamento diferencial das cultivares quanto ao incremento na estatura de planta com a elevação na densidade está associado a maior competição por luz nas cultivares tardias em relação às precoces.

Como a maioria do peso seco da planta consiste de compostos de carbono, qualquer aumento obtido no rendimento de grãos está intimamente ligado a variações na fixação fotossintética de  $CO_2$  e, à subsequente partição desses fotoassimilados entre as porções colhida (grãos) e não colhida (caule, folhas e receptáculos) da cultura (GIFFORD et alii, 1984). Portanto a análise do peso seco da parte aérea e índice de colheita tornam-se da maior importância. O aumento puro e simples no rendimento biológico por planta não representa, necessariamente, incremento no rendimento de grãos (SANGOI, 1985). Neste sentido, o maior peso seco da

parte aérea obtido nas densidades mais baixas independentemente da cultivar testada (Figura 16) pode ter sido devido ao maior diâmetro e peso seco de caule e de capítulo nestas densidades, aumentando em consequência o acúmulo de matéria seca nas porções não colhidas. Este fato pode ser confirmado pela correlação fenotípica positiva entre peso seco da parte aérea e diâmetro de caule ( $r=0,81^*$ ), entre peso seco da parte aérea e diâmetro de capítulo ( $r=0,86^*$ ), entre peso seco de capítulo e diâmetro de capítulo ( $r=0,78^*$ ) e entre peso seco de caule e diâmetro de caule ( $r=0,80^*$ ).

Neste contexto, como as cultivares testadas apresentam diferenças de estatura e arquitetura de planta é importante relacionar a distribuição de matéria seca com o rendimento de grãos. Observando-se o efeito da densidade no peso de caule (Figura 13) e no peso de receptáculo (Figura 14) constata-se que a cultivar Contisol 711, nas duas épocas de semeadura diminuiu mais do que as tardias tanto o peso de caule quanto de receptáculo com a elevação na densidade de plantas.

De forma distinta ao peso seco da parte aérea, as cultivares testadas reagiram diferentemente à densidade de plantas, com relação à eficiência de translocação dos carboidratos para os grãos (Figura 17). Desta maneira, na primeira época de semeadura, para a cultivar Contisol 711, a elevação na densidade de plantas aumentou o índice de colheita, provavelmente, pela maior mobilização dos fotoassimilados do caule (Figura 13) e do receptáculo (Figura 14) para os grãos, embora não se tenha evidenciado

diferenças de resposta do rendimento de grãos entre épocas de semeadura. Dentre as cultivares tardias, enquanto a cultivar Dekalb 180 foi mais sensível ao incremento na população de plantas, a exemplo do que ocorreu para o rendimento de grãos (Figura 5), a cultivar GR-10 aumentou o seu índice de colheita até a densidade de 70000 plantas/ha, o que não foi observado no rendimento de grãos, na média de época de semeadura (Figura 5). Já, na segunda época de semeadura o índice de colheita somente reagiu para a cultivar Dekalb 180 (Figura 17). A resposta do índice de colheita da cultivar Dekalb 180 à densidade de plantas pode ter sido em decorrência do alto investimento no seu crescimento vegetativo não se refletindo, posteriormente, em peso final de grãos. Este fato pode ser verificado pela associação negativa observada, nas cultivares tardias, entre índice de colheita e estatura de planta ( Dekalb 180=  $0,89^*$  e GR-10=  $-0,88^*$  ), mesmo que para cultivar precoce não tenha havido associação ( $r= 0,03^{ns}$ ).

As variações de resposta do índice de colheita das cultivares à densidade de plantas nem sempre estiveram em concordância com a resposta do rendimento de grãos das cultivares à densidade de plantas. Isto pode ser observado pela análise dos coeficientes de correlação fenotípica, entre índice de colheita e rendimento de grãos, onde somente a cultivar GR-10 apresentou associação positiva (GR-10=  $0,41^*$ , Dekalb 180 =  $0,27^{ns}$  e Contisol 711 =  $0,06^{ns}$ ). A não observância de estreita relação entre índice de colheita e rendimento de grãos foi observada por SANGOI (1985).

Após o exposto anteriormente pode-se afirmar que, para a cultura do girassol, a escolha da melhor densidade de plantas está condicionada à cultivar utilizada, podendo a opção incorreta acarretar prejuízo financeiro ao produtor. Por outro lado, no momento em que a indústria nacional, à exemplo da Argentina, valorizar o girassol pela sua riqueza em óleo as vantagens de se aumentar o rendimento de óleo por hectare tornar-se-ão mais pronunciadas ainda.

Uma questão que sempre surge quando se varia a densidade de plantas é a avaliação do seu efeito sobre o acamamento de plantas e a sua conseqüente influência no rendimento de grãos pois, de nada adianta se potencializar o rendimento de grãos com a elevação na densidade de plantas se a porcentagem de acamamento aumentar demasiadamente e se reduzir a eficiência de colheita. Neste contexto, com a elevação na densidade de plantas ocorreram modificações na arquitetura da planta, principalmente o incremento na estatura (Figura 19). Além da estatura de planta, outro parâmetro que pode afetar o acamamento é o diâmetro de caule (Figura 22), o qual diminuiu com o aumento na densidade de plantas. A sua redução não se tornou problemática para a planta em função da resposta do diâmetro de capítulo ter sido similar a do diâmetro de caule, a exemplo do obtido por SCHMIDT (1985) e ALMEIDA (1990). Entretanto, a maior estatura de planta (Figura 19) associada à redução no diâmetro de caule, mesmo com menor diâmetro de capítulo, sob densidades altas, ocasionou maior acamamento de plantas, independente da cultivar (Figura

23). Na primeira época de semeadura houveram dois pontos de maior acamamento nas densidades de 50 e 90000 plantas/ha, os quais estiveram relacionados à fortes ventos ocorrido. Já, na segunda época não se constatou acamamento. No entanto, ao se observar a interação entre época de semeadura e cultivar (Tabela 10), constata-se que na realidade somente a cultivar GR-10 apresentou problemas de acamamento, talvez pela maior debilidade do seu sistema radicular. Portanto, a cultivar GR-10 por se apresentar mais sensível ao acamamento do que as demais, necessita de maiores cuidados na escolha da densidade de plantas.

A possibilidade do girassol participar de um sistema de sucessão, como primeira cultura, já é uma alternativa viável com a utilização de cultivares de ciclo curto, em determinadas regiões, as quais são caracterizadas por apresentarem temperaturas mais altas e maior estação de crescimento. Entretanto, busca-se através de práticas de manejo antecipar ainda mais a colheita, possibilitando assim um sistema de sucessão com as culturas tradicionais de verão. Em função do exposto, um dos objetivos deste trabalho ao variar a densidade de plantas foi verificar o efeito desta prática na antecipação da colheita do girassol em interação com época de semeadura e cultivar.

Para todas as cultivares testadas, independente da época de semeadura, foi possível se antecipar a colheita com a elevação na densidade de plantas (Figura 25), reduzindo o seu ciclo total de desenvolvimento, na média de época de semeadura em, respectivamente, 5, 7 e 8 dias para



as cultivares Contisol 711, Dekalb 180 e GR-10 à medida em que se aumentou a densidade de 30000 para 90000 plantas/ha. O efeito da densidade de plantas na duração do ciclo total de desenvolvimento das cultivares ocorreu, principalmente, no sub-período R<sub>9</sub>-colheita, havendo estreita relação entre sua menor duração e a perda de umidade tanto dos grãos quanto do receptáculo, à medida que se aumentou a densidade de plantas (Figuras 26, 27 e 28).

A análise das interações observadas, entre época de semeadura, cultivares e densidade de plantas, para umidade de grãos e receptáculos fica prejudicada em função da colheita ter sido realizada em épocas distintas. Portanto, qualquer comparação dos resultados entre épocas de semeadura e entre cultivares fica comprometida pelo fato das plantas estarem em estádios distintos.

A perda mais rápida de umidade tanto do receptáculo quanto dos grãos à medida que se aumentou a densidade de plantas pode ser explicada, em parte, pela concomitante redução no diâmetro de capítulo e número de grãos por capítulo, facilitando a perda de umidade. Este fato está de acordo com os coeficientes de correlação entre umidade de receptáculo e diâmetro de capítulo ( $r=0,48^*$ ) e entre umidade de grãos e número de grãos por capítulo ( $r=0,43^*$ ). Associada à facilidade na perda de umidade dos grãos e receptáculo com a diminuição no diâmetro de capítulo, ALMEIDA (1990) observou senescência foliar mais rápida à medida em que aumentou a densidade de plantas o que teria, em consequência, influenciado na redução na umidade de

grãos e receptáculo. Neste sentido, os dados inicialmente obtidos, com a cultivar Contisol 711 (ciclo curto-estatura baixa), por SCHMIDT (1985); NEPOMUCENO (1989) e ALMEIDA (1990) estão em conformidade com o efeito da densidade de plantas obtido neste trabalho.

Outro aspecto que deve ser considerado na análise do efeito da densidade de plantas na antecipação da colheita relaciona-se à data de florescimento das cultivares. A elevação na densidade de plantas antecipou em até três dias a data do florescimento (Figura 25). Em consequência, as plantas sob altas densidades anteciparam a maturação fisiológica, como determinado pela maior umidade de grãos e receptáculo nas densidades mais baixas (Figuras 26 e 28). Em sendo assim, independente do tipo de cultivar utilizada e da época de semeadura é possível antecipar a colheita do girassol com a elevação na densidade de plantas.

## 6. CONCLUSÕES

Sob condições de alto nível de manejo e com suplementação hídrica pode-se chegar às seguintes conclusões:

- As cultivares reagem diferentemente à densidade de plantas, independentemente da época de semeadura. Na faixa de densidade de 30000 à 90000 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.

- Dentre os componentes do rendimento, o número de grãos por capítulo é o principal determinante da resposta diferencial das cultivares no rendimento de grãos, sendo que as cultivares de porte médio e alto apresentam as maiores reduções neste componente com o aumento na densidade de plantas.

- A maior estatura de planta associada ao menor diâmetro de caule sob altas densidades podem ocasionar maior acamamento em cultivares de porte alto.

- A elevação na densidade de plantas de girassol antecipa o florescimento e a maturação fisiológica e acelera a perda de umidade dos grãos e receptáculo. Este aspecto, associado à época de sementeira em final de julho, propicia a antecipação da colheita do girassol, possibilitando assim a sementeira, em sucessão (nas regiões com maior estação de crescimento), da cultura de verão numa época mais apropriada.

## 7. BIBLIOGRAFIA CITADA

- AFZALPURKAR, A.B & LAKSHMINARAYANA, G. 1980. Variations in oil content and fatty acid composition with sunflower head size and shape. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, Champaign, 57(3): 105-6.
- AGUIRREZABAL, L.A.N; ORIOLI, G.A.; PEREYRA, V.R. 1988. Dinâmica foliar de girasoles de diferente altura. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 12, Novi Sad. *Proceedings...Yugoslav, Yugoslav Association of Producers of Plant Oil and Fats*. p.386-91.
- ALESSI, J.; POWER, J.F.; ZIMMERMAN, D. C. 1977. Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population and row spacing. *Agronomy Journal*, Madison, 69: 465-69.
- ALMEIDA, M.L. 1990. Resposta de girassol à densidade em duas épocas de semeadura e dois níveis de adubação. Porto Alegre. Fac. Agronomia, UFRGS. 123p. Diss. Mestr. Agronomia-Fitotecnia.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. 1973. Levantamento de reconhecimento de solo do estado do Rio Grande do Sul. Recife. 165p. (Boletim Técnico, 30)
- FARIAS, G.S. de. 1981. Efeito de sistemas de cultivo sobre a porosidade e retenção de água de um solo Laterítico Bruno-Avermelhado distrófico (Paleudult). Porto Alegre. Fac. Agronomia, UFRGS. Diss. Mestr. Agronomia-Solos.
- FERNANDEZ, L.F. & ORIOLI, G.A. 1983. Estudio comparativo de la estructura foliar, interceptacion de luz y rendimiento en girasol. *Anales de Edafologia Y Agrobiologia*, Madrid, 11-12: 2137-48.
- FICK, G.N.; ZIMMER, D.E.; ZIMMERMAN, D.C. 1974. Correlation of seed oil content in sunflowers with other plant and seed characteristics. *Crop Science*, Madison, 14: 755-57.

- GARDNER, F.P.; PEARCE, R.B.; MITCHELL, R.L. 1985. Carbon fixation by crop canopies. In: *Physiology of crop plants*. p. 31-57.
- GIFFORD, R.M.; THORNE, J.H.; HILTZ, W.D.; GIAQUINTA, R.T. 1984. Crop productivity and photoassimilate partitioning. *Science*, Washington, 225: 801-8.
- GOMEZ, K.A. & GOMEZ, A.O. 1984. *Statistical procedures for agricultural research*. 2 ed. New York, J. Wiley. 680p.
- GUBBELS, G.H. & DEDIO, W. 1989. Effect of plant density and seeding date on early- and late - maturing sunflowers hybrids. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, 69: 1251-54.
- HARRIS, H.C.; McWILLIAM, J.R.; MASON, W.K. 1978. Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, 29(2): 1203-12.
- HERNANDEZ, L.F. & ORIOLI, G.A. 1984. Evaluacion del esfuerzo reproductivo en el girasol cultivado. In: *CONFERENCIA INTERNACIONAL DE GIRASOL*. Conference, 11. Argentina. Actas..., Mar del Plata, Asociacion Argentina de Girasol. p.57-60.
- HO, L.C. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. *Annual Review Plant Physiology*, Stanford, 39: 355-78.
- HOCKING, P.J. & STEER, B.T. 1983. Distribution of nitrogen during growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Annals of Botany*, London. 51: 787-99.
- HOLT, N.W. & ZENTNER, R.P. 1985. Effect of plant density and row spacing on agronomic performance and economic returns of nonoilseed sunflower in southeastern Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, 65(2): 501-09.
- IPAGRO. 1979. Guaiba In: *Observações meteorológicas no estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre. p.55-66.
- JESSOP, R.S. 1977. 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, 17: 664-68.
- JOHNSON, B.J. & JELLUM, M.D. 1972. Effect of planting date on sunflower yield, oil, and plant characteristics. *Agronomy Journal*, Madison, 64: 747-48.

- JONES, R.J. & SIMMONS, S.R. 1983. Effect of altered source-sink ratio on growth of maize kernels. *Crop Science*, Madison, 23: 129-34.
- JONES, O.R. 1984. Yield, water-use efficiency, and oil concentration and quality of dryland sunflower grown in the southern high plains. *Agronomy Journal*, Madison, 76 (1): 229-35.
- KEEFER, G.D.; McALLISTER, J.F.; URIDGE, E.S.; SIMPSON, B.W. 1976. Time of planting effects on development, yield and oil quality of irrigated sunflower. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, Melbourne, 16: 417-22.
- MAJID, H. R. & SCHNEITER, A. A. 1988. Semidwarf and conventional height sunflower performance at five plant populations. *Agronomy Journal*, Madison, 80: 821-24.
- MICHAEL, G. & BERINGER, H. 1980. The role of hormones in yield formation. In: *Physiological aspects of crop productivity*. Wageningen, IPI. p.85-116.
- MILLER, J.F. & FICK, G.N. 1978. Influence of plant population on performance of sunflower hybrids. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, 58: 597-600.
- MILLER, J.F. & ROATH, W.W. 1982. Compensatory response of sunflower to stand reduction applied at different plant growth stages. *Agronomy Journal*, Madison, 74: 119-21.
- MILLER, B.C.; OPLINGER, E.S.; RAND, R.; PETERS, J.; WEIS, G. 1984. Effect of planting date and plant population on sunflower performance. *Agronomy Journal*, Madison, 76: 511-15.
- MUNDSTOCK, C.M. 1977. Densidade de semeadura de milho para o Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS. 35p. (Boletim Técnico)
- MUNDSTOCK, C.M. & SILVA, P.R.F. da. 1988. Colheita In: UFRGS/SEC.AGRIC. Girassol: Indicações de cultivo no Rio Grande do Sul. Porto Alegre. UFRGS/Sec.Agric. p.59-62.
- NEPOMUCENO, A.L. 1989. 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. 79p. Diss.Mestr.Agronomia-Fitotecnia.

- OLMOS E CAMARGO. 1982. Conceituação preliminar de Podzólicos Bruno-Acinzentados tentativamente identificados no País. In: CARVALHO, A.P. Conceituação sumária de algumas classes de solos recém-reconhecidas nos levantamentos e estudos de correlação dos SNLCS. Rio de Janeiro, EMBRAPA. p. 25-8. (Circular Técnica, 1)
- OWEN, D.F. 1983. Differential response of sunflower hybrids to planting date. *Agronomy Journal*, Madison, 75: 259-62.
- PONELEIT, C.G. & EGLI, D.B. 1979. Kernel growth rate and duration in maize as affected by plant density and genotype. *Crop Science*, Madison, 19: 385-88.
- RADFORD, B.J. 1978. 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, 10: 135-42.
- REED, A.J. & SINGLETARY, G.W. 1989. Roles of carbohydrate supply and phytohormones in maize kernel abortion. *Plant Physiology*, Lancaster 91: 986-92.
- RIZZARDI, M.A. & SILVA, P.R.F.da. 1990. Partição de matéria seca e óleo nos aquênios de girassol em função de densidade de plantas. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DO GIRASSOL, 8. Cruz Alta, 1990. Resumos... Cruz Alta, FUNDACEP-FECOTRIGO. p.22-23.
- ROBINSON, R.G.; FORD, J.H.; LUESCHEN, W.E.; RABAS, D.L.; SMITH, L.J.; WARNES, D.D.; WIERSMA, J.V. 1980. Response of sunflower to plant population. *Agronomy Journal*, Madison, 72: 869-71.
- ROSSMAN, E.C. & COOK, R.L. 1967. Soil penetration and date, rate, and pattern of planting. In: PIERRE, W.H. et alii *Advances in corn production: principles and practices* 2. ed. Ames, The Iowa State University Press. p. 53-101.
- SANGOI, L. 1985. Efeitos de épocas de semeadura em duas cultivares de girassol sob condições naturais de precipitação hídrica. Porto Alegre. Fac. de Agronomia, UFRGS. 186p. Diss. Mestr. Agronomia-Fitotecnia.
- SCHIOCCHET, M.A.; SILVA, P.R.F.da.; MUNDSTOCK, C.M. 1983. Variação nas características morfofisiológicas de cultivares de girassol em resposta a épocas de semeadura. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, 19(1): 77-96.
- SCHMIDT, E. 1985. Efeito de densidade e arranjo de plantas no rendimento de aquênios e óleo, e em outras características agrônômicas do girassol. Porto Alegre. Fac. Agronomia, UFRGS. 97p. Diss. Mestr. Agronomia-Fitotecnia.



- SCHNEITER, A.A. & MILLER, J.F. 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, Madison, 21: 901-03.
- SCHNEITER, A.; CUKADAR, B.; ZAFFARONI, E.; MAJID, H. 1988. Agronomic evaluation of semidwarf sunflower. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 12, Novi Sad. Proceedings... Yugoslav, Yugoslav Association of Procedures of Plant Oil and Fats. p. 363-68.
- SCHOPER, J.B.; JOHNSON, R.R.; LAMBERT, R.J. 1982. Maize yield response to increased assimilate supply. *Crop Science*, Madison, 22: 1184-89.
- SEILER, G.J. 1983. Effect of genotype, flowering date, and environment on oil content and oil quality of wild sunflower seed. *Crop Science*, Madison, 23: 1063-68.
- SILVA, P. R. F.da 1972. Determinação dos efeitos de quatro densidades de plantas no rendimento de grãos e características agrônomicas de seis cultivares de milho. Porto Alegre. Fac. Agronomia, UFRGS, 84p. Diss. Mestr. Agronomia-Fitotecnia.
- SILVA, P.R.F. da; COSTA, J.A.; MUNDSTOCK, C.M. 1983. Densidade de semeadura em girassol (*Helianthus annuus* L.). *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, 19(1): 97-102.
- SILVA, P. R. F.da & SANGOI, L. 1985. Época de semeadura em girassol. I. Efeitos no rendimento de grãos, componentes do rendimento, teor e rendimento de óleo. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 38(361):20-27.
- SILVA, P.R.F.da & MUNDSTOCK, C.M. 1988a. Época de semeadura. In: UFRGS/SEC. AGRIC. Girassol: Indicações para cultivo no Rio Grande do Sul. Porto Alegre. UFRGS/Sec. Agric. p. 13-17.
- SILVA, P.R.F.da & MUNDSTOCK, C.M. 1988b. Estabelecimento da lavoura. In: UFRGS/SEC.AGRIC. Girassol: Indicações para cultivo no Rio Grande do Sul. Porto Alegre. UFRGS/Sec. Agric. p. 31-36.
- SILVA, P.R.F. da & DALBEM, M. 1989. Sistemas de cultivo com milho ou soja em sucessão a girassol semeado em agosto. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 42(383): 23-29.
- STANOJEVIC, D. 1984. Relationship between stand density and microclimate and their effect on some characters of sunflower. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE GIRASOL. Conference, 11. Argentina. Actas..., Mar del Plata, Asociacion Argentina de Girasol. p. 301-06.

- STEER, B.T.; HOCKING, P.J.; KORTT, A.A.; ROXBURGH, C.M. 1984. Nitrogen nutrition of sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield components, the timing of their establishment and seed characteristic in response to nitrogen supply. *Field Crops Research*, Amsterdam, 9: 219-36.
- TRAPANI, N.; SADRAS, V.O.; VILELLA, F.; HALL, A.J. 1988. A physiological analysis of the growth and yield of two sunflower cultivars. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 12, Novi Sad. *Proceedings...Yugoslav, Yugoslav Association of Producers of Plant Oil and Fats*. p. 63-68.
- TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F. J. L.do 1986. *Meteorologia descritiva*. São Paulo, Nobel. 374p. passim.
- UNGER, P.W. 1980. Planting date effects on growth, yield, and oil of irrigated sunflower. *Agronomy Journal*, Madison, 72(2): 914-16.
- VANOZZI, G.P.; GIANNINI, A.; BENVENUTI, A. 1984. Plant density and yield in sunflower. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE GIRASOL. Conference, 11. Argentina. *Actas...*, Mar del Plata, Asociacion Argentina de Girasol. p.287-91.
- VIEGAS, G.P. 1978. Práticas culturais. In: PATERNIANI, E., coord. *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. Piracicaba, Fundação Cargill. p.376-428.
- VRANCEANU, A.V. 1977. *El Girasol*. Madrid, Mundi-Prensa. 379p.
- ZAFFARONI, E. & SCHNEITER, A.A. 1989. Water-use efficiency and light interception of semidwarf and standard-height sunflower hybrids grown in different row arrangements. *Agronomy Journal*, Madison, 81: 831-36.
- ZUBRISKI, J.C. & ZIMMERMAN, D.C. 1974. Effects of nitrogen, phosphorus, and plant density on sunflower. *Agronomy Journal*, Madison, 66: 798-801.
- WADE, L.J. & FOREMAN, J.W. 1988. Density x maturity interactions for grain yield in sunflower. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Melbourne, 28: 623-7.
- WARDLAW, I.F. 1980. Translocation and source-sink relationships. In: CARLSON, coord. *The biology of crop productivity*. Academic Press, New York. p.297-339.

APÊNDICE 1. Resumo da análise de variância das características estudadas no experimento. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS				MÉDIOS			
		Teor de óleo	Rendimento de óleo	Rendimento de grão	Peso mil Grãos	Número de grãos/capítulo	Área foliar	índice de área foliar	Número de folhas
Bloco	3	33,06	108053,19	120011,92	28,76	29017,28	1036395,92	0,29	4,42*
Época	1	206,50*	90528,16	44548,16	3723,54*	1822432,59*	64636,26	0,01	82,51*
Erro (A)	3	4,04*	18114,02	43595,63	36,85	8738,12	2443397,84	0,57	0,78*
Cultivar	2	240,64*	329485,71	85392,57	3637,57*	2282022,57*	21494911,13*	4,69*	931,01*
Época x Cult	2	32,80	397716,8	1052012,07	132,74	174845,84	7014590,63*	1,41	13,19*
Erro (B)	12	17,48	111857,74	289146,55	30,73	27012,90	1461985,51	0,41	1,78*
Densidade	3	51,01*	40395,00	557617,19*	1741,27*	3420479,84	138238105,56*	2,06*	25,37*
Época x Dens	3	4,06*	14091,77	112265,86	41,87	22310,12	1691718,59	0,64*	1,28
Cult x Dens	6	25,31*	156977,17*	350955,64*	16,56	132582,98*	3983217,81*	0,18	2,74
Época x Cult x Dens	6	4,69	18137,20	56222,64	18,11	18932,62	1974686,34*	0,25	0,43
Erro (C)	54	4,95	23589,18	58545,40	15,27	13867,48	830487,11	0,20	1,27
Total	95								
COEFICIENTE DE VARIACÃO (%)									
ERRO(A)		1,2	3,0	2,2	3,4	2,4	8,0	7,4	0,8
ERRO(B)		4,4	13,2	9,9	5,4	7,5	10,7	10,8	2,0
ERRO(C)		4,7	12,1	8,9	7,6	10,7	16,1	15,2	3,5

\* Valores significativos ao nível de 5%

APÊNDICE 1. (continuação)

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS							
		Estatura de planta(R <sub>1</sub> )	Estatura de planta(R <sub>2</sub> )	Diâmetro capítulo	Diâmetro de caule	Plantas acamadas	Plantas quebradas	Umidade grãos	Umidade receptáculo
Bloco	3	473,09	333,02	0,34	4,12	4,51	0,056	122,48	885,84
época	1	10773,84*	32930,04*	78,84*	40,04	26,98	2,760*	12950,26*	10500,16*
Erro (A)	3	123,95	92,95	3,92	5,12	3,27	0,107	8,26	339,91
Cultivar	2	10802,51*	14130,40*	20,32*	30,87*	8,97*	0,091	42,07	2417,46*
época x Cult	2	366,28*	233,19*	15,96*	16,54*	9,07*	0,353	265,76*	2719,57*
Erro (B)	12	44,20	58,64	3,39	2,62	1,19	0,396*	19,77	94,34
Densidade	3	1554,01*	642,41*	305,81*	324,15*	2,16*	1,554*	323,87*	1842,93*
época x Dens	3	22,42*	125,90*	1,78	4,59	1,61*	0,462	51,03*	646,33*
Cult x Dens	6	42,59*	26,19	6,17*	1,86*	0,80	0,177	41,60*	161,64
época x Cult x Dens	6	12,44	12,60	2,78	4,88*	0,65	0,240	13,95	116,44
Erro (C)	54	7,55	27,61	1,46	1,81	0,45	0,231	12,88	75,73
Total	95								
COEFICIENTE DE VARIACÃO (%)									
ERRO(A)		4,3	1,8	3,1	3,0	40,1	9,2	3,0	7,3
ERRO(B)		4,4	2,5	5,0	3,8	41,9	30,8	8,2	6,7
ERRO(C)		3,7	3,4	6,5	6,3	51,9	47,1	13,3	12,0

\* Valores significativos ao nível de 5%

APÊNDICE 1. (continuação)

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS						
		Interceptação de radiação(R <sub>1</sub> )	Interceptação de radiação(R <sub>g</sub> )	Peso seco de caule	Peso seco de receptáculo	Peso seco de grãos	Peso seco da parte aérea	índice de colheita
Bloco	3	157,90	81,43	198,38	19,40	84,36	668,25	0,0010
Época	1	2738,67*	1473,29*	19608,16*	5,04	130,66	16224,00*	0,1410*
Erro (A)	3	22,76	30,29	294,83	13,06	42,75	542,41	0,0011*
Cultivar	2	1982,02*	1277,47*	4082,82*	705,21*	347,37	1930,87	0,0181*
Época x Cult	2	34,78	4,01	990,38*	130,01*	1160,79*	2610,37*	0,0284*
Erro (B)	12	38,96	30,66*	143,13	28,26*	97,18	606,70	0,0008
Densidade	3	507,67*	129,76*	20269,25*	4958,06*	12766,30*	106001,88*	0,0001*
Época x Dens	3	127,52*	20,50	1364,30*	11,90	125,08	2044,11*	0,0008*
Cult x Dens .	6	37,40	10,56	444,57*	93,62*	182,72*	699,38	0,0028*
Época x Cult x Dens	6	35,05	13,41	163,44*	54,74*	61,41	422,27	0,0005*
Erro (C)	54	18,78	21,73	68,31	20,11	52,24	342,75	0,0002
Total	95							
COEFICIENTE DE VARIACÃO (%)								
ERRO(A)		2,1	2,0	6,9	3,8	3,5	4,3	2,8
ERRO(B)		4,9	3,5	8,3	9,7	9,1	8,0	4,0
ERRO(C)		6,8	6,0	11,5	16,4	13,4	12,1	4,5

\* Valores significativos ao nível de 5%

APENDICE 2. Temperatura do ar média das médias ( $^{\circ}\text{C}$ ) durante os sub-períodos emergência-diferenciação do botão floral ( $R_1$ ),  $R_1$ -antese( $R_5$ ),  $R_5$ -maturação fisiológica( $R_9$ ), segundo SCHNEITER & MILLER (1981), de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de densidade de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR-10
Sub-período emergência-diferenciação do botão floral( $R_1$ )			
28/07	15,4(53)*	15,8(61)	15,8(61)
18/09	21,4(38)	21,7(46)	20,9(48)
Sub-período $R_1$ - antese( $R_5$ )			
28/07	18,1(23)	23,8(26)	23,4(28)
18/09	21,9(20)	23,0(24)	22,7(22)
Sub-período $R_5$ - maturação fisiológica( $R_9$ )			
28/07	20,8(40)	22,9(38)	23,2(36)
18/09	24,0(34)	24,3(29)	24,4(31)

\* Duração em dias do sub-período.

APENDICE 3. Temperatura do ar média das máximas(°C) durante os sub-períodos emergência-diferenciação do botão floral (R<sub>1</sub>), R<sub>1</sub>-antese(R<sub>5</sub>), R<sub>5</sub>-maturação fisiológica(R<sub>9</sub>), segundo SCHNEITER & MILLER (1981), de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de densidade de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR-10
Sub-período emergência-diferenciação do botão floral(R <sub>1</sub> )			
28/07	20,6(53)*	20,9(61)	20,9(61)
18/09	23,4(38)	23,9(46)	23,7(48)
Sub-período R <sub>1</sub> - antese(R <sub>5</sub> )			
28/07	23,3(23)	24,0(26)	24,0(28)
18/09	27,2(20)	28,3(24)	28,0(22)
Sub-período R <sub>5</sub> - maturação fisiológica(R <sub>9</sub> )			
28/07	28,1(40)	28,4(38)	28,6(36)
18/09	29,2(34)	30,3(29)	29,3(31)

\* Duração em dias do sub-período.

APÊNDICE 4. Temperatura do ar média das mínimas(°C) durante os sub-períodos emergência-diferenciação do botão floral (R<sub>1</sub>), R<sub>1</sub>-antese(R<sub>5</sub>), R<sub>5</sub>-maturação fisiológica(R<sub>9</sub>), segundo SCHNEITER & MILLER (1981). de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de densidade de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR-10
Sub-período emergência-diferenciação do botão floral(R <sub>1</sub> )			
28/07	10,3(53)*	10,6(61)	10,6(61)
18/09	13,7(38)	12,8(46)	12,4(48)
Sub-período R <sub>1</sub> - antese(R <sub>5</sub> )			
28/07	12,9(23)	12,8(26)	12,7(28)
18/09	16,1(20)	16,9(24)	16,6(22)
Sub-período R <sub>5</sub> - maturação fisiológica(R <sub>9</sub> )			
28/07	15,5(40)	16,9(38)	17,3(36)
18/09	17,7(34)	18,4(29)	18,5(31)

\* Duração em dias do sub-período.



APENDICE 5. Radiação solar global média ( cal/cm<sup>2</sup>/dia ) durante os sub-períodos emergência-diferenciação do botão floral(R<sub>1</sub>), R<sub>1</sub>-antese(R<sub>5</sub>), R<sub>5</sub> - maturação fisiológica(R<sub>9</sub>), segundo SCHNEITER & MILLER (1981), de três cultivares de girassol, em duas épocas de semeadura, na média de densidade de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	C u l t i v a r		
	Contisol 711	Dekalb 180	GR-10
.Sub-período emergência-diferenciação do botão floral(R <sub>1</sub> )			
28/07	300(53)*	313(61)	313(61)
18/09	401(38)	408(46)	407(48)
Sub-período R <sub>1</sub> - antese(R <sub>5</sub> )			
28/07	381(23)	390(26)	404(28)
18/09	478(20)	533(24)	516(22)
Sub-período R <sub>5</sub> - maturação fisiológica(R <sub>9</sub> )			
28/07	474(40)	506(38)	503(36)
18/09	517(34)	523(29)	523(31)

\* Duração em dias do sub-período.

APÊNDICE 6 - Valores das determinações realizadas a campo, na média das quatro repetições. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Época de semeadura	Cultivar	Densidade de plantas (pl/ha)	Teor de óleo (%)	Rendimento de óleo (kg/ha)	Rendimento de grãos (kg/ha)	Peso mil grãos (g)	Número grãos/capítulo	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	IAF	Número de folhas	Interceptação de radiação (R <sub>1</sub> ) (%)	Interceptação de radiação (R <sub>0</sub> ) (%)	
JULHO	Contisol 711	30000	42,3	993	2336	81,38	907	6189	1,86	25	36	76	
		50000	47,7	1105	2309	67,14	665	4389	2,19	25	54	81	
		70000	46,3	1205	2586	63,76	585	3780	2,64	25	70	85	
		90000	51,9	1326	2553	59,72	486	3043	2,74	24	74	86	
	28 DE	Dekalb 180	30000	43,6	1362	3125	75,22	1383	9411	2,82	32	68	90
			50000	46,5	1338	2866	62,21	907	4907	2,45	31	78	95
			70000	45,7	1135	2476	56,78	685	3793	2,65	30	82	95
			90000	46,0	1049	2278	47,96	566	4156	3,74	30	80	97
	18 DE	GR - 10	30000	52,2	1731	3315	55,13	2029	12191	3,66	38	63	91
			50000	52,2	1531	2921	42,41	1361	6191	3,09	37	81	95
			70000	51,9	1424	2743	39,05	1065	4724	3,31	37	84	96
			90000	52,3	1362	2592	36,47	830	4584	4,12	35	83	94
SETEMBRO	Contisol 711	30000	44,1	1235	2788	64,66	1514	8058	2,41	28	63	92	
		50000	43,5	1302	2987	51,88	1153	5699	2,90	28	78	93	
		70000	45,8	1294	2826	46,46	902	4012	2,81	27	75	89	
		90000	50,6	1490	2940	44,28	812	3400	3,06	26	75	94	
	18 DE	Dekalb 180	30000	41,7	1178	2827	56,38	1654	9049	2,71	35	90	96
			50000	43,9	1281	2916	49,94	1227	5787	2,89	34	91	98
			70000	42,6	1092	2565	40,81	981	4623	3,23	32	94	99
			90000	43,1	986	2290	42,70	680	3362	3,02	33	93	99
	18 DE	GR - 10	30000	46,2	1271	2717	44,21	2106	9509	2,84	39	89	97
			50000	47,0	1288	2723	34,81	1545	5899	2,95	37	91	98
			70000	47,3	1251	2615	32,20	1215	4780	3,34	37	92	98
			90000	47,6	1156	2424	29,43	987	3805	3,42	35	92	98

APÊNDICE 6 (Continuação)

Época de semeadura	Cultivar	Densidade de plantas (pl/ha)	Peso caule (g/pl)	Peso recep. (g/pl)	Peso grãos (g/pl)	Rend. biol. (g/pl)	IC	Estat. pl. (R <sub>1</sub> ) (cm)	Estat. pl. (R <sub>6</sub> ) (cm)	Diâm. capit. (cm)	Diâm. caule (mm)	Pl. acam. (%)	Pl. quebr. (%)	Umidade grãos (%)	Umidade recep. (%)
	Contisol 711	30000	70	64	67	201	0,33	40	96	23	25	0	0	23	90
		50000	53	34	52	139	0,37	45	108	18	18	4	2	19	83
		70000	39	22	41	102	0,40	50	115	15	16	1	3	13	66
		90000	33	17	35	85	0,40	53	119	14	16	0	1	13	63
28 DE	Dekalb 180	30000	86	43	86	215	0,40	56	124	21	25	0	0	14	66
		50000	56	23	50	130	0,38	62	130	17	20	2	0	12	50
		70000	47	18	37	103	0,36	71	136	15	19	1	3	9	20
		90000	41	15	31	87	0,36	78	141	14	18	3	1	10	36
JULHO	GR - 10	30000	107	39	100	247	0,41	63	149	23	25	3	0	21	83
		50000	63	22	68	153	0,44	71	156	19	24	13	1	14	62
		70000	51	17	53	121	0,43	83	161	15	21	12	2	15	58
		90000	41	14	40	95	0,42	88	159	14	19	21	2	17	68
	Contisol 711	30000	106	51	89	246	0,36	54	145	26	27	0	0	47	90
		50000	65	26	54	146	0,36	59	150	22	22	0	0	42	88
		70000	54	22	45	123	0,37	64	151	18	19	0	0	34	84
		90000	49	19	41	110	0,37	65	153	17	18	0	0	33	83
18 DE	Dekalb 180	30000	164	52	93	309	0,30	80	168	22	27	0	0	46	90
		50000	91	26	48	165	0,29	89	171	17	22	0	1	41	86
		70000	78	20	36	134	0,27	97	176	18	19	1	0	41	84
		90000	63	16	28	107	0,26	102	175	16	18	0	1	35	78
SETEMBRO	GR - 10	30000	146	38	83	268	0,31	92	183	23	28	0	0	38	87
		50000	86	20	46	153	0,30	101	188	19	22	0	0	35	73
		70000	70	17	39	127	0,30	104	189	18	20	0	2	38	79
		90000	58	14	30	103	0,29	109	188	15	18	0	0	30	71