

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA**  
**SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA**  
**MESTRADO EM AGRONOMIA**

**GIOVANI LUIZ THOMAZ**

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE GIRASSOL EM FUNÇÃO**  
**DA ÉPOCA DE SEMEADURA NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR.**

**PONTA GROSSA**

**2008**

**GIOVANI LUIZ THOMAZ**

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE GIRASSOL EM FUNÇÃO  
DA ÉPOCA DE SEMEADURA NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR.**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia na Universidade Estadual de Ponta Grossa, área de concentração Agricultura.

Orientador: Prof. Dr. Jeferson Zagonel

**PONTA GROSSA**

**2008**

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

T465c Thomaz, Giovani Luiz  
Comportamento de cultivares de girassol em função da época de  
semeadura na região de Ponta Grossa, PR. / Giovani Luiz Thomaz.  
Ponta Grossa, 2008.  
92f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de concentração  
Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa.  
Orientador: Prof. Dr. Jeferson Zagonel

1. *Helianthus annuus*. 2. Cultivares. 3. Épocas de semeadura.  
4. Rendimento de aquênios. 5. Teor de óleo. I. Zagonel,  
Jeferson. II. T.

CDD : 633.39



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
Coordenação de Colegiado de Curso de Mestrado em Agronomia

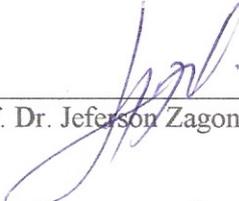
## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

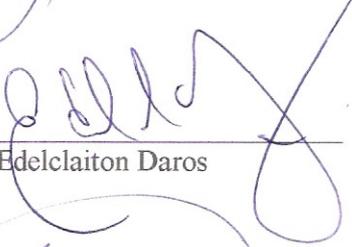
Título da Dissertação: “COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE GIRASSOL EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE SEMEADURA NA REGIÃO DE PONTA GROSSA, PR”.

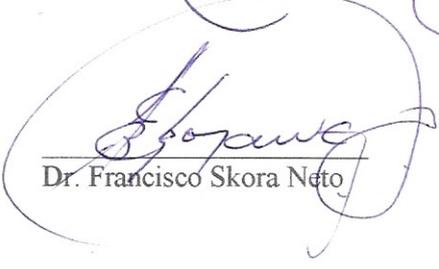
Nome: Giovani Luiz Thomaz

Orientador: Jeferson Zagonel

Aprovado pela Comissão Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Jeferson Zagonel

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Edelclaiton Daros

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Francisco Skora Neto

Data da Realização: 08 de dezembro de 2008.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Jeferson Zagonel, pela dedicação na orientação desta dissertação.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado em Agronomia.

Aos professores e funcionários da UEPG, pelo acolhimento.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, e Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior – SETI, pela estrutura e apoio financeiro para a realização dos trabalhos.

Aos colegas de trabalho Raniere Ramos Nogueira pelo valoroso auxílio na condução dos trabalhos de campo e discussões sobre o tema do trabalho, José Alfredo Batista dos Santos pelo incentivo na realização do curso e Francisco Skora Neto, Luis Osvaldo Colasante e Maria de Fátima dos Santos Ribeiro pelas sugestões e discussões sobre o tema do trabalho.

Aos demais funcionários do IAPAR, estagiários e colaboradores temporários, pelo trabalho incansável nas atividades de campo.

## RESUMO

É crescente a busca por matéria-prima para produção de biodiesel no Brasil. O girassol (*Helianthus annuus* L.), por apresentar elevado teor de óleo, baixa exigência hídrica a ter a possibilidade de ser cultivado em diferentes épocas do ano, pode tornar-se uma importante cultura para este fim, ocupando “janelas” dentro dos sistemas de produção e de rotação de culturas adotados pelos agricultores. Neste sentido, um trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Ponta Grossa, do Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, com o objetivo de avaliar o efeito da época de semeadura no ciclo, características agronômicas, rendimento de aquênios, teor de óleo dos aquênios e rendimento de óleo em quatro cultivares de girassol (Aguará 4, Catissol, Hélio 250 e M734) em dez épocas de semeadura, espaçadas em torno de 20 dias, com a primeira época em 30/07/2007 e a última em 28/01/2008. Os maiores rendimentos de aquênios e de óleo ocorreram nas semeaduras de fim de julho, agosto e setembro. As cultivares M734 e Aguará 4 apresentaram maior rendimento de aquênios. As épocas de semeadura influenciaram todas as variáveis estudadas.

Palavras-chave: *Helianthus annuus*, cultivares, épocas de semeadura, rendimento de aquênios, teor de óleo.

## ABSTRACT

The search of crops for biodiesel production in Brazil is increasing. The sunflower (*Helianthus annuus* L.) has high oil content, has low demand of water and has the possibility of being cultivated in different times of the year. These characteristics may turn out this crop to be important for biodiesel production, occupying “spaces” in production systems and crop rotations adopted by farmers. Accordingly, one study was carried out, at the Experimental Station of Ponta Grossa of Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, with the objective of evaluating the effect of sowing date on the cycle, agronomic characteristics, yield of achenes, oil content and oil yield. Four cultivars of sunflower (Aguará 4, Catissol, Hélio 250 e M734) were tested in ten sowing dates, spaced around twenty days, with the first sowing day in July 30, 2007 and the last in January 28, 2008. The highest yield of achenes and oil occurred on crops at the end of July, in August and in September. The cultivars M734 e Aguará 4 had the highest yield of achenes. The sowing dates influenced all the variables studied.

**Keywords:** *Helianthus annuus*, cultivars, sowing seasons, achenes yield, oil content.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	Fases de desenvolvimento da planta de girassol (CASTIGLIONI et al., 1997).....	29
FIGURA 2 -	Fase V-E.....	30
FIGURA 3 -	Estádio R <sub>1</sub> .....	30
FIGURA 4 -	Estádio R <sub>4</sub> .....	31
FIGURA 5 -	Estádio R <sub>5</sub> .....	31
FIGURA 6 -	Estádio R <sub>5,5</sub> .....	31
FIGURA 7 -	Estádio R <sub>6</sub> .....	31
FIGURA 8 -	Estádio R <sub>9</sub> .....	31
FIGURA 9 -	Estádios de desenvolvimento da planta de girassol e períodos do ciclo nos quais se definem os componentes de rendimento (adaptado de AGUIRREZÁBAL et al., 2001e).....	35
FIGURA 10 -	Detalhe de uma época de semeadura .....	42
FIGURA 11 -	Croqui das épocas de semeadura .....	42
FIGURA 12 -	Abertura manual de sulcos e adubação. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	44
FIGURA 13 -	Abertura manual de sulcos e adubação. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	44
FIGURA 14 -	Capítulo atacado por pássaros e proteção dos capítulos com TNT. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	45
FIGURA 15 -	Capítulo atacado por pássaros e proteção dos capítulos com TNT. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	45
FIGURA 16 -	Precipitação pluviométrica ocorrida durante o experimento e precipitação média histórica no período de 1977 a 2007. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	52
FIGURA 17 -	Precipitação pluviométrica decenal ocorrida durante o experimento. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	53

FIGURA 18 -	Média das temperaturas máximas e média das temperaturas mínimas no decorrer dos experimentos. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	54
FIGURA 19 -	Duração dos períodos fenológicos (dias) semeadura-emergência, emergência-broto floral, broto floral-floração inicial, floração e fim da floração-maturação fisiológica em cada época de semeadura (média das cultivares). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	55
FIGURA 20 -	Duração do período fenológico (dias) emergência-broto floral em cada época de semeadura (média das cultivares) e temperatura média (°C) do período. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	59
FIGURA 21 -	Duração do período fenológico (dias) broto floral-floração inicial em cada época de semeadura (média das cultivares) e temperatura média do ar (°C) no período. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	60
FIGURA 22 -	Duração do período fenológico (dias) floração em cada época de semeadura (média das cultivares) e temperatura média do ar (°C) no período. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	61
FIGURA 23 -	Duração do período fenológico (dias) fim da floração-maturação fisiológica em cada época de semeadura (média das cultivares) e temperatura média do ar (°C) no período. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	62
FIGURA 24 -	Capítulo com podridão branca causada pelo fungo <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary, na cultivar Catissol da 10 <sup>a</sup> época de semeadura, em maturação fisiológica. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	63
FIGURA 25 -	Capítulo com podridão branca causada pelo fungo <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary, na cultivar Catissol da 10 <sup>a</sup> época de semeadura, em maturação fisiológica. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	63

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Composição centesimal média de sementes de girassol em base seca (Watt; Merrill, 1979, citados por Carrão-Panizzi; Mandarin, 2005.....	20
TABELA 2 -	Duração dos períodos fenológicos (dias) em sementeiras de outubro, novembro e dezembro em Balcarce (Argentina), de um híbrido de ciclo intermediário a curto (PEREYRA; VALETTI, citados por AGUIRREZABAL et al., 2001d) .....	33
TABELA 3 -	Características químicas e físicas do solo do experimento, Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2007.....	41
TABELA 4 -	Interpretação de índices de correlação (Shikamura, 2008).....	50
TABELA 5 -	Quadrados médios residuais das variáveis em cada experimento (época de sementeira). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	51
TABELA 6 -	Quadrados médios residuais das variáveis em cada experimento (época de sementeira). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	52
TABELA 7 -	Soma das precipitações pluviométricas (mm) ocorridas nos períodos fenológicos e ciclo total (média das cultivares) em cada época de sementeira. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	53
TABELA 8 -	Temperatura média do ar (°C) ocorrida durante os períodos fenológicos e ciclo total (média das cultivares) em cada época de sementeira. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	54
TABELA 9 -	Duração dos períodos fenológicos (dias) sementeira-emergência, emergência-broto floral, broto floral-floração inicial, floração, fim da floração-maturação fisiológica e sementeira-maturação fisiológica em cada época de sementeira (média das cultivares). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	56
TABELA 10 -	Duração dos períodos fenológicos (dias) sementeira-emergência, emergência-broto floral, broto floral-floração inicial, floração, fim da floração-maturação fisiológica e sementeira-maturação fisiológica de cada cultivar (média das épocas). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	57

TABELA 11 -	Capítulos com podridão branca (%) causada pelo fungo <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	63
TABELA 12 -	Altura de planta (cm) das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	65
TABELA 13 -	Densidade de plantas (plantas ha <sup>-1</sup> ) das cultivares (média das épocas de semeadura). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	66
TABELA 14 -	Densidade de plantas (plantas ha <sup>-1</sup> ) em cada época de semeadura (média das cultivares). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	66
TABELA 15 -	Diâmetro de capítulo (cm) das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	67
TABELA 16 -	Número de aquênios por capítulo das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	69
TABELA 17 -	Massa de mil aquênios (g) das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	71
TABELA 18 -	Rendimento de aquênio (kg ha <sup>-1</sup> ) das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	73
TABELA 19 -	Teor de óleo (%) das cultivares, em cada época de semeadura (base seca). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	76
TABELA 20 -	Rendimento de óleo (kg ha <sup>-1</sup> ) das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	79
TABELA 21 -	Datas em que ocorreram a maturação fisiológica das cultivares em cada época de semeadura (média das cultivares). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.....	81

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1 POTENCIALIDADES DE EXPANSÃO DO GIRASSOL NO BRASIL.....	16
2.1.1 Biocombustível.....	16
2.1.2 Alimentação humana.....	17
2.1.3 Alimentação animal.....	19
2.2 ECOFISIOLOGIA DO GIRASSOL.....	22
2.2.1 Efeito da temperatura no girassol.....	22
2.2.2 A água na cultura do girassol.....	24
2.2.3 A energia luminosa e a cultura do girassol.....	27
2.2.4 As fases de desenvolvimento da planta de girassol.....	29
2.2.4.1 Fase vegetativa.....	29
2.2.4.2 Fase reprodutiva.....	30
2.3 INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE SEMEADURA NO GIRASSOL.....	32
2.3.1 Ciclo da cultura.....	33
2.3.2 Rendimento de aquênios; rendimento, teor e qualidade do óleo.....	34
2.3.3 Doenças.....	37
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	40
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	40
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	41
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	41
3.4 INFORMAÇÕES SOBRE OS GENÓTIPOS EM ESTUDO.....	42
3.5 SEMEADURA, ABUBAÇÃO, TRATOS CULTURAIS E COLHEITA.....	43
3.6 AVALIAÇÕES.....	46

3.6.1 Ciclo.....	46
3.6.1.1 Período semeadura - maturação fisiológica (ciclo total).....	46
3.6.1.2 Período semeadura - emergência.....	46
3.6.1.3 Período emergência - broto floral.....	46
3.6.1.4 Período broto floral - floração inicial.....	46
3.6.1.5 Período floração.....	47
3.6.1.6 Período fim da floração a maturação fisiológica.....	47
3.6.2 Capítulos doentes.....	47
3.6.3 Altura de planta.....	47
3.6.4 Densidade de plantas.....	48
3.6.5 Diâmetro de capítulo.....	48
3.6.6 Massa de mil aquênios.....	48
3.6.7 Número de aquênios por capítulo.....	48
3.6.8 Rendimento de aquênios.....	48
3.6.9 Teor de óleo.....	49
3.6.10 Rendimento de óleo.....	49
3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	49
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>51</b>
4.1 ANÁLISE CONJUNTA DOS EXPERIMENTOS.....	51
4.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DURANTE OS EXPERIMENTOS.....	52
4.3 CICLO.....	55
4.3.1 Período semeadura - maturação fisiológica (ciclo total).....	56
4.3.2 Período semeadura - emergência.....	57
4.3.3 Período emergência - broto floral.....	58
4.3.4 Período broto floral - floração inicial.....	59

4.3.5 Período floração.....	60
4.3.6 Período fim da floração - maturação fisiológica.....	61
4.4 CAPÍTULOS DOENTES.....	62
4.5 ALTURA DE PLANTA.....	64
4.6 DENSIDADE DE PLANTAS.....	65
4.7 DIÂMETRO DE CAPÍTULO.....	67
4.8 NÚMERO DE AQUÊNIOS POR CAPÍTULO.....	68
4.9 MASSA DE MIL AQUÊNIOS.....	71
4.10 RENDIMENTO DE AQUÊNIOS.....	72
4.11 TEOR DE ÓLEO.....	75
4.12 RENDIMENTO DE ÓLEO.....	78
4.13 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	79
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>82</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O girassol é uma planta extremamente adaptável, podendo ser cultivada em diferentes condições ambientais. Conhecida e explorada em várias partes de mundo, pode ser cultivada em períodos de primavera-verão e/ou outono-inverno, dependendo das condições locais (SILVEIRA et al., 2005).

Outro fator a ser considerado é a inserção do girassol nos sistemas de rotação e sucessão de culturas, visto a sua boa capacidade de aproveitamento dos resíduos das adubações dos cultivos anteriores, aumentando a capacidade de aproveitamento do solo, do parque de maquinários e dos fatores de produção e a rentabilidade das propriedades agrícolas (EMBRAPA, 2008).

O Paraná, estado que tem a base da sua economia na agricultura e agroindústria, apresenta elevado potencial para produção de oleaginosas para uso como fonte de matéria-prima na produção do biodiesel. Apesar do estado ser um dos maiores produtores de soja do país, outras fontes de óleos vegetais devem ser objeto de estudo, e o girassol, por apresentar elevados teores de óleo em suas sementes e possuir bom potencial produtivo, pode se tornar matéria-prima de interesse para a obtenção de biodiesel.

A escolha da época de semeadura é uma prática que permite que se tenha condições ambientais favoráveis durante o desenvolvimento do girassol, diminuindo a probabilidade de frustração de safras. No Paraná, no entanto, há carência de informações técnicas que permitam a elaboração de um zoneamento agroclimático localizado, com genótipos sendo testados nas diversas regiões, em épocas de semeadura distintas. Este é um dos fatores que prejudicam a expansão da cultura do girassol no Estado.

Objetivo geral:

- Estudar o comportamento de cultivares de girassol em função da época de semeadura na região de Ponta Grossa, PR.

Objetivos específicos:

- avaliar o efeito de 10 épocas de semeadura no ciclo, características agronômicas, rendimento de aquênios, teor de óleo dos aquênios e rendimento de óleo de quatro genótipos de girassol, na região de Ponta Grossa, PR;
- obter indicativos das melhores épocas de semeadura para a região, considerando os genótipos e parâmetros avaliados.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O girassol está entre as quatro maiores culturas oleaginosas do mundo. No ano 2004/05, a produção mundial foi de 25,410 milhões de toneladas (CONAB, 2008). No Brasil, porém, a cultura tem pouca expressão, com cerca de 49,2 mil ha cultivados em 2005/06 (CONAB, 2008), área insignificante quando comparada com a de outras culturas, como a soja, por exemplo, com 21,113 milhões de ha em 2008 (IBGE, 2008).

### 2.1 POTENCIALIDADES DE EXPANSÃO DO GIRASSOL NO BRASIL

#### 2.1.1 Biocombustível

O Programa Nacional do Biodiesel, criado pela lei 11.097/2005, determina que a partir do ano de 2013 será obrigatória a adição de 5% de biodiesel ao óleo diesel consumido no Brasil. Para isso serão necessários cerca de 2,5 bilhões de litros de biodiesel ao ano (QUEIROZ, 2006). Já para o ano de 2008, com a adição obrigatória de 3%, cria-se um mercado de 1,2 bilhões de litros de biodiesel ao ano.

Dentre as plantas oleaginosas com potencial para a produção de biodiesel, o girassol apresenta as seguintes características desejáveis (GAZZONI, 2005): elevado teor de óleo (próximo ou acima de 40%), permitindo a extração do óleo com maior facilidade e menor custo, inclusive com o uso de prensas, dispensando o condicionamento térmico prévio; possibilidade de adequar-se em “janelas” do sistema de produção, não competindo com a cultura principal, e permitindo o seu cultivo com menor exigência hídrica; o grão girassol pode ser estocado e transformado em biocombustível de acordo com as demandas energéticas ao longo do ano, atendendo a produtores que desejam obter biocombustíveis para uso próprio.

Segundo Silva (2005a), é viável a produção de biodiesel a partir de óleo bruto de girassol. Maziero et al. (2005), avaliando o desempenho de um motor de ignição por compressão, concluem que, apesar de haver redução de 7,6% na potência do motor e aumento de 9,8% no consumo específico de combustível em relação ao óleo diesel, a utilização do éster etílico do óleo de girassol como combustível mostrou-se viável. Em trabalho similar, Maziero et al. (2006), concluem que houve perda significativa do desempenho mecânico do motor, com diminuição da potencia em 10,0% e aumento do consumo específico de combustível em 21,8%. Com relação aos níveis de emissão de poluentes houve redução significativa, com 32,2% para monóxido de carbono, 4,8% de dióxido de carbono, 31,0% para total de hidrocarbonetos e 41,0% para material particulado. Apenas para óxido de nitrogênio houve 5,7% de aumento nas emissões.

O estudo de análise de cenários para uso de biodiesel pela frota de transporte de massa e carga na Região Metropolitana do Rio de Janeiro feito por Correa (2005), indicou que é possível obter redução dos níveis de óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono e ozônio na atmosfera. Entretanto, os níveis de alguns compostos orgânicos voláteis, como o formaldeído, podem ter seus níveis elevados. O autor não especificou a origem do biodiesel empregado no trabalho.

### 2.1.2 Alimentação humana

Nos próximos anos, face ao aumento da demanda por bioenergia será estratégico aumentar a oferta global de óleos, permitindo que o mercado reserve os nutricionalmente mais adequados para alimentação humana, enquanto que outros possam ser dirigidos para o mercado de energia (GAZZONI, 2005).

O óleo de girassol é rico em ácidos graxos insaturados, destacando-se o ácido linoléico, considerado essencial à saúde. Os ácidos graxos essenciais são

aqueles que não podem ser sintetizados pelo organismo humano, por meio das vias metabólicas próprias, e são obtidos por meio da ingestão de alimentos onde estão presentes, como é o caso dos óleos vegetais (MANDARINO, 2005).

Dentre os óleos vegetais, o de girassol destaca-se por suas excelentes características físico-químicas e nutricionais. Possui alta relação de ácidos graxos poliinsaturados/saturados (65,3%/11,6%, em média), sendo que o teor de poliinsaturados é constituído, em sua quase totalidade, pelo ácido linoléico (65%, em média). Por essas características, é um dos óleos vegetais de melhor qualidade nutricional e organoléptica do mundo. Na prevenção de diferentes doenças cardiovasculares e no controle do nível de colesterol no sangue, o girassol converteu-se no símbolo da vida sadia (EMBRAPA, 2008)

Numerosos estudos científicos têm demonstrado que o consumo de óleo de girassol favorece a redução dos níveis de colesterol plasmático total e, também, da fração LDL-colesterol (lipoproteínas de baixa densidade). Desse modo, o óleo de girassol contribui para a prevenção da aterosclerose e, conseqüentemente, reduz os riscos de doenças cardiovasculares, como o infarto do miocárdio, acidentes vasculares cerebrais e trombozes (MENSINK, 1995, citado por MANDARINO, 2005).

Além do óleo, podem-se obter outros produtos oriundos do girassol para a alimentação humana. Entretanto, produtos de girassol contêm também o ácido fítico, que tem habilidade de formar complexos insolúveis (fitatos) com importantes minerais, como Ca, Zn e Mg, reduzindo a disponibilidade destes, sendo considerado um fator anti-nutricional. Agostini e Ida (2006), extraíram a enzima fitase de sementes germinadas de girassol, que foi eficiente na redução do teor de fitato em farelo de girassol desengordurado, para posterior utilização em produtos protéicos para a alimentação humana e animal.

Salgado e Chieus (1988) obtiveram uma farinha comestível da semente de girassol, cuja qualidade protéica foi aumentada após tratamento térmico e suplementação com o aminoácido lisina. Já o concentrado protéico da semente de girassol mostrou o valor protéico e a taxa de eficiência protéica relativamente baixos, provavelmente devido a falta do aminoácido lisina.

### 2.1.3 Alimentação animal

Apesar de o girassol conter em seus grãos aproximadamente duas vezes mais óleo, o seu preço histórico no Brasil é menor que o da soja. Isto se deve, principalmente, ao alto valor do farelo de soja, largamente utilizado como fonte protéica na composição de rações animais.

O aumento da utilização dos subprodutos da indústria de extração de óleo do girassol poderá resultar em melhores preços pagos pelo girassol em grão. Tais produtos, torta e farelo, e o próprio grão são potenciais ingredientes para a produção de rações para suínos, aves (SILVA; PINHEIRO, 2005) e ruminantes (BETT; SILVA, 2005). A torta de girassol pode ser obtida com o uso de miniprensas, viabilizando a sua utilização em pequenas propriedades agrícolas (OLIVEIRA; VIEIRA, 2004). Alguns aspectos, no entanto, devem ser considerados: todos os produtos oriundos do girassol para a alimentação animal apresentam limitação quanto à lisina e, comumente, pelo alto teor de fibra. Ajustadas essas características, os limites de inclusão variam entre ingredientes, espécies e fases da criação. Ainda sob um padrão de qualidade inconstante, a análise regular dos produtos é necessária para o conhecimento real de suas características nutricionais. Preservadas essas particularidades, o preço dos produtos da indústria do girassol, via de regra, apresentam-se inferiores ao do farelo de soja, determinando uma relação custo/benefício mais interessante para o produtor (SILVA; PINHEIRO, 2005).

A composição química dos aquênios de qualquer genótipo de girassol varia com o local de produção, clima, fertilizantes e até mesmo com a posição no capítulo. Na Tabela 1, é apresentada a composição centesimal média do aquênio de girassol. Quanto ao teor de vitaminas, o aquênio apresenta: vitamina A (50 UI), tiamina (1,96 mg/100g), riboflavina (0,23 mg/100g) e niacina (5,4 mg/100g). A energia contida no aquênio é da ordem de 560 Kcal/100g e, dos carboidratos totais, 3,8 g/100g são representados pela fibra bruta (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 2005).

TABELA 1 - Composição centesimal média de sementes de girassol em base seca (Watt; Merril, 1979, citados por Carrão-Panizzi; Mandarino, 2005).

Componente	Teor porcentual médio (%)
Água	4,8
Proteína	24,0
Óleo	47,3
Carboidratos totais	19,9
Resíduo mineral (cinza)	4,0

Em estudo com frangos de corte, Furlan et al., (2001) concluem que em rações isoenergéticas e isoaminoacídicas para metionina+cistina, a proteína do farelo de soja pode ser substituída pela proteína do farelo de girassol até o nível de 30%, o que corresponde a cerca de 15% de inclusão de farelo de girassol nas rações.

Em experimento conduzido com 80 suínos cruzados em fase de crescimento (21,5 a 49,1 kg de peso vivo) e terminação (49,1 a 90,3 kg de peso vivo), alimentados com uma ração a base de milho e farelo de soja, suplementado com 0, 5, 10 e 15% de farelo de girassol, houve uma redução progressiva do ganho de peso à medida que o farelo de girassol foi sendo incorporado à ração, mas ocorreu pouca influência negativa sobre a conversão alimentar até o nível de 10% de inclusão. Contudo, em virtude de preços mais acessíveis do farelo de girassol em relação à

soja, o produto constituiu-se ótima alternativa para rações de suínos (LI et al., 2000, citado por SILVA; PINHEIRO, 2005).

Silva et al. (2002) realizaram dois experimentos objetivando avaliar o farelo de girassol (FG) na alimentação de suínos em crescimento e terminação, concluindo que a inclusão de 21% de FG nas rações de suínos em crescimento e terminação não ofereceu prejuízo para desempenho e características de carcaça.

Costa et al. (2005a) avaliaram a torta de girassol (TG) na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação, concluindo que a TG pode ser utilizada em até 15% de inclusão nas rações de crescimento e terminação, mantendo-se os mesmos índices de desempenho e qualidade da carcaça. A inclusão de 15% de TG foi a que apresentou o melhor índice de eficiência econômica.

Os valores de energia digestível e metabolizável do grão de girassol (GG) indicam a viabilidade de sua inclusão como fonte energética na alimentação de suínos. A inclusão de até 20% de GG nas dietas de suínos em crescimento e terminação melhora a conversão alimentar, embora, no ganho de peso, os melhores valores tenham indicado 5 a 10% de inclusão (COSTA et al., 2005b).

Oliveira et al. (2007) avaliaram concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol (TG) em substituição ao farelo de soja (FS), através da determinação da composição bromatológica e da digestibilidade ruminal *in vitro* da matéria seca e da proteína bruta, concluindo que pode-se substituir até 50% do FS pela TG, mas deve-se atentar para o teor elevado de extrato etéreo da TG, a fim de evitar queda na digestibilidade e na ingestão e, sobretudo, no desempenho animal.

## 2.2 ECOFISIOLOGIA DO GIRASSOL

O girassol é uma espécie com baixa sensibilidade fotoperiódica, que se adapta bem a diversos ambientes, podendo tolerar temperaturas baixas e períodos de estresse hídrico. Esse comportamento pode ser verificado pela ampla dispersão da cultura no mundo. No território nacional, híbridos e variedades são cultivados em latitudes variadas, desde o Rio Grande do Sul até Roraima.

### 2.2.1 Efeito da temperatura no girassol

Em solos com aeração e disponibilidade hídrica adequadas, a temperatura é o fator que mais influencia a germinação da semente de girassol, que é inibida com temperaturas do solo menores que 3 a 4°C (AGUIRREZÁBAL et al., 2001a; CASTRO; FARIAS, 2005). Em cultivos realizados no Rio Grande do Sul, principalmente semeados no mês de julho, a emergência de plantas pode estender-se em até 15 dias, enquanto que em Roraima, semeados em junho/julho, a emergência pode ocorrer já a partir de três dias após a semeadura (CASTRO; FARIAS, 2005).

De acordo com o conceito de graus-dia, Aguirrezábal et al., (2001a), estudando híbridos de girassol franceses, determinaram que para que ocorra a emissão da radícula, necessita-se de um acúmulo de 20°C dia sobre a temperatura base de 8,5°C. Assim, se a temperatura média do dia é de 12,5°C, são necessários cinco dias para que a emissão da radícula, e apenas dois dias a uma temperatura média de 18,5°C. Os mesmos autores recomendam que a semeadura não deva ser realizada a uma temperatura do solo inferior a 15°C, medida a uma profundidade de 5 cm, visto que o tempo para a emergência pode ser muito grande, aumentando o risco de perda de plântulas.

Nas fases iniciais de desenvolvimento, até quatro a oito folhas, as plantas podem suportar temperaturas baixas por curto período (BARNI et al., 1985; ROBINSON, 1978, citados por CASTRO; FARIAS, 2005). Porém, abaixo de 4 a 5°C, não há atividade fisiológica e podem ocorrer distúrbios fisiológicos, como deformação de folhas e morte da gema apical, provocando ramificação da inflorescência. Baixas temperaturas originam plantas menores, com menor área foliar, menor número de grãos e, conseqüentemente, menor potencial produtivo. Temperaturas baixas, tempo nublado e úmido prolongam o ciclo da cultura, atrasando a floração e a maturação (CASTRO; FARIAS, 2005).

A duração do ciclo da cultura está de acordo com o conceito de graus-dia, que baseia-se no fato que a planta necessita de determinada quantidade de energia, representada pelo somatório de temperaturas acima de um valor base, para completar determinada fase fenológica ou mesmo o ciclo total da cultura. A temperatura base de uma cultura é definida como a temperatura abaixo da qual a planta não se desenvolve ou, quando o faz, é em proporções muito reduzidas (MASSIGNAM, 1987). De acordo com determinações feitas por Sentelhas et al. (1994), a temperatura base do girassol é 4,2° C. Para Massignam e Angelocci (1993a) a temperatura base tem valores distintos para cada sub-período de desenvolvimento do girassol.

Apesar de simples, o índice térmico, soma térmica ou graus-dia é o índice bioclimático que proporciona menor variabilidade no total de unidades bioclimáticas requeridas para a cultura completar o ciclo, da semeadura à maturidade fisiológica (SENTELHAS; UNGARO, 1998). Segundo Massignam (1987) e Massignam e Angelocci (1993b), a temperatura é a variável com maior influência na duração das fases da emergência à floração do girassol. Já a duração do sub-período floração-

colheita tem baixa correlação com a temperatura do ar (MASSIGNAM; ANGELOCCI, 1993a ; MASSIGNAM; ANGELOCCI, 1993b).

Apesar da redução do ciclo do girassol cultivado nas savanas de Roraima em até 49 dias em relação aos cultivos no Paraná, os teores de óleo não foram afetados com a mesma intensidade (SMIDERLE; GIANLUPPI; GIANLUPPI, 2002).

A temperatura do ar no período florescimento-maturação influencia o teor de óleo nos aquênios e a composição dos ácidos graxos, com respostas distintas de acordo com o genótipo. A temperatura mínima do ar mostra melhores correlações com os ácidos palmítico, oléico e linoléico, a temperatura máxima com o ácido palmitoléico e a temperatura média com o ácido esteárico. Os ácidos oléico e linoléico apresentam antagonismo, ou seja, o aumento de um implica na diminuição do outro (UNGARO et al., 1997). Resultados semelhantes foram observados por Izquierdo et al. (2006) na Argentina; Flagella et al. (2002) na Itália, Harris; McWilliam e Mason, (1978) e Harris; McWilliam e Bofinger, (1980) na Austrália e Lajara; Diaz e Quidiello, (1990) na Espanha, quando verificaram que temperaturas elevadas, e particularmente temperaturas noturnas altas, causaram uma redução na porcentagem de ácido linoléico, aparentemente devido ao efeito na atividade das enzimas desaturases, que são responsáveis pela conversão do ácido oléico para ácido linoléico.

Pereyra-Irujo e Aguirrezábal (2007) na Argentina, associaram baixas latitudes a óleo de girassol com alto valor nutritivo e maior estabilidade oxidativa, que poderia compensar rendimentos relativamente mais baixos nestes locais.

### 2.2.2 A água na cultura do girassol

A disponibilidade de água no solo é o principal fator que limita o desenvolvimento das culturas.

O girassol é uma planta capaz de transpirar abundantemente em situações de disponibilidade hídrica não limitante, o que a torna pouco eficiente no consumo de água. Isto é explicado pela grande capacidade de exploração de seu sistema radicular, capaz de absorver água de horizontes mais profundos em solos sem impedimentos a penetração das raízes; pela grande superfície foliar e pela baixa resistência ao transporte de água através da planta (AGUIRREZÁBAL et al., 2001b).

Por outro lado, o girassol é considerado tolerante a seca. Além do sistema radicular pivotante, a planta possui mecanismos de adaptação a períodos de déficit hídrico. Por exemplo, uma redução na abertura dos estômatos no girassol afeta mais a transpiração que a fotossíntese; na fase vegetativa, a diminuição da taxa de expansão das folhas e, em menor medida, do número de folhas, reduzindo a superfície de transpiração da planta; e após a floração, a aceleração da senescência das folhas (AGUIRREZÁBAL et al., 2001b).

Segundo Castro e Farias (2005), a necessidade de água para o girassol aumenta com o desenvolvimento da planta, iniciando com 0,5 a 0,7 mm dia<sup>-1</sup> durante a fase da sementeira à emergência, até o máximo de 6,0 a 8,0 mm dia<sup>-1</sup> na floração e no enchimento de grãos, decrescendo, após esse período, até a maturação fisiológica. Os mesmos autores consideram que 400 a 500 mm de água bem distribuídos ao longo do ciclo da cultura do girassol resultam em rendimentos próximos ao potencial máximo e que, apesar de ser considerada tolerante à seca, em situações de limitada disponibilidade de água, a produção de grãos pode ser afetada drasticamente.

Castro et al. (1996) consideram como a fase mais crítica ao déficit hídrico o período compreendido entre cerca de 10 a 15 dias antes do início do florescimento e 10 a 15 dias após o final. Da mesma forma, Erdem e Delibas (2003) consideram que

o florescimento é a fase mais sensível ao déficit hídrico, e que em caso de provisão limitada de água, a irrigação deve ser programada priorizando este período.

A cultura do girassol responde de maneira significativa à reposição de água no solo através da irrigação. Isto foi mostrado por Silva et al. (2007), em trabalho conduzido em Lavras, MG, onde os tratamentos irrigados com uma lâmina de água de 75, 100 e 130% da evapotranspiração acumulada da cultura, repostas a cada dois dias, proporcionaram, respectivamente, aumentos de produtividade de 19%, 33% e 48%, chegando ao máximo de 2863 kg ha<sup>-1</sup>. Observou-se que tais incrementos ocorreram em relação a 1924 kg ha<sup>-1</sup> da testemunha, sem irrigação, que recebeu apenas 117,20 mm provenientes de chuvas, produtividade considerada tecnicamente eficiente pelo autor. O total de água recebido (irrigação + precipitação) para a produtividade de 2863 kg ha<sup>-1</sup> foi de 522,14 mm.

Segundo Gomes (2005), a irrigação da cultura nas fases de formação do botão floral e de enchimento de grãos é suficiente para garantir níveis de desenvolvimento da planta e de produção de grãos semelhantes à da planta desenvolvida sem restrição hídrica. O mesmo autor afirma também que a planta sob restrição hídrica tende a produzir grãos com maior teor de proteína em detrimento da produção de lipídeos.

Em trabalho realizado no município de Alagoinha, PB, onde ocorrem veranicos nos períodos chuvosos, Santos et al. (2002) verificaram que o valor médio de acumulação pluvial não é um bom parâmetro para o planejamento agrícola da cultura, devido à irregularidade da distribuição da precipitação, e que a produtividade do girassol está diretamente relacionada com a disponibilidade de água no solo.

### 2.2.3 A energia luminosa e a cultura do girassol

A vida na terra depende da energia proveniente do sol. Os organismos fotossintetizantes utilizam a energia solar para sintetizar compostos carbonados e a energia armazenada nessas moléculas pode ser utilizada mais tarde para impulsionar processos celulares na planta e servir como fonte de energia para todas as formas de vida. A eficiência de conversão energética é a medida da quantidade de energia dos fótons absorvidos que é armazenada como produtos químicos (TAIZ; ZEIGER, 2004a).

A dependência de processos fotossintéticos em relação ao ambiente é importante para as plantas cultivadas, pois o rendimento do cultivo depende muito das taxas fotossintéticas prevalentes em um ambiente dinâmico (TAIZ; ZEIGER, 2004b).

A fotossíntese total depende, principalmente, da capacidade da superfície verde da cultura em interceptar a energia solar incidente e da capacidade da cultura em converter a radiação interceptada em assimilados (AGUIRREZÁBAL et al., 2001c). Segundo os mesmos autores, o girassol é uma planta C<sub>3</sub>, tanto anatômica como bioquimicamente, mas a resposta do seu aparato fotossintético à intensidade luminosa e à temperatura é similar a uma planta C<sub>4</sub>. Castro e Farias (2005) citam que o girassol caracteriza-se por atividade fotossintética elevada, particularmente em planta jovem, comparada à do milho, que é uma planta C<sub>4</sub>, e que sob o aspecto metabólico o girassol é uma planta altamente eficiente, considerando o custo energético dos produtos finais, óleo e proteína, bioquimicamente mais caros para o metabolismo celular.

Além do capítulo, o heliotropismo também ocorre nas folhas jovens, o que melhora a eficiência de captação de luz, aumentando a taxa fotossintética diária em

até 23% (SHELL; LANG, 1976, citados por CASTRO; FARIAS, 2005). Este movimento pode ser percebido ao amanhecer, com o aparecimento do sol, quando as folhas inclinam-se o mais perpendicularmente possível em relação aos raios solares.

Em trabalhos conduzidos na Argentina, Aguirrezábal et al (2001c) concluem que, na antese, o terço superior das folhas intercepta 93% da radiação fotossinteticamente ativa, contra 4,6% para os dois terços inferiores. Também afirmam que a maior parte dos carboidratos utilizados para a síntese de óleo e enchimento de grãos provém da fotossíntese contemporânea a tais processos, e que o percentual de óleo é definido durante a etapa de enchimento dos aquênios. Da mesma forma, Aguirrezábal et al. (2003), afirmam que uma redução da radiação fotossinteticamente ativa interceptada durante a fase de enchimento de grãos afeta o peso da semente e a concentração de óleo.

Por outro lado, as folhas inferiores e o caule podem contribuir com até 30% do peso seco final dos frutos, ao mobilizar parte da energia química e dos minerais acumulados anteriormente (AGUIRREZÁBAL et al., 2001c). Os mesmos autores citam que o rendimento do girassol depende da porcentagem de radiação que é interceptada, e que a escolha da época de semeadura permite variar a quantidade total de energia luminosa interceptada pela cultura, que muda ao longo da estação de crescimento. Da mesma forma, as mudanças na densidade permitem modificar a quantidade de radiação que é interceptada pela cultura nos estádios iniciais de crescimento. Assim, o manejo dado à cultura pode interferir no rendimento de aquênios, e no teor e rendimento de óleo do girassol.

#### 2.2.4 As fases de desenvolvimento da planta de girassol

A produção e a pesquisa de girassol requerem que as observações, avaliações e sugestões acerca da tecnologia de produção sejam realizadas em determinadas fases de desenvolvimento da planta. A duração destas, porém, é influenciada por condições ambientais e genotípicas, dificultando a comparação entre plantas por etapas cronológicas. Assim, é necessário estabelecer critérios baseados nas fases de desenvolvimento que são caracterizadas por alterações morfológicas e fisiológicas na planta de girassol (CASTIGLIONI et al., 1997; CASTRO; FARIAS, 2005).

A escala que descreve o desenvolvimento do girassol mais utilizada no Brasil é a proposta por Schneiter e Miller (1981), adaptada a seguir por Castiglioni et al. (1997) (Figura 1):

					Floração			Enchimento de aquênios		
V-E	V-n	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>
FASE VEGETATIVA		FASE REPRODUTIVA								

FIGURA 1 – Fases de desenvolvimento da planta de girassol (CASTIGLIONI et al., 1997).

##### 2.2.4.1 Fase vegetativa

Esta fase inclui a germinação até o início da formação do broto floral. É dividida em:

- V-E (emergência): refere-se ao período entre a semeadura até o aparecimento da primeira folha acima dos cotilédones, que deve apresentar no máximo 4 cm de comprimento (Figura 1).
- V-1, V-2, V-3, V-n: refere-se à fase de formação de folhas. Pode ser dividida de acordo com o número de folhas com comprimento maior que 4 cm.



FIGURA 2 – Fase V-E.

FIGURA 3 – Estádio R<sub>1</sub>.

#### 2.2.4.2 Fase reprodutiva

Esta fase inclui o aparecimento do broto floral até a maturação fisiológica dos aquênios. É dividida em:

- Estádio R<sub>1</sub>: refere-se à fase em que, olhando-se a planta de cima, observa-se um pequeno broto floral. Neste ponto, as brácteas ao redor do broto floral são semelhantes a uma estrela, porém com vários ápices (Figura 3).
- Estádio R<sub>2</sub>: refere-se à primeira fase de alongamento do broto floral, distanciando-se de 0,5 a 2,0 cm da última folha unida ao caule.
- Estádio R<sub>3</sub>: refere-se à segunda fase de alongamento do broto floral, encontrando-se a uma distância maior que 2,0 cm acima da última folha.
- Estádio R<sub>4</sub> (floração inicial): refere-se à primeira fase do florescimento. Caracteriza-se por apresentar as primeiras flores liguladas (Figura 4).
- Estádio R<sub>5</sub> (R<sub>5.1</sub> ; R<sub>5.2</sub> ; R<sub>5.n</sub>): refere-se à segunda fase do florescimento. Pode ser dividida em sub-fases conforme a porcentagem de flores tubulares do capítulo que estão abertas (ex.: R<sub>5.5</sub> – 50% das flores do capítulo estão abertas) (Figuras 5 e 6).

- Estádio  $R_6$  (floração final): refere-se à terceira fase do florescimento. Caracteriza-se por ter ocorrido a abertura de todas as flores tubulares e as flores liguladas estão murchas (Figura 7).
- Estádio  $R_7$ : refere-se à primeira fase de desenvolvimento de aquênios. O dorso do capítulo converte-se de uma cor verde para amarelo-claro.
- Estádio  $R_8$ : refere-se à segunda fase de desenvolvimento de aquênios. O dorso do capítulo torna-se amarelo- escuro e as brácteas ainda estão verdes.
- Estádio  $R_9$  (maturação fisiológica): refere-se à fase de maturação dos aquênios. As brácteas estão entre a cores amarela e castanho (Figura 8).

FIGURA 4 – Estádio  $R_4$ .FIGURA 5 – Estádio  $R_5$ .FIGURA 6 – Estádio  $R_{5,5}$ .FIGURA 7 – Estádio  $R_6$ .FIGURA 8 – Estádio  $R_9$ .

### 2.3 INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE SEMEADURA NO GIRASSOL

A escolha da época de semeadura é uma prática que permite que ocorram melhores condições climáticas durante o desenvolvimento da cultura. Com base no histórico climático da região, podem-se definir períodos de semeadura em que é maior a possibilidade de ocorrer temperaturas adequadas e suficiente suprimento de água durante toda a estação de crescimento da cultura (FARIAS et al., 2001).

Em algumas condições o girassol pode ser cultivado antecipando-se à cultura principal e, em outras, pode ser plantado na safrinha, como alternativa ao milho (GAZZONI, 2005).

No território nacional, híbridos e variedades são cultivados desde o Rio Grande do Sul até Roraima (SMIDERLE; MOURÃO; GIANLUPPI, 2005), podendo haver diferença de até 49 dias no ciclo do mesmo genótipo, cultivado em locais e/ou épocas diferentes.

No Estado do Paraná a semeadura pode ser feita em duas épocas, nos meses de agosto a setembro, aproveitando o início das chuvas e, de janeiro a fevereiro, no final delas (SILVEIRA et al., 2005), possibilitando o cultivo em épocas distintas das principais culturas destinadas à produção de alimentos. Porém, o cultivo após a colheita da safra de verão está limitado a regiões onde não ocorram baixas temperaturas e chuvas no outono-inverno. Nesta condição, a época de semeadura não deve ultrapassar meados de março e deve-se optar por genótipos de ciclo precoce (100 dias entre a emergência e a colheita), para evitar baixas temperaturas no final do ciclo (LEITE, 2005a), que favorecem o aparecimento da doença podridão branca, causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary.

### 2.3.1 Ciclo da cultura

A duração das fases fenológicas e o ciclo total, da sementeira à maturação fisiológica, estão na dependência das condições ambientais ocorridas durante o desenvolvimento da cultura.

No trabalho de Smiderle et al. (2005), conduzido nos cerrados de Roraima, com a cultivar BRS-191 em quatro épocas de sementeira, entre o final de maio e o início de julho de 2002, o ciclo total da cultura variou de 58 a 76 dias. Os autores atribuíram a redução do ciclo, principalmente, ao efeito da temperatura durante o cultivo (30°C, em média) e provavelmente à alta luminosidade ocorrente. Trabalhando com o mesmo genótipo em Santa Maria no Estado do Rio Grande do Sul, Mello et al. (2006) obtiveram ciclos de 90 a 95 dias, em sementeiras de outubro, novembro e dezembro de 2001. Também verificaram maior altura de planta para a sementeira de outubro, e maior diâmetro de capítulo para a de dezembro.

Pereyra e Valetti, citados por Aguirrezábal et al., (2001d), verificaram variação na duração de todos os períodos fenológicos de um híbrido de girassol em sementeiras de outubro, novembro e dezembro (Tabela 2), atribuindo à temperatura a maior parte dos efeitos observados na duração do ciclo.

Tabela 2 - Duração dos períodos fenológicos (dias) em sementeiras de outubro, novembro e dezembro em Balcarce (Argentina), de um híbrido de ciclo intermediário a curto (PEREYRA ; VALETTI, citado por AGUIRREZABAL et al., 2001d).

Períodos fenológicos	Outubro	Novembro	Dezembro
Sementeira a emergência	10	8	7
Emergência a diferenciação floral	24	17	14
Diferenciação floral ao início da antese	41	38	39
Início da antese ao fim da fecundação	10	11	7
Fim da fecundação a maturação fisiológica	42	32	31
Sementeira a maturação fisiológica	127	106	97

### 2.3.2 Rendimento de aquênios; rendimento, teor e qualidade do óleo

O rendimento da cultura do girassol pode ser determinado considerando-se produção de grãos e produção de óleo. Embora o interesse maior pela cultura seja o óleo, o mercado nacional não considera o seu teor e composição, e a comercialização é feita com base no peso do grão. Na Argentina e em países europeus há numerosos trabalhos sobre o teor e perfil de ácidos graxos do óleo contido nos grãos, indicando tendência de valorização comercial destas características.

Segundo Aguirrezábal et al. (2001e), os componentes do rendimento (número de capítulos por área, número de aquênios por capítulo, peso médio de um aquênio, teor de óleo dos aquênios) são determinados em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do girassol (Figura 9). Assim, o número de primórdios florais por capítulo é determinado nos estádios iniciais de cultivo; o número de flores que são fecundadas é determinado durante a floração; o número de aquênios cheios começa a fixar-se pouco após a floração, podendo ocorrer abortos até mais de 15 dias após o seu término; o peso individual dos aquênios é determinado após a fecundação até a maturação fisiológica e o teor de óleo em período contemporâneo, com um pequeno atraso em relação a este. O número de capítulos por área resulta do número de plantas capazes de desenvolver uma inflorescência. Este componente de rendimento depende do número de sementes por área que são semeadas e a proporção destas que germinam, emergem, crescem e se desenvolvem. O período durante o qual este componente de rendimento se define é, em relação aos outros componentes, mais extenso. Porém, é nos primeiros períodos da vida da plântula (da germinação à emergência) que o número de plantas capazes de desenvolver um capítulo é fixado. As perdas posteriores de plantas ou de capítulos são menos

freqüentes, acontecendo em casos de ataque de doenças (*Sclerotinia* sp., por exemplo) ou por quebra do colmo.

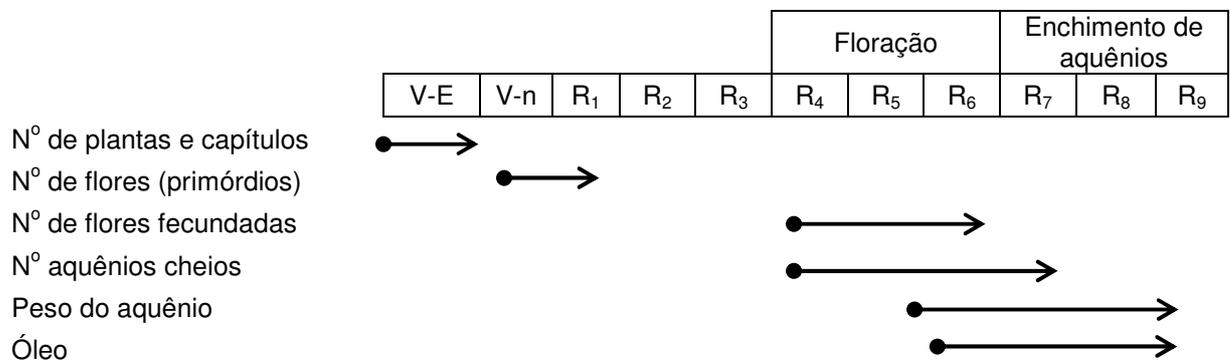


FIGURA 9 – Estádios de desenvolvimento da planta de girassol e períodos do ciclo nos quais se definem os componentes de rendimento (adaptado de AGUIRREZÁBAL et al., 2001e)

Assim, é de se esperar que estresses ambientais (disponibilidade de água e nutrientes, temperatura, ocorrência de pragas e doenças) afetem, principalmente, o componente de rendimento que é determinado no respectivo estágio de desenvolvimento.

Em trabalho conduzido no município de Eldorado do Sul, RS, com a cultivar Contissol, Almeida e Silva (1993) concluíram que a maior resposta em rendimento de grãos é obtida em sementeiras do cedo (final de julho – início de agosto), com adubação e alta densidade de plantas (75.000 plantas ha<sup>-1</sup>). Já em sementeiras tardias (a partir da metade de setembro) e independente do nível de adubação, os maiores rendimentos de grãos são obtidos com densidades mais baixas. Similarmente, os maiores rendimentos de óleo são obtidos nas sementeiras do cedo, com adubação e na densidade mais alta. Esta resposta é consequência direta do maior rendimento de grãos obtidos nestes tratamentos e do aumento linear do teor de óleo, com a elevação da densidade até 75.000 plantas ha<sup>-1</sup> na primeira época de sementeira. Portanto, a adoção adequada de duas práticas de manejo, ou seja, a

escolha da época de semeadura e da densidade de plantas pode significar maior rentabilidade para o agricultor, principalmente a partir do momento em que se fizer o pagamento pelo teor de óleo.

Sangoi e Kruse, (1993), em trabalho conduzido no município de Lages, SC, com as cultivares Contissol 711 e DK 180 em quatro épocas de semeadura, de 16/09/88 a 14/12/88, concluíram que sob condições favoráveis de pH, o maior rendimento de grão e de óleo das cultivares foi obtido na semeadura realizada no mês de setembro; que não houve efeito significativo de época de semeadura sobre o teor de óleo dos aquênios das cultivares, e que dentro da faixa de semeadura avaliada, a duração dos sub-períodos semeadura-emergência e emergência-início da antese, assim como o ciclo total das cultivares, foi tanto menor quanto mais tardia a semeadura. Resultados semelhantes obtiveram Daros e Ronzelli Júnior (1993), em trabalho conduzido na região do Primeiro Planalto Paranaense, município de Quatro Barras, com três cultivares em cinco épocas de semeadura (01/09; 22/09; 13/10; 03/11 e 24/11) no ano de 1992, em que concluíram que houve redução da duração do ciclo total da cultura a medida que se atrasou a época de semeadura, e que o rendimento de grãos, estatura de planta, diâmetro de capítulo, diâmetro do caule, peso de 1000 sementes e número de sementes por capítulo foram influenciados negativamente na redução dos valores pelo atraso na semeadura, para os três cultivares.

Solassi e Mundstock (1992), estudando o efeito de épocas de semeadura (28/07, 03/09 e 14/10) sobre as características dos capítulos de três cultivares de girassol, no município de Eldorado do Sul, RS, concluíram que na semeadura de julho as cultivares apresentaram alto grau de flores estéreis, provavelmente devido à baixa radiação solar. A isto pode ser conjugado o efeito de baixas temperaturas

sobre a floração e agentes polinizadores. No entanto, este comportamento não foi similar entre cultivares, havendo maior efeito sobre as de menor ciclo.

A época escolhida para a semeadura do girassol terá influência na qualidade do óleo produzido. Neste sentido, Aguirrezábal et al.(2003), Izquierdo e Aguirrezábal (2008a) e Pereyra-Irujo e Aguirrezábal (2007) em trabalhos realizados na Argentina, verificaram que é possível adequar a época de semeadura, o local de cultivo e o genótipo, para produção de óleo com características de qualidade específicas, visto que a composição de ácidos graxos muda em função da diversidade climática em que o girassol é cultivado. Flagella et al. (2002) em ambiente mediterrâneo da Itália, verificaram que semeaduras do cedo diminuíram os ácidos oléico e palmítico e aumentaram os ácidos linoléico e esteárico.

Aguirrezábal et al. (2001f), concluíram que a data de semeadura e a densidade são práticas que permitem modificar a quantidade de energia luminosa que a cultura intercepta durante o período de síntese de óleo. Assim, em épocas de semeadura tardias a fase de enchimento de grãos acontece quando a radiação solar incidente é baixa, ocasionando um nível de fotossíntese abaixo do ótimo.

### 2.3.3 Doenças

Um dos fatores limitantes para o desenvolvimento da cultura girassol é a ocorrência de doenças. A planta é hospedeira de mais de 35 microrganismos fitopatogênicos, a maioria fungos, que podem, dependendo das condições climáticas que favoreçam a ocorrência e o processo infectivo dos patógenos, levar à redução significativa da produção e da qualidade do produto (ZIMMER; HOES, 1978; GULYA et al., 1997; citados por LEITE, 2005a).

No Brasil, várias doenças são relatadas afetando a cultura do girassol: mosaico, mancha e crestamento bacterianos, podridão da medula da haste, mancha

de alternaria, podridão branca, míldio, ferrugem, bolha branca, oídio, mancha cinzenta da haste, mancha preta da haste, tombamento e podridões radiculares e podridões de capítulo (EMBRAPA, 1983; YORINORI et al., 1985; citados por LEITE, 1997; LEITE, 2005a). As mais importantes, porém, são a mancha de *Alternaria* (*Alternaria* spp.) e a podridão branca ou mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*).

A mancha de *Alternaria* afeta principalmente as folhas, mas também a haste e o capítulo (LEITE et al., 2007). Os danos causados pela doença podem ser atribuídos à diminuição da área fotossintética da planta, devido à formação de manchas foliares e à desfolha precoce, resultando na redução do diâmetro dos capítulos, do número de aquênios por capítulo, do peso dos de 1000 aquênios e do teor de óleo (LEITE, 1997). Visto que a doença torna-se mais severa em condições de altas temperaturas e umidade, uma medida fundamental para minimizar a severidade da mancha de alternaria é a escolha da época de semeadura, evitando-se implantar a cultura em épocas em que o florescimento coincida com períodos de chuva intensa (LEITE et al., 2007).

O fungo causador da podridão branca é considerado um dos patógenos mais importantes no mundo e está distribuído em todas as regiões produtoras, sejam elas temperadas, subtropicais ou tropicais. É um fungo polífago, tendo como hospedeiras plantas como a soja, girassol, canola, ervilha, feijão, alfafa, fumo, tomate e batata (LEITE, 2005b). É considerado o patógeno mais importante para o girassol, podendo atacar a base da planta, a haste e o capítulo. A podridão branca do capítulo ocorre, principalmente, em condições de temperatura amena e alta umidade, o que praticamente inviabiliza o cultivo do girassol no período de outono na região Sul do país (LEITE et al., 2007). Os ascósporos, que em condições favoráveis germinam e infectam o hospedeiro, são liberados com maior intensidade

entre 19°C e 20°C, e temperaturas superiores a 25°C e umidade relativa do ar abaixo de 35% são limitantes para sua sobrevivência. A contaminação dos capítulos só é possível quando os órgãos florais estão cobertos por água livre por um período mínimo de 42 horas (LEITE, 1997).

A escolha da época de semeadura é fundamental para prevenir a ocorrência de doenças causadas pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, com a redução ao máximo da exposição aos períodos de alta umidade e baixa temperatura na cultura (LEITE et al., 2007).

No Canadá, Dorrell e Huang (1978) verificaram redução de até 70% no rendimento de aquênios devido à murcha por *Sclerotinia sclerotiorum*, dependendo da fase de desenvolvimento da planta em que a doença ocorreu.

Na Argentina, localidade de Serrano, Córdoba, foram registrados danos entre 9,5 e 32,4% causados pela podridão basal por *Sclerotinia sclerotiorum* para diferentes híbridos, em época normal de semeadura, no ano de 2002/03 (ALVAREZ; GUERRA, 2003).

No Estado do Paraná, em cultivos após a colheita da safra de verão, a incidência da doença na haste e no capítulo foi alta (17,6% a 100%) nas regiões de clima frio no inverno, nos anos de 1996 a 1998 (LEITE, 2005a; LEITE; 2005b).

Resultados semelhantes obtiveram Backes et al. (2008), avaliando 12 cultivares semeados em 24/01/2007 e 13 cultivares em 06/02/2007, no município de Papanduva, Planalto Norte Catarinense, quando, na primeira época, 10,8% dos capítulos foram infectados com *Sclerotinia sclerotiorum*. Na segunda época este percentual aumentou para 45%, fator que influenciou a produtividade média obtida, de 1861 e 618 kg ha<sup>-1</sup>, na primeira e na segunda época, respectivamente, representando uma redução de 66,8% no rendimento de aquênios.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento faz parte do projeto “Viabilização de matérias primas vegetais para produção e uso de biodiesel no Paraná – Biodiesel II/SETI”, do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR e Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior – SETI.

#### 3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi instalado na Estação Experimental de Ponta Grossa, do IAPAR, localizada em Ponta Grossa, PR, nas coordenadas 25° 09' 50" S e 50° 09' 10" W, altitude de 823 metros em relação ao nível do mar.

O clima em Ponta Grossa, região dos Campos Gerais do Paraná, é classificado segundo Köppen como Cfb, ou seja, clima temperado propriamente dito, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18° C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22° C e sem estação seca definida (IAPAR, 2008a). A precipitação média anual é de 1.600 mm a 1.800 mm, com o trimestre mais chuvoso (dezembro, janeiro e fevereiro) com média de 500 mm a 600 mm e o mais seco (junho, julho e agosto) com média de 250 mm a 350 mm (IAPAR, 2008b).

A probabilidade de ocorrência da primeira geada do ano em Ponta Grossa é de 34,8% para o período de 04/05 a 23/05 e de 41,3% para 19/05 a 07/06. Para a última geada do ano, o período de 28/07 a 16/08 tem 38,0% de probabilidade e o de 01/08 a 20/08 tem 38,6%. Os dados estudados referem-se ao período de 1954 a 2000 (KIM et al., 2003).

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Antes da implantação do experimento foram coletadas 10 sub-amostras de solo das camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm, para compor as amostras que foram encaminhadas para análise física e de rotina no laboratório de solos do IAPAR em Ponta Grossa. Os resultados das análises (Tabela 3) revelaram teores baixos de fósforo, médios de potássio e altos de cálcio e magnésio. O alumínio trocável e a saturação por alumínio muito baixos, acidez média e saturação por bases alta.

TABELA 3 – Características químicas e físicas do solo do experimento, IAPAR, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2007.

Prof. cm	P mg.dm <sup>-3</sup>	C g.dm <sup>-3</sup>	pH	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>							%				
				Al	H+Al	Ca	Mg	K	S	T	V	Al	Argila	Site	Areia
0-20	2,1	28.85	5.2	0.0	4.96	4.9	3.35	0.23	8.48	13.44	63.09	0.0	45,5	36,5	18,0
20-40	1,2	24.95	5.2	0.0	4.96	3.7	3.00	0.16	6.86	11.82	58.03	0.0	54,9	30,4	14,7

Legenda: \*S= Soma de Bases; T=CTC; V=Saturação por Bases; Al= Saturação por Alumínio; P-K: Mehlich Ca-Mg-Al: KCl M; pH: CaCl<sub>2</sub> 0,01M.

O solo do local do experimento é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura argilosa, fase relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006a).

### 3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos (cultivares) e quatro repetições para cada época de semeadura. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de 7 m de comprimento espaçadas de 0,7 m (Figura 10). A densidade foi de 3,3 plantas por metro linear, equivalente a 47.142,8 plantas ha<sup>-1</sup>. As avaliações foram feitas nas duas linhas centrais de cada parcela, descartando-se 0,5 m do início e do fim de cada linha. Assim, a área útil de cada parcela foi de 8,4 m<sup>2</sup>, que se enquadra nos padrões definidos por Campos

(1972), que estabeleceu tamanhos mínimos de 3,6 a 5,5 m<sup>2</sup> para parcelas experimentais de girassol.

Aproximadamente a cada 20 dias (30/07/2007, 17/08/2007, 05/09/2007, 24/09/2007, 17/10/2007, 07/11/2007, 27/11/2007, 18/12/2007, 07/01/2008 e 28/01/2008) o ensaio foi repetido, constituindo as épocas de semeadura, denominadas E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 e E10 (Figura 11).

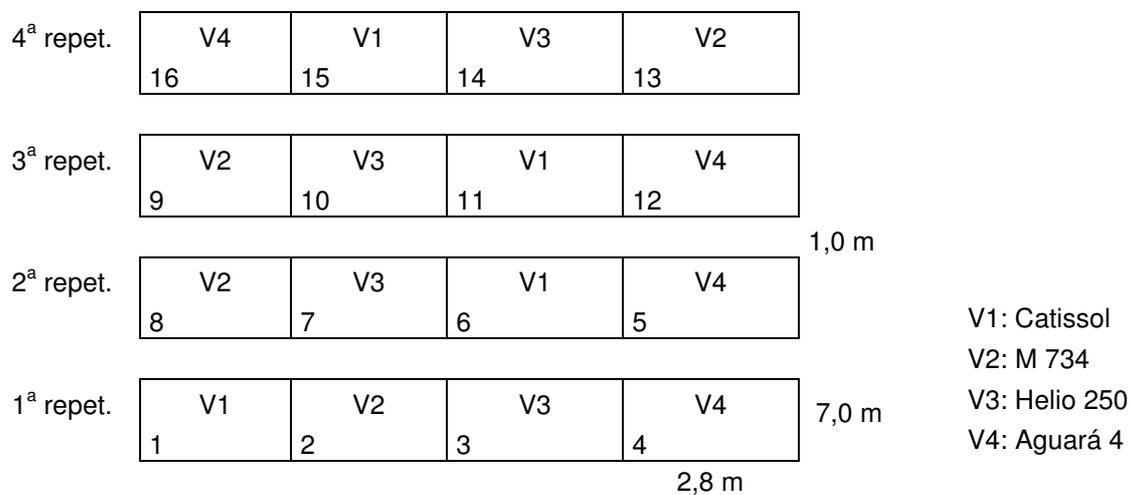


FIGURA 10 - Detalhe de uma época de semeadura.

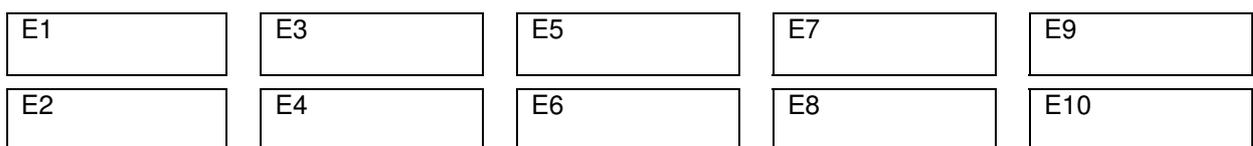


FIGURA 11 - Croqui das épocas de semeadura.

### 3.4 INFORMAÇÕES SOBRE OS GENÓTIPOS EM ESTUDO

Foram utilizados quatro genótipos, sendo 3 híbridos e uma variedade de polinização aberta. As informações dos genótipos, a seguir, foram fornecidas pelos seus detentores:

**AGUARÁ 4:** híbrido simples, aquênios negros com estrias cinza, ciclo precoce, floração em 55 a 65 dias, capítulo de formato convexo, altura das plantas

de 1,5 a 1,8 metros, conteúdo de óleo muito elevado, densidade de 40.000 a 45.000 plantas ha<sup>-1</sup> (ATLÂNTICA SEMENTES, 2008).

CATISSOL: variedade lançada em 2000, cruzamento e recombinação de diversos genótipos, aquênios pretos (podem ocorrer aquênios pretos com listras cinzas ou brancas, na proporção de até 5%), peso médio de 1000 aquênios: 70 gramas, produtividade média de 1.500 a 2.000 kg ha<sup>-1</sup>, ciclo de 115 a 130 dias, altura média das plantas de 1,7 metros, densidade de 40.000 a 45.000 plantas ha<sup>-1</sup> (CATI, 2008).

HÉLIO 250: híbrido simples, aquênios pretos, floração em 50 a 60 dias após a germinação, maturação fisiológica em 85 a 105 dias após a germinação, autocompatibilidade excelente, ótima resistência ao acamamento, altura média das plantas 1,6 a 1,8 metros, teor de óleo de 44 a 48%, densidade de 45.000 plantas ha<sup>-1</sup> (HELIANTHUS, 2008).

M734: híbrido simples, aquênios estriados claros, floração em 60 a 65 dias após a germinação, maturação fisiológica em 115 a 125 dias após a germinação, autocompatível, tolerante ao acamamento, altura média das plantas 190 cm, teor de óleo de 39 a 43%, densidade de 40.000 a 45.000 plantas ha<sup>-1</sup>, elevada estabilidade de produção (DOW AGROSCIENCES, 2007).

### 3.5 SEMEADURA, ADUBAÇÃO, TRATOS CULTURAIS E COLHEITA

O ensaio foi implantado em área com restos culturais de milho colhido da safra de verão do ano 2006/2007. O solo foi preparado com grade aradora 20 dias antes da semeadura da primeira época. Dez dias após foram feitas duas gradagens com grade niveladora.

Antes da semeadura de cada época, e na presença de plantas daninhas, a área a ser utilizada foi dessecada com 0,7 kg ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo glyphosate. A

fim de evitar danos às plantas pela deriva, as parcelas já emergidas eram protegidas com uma cortina plástica a cada da aplicação de dessecante.

Para a semeadura, as parcelas foram estaqueadas e os sulcos das linhas abertos manualmente com pequena enxada de bico a cada 0,7 metros. No momento da semeadura de cada época, foram distribuídos e incorporados manualmente no sulco 10 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 60 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo e 60 kg ha<sup>-1</sup> de potássio (Figuras 12 e 13).



FIGURAS 12 e 13 - Abertura manual de sulcos e adubação. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

A semeadura foi realizada com matraca depositando-se 3 sementes por cova a 3 cm de profundidade e 3 cm ao lado da linha adubada. As covas foram distanciadas entre si utilizando-se linhas com marcações a cada 0,30 m, a fim de se obter a população desejada após o desbaste.

Os desbastes das plântulas foram realizados manualmente na fase de desenvolvimento<sup>1</sup> V-2, deixando-se uma planta por cova.

A adubação de cobertura foi feita na fase V-6, quando foram aplicados manualmente 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de sulfato de amônio, e 2 kg ha<sup>-1</sup> de boro,

<sup>1</sup> As fases de desenvolvimento citadas neste trabalho são aquelas propostas por Schneiter e Miller (1981), descritas por Castiglioni et al. (1997).

na forma de bórax. Assim, o total aplicado de nutrientes por ha foi 40 kg de N, 60 kg de P, 60 kg de K e 2 kg de B, seguindo recomendação da Embrapa (CASTRO; OLIVEIRA, 2005) para uma produtividade esperada de 2000 kg ha<sup>-1</sup>.

O controle de plantas daninhas foi feito com capinas manuais utilizando-se enxadas. Uma capina entre as fases V-6 a V-10 foi suficiente para manter a área livre da competição por plantas daninhas, em todas as épocas de semeadura.

Antes da maturação fisiológica, os capítulos das linhas que seriam colhidos para as avaliações eram encapados com sacos de TNT (tecido não texturizado) branco (Figuras 14 e 15), para proteger do ataque de pássaros.

As colheitas para as avaliações relativas aos aquênios foram feitas manualmente, utilizando-se de tesoura de poda. Os capítulos foram trilhados em trilhadeira estacionária marca EDA. Os aquênios das parcelas foram limpos manualmente utilizando-se peneiras. A secagem foi feita expondo os aquênios ao sol.



FIGURAS 14 e 15 - Capítulo atacado por pássaros e proteção dos capítulos com TNT. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Na segunda época de semeadura foi feita uma irrigação logo após a semeadura, com o fim de garantir a uniformidade da emergência, visto que não

havia umidade suficiente no solo para a germinação das sementes. Nas outras épocas não houve necessidade de irrigação.

### 3.6 AVALIAÇÕES

#### 3.6.1 Ciclo

Foi avaliada a duração do ciclo total e dos períodos fenológicos que o compõe.

##### 3.6.1.1 Período sementeira - maturação fisiológica (ciclo total)

Número de dias contados da data sementeira até a data em que 90% das plantas da parcela atingissem a maturação fisiológica (estádio R<sub>9</sub>).

##### 3.6.1.2 Período sementeira - emergência

Número de dias contados da data da sementeira até a data em que ocorreu a emergência (fase V-E) de 50% das plântulas da parcela.

##### 3.6.1.3 Período emergência - broto floral

Número de dias contados da data em que 50% das plântulas da parcela estavam em V-E até a data em que 50% das plantas da parcela apresentassem o broto floral visível (estádio R<sub>1</sub>).

##### 3.6.1.4 Período broto floral - floração inicial

Número de dias contados da data em que 50% das plantas da parcela estavam em estágio R<sub>1</sub> até a data em que 50% das plantas da parcela atingissem a floração inicial (estádio R<sub>4</sub>).

#### 3.6.1.5 Período floração

Número de dias contados da data em que 50% das plantas da parcela estavam em estágio R<sub>4</sub> até a data em que 50% das plantas da parcela atingissem o fim da floração (estádio R<sub>6</sub>).

#### 3.6.1.6 Período fim da floração - maturação fisiológica

Número de dias contados da data em que 50% das plantas da parcela estavam em estágio R<sub>6</sub> até a data em que 90% das plantas da parcela atingissem a maturação fisiológica (estádio R<sub>9</sub>).

#### 3.6.2 Capítulos doentes

A porcentagem de capítulos com podridão branca, doença causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, foi obtida no momento da colheita, a partir da contagem dos capítulos afetados em todas as plantas da área útil da parcela e transformado em porcentagem. A avaliação foi visual, e em todos os capítulos afetados não houve produção de aquênios em função da doença.

#### 3.6.3 Altura de planta

Quando as plantas se encontravam em maturação fisiológica foi medida a distância do solo até a inserção do capítulo no colmo, utilizando-se uma régua graduada em centímetros. O valor é resultado da média aritmética da altura de 10 plantas tomadas ao acaso dentro da área útil da parcela. O valor foi expresso em centímetros.

#### 3.6.4 Densidade de plantas

Foi obtida no momento da colheita a partir da contagem das plantas da área útil da parcela, extrapolando-se para plantas  $\text{ha}^{-1}$ .

#### 3.6.5 Diâmetro de capítulo

Quando as plantas se encontravam em maturação fisiológica foi medida a distância de uma borda à outra do capítulo, utilizando-se uma régua flexível graduada em centímetros. O valor é resultado da média aritmética do diâmetro do capítulo de 10 plantas tomadas ao acaso dentro da área útil da parcela. O valor foi expresso em centímetros.

#### 3.6.6 Massa de mil aquênios

Da massa de aquênios das parcelas utilizada para determinar o rendimento, foram contados 500 aquênios e pesados em balança analítica. Esse valor foi multiplicado por dois e corrigido para 11% de umidade. O valor foi expresso em gramas.

#### 3.6.7 Número de aquênios por capítulo

O número de aquênios por capítulo foi obtido pela divisão do número de aquênios da parcela (NAP) pelo número de capítulos da parcela (NCP). Por sua vez, o NAP foi obtido pela relação da massa de aquênios da parcela pela massa de mil aquênios, e o NCP pela contagem de capítulos no momento da colheita.

#### 3.6.8 Rendimento de aquênios

No momento da colheita, os capítulos foram contados e ensacados, com a identificação do número da parcela. Após a colheita, os capítulos foram trilhados e

os aquênios limpos e secos ao sol. Após a secagem, os aquênios foram pesados e medida a umidade. O rendimento de aquênios foi calculado pela massa da parcela, corrigindo-se para umidade padrão de 11% e extrapolado para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

#### 3.6.9 Teor de óleo

Da massa de aquênios das parcelas utilizada para determinar o rendimento, foi coletada uma amostra para determinação do teor de óleo. A extração do óleo foi realizada pelo método de Soxhlet, utilizando-se como solvente o éter de petróleo e calculando-se, em seguida, os resultados em porcentagem base seca. As análises foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal do Iapar, na Estação Experimental Raul Juliato em Ibiporã, Pr.

#### 3.6.10 Rendimento de óleo

Foi calculado utilizando-se o teor de óleo dos aquênios e o rendimento de aquênios. Como o teor de óleo foi calculado considerando-se 100% de massa seca (base seca) o valor foi corrigido para 11% de umidade, multiplicando-se pelo fator 0,89. O valor foi expresso em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

### 3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Inicialmente, efetuou-se a análise de variância de cada experimento, isto é, em cada época de semeadura. Após, realizou-se a análise conjunta dos experimentos, com objetivo de testar a interação entre épocas e cultivares, observando-se que o quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual de cada variável, analisada em todos os ensaios (épocas), fosse igual ou menor que sete (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002).

Por apresentarem valores nulos, os dados da variável “capítulos doentes” foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$  antes das análises estatísticas (DEMÉTRIO, 1978); no entanto, os resultados são apresentados com os dados originais.

As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Para as análises de variância e comparação entre médias utilizou-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003), e para as análises de correlação o Microsoft Office Excel 2003.

Para a interpretação dos índices de correlação (r) foi utilizada a tabela proposta por Shikamura (2008), (Tabela 4).

TABELA 4 - Interpretação de índices de correlação (Shikamura, 2008).

Índice de correlação (r)	Interpretação
0 a 0,19	Muito fraca
0,20 a 0,39	Fraca
0,40 a 0,69	Moderada
0,70 a 0,89	Forte
0,90 a 1,00	Muito forte

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE CONJUNTA DOS EXPERIMENTOS

Para que o quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual de cada variável fosse igual ou menor que sete (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002), a E9 foi excluída para a análise conjunta das variáveis diâmetro de capítulo, capítulos doentes e período semeadura-R<sub>9</sub>; a E3 e E8 foram descartadas para altura de planta; a E6 para rendimento de aquênios e rendimento de óleo; a E5 para número de aquênios por capítulo; a E1 para teor de óleo (Tabelas 5 e 6). Tal procedimento foi utilizado em trabalhos similares por Carbonell e Pompeu (1997), Felício et al. (1999), Lemos et al. (2003), Santos et al. (2003), Coimbra e Nakagawa (2006).

TABELA 5 - Quadrados médios residuais das variáveis em cada experimento (época de semeadura). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Épocas	Variáveis						
	VE-R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub> -R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub> -R <sub>6</sub>	R <sub>6</sub> -R <sub>9</sub>	Sem.-R <sub>9</sub>	Dia. cap.	Alt. plan.
E1	1,11	0,28	0,22	1,05	0,56	0,28	9,22
E2	0,50	0,22	0,17	0,72	1,13	0,69	27,5
E3	0,28	0,61	0,17	0,50	1,08	0,35	2,45*
E4	0,28	0,55	0,22	0,34	1,45	0,85	19,67
E5	0,50	0,67	0,27	1,16	1,50	1,31	32,56
E6	0,27	0,38	0,33	0,84	1,95	0,67	58,39
E7	0,67	0,66	0,11	0,66	0,84	0,22	16,88
E8	0,22	0,61	0,22	0,28	1,06	1,35	210,61*
E9	0,45	1,00	0,11	0,67	3,59*	2,23*	25,50
E10	0,33	0,55	0,22	0,45	0,39	0,86	59,80
Q 1	5,0	4,5	2,4	4,1	9,2	10,3	85,9
Q 2	-	-	-	-	5,0	6,1	6,5

\* Época excluída para análise conjunta.

Q 1 = quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual;

Q 2 = quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual após exclusão;

TABELA 6 - Quadrados médios residuais das variáveis em cada experimento (época de semeadura). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Épocas	Variáveis					
	cap. doente	Massa mil aq.	Nº Aqu./cap.	Rend. aq.	Teor óleo	Rend. óleo
E1	-	15,90	16130	40636	14,35*	15463
E2	-	5,98	7540	57126	2,92	11108
E3	-	14,55	4414	67431	2,42	11819
E4	-	14,30	21032	63809	2,94	8086
E5	5,06	11,83	1834*	26980	1,04	3173
E6	2,37	3,23	2053	9909*	1,06	1530*
E7	2,20	4,78	4073	20787	1,31	3062
E8	-	10,04	7435	82637	2,88	11795
E9	61,70*	10,98	19345	19035	1,21	2565
E10	10,07	17,61	9167	57452	1,59	7136
Q 1	28,0	5,4	11,5	8,3	13,8	10,1
Q 2	4,6	-	5,2	4,3	2,8	6,0

\* Época excluída para análise conjunta.

Q 1 = quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual;

Q 2 = quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual após exclusão;

#### 4.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DURANTE OS EXPERIMENTOS

A precipitação pluviométrica ocorrida no período dos experimentos ficou abaixo da média histórica nos meses de agosto, setembro e outubro, e acima da média nos meses de julho, novembro, dezembro e abril (Figuras 16 e 17).

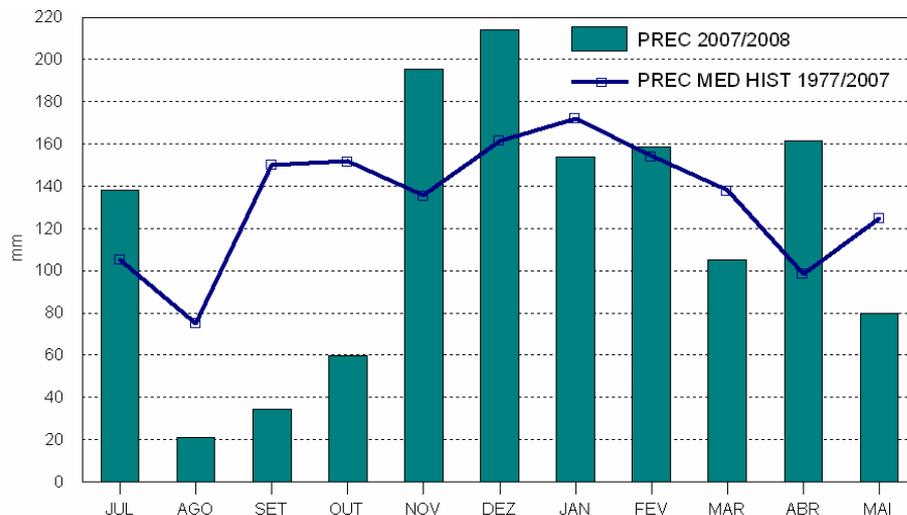


FIGURA 16 - Precipitação pluviométrica ocorrida durante o experimento e precipitação média histórica no período de 1977 a 2007. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

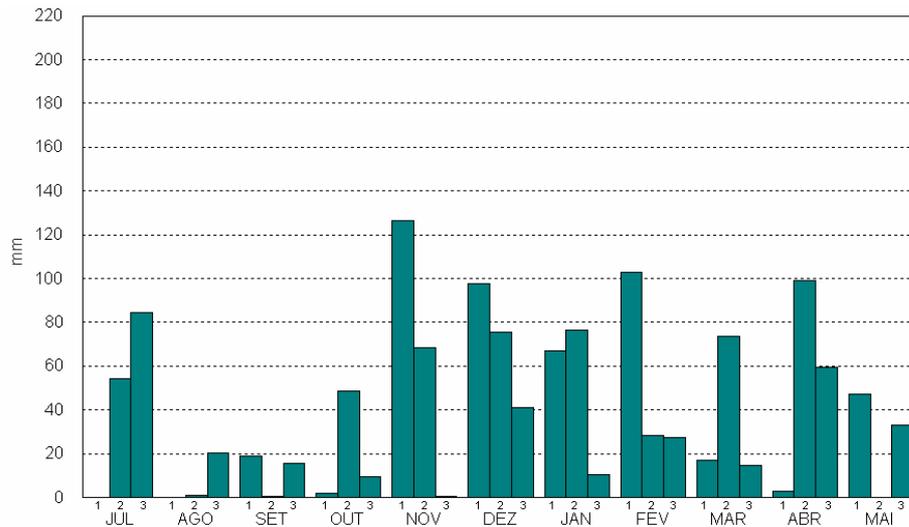


FIGURA 17 - Precipitação pluviométrica decenal ocorrida durante o experimento. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

A primeira época de semeadura recebeu a menor quantidade de chuva durante seu ciclo total (316 mm) e também quantidade relativamente baixa da semeadura a floração inicial (112 mm). A oitava época recebeu apenas 28 mm na floração e a sexta época recebeu a maior quantidade de chuva (655 mm) (Tabela 7).

TABELA 7 - Soma das precipitações pluviométricas (mm) ocorridas nos períodos fenológicos e ciclo total (média das cultivares) em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Períodos fenológicos	Épocas de semeadura									
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Semeadura – R <sub>1</sub>	62	56	94	180	221	305	281	184	217	185
R <sub>1</sub> – R <sub>4</sub>	50	97	194	37	187	143	87	112	44	88
R <sub>4</sub> – R <sub>6</sub>	149	120	97	173	94	79	102	28	73	76
R <sub>6</sub> – R <sub>9</sub>	55	135	117	108	80	128	50	76	90	129
Ciclo total	316	408	502	498	582	655	520	400	424	478

Mesmo nos meses mais quentes, a média das temperaturas mínimas ficou abaixo de 18°C, variando de 11,0°C (agosto) a 17,3°C (janeiro). A média das temperaturas máximas variou de 22,6°C (agosto) a 27,9°C (dezembro) (Figura 18). A menor temperatura do ar (2,4°C) ocorreu no dia 25 de setembro, e não houve formação de geadas do decorrer dos experimentos.

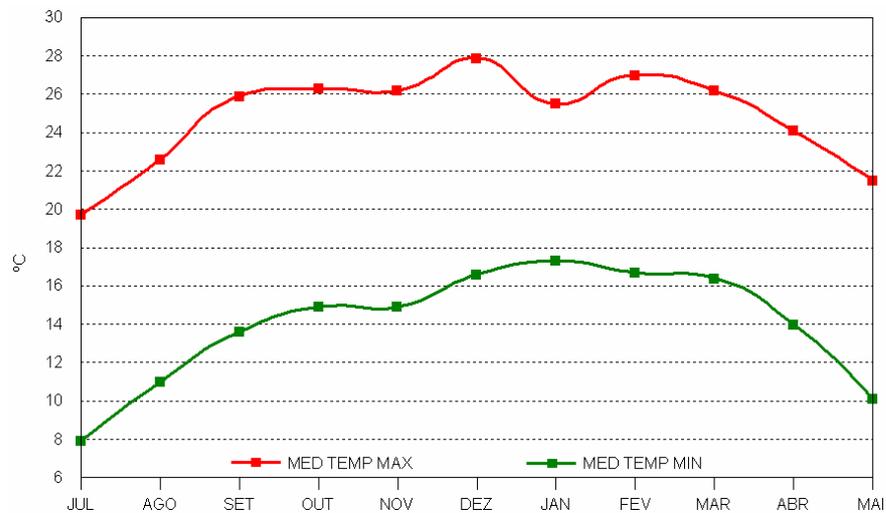


FIGURA 18 - Média das temperaturas máximas e média das temperaturas mínimas no decorrer dos experimentos. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

A temperatura média do ar ocorrida durante o ciclo total foi crescente com as épocas de semeadura, atingindo o maior valor nas E7 e E8, decrescendo após estas épocas (Tabela 8).

TABELA 8 - Temperatura média do ar (°C) ocorrida durante os períodos fenológicos e ciclo total (média das cultivares) em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Períodos fenológicos	Épocas de semeadura									
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
VE – R <sub>1</sub>	18,5	19,3	20,1	20,8	21,1	21,2	22,3	21,7	21,1	21,8
R <sub>1</sub> – R <sub>4</sub>	20,2	21,1	20,6	20,9	22,2	22,3	21,3	21,1	21,8	20,8
R <sub>4</sub> – R <sub>6</sub>	21,3	20,6	20,8	22,0	22,8	21,3	20,6	22,1	21,2	20,0
R <sub>6</sub> – R <sub>9</sub>	20,4	21,0	22,2	22,2	21,5	21,1	21,9	21,6	19,9	17,5
Ciclo total	19,6	20,1	20,7	21,0	21,3	21,5	21,8	21,8	21,2	20,6

### 4.3 CICLO

A duração do ciclo total e dos períodos fenológicos da cultura variaram conforme a época de semeadura (Figura 19).

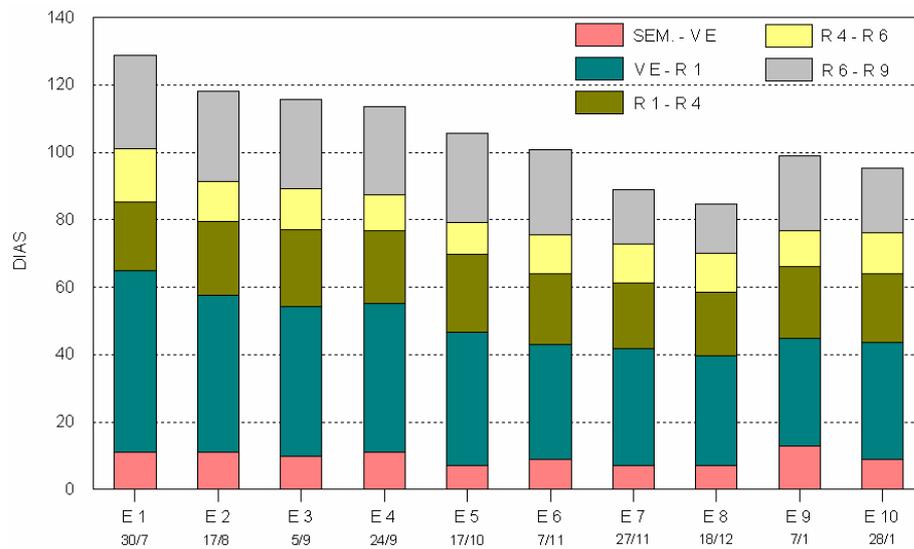


FIGURA 19- Duração dos períodos fenológicos (dias) semeadura-emergência, emergência-broto floral, broto floral-floração inicial, floração e fim da floração-maturação fisiológica em cada época de semeadura (média das cultivares). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Na média das cultivares, o período semeadura a emergência variou de 7 a 13 dias; emergência a broto floral de 31,7 a 54 dias; broto floral a floração inicial de 18,8 a 23,2 dias; floração de 9,5 a 16 dias; fim da floração a maturação fisiológica de 14,7 a 27,5 dias (Tabela 9). O ciclo total, da semeadura a maturação fisiológica, variou de 128,7 dias na primeira época a 84,7 dias na oitava época, com uma diferença de 44 dias do ciclo de menor para o de maior duração.

TABELA 9 - Duração dos períodos fenológicos (dias) semeadura-emergência, emergência-broto floral, broto floral-floração inicial, floração, fim da floração-maturação fisiológica e semeadura-maturação fisiológica em cada época de semeadura (média das cultivares). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Épocas de semeadura	Períodos fenológicos					
	Sem – VE	VE – R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub> – R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub> – R <sub>6</sub>	R <sub>6</sub> – R <sub>9</sub>	Sem – R <sub>9</sub>
E1 (30/07)	11,0 a	54,0 a	20,2 d	16,0 a	27,5 a	128,7 a
E2 (17/08)	11,0 a	46,7 b	21,8 b	11,7 c	27,0 a	118,2 b
E3 (05/09)	10,0 a	44,2 c	22,8 a	12,2 b	26,5 b	115,6 c
E4 (24/09)	11,0 a	44,2 c	21,5 b	10,7 d	26,1 b	113,5 d
E5 (17/10)	7,0 a	39,5 d	23,2 a	9,5 e	26,3 b	105,5 e
E6 (07/11)	9,0 a	34,0 f	21,0 c	11,5 c	25,2 c	100,7 f
E7 (27/11)	7,0 a	34,7 e	19,4 e	11,5 c	16,3 f	88,9 h
E8 (18/12)	7,0 a	32,7 g	18,8 f	11,5 c	14,7 g	84,7 i
E9 (07/01)	13,0 a	31,7 h	21,3 c	10,7 d	22,3 d	99,0
E10 (28/01)	9,0 a	34,5 e	20,5 d	12,0 b	19,2 e	95,2 g
C.V.	87,9%	1,77%	3,45%	3,97%	3,28%	1,01%

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; a E9 foi excluída da análise conjunta dos experimentos para a variável semeadura-R<sub>9</sub>, para que o quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual ficasse abaixo de sete (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002).

#### 4.3.1 Período semeadura - maturação fisiológica (ciclo total)

Houve correlação negativa forte ( $r = -0,85$ ) entre a duração do ciclo total e a temperatura média do ar. As épocas de semeadura afetaram a duração do ciclo total (Tabela 9), que foi se reduzindo da E1 até a E8 (Figura 19). Isto ocorreu devido ao aumento da temperatura média do ar, com conseqüente acréscimo da quantidade de energia diária (graus dia) recebida pela cultura. As épocas E9 e E10 transcorreram nos meses de janeiro a maio, quando as temperaturas diárias foram menores, ocasionando aumento da duração do ciclo total. Este comportamento confirma os resultados obtidos por vários autores (AGUIRREZÁBAL et al., 2001d; CASTRO; FARIAS, 2005; MASSIGNAM, 1987; MASSIGNAM; ANGELOCCI, 1993b; MELLO et al., 2006; SENTELHAS et al., 1994; SENTELHAS; UNGARO, 1998; SMIDERLE; GIANLUPPI; GIANLUPPI, 2002; SMIDERLE; MOURÃO; GIANLUPPI,

2005), que atribuem a variação da duração do ciclo total do girassol, principalmente ao efeito da temperatura ocorrida durante o desenvolvimento da cultura.

Na média das épocas de semeadura, todas as cultivares apresentaram variação significativa na duração do ciclo total, sendo a Catissol a mais precoce, com 101,0 dias, e Aguará 4 a mais tardia, com 110,2 dias (Tabela 10).

TABELA 10 - Duração dos períodos fenológicos (dias) semeadura-emergência, emergência-broto floral, broto floral-floração inicial, floração, fim da floração-maturação fisiológica e semeadura-maturação fisiológica de cada cultivar (média das épocas). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Cultivares	Períodos fenológicos					
	Sem – VE	VE – R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub> – R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub> – R <sub>6</sub>	R <sub>6</sub> – R <sub>9</sub>	Sem – R <sub>9</sub>
Aguará 4	9,5 a	43,1 a	21,7 a	11,7 a	23,3 b	110,2 a
M734	9,5 a	42,5 b	20,8 c	11,6 a	25,6 a	109,6 b
Hélio 250	9,5 a	37,7 c	20,6 c	11,7 a	21,6 d	101,8 c
Catissol	9,5 a	35,2 d	21,2 b	11,9 a	22,9 c	101,0 d
C.V.	0%	1,77%	3,45%	3,97%	3,28%	1,01%

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; a E9 foi excluída da análise conjunta dos experimentos para a variável semeadura-R<sub>9</sub>, para que o quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual ficasse abaixo de sete (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002).

#### 4.3.2 Período semeadura - emergência

O número de dias da semeadura a emergência dentro da mesma época de semeadura foi o mesmo para todas as cultivares (Tabela 10). Entre as épocas ocorreu variação de 7 a 13 dias (Tabela 9), porém as diferenças não foram estatisticamente significantes.

Segundo Aguirrezabal et al (2001a) e Castro e Farias (2005), a germinação da semente de girassol é influenciada pelo calor, umidade e aeração do solo. Na E2 houve necessidade de irrigação logo após a semeadura, pois não havia umidade no solo para a germinação das sementes. Na E9 ocorreram chuvas intensas após a semeadura, o que ocasionou compactação superficial do solo, dificultando a

emergência das plântulas e aumentando o número de dias para que ela ocorresse. Assim, a exceção da E9 houveram condições adequadas de umidade e aeração do solo para que ocorresse a emergência e, provavelmente, a temperatura do solo foi o fator que teve maior influência na variação do número de dias para a emergência entre as épocas de semeadura, que diminuiu nas épocas de semeadura em que a temperatura do ar foi maior.

Segundo Aguirrezabal et al (2001a), em temperaturas inferiores a 8°C praticamente não há emergência radicular, e em temperaturas superiores a 15°C a germinação ocorre de forma rápida e uniforme. Estudando diferentes híbridos de girassol, os mesmos autores encontraram diferenças de até dois dias na emergência das plântulas em semeaduras a campo. O resultado do presente trabalho indica que a germinação e emergência das plântulas de girassol foram influenciadas pelas condições ambientais que ocorreram em cada época de semeadura e não pelos genótipos em estudo.

#### 4.3.3 Período emergência - broto floral

Houve correlação negativa muito forte ( $r = - 0,90$ ) entre a temperatura média do ar e a duração do período emergência-broto floral, que diminuiu com o avanço das épocas de semeadura até a E6 (Figura 20). Neste período, a diferença entre a maior (E1, com 54,0 dias) e a menor duração (E9, com 31,7 dias) foi de 22,3 dias. A partir da E6, a variação entre a maior (E7, com 34,7 dias) e a menor duração (E9, com 31,7 dias) foi de apenas três dias (Tabela 9). Estes dados confirmam resultados de Castro e Farias (2005), que citam que temperaturas elevadas aceleram a floração, e de Massignan e Angelocci (1993b), que concluíram que a temperatura é a variável que mais explica a duração do período emergência-floração do girassol, e

as diferenças da duração do período emergência-colheita decorrem de diferenças encontradas na duração do período emergência-floração.

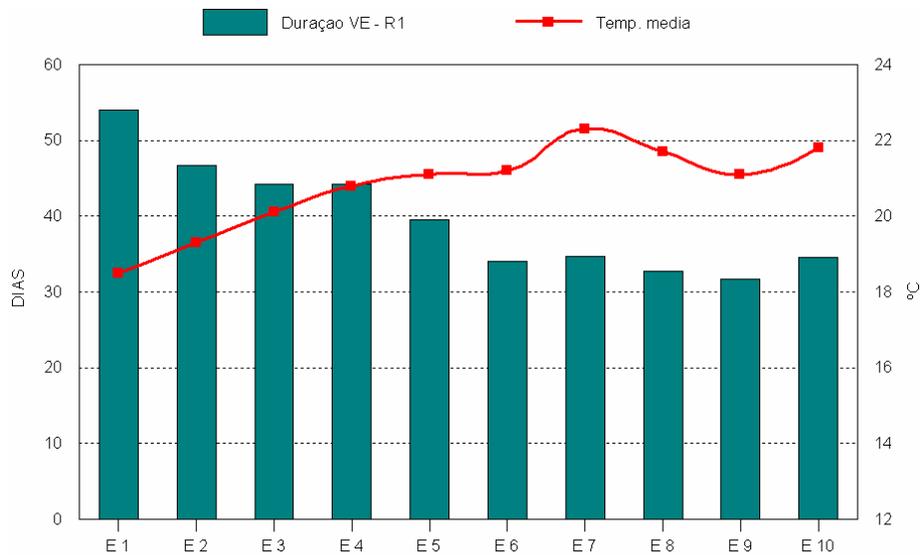


FIGURA 20 - Duração do período fenológico (dias) emergência-broto floral em cada época de semeadura (média das cultivares) e temperatura média do ar (°C) no período. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Na média das épocas de semeadura, todas as cultivares apresentaram variação significativa na duração do período emergência-broto floral, sendo que a cultivar Aguará 4 apresentou a maior duração do período (43,1 dias) e a Catissol a menor duração, com 35,2 dias (Tabela 10).

#### 4.3.4 Período broto floral - floração inicial

A duração deste período fenológico não mostrou a mesma tendência de redução com o avanço cronológico das épocas de semeadura, como aconteceu no período emergência-broto floral e no ciclo total, aumentando de E1 a E5, reduzindo de E5 a E8 e voltando a aumentar após a E8 (Figura 21). A duração deste período apresentou correlação fraca com a temperatura média do ar ( $r = 0,36$ ) e moderada com a precipitação acumulada no período ( $r = 0,50$ ). A maior duração deste período

ocorreu na E5 (23,2 dias) e E3 (22,8 dias) e a menor na E8 (18,8 dias), com variação em torno de 4 dias (Tabela 9).

Na média das épocas de semeadura houve pouca variação entre as cultivares, com 21,7 dias para Aguará 4, 20,8 dias para M734 e 20,6 dias para Hélio 250, sendo que as duas últimas não apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 10).

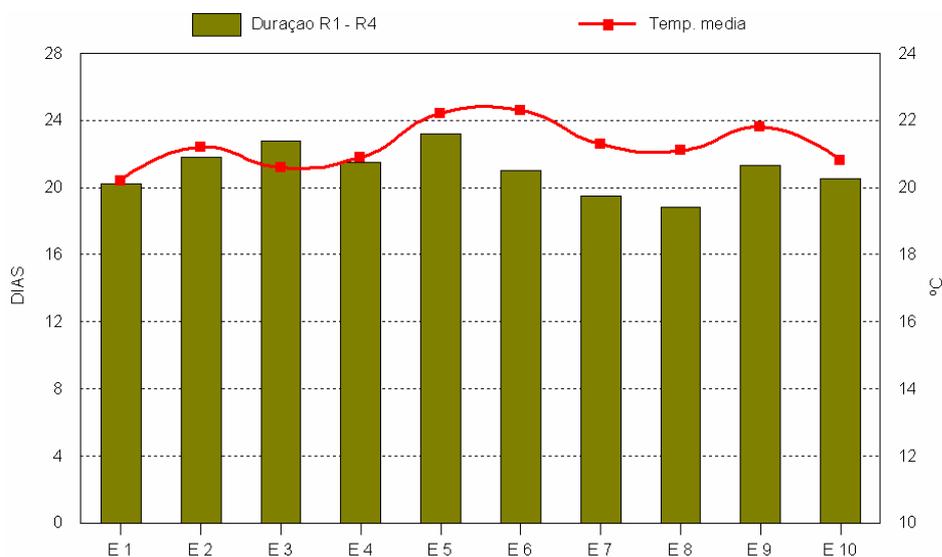


FIGURA 21 - Duração do período fenológico (dias) broto floral-floração inicial em cada época de semeadura (média das cultivares) e temperatura média do ar (°C) no período. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

#### 4.3.5 Período floração

Dos períodos fenológicos estudados, este é o de mais curta duração, variando de 16,0 dias na E1 a 9,5 dias na E5 (Tabela 9). Houve muita oscilação da temperatura média do ar no transcorrer deste período nas épocas de semeadura (fim de outubro na E1 a meados de abril na E10), sendo que o período de floração mais curto ocorreu na E5, que teve a maior temperatura média do período (Figura 22). No entanto, a duração deste período teve correlação negativa fraca ( $r = -0,36$ ) com a temperatura média do ar.

Para as cultivares estudadas, não houve diferença estatística na duração deste período, que variou de 11,6 a 11,9 dias (Tabela 10).

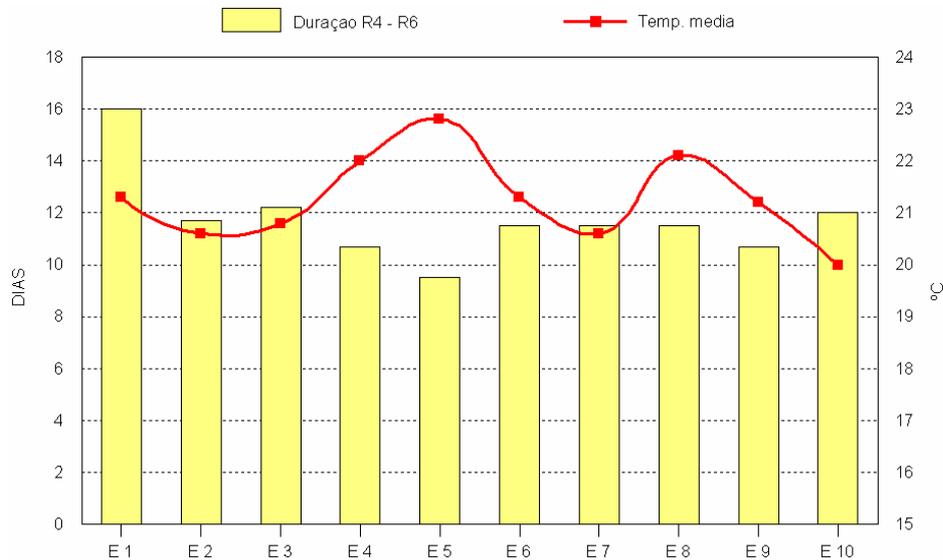


FIGURA 22 - Duração do período fenológico (dias) floração em cada época de semeadura (média das cultivares) e temperatura média do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) no período. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

#### 4.3.6 Período fim da floração - maturação fisiológica

Da E1 à E6, a variação na duração deste período foi de apenas 2,3 dias (E1 com 27,5 dias e E6 com 25,2 dias). Na E7 e E8 ocorreu uma redução acentuada na duração (16,3 e 14,7 dias, respectivamente), voltando a aumentar em E9 e E10 (Tabela 9 e Figura 23). A duração deste período teve correlação muito fraca com a temperatura média do ar ( $r = 0,19$ ), confirmando resultados de Massignan e Angelocci (1993a; 1993b), e correlação negativa fraca ( $r = -0,25$ ) com a precipitação acumulada no período.

Houve diferença estatística na duração deste período para todas as cultivares estudadas, variando de 25,6 dias na M734 a 21,6 dias na Hélio 250 (Tabela 10).

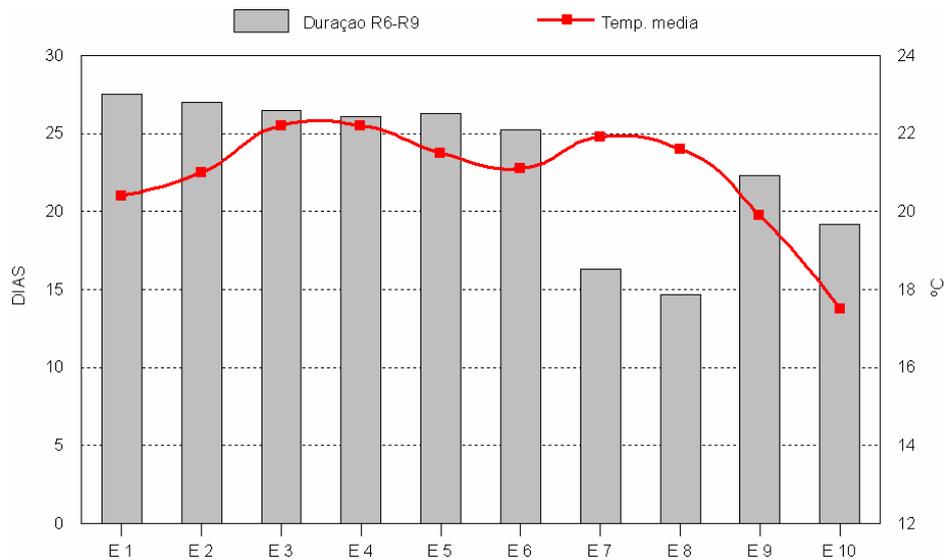


FIGURA 23 - Duração do período fenológico (dias) fim da floração-maturação fisiológica em cada época de semeadura (média das cultivares) e temperatura média do ar (°C) no período. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

#### 4.4 CAPÍTULOS DOENTES

Houve interação entre épocas de semeadura e cultivares para capítulos doentes. Nas quatro primeiras e na oitava épocas de semeadura não ocorreu podridão branca do capítulo causada por *Sclerotinia sclerotiorum* em nenhuma das cultivares (Tabela 11). A doença ocorreu em maiores percentuais na E10 (capítulos doentes desta época de semeadura podem ser vistos nas figuras 24 e 25). Provavelmente a E8 escapou da doença em virtude da baixa precipitação pluviométrica ocorrida no período de floração desta época (28 mm, Tabela 7), visto que a contaminação dos capítulos só é possível quando os órgãos florais estão cobertos por água livre por um período mínimo de 42 horas (LEITE, 1997).

A relação da chuva, temperatura e umidade relativa do ar com a ocorrência da doença, principalmente na floração, é citada por Leite (2005a), Leite (2005b) e Backes et al. (2008), que encontraram resultados semelhantes em seus trabalhos.

TABELA 11 - Capítulos com podridão branca (%) causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Épocas de semeadura	Cultivares				Média
	Hélio 250	M734	Aguará 4	Catissol	
E1 (30/07)	0,0 A a	0,0 A a	0,0 A a	0,0 A a	0,0
E2 (17/08)	0,0 A a	0,0 A a	0,0 A a	0,0 A a	0,0
E3 (05/09)	0,0 A a	0,0 A a	0,0 A a	0,0 A a	0,0
E4 (24/09)	0,0 A a	0,0 A a	0,0 A a	0,0 A a	0,0
E5 (17/10)	0,6 A a	0,0 A a	0,0 A a	4,7 B b	1,3
E6 (07/11)	0,6 A a	2,5 B b	2,8 B b	3,3 B b	2,3
E7 (27/11)	0,0 A a	1,3 A b	0,0 A a	4,5 B b	1,4
E8 (18/12)	0,0 A a	0,0 A a	0,0 A a	0,0 A a	0,0
E10 (28/01)	2,0 A b	1,4 A b	4,1 B b	10,3 C c	4,5
Média	0,4	0,6	0,8	2,5	1,1

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; CV = 137,72%; a E9 foi excluída da análise conjunta dos experimentos para esta variável, para que o quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual ficasse abaixo de sete (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002).



FIGURA 24 e 25 - Capítulo com podridão branca causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, na cultivar Catissol da 10<sup>a</sup> época de semeadura, em maturação fisiológica. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Entre as cultivares, a doença ocorreu em menores percentuais em Hélio 250, M734 e Aguará 4 (Tabela 11). A Catissol teve o maior percentual provavelmente pela sua desuniformidade de ciclo, fazendo com que esta cultivar permaneça com capítulos em floração por um período mais longo que os híbridos, aumentando, assim, o tempo de exposição à infecção. Segundo Pedraza; Pereyra e

Escande (2004), apesar de informações sobre diferentes níveis de sensibilidade dos genótipos de girassol, não há relatos de que exista um só híbrido comercial com resistência total a esta doença.

#### 4.5 ALTURA DE PLANTA

Houve interação entre épocas de semeadura e cultivares para altura de planta (Tabela 12), tendo correlação muito forte com a precipitação acumulada no período semeadura-R<sub>1</sub> ( $r = 0,93$ ) e com a temperatura média do ar ocorrida no período VE- R<sub>1</sub> ( $r = 0,91$ ); e correlação forte com a temperatura média do ar no período R<sub>1</sub>-R<sub>4</sub> ( $r = 0,70$ ). Assim, E6 e E7, que apresentaram maiores alturas de plantas (198 cm e 191 cm, na média das cultivares), foram as que receberam as maiores quantidades de chuva no período semeadura-R<sub>1</sub> (315 mm e 281 mm Tabela 7) e alta temperatura média do ar até a floração inicial (R<sub>4</sub>) (Tabela 8). Já as E1 e E2 se desenvolveram em temperaturas médias mais baixas até a floração inicial e receberam as menores chuvas no período semeadura-R<sub>1</sub> (56 mm e 62 mm, respectivamente), apresentando as menores alturas de planta.

Os resultados do presente trabalho confirmam a influência da água e da temperatura no aumento da altura das plantas, corroborando com os obtidos por Silva (2005b) e Silva et al. (2007) que estudando o efeito da irrigação em duas cultivares de girassol (Hélio 250 e Hélio 251) em Lavras, MG, observaram aumento relativo linear na altura de planta em função da lâmina de água aplicada. Da mesma forma, Castiglioni; Castro e Balla (1993), em Londrina, PR, avaliando 17 genótipos, verificaram que o aumento no suprimento de água incrementou a altura de plantas de girassol. Também Mello et al. (2006) avaliaram o efeito de três épocas de semeadura sobre as características de quatro híbridos de girassol, observando que

houve efeito da interação épocas de semeadura x híbrido sobre a altura de planta, com respostas positivas a incrementos de temperatura e luminosidade.

Ocorreu correlação negativa fraca ( $r = -0,32$ ) da altura de planta com rendimento de aquênios, indicando baixa associação entre estas variáveis.

As cultivares Catissol e Aguará 4 foram as mais altas, seguidas da M734 e Hélio 250 (Tabela 12).

TABELA 12 - Altura de planta (cm) das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Épocas de semeadura	Cultivares				Média
	Catissol	Aguará 4	M734	Hélio 250	
E1 (30/07)	145 A d	146 A e	140 A c	125 B c	139
E2 (17/08)	161 A c	155 A d	147 B c	125 C c	147
E4 (24/09)	182 A b	177 A c	176 A b	157 B b	173
E5 (17/10)	182 B b	194 A b	189 B b	160 C b	181
E6 (07/11)	204 B a	213 A a	198 B a	176 C a	198
E7 (27/11)	206 A a	205 A a	181 B b	172 C a	191
E9 (07/01)	203 A a	191 B b	185 B b	166 C b	186
E10 (28/01)	187 A b	184 A c	184 A b	159 B b	178
Média	184	183	175	155	174

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; CV = 3,58%; a E3 e E8 foram excluídas da análise conjunta dos experimentos para esta variável, para que o quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual ficasse abaixo de sete (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002).

#### 4.6 DENSIDADE DE PLANTAS

Procurou se obter uma densidade de plantas homogênea em todos os experimentos, para que não interferisse nas outras variáveis estudadas. No momento da colheita, a densidade de plantas variou de 42406 a 45150 plantas ha<sup>-1</sup> para as cultivares (Tabela 13) e 37203 a 45760 plantas ha<sup>-1</sup> para as épocas de semeadura (Tabela 14).

TABELA 13 - Densidade de plantas (plantas ha<sup>-1</sup>) das cultivares (média das épocas de semeadura). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Cultivares	Densidade de plantas (plantas ha <sup>-1</sup> )
Hélio 250	45150 a
Aguará 4	43334 b
M734	42501 b
Catissol	42406 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; CV = 9,14%.

TABELA 14 - Densidade de plantas (plantas ha<sup>-1</sup>) em cada época de semeadura (média das cultivares). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Épocas de semeadura	Densidade de plantas (plantas ha <sup>-1</sup> )
E1 (30/07)	44778 a
E2 (17/08)	44793 a
E3 (05/09)	43454 a
E4 (24/09)	41593 b
E5 (17/10)	45090 a
E6 (07/11)	45760 a
E7 (27/11)	45462 a
E8 (18/12)	44421 a
E9 (07/01)	37203 c
E10 (28/01)	40924 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; CV = 9,14%.

Estudos realizados na Argentina por Valetti et al. (1993) citados por Silveira et al. (2005) e Iriarte (2002), demonstraram que as plantas de girassol modulam o seu rendimento final de grãos através de mecanismos de compensação, pela alteração do comportamento de determinados componentes de produção (diâmetro de capítulo, número de grãos por capítulo e peso de grãos), em função da variação na densidade de plantas por área. Neste trabalho, os autores encontraram rendimento de grãos semelhantes para densidades que variaram de 35700 a 71400 plantas ha<sup>-1</sup>.

No presente trabalho, onde se procurou uma densidade de plantas uniforme e próxima da recomendada, em todos os experimentos, houve correlação fraca ( $r = 0,21$ ) entre a densidade de plantas e o rendimento de aquênios, indicando pouca associação entre as duas variáveis.

#### 4.7 DIÂMETRO DE CAPÍTULO

Houve interação entre épocas de semeadura e cultivares para diâmetro de capítulo (Tabela 15).

TABELA 15 - Diâmetro de capítulo (cm) das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Épocas de semeadura	Cultivares				Média
	Aguará 4	M734	Catissol	Hélio 250	
E1 (30/07)	14,9 A c	14,3 A c	15,0 A b	15,3 A a	14,7
E2 (17/08)	15,7 A c	15,7 A b	16,4 A a	15,7 A a	15,9
E3 (05/09)	15,4 B c	15,4 B b	16,7 A a	14,8 B a	15,5
E4 (24/09)	20,2 A a	17,0 B a	15,7 C a	15,1 C a	17,9
E5 (17/10)	17,7 A b	17,0 A a	16,7 A a	16,4 A a	16,9
E6 (07/11)	16,5 A b	13,1 B c	13,7 B b	13,0 B b	14,1
E7 (27/11)	16,9 A b	16,4 A a	13,4 B b	13,6 B b	15,1
E8 (18/12)	17,3 A b	15,6 B b	14,0 B b	14,9 B a	15,4
E10 (28/01)	15,4 A c	16,0 A b	14,3 B b	14,7 B a	15,1
Média	16,7	15,6	15,1	14,8	15,6

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; CV = 5,74%; a E9 foi excluída da análise conjunta dos experimentos para esta variável, para que o quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual ficasse abaixo de sete (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002).

Segundo Castro e Farias (2005), podem ocorrer capítulos de sete a 40 centímetros de diâmetro, e as variações são devido às características intrínsecas de cada genótipo, que são grandemente influenciadas pelas diferentes condições ambientais e pelo manejo adotado para o cultivo do girassol. Iriarte (2002), cita que a densidade de plantas exerce grande influência sobre o diâmetro de capítulo. No

presente trabalho houve correlação negativa fraca ( $r = -0,38$ ) entre elas, provavelmente pela pouca variação da densidade de plantas nos experimentos (vide capítulo anterior).

Solassi (1989) avaliando o efeito de três épocas de semeadura (28/07/86, 03/09/86 e 14/10/86) sobre três cultivares de girassol, verificou que o maior rendimento de aquênios foi obtido com o menor diâmetro de capítulo, na semeadura de setembro, atribuindo as variações de rendimento ao peso individual dos aquênios e à variação na proporção de aquênios normais e flores estéreis no capítulo. No presente trabalho o rendimento de aquênios teve correlação fraca ( $r = 0,32$ ) com o diâmetro de capítulo, provavelmente devido à compensação entre este, o número de aquênios por capítulo e a massa de aquênios.

#### 4.8 NÚMERO DE AQUÊNIOS POR CAPÍTULO

Houve interação entre épocas de semeadura e cultivares para número de aquênios por capítulo. De um modo geral, as quatro primeiras épocas de semeadura (fim de julho, agosto, início e fim de setembro) apresentaram os maiores valores (Tabela 16).

Por apresentar o maior diâmetro de capítulo, associado a aquênios pequenos (massa de mil aquênios mais baixa), a cultivar Aguará 4 foi a que apresentou o maior número de aquênios por capítulo na maioria das épocas de semeadura (Tabela 16).

TABELA 16 - Número de aquênios por capítulo das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Épocas de semeadura	Cultivares				Média
	Aguará 4	M734	Hélio 250	Catissol	
E1 (30/07)	983 A b	723 B b	717 B a	776 B a	800
E2 (17/08)	867 A c	709 B b	853 A a	742 B a	793
E3 (05/09)	979 A b	871 A a	823 B a	727 B a	850
E4 (24/09)	1141 A a	848 B a	762 B a	690 B a	860
E6 (07/11)	688 A c	572 B c	480 B b	518 B b	564
E7 (27/11)	683 A c	660 A c	635 A b	545 A b	631
E8 (18/12)	760 A c	485 B c	548 B b	479 B b	568
E9 (07/01)	755 A c	699 A b	599 A b	616 A b	667
E10 (28/01)	815 A c	592 B c	545 B b	487 B b	610
Média	852	684	662	620	705

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; CV = 14,19%; a E5 foi excluída da análise conjunta dos experimentos para esta variável, para que o quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual ficasse abaixo de sete (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002).

A temperatura média do ar no período vegetativo (VE-R<sub>1</sub>) apresentou correlação negativa forte ( $r = -0,70$ ) com o número de aquênios por capítulo. Será abordado adiante, que a temperatura média do ar neste período também teve correlações negativas expressivas com rendimento de aquênios, teor de óleo e rendimento de óleo, indicando que o girassol tem melhor comportamento em temperaturas mais amenas na fase vegetativa. Andrade et al. (2008) afirmam que o estado fisiológico da cultura no período da floração é determinante para a definição do número de aquênios, e que o hábito de crescimento determinado do girassol lhe confere baixa estabilidade na produção de grãos diante de situações estressantes para a planta neste período. Aguirrezábal et al. (2001e), citam que o número de aquênios começa a ser definido nos estádios iniciais de cultivo, entre 30 e 50 dias após a semeadura, quando é determinado o número de primórdios florais por capítulo, passando pelo número de flores que são fecundadas durante a floração, e que o número de aquênios cheios começa a fixar-se pouco após a floração,

podendo ocorrer abortos até mais de 15 dias após o seu término. Assim, fatores ambientais estressantes para a planta nestes períodos podem afetar o número de aquênios por capítulo.

A precipitação acumulada no período vegetativo (VE - R<sub>1</sub>) apresentou correlação negativa forte ( $r = -0,73$ ) com o número de aquênios por capítulo. Será abordado adiante, que a precipitação acumulada neste período também teve correlações negativas expressivas com rendimento de aquênios, teor de óleo e rendimento de óleo. Castro e Farias (2005) citam a baixa necessidade hídrica da cultura antes da floração, porém não foram encontrados trabalhos sobre a influência negativa da chuva neste período.

A precipitação pluviométrica acumulada na floração (R<sub>4</sub>-R<sub>6</sub>) apresentou correlação forte ( $r = 0,77$ ) com o número de aquênios por capítulo, confirmando a importância da disponibilidade de água durante a floração. Segundo Morizet e Merrien (1990), citados por Castro e Farias (2005), a cultura submetida a um déficit hídrico tem perda de rendimento mais em função da redução do número de aquênios por capítulo, do que pelo peso médio dos mesmos.

Dos componentes de rendimento, o número de aquênios por capítulo foi o que apresentou maior correlação com o rendimento de aquênios ( $r = 0,76$ ). Isso também foi observado por Mercau et al. (2001) em áreas comerciais na Argentina, onde concluíram que o número de aquênios por capítulos é responsável por 43% da variação média do rendimento de aquênios. Um outro estudo, realizado por Castro e Faria (2005), envolveu resultados de treze experimentos conduzidos no Paraná, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, nas safras 2001/02 e 2002/03, com diferentes híbridos, nos quais foi observado elevado coeficiente de correlação entre o

rendimento da cultura e o número de aquênios por planta, evidenciando que este é um parâmetro adequado para avaliação de rendimento.

#### 4.9 MASSA DE MIL AQUÊNIOS

Houve interação entre épocas de semeadura e cultivares para massa de mil aquênios, que variou de 42,9 a 61,4 g na média das cultivares (Tabela 17), e a M734 apresentou o maior valor em todas as épocas de semeadura.

TABELA 17 - Massa de mil aquênios (g) das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Épocas de semeadura	Cultivares				Média
	M734	Catissol	Aguará 4	Hélio 250	
E1 (30/07)	63,2 A b	53,7 B b	46,8 C b	49,1 C a	53,2
E2 (17/08)	67,5 A b	57,0 B a	56,7 B a	47,5 C a	57,2
E3 (05/09)	69,1 A b	61,1 B a	53,2 C a	48,0 D a	57,8
E4 (24/09)	64,9 A b	55,1 B b	55,2 B a	46,5 C a	55,4
E5 (17/10)	77,8 A a	57,8 B a	60,0 B a	50,0 C a	61,4
E6 (07/11)	64,9 A b	52,4 B b	54,0 B a	43,8 C a	53,8
E7 (27/11)	58,1 A c	44,0 B d	42,9 B c	34,3 C c	44,8
E8 (18/12)	56,0 A c	47,5 B c	39,2 C c	38,5 C b	45,3
E9 (07/01)	63,2 A b	49,8 B c	47,5 B b	38,4 C b	49,7
E10 (28/01)	54,0 A c	39,7 C d	45,0 B b	32,8 D c	42,9
Média	63,8	51,8	50,0	42,9	52,1

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; CV = 6,71%;

Apesar de apresentar correlação moderada ( $r = 0,45$ ), a precipitação ocorrida no período entre o botão floral e o fim da floração ( $R_1-R_6$ ) foi a variável climática estudada que teve maior associação com a massa de mil aquênios. A chuva acumulada neste período deve ter proporcionado o armazenamento de água no solo para a fase de enchimento de aquênios, no período pós floração. A importância da disponibilidade de água no solo neste período é citada por vários

autores (AGUIRREZÁBAL et al., 2001e; BONO; MONTOYA; BABINEC, 2003; CASTRO; FARIAS, 2005; CASTRO et al., 1996; ERDEM; DELIBAS, 2003; GOMES, 2005).

Alguns trabalhos associam massa de aquênios à radiação solar no período de enchimento dos aquênios (AGUIRREZÁBAL et al., 2001c; AGUIRREZÁBAL et al., 2003; DOSIO; IRIGOYEN; AGUIRREZÁBAL, 2003). A radiação solar não foi mensurada no presente trabalho, porém houve correlação moderada ( $r = 0,63$ ) da massa de mil aquênios com a duração do período de enchimento de aquênios ( $R_6 - R_9$ ), indicando que maiores durações deste período proporcionam maior quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela cultura (VEGA; HALL, 2002a). Em trabalho complementar, Vega e Hall (2002b) verificaram que a duração da fase de enchimento de aquênios foi o principal determinante da interação época de semeadura x genótipo que afetou a massa de aquênio e a concentração de óleo.

#### 4.10 RENDIMENTO DE AQUÊNIOS

Houve interação entre épocas de semeadura e cultivares para rendimento de aquênios. De modo geral, as quatro primeiras épocas (30/07, 17/08, 05/09, 24/09) apresentaram os maiores rendimentos de aquênios, que na média das cultivares, ficaram próximos a  $2000 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tabela 18) e estão dentro da época de plantio recomendada para a Região de Ponta Grossa, que vai de 01/08 a 20/10 (IAPAR, 2008c; EMBRAPA, 2008).

A partir da E5 (17/10) ocorreu diminuição expressiva do rendimento de aquênios. Este resultado corrobora com Almeida e Silva (1993) em Eldorado do Sul, RS, e Sangoi e Kruse, (1993), em Lages, SC, que concluíram que a maior resposta em rendimento de grãos é obtida, respectivamente, em semeaduras do cedo (final

de julho – início de agosto) e de setembro. Resultados semelhantes obtiveram Daros e Ronzelli Júnior (1993), em trabalho conduzido em Quatro Barras, PR, em cinco épocas de semeadura (01/09; 22/09; 13/10; 03/11 e 24/11) no ano de 1992, em que concluíram que houve redução do rendimento de grãos à medida que se atrasou a época de semeadura. Da mesma forma, Vega e Hall (2002b) na Argentina, concluem que o rendimento de aquênios diminui acentuadamente quando a semeadura ocorre em épocas tardias.

Entre as cultivares, a melhor época de semeadura para rendimento de aquênios foi E3 (05/09) para M734; para Catissol foram as épocas E1 a E3 (30/07 a 05/09); para Aguará 4, E1 a E4 (30/07 a 24/09); para Hélio 250, E1 a E5 (30/07 a 17/10). As cultivares M734 e Aguará 4 apresentaram maiores rendimentos de aquênios na maioria das épocas de semeadura, com variação entre 2134 e 2683 kg ha<sup>-1</sup> nas semeaduras de fim de julho, agosto e setembro. Em épocas mais tardias (até a E7, de 27/11) a cultivar M734 apresentou os maiores rendimentos (Tabela 18).

TABELA 18 - Rendimento de aquênio (kg ha<sup>-1</sup>) das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Épocas de semeadura	Cultivares				Média
	M734	Aguará 4	Catissol	Hélio 250	
E1 (30/07)	2134 A b	2179 A a	1887 B a	1655 B a	1964
E2 (17/08)	2153 A b	2278 A a	1840 B a	1830 B a	2025
E3 (05/09)	2683 A a	2359 B a	1823 C a	1752 C a	2152
E4 (24/09)	2302 A b	2544 A a	1574 B b	1509 B a	1982
E5 (17/10)	1665 A c	1691 A b	1393 A b	1649 A a	1599
E7 (27/11)	1737 A c	1236 B c	1057 B c	1026 B b	1264
E8 (18/12)	1220 A d	1369 A c	1032 B c	933 B b	1138
E9 (07/01)	1280 A d	1114 A c	1004 A c	825 A b	1056
E10 (28/01)	1208 A d	1476 A b	706 B c	787 B b	1044
Média	1820	1805	1368	1329	1581

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; CV = 14,05%; a E6 foi excluída da análise conjunta dos experimentos para esta variável, para que o quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual ficasse abaixo de sete (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002).

A cultivar M734 têm se destacado na rede nacional de avaliação de cultivares, coordenada pela Embrapa. Dos 16 genótipos avaliados em 15 locais no Ensaio Final de Segundo Ano Safrinha 2005 e no Ensaio Final de Primeiro Ano 2004, a cultivar M734 ficou ranqueada em primeiro lugar. A Catissol ficou em décimo segundo e a Aguará 4 e Hélio 250 não foram avaliadas (EMBRAPA, 2006c). Em análise conjunta de experimentos com 18 genótipos de girassol em 13 locais na safrinha de 2006, a cultivar M734 apresentou o maior rendimento de aquênios com  $2223 \text{ kg ha}^{-1}$ . A Catissol obteve  $1598 \text{ kg ha}^{-1}$  e a Aguará 4 e Hélio 250 não foram avaliadas (EMBRAPA, 2007). Estes resultados indicam que a M734 é uma das cultivares de maior potencial produtivo em uso no Brasil, o que foi confirmado no presente trabalho, onde apresentou os maiores rendimentos de aquênios entre as cultivares avaliadas, na maioria das épocas de semeadura. A cultivar Aguará 4 tem potencial de uso na região de Ponta Grossa, porém com menor estabilidade de produção que a M734.

Ocorreu correlação negativa moderada ( $r = -0,69$ ) do rendimento de aquênios com a precipitação pluviométrica acumulada no período vegetativo (VE -  $R_1$ ), e correlação forte ( $r = 0,73$ ) com a precipitação pluviométrica ocorrida no período da floração ( $R_4$ - $R_6$ ), mostrando a importância da disponibilidade hídrica neste período, como citado por vários autores (BONO; MONTROYA; BABINEC, 2003; CASTRO; FARIAS, 2005; CASTRO et al., 1996; CASTRO, MOREIRA; OLIVEIRA, 2006; ERDEM; DELIBAS, 2003; GOMES, 2005; MERCAU et al., 2001).

Houve correlação negativa forte ( $r = -0,77$ ) do rendimento de aquênios com a temperatura média do ar no período emergência–broto floral (VE- $R_1$ ), o que indica uma associação de rendimentos mais altos a temperaturas amenas na fase vegetativa. Este resultado é discordante dos obtidos por Smiderle et al. (2005), que

obtiveram altos rendimentos em semeaduras de janeiro em Roraima (sob irrigação), onde ocorrem altas temperaturas do ar.

Para a fase de enchimento de aquênios ( $R_6$ – $R_9$ ), houve correlação moderada ( $r = 0,50$ ) entre a temperatura média do ar e o rendimento de aquênios, indicando associação de maiores rendimentos com temperaturas mais altas neste período, corroborando com os resultados de Chimenti; Hall e López (2001), que determinaram como  $34^\circ\text{C}$  a temperatura ótima para o crescimento de aquênios.

Foi observada correlação moderada ( $r = 0,64$ ) entre rendimento de aquênios e duração do período fim da floração-maturação fisiológica, concordando com Andrade; Aguirrezábal e Rizzali (2008) que citam que há associação entre rendimento de aquênios e duração da área foliar durante o enchimento de aquênios, proporcionando mais tempo de interceptação de radiação solar pela planta, maiores índices de fotossíntese e maior produção de assimilados. Neste sentido, Aguirrezábal et al. (2001c), Mercau et al. (2001), Dosio; Irigoyen e Aguirrezábal (2003), verificaram que o rendimento do girassol é dependente, principalmente, da porcentagem de radiação solar que é interceptada pela cultura.

Dos componentes de rendimento, o número de aquênios por capítulo apresentou correlação forte ( $r = 0,76$ ) com rendimento de aquênios, seguido de massa de mil aquênios com correlação moderada ( $r = 0,60$ ). Diâmetro de capítulo e densidade de plantas apresentaram correlação fraca.

#### 4.11 TEOR DE ÓLEO

Houve interação entre épocas de semeadura e cultivares para teor de óleo dos aquênios, que diminuiu à medida que se retardou as épocas de semeadura (Tabela 19). Este resultado não corrobora com o obtido por Sangoi e Kruse, (1993),

em trabalho conduzido no município de Lages, SC, com as cultivares Contissol 711 e DK 180 em quatro épocas de semeadura (16/09/88 a 14/12/88), que concluíram que não houve efeito significativo de época de semeadura sobre o teor de óleo dos aquênios das cultivares. No entanto, a amplitude das épocas estudadas pelos autores é menor que a do presente trabalho, além de estarem próximas da época recomendada.

TABELA 19 - Teor de óleo (%) das cultivares, em cada época de semeadura (base seca). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Épocas de semeadura	Cultivares				Média
	Hélio 250	Aguará 4	Catissol	M734	
E2 (17/08)	51,8 A a	48,0 B a	46,5 B a	42,0 C a	47,1
E3 (05/09)	46,9 A b	48,2 A a	44,5 B a	42,6 B a	45,5
E4 (24/09)	50,0 A a	46,0 B b	43,1 C b	41,6 C a	45,2
E5 (17/10)	47,9 A b	46,0 A b	40,9 B b	38,9 B b	43,4
E6 (07/11)	47,6 A b	43,1 B c	41,3 B b	38,4 C b	42,6
E7 (27/11)	39,5 A e	40,5 A d	36,4 B d	38,9 A b	38,8
E8 (18/12)	41,2 A d	41,0 A d	39,5 A c	37,0 B b	39,7
E9 (07/01)	44,1 A c	39,7 B d	38,8 B c	34,7 C c	39,3
E10 (28/01)	37,4 B e	40,6 A d	34,7 C d	37,8 B b	37,6
Média	45,1	43,7	40,6	39,1	42,1

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; CV = 3,84%; a E1 foi excluída da análise conjunta dos experimentos para esta variável, para que o quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual ficasse abaixo de sete (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002).

Ocorreu correlação negativa moderada ( $r = -0,63$ ) do teor de óleo com a precipitação pluviométrica acumulada no período vegetativo (VE - R<sub>1</sub>) e, assim como na variável rendimento de aquênios, a precipitação pluviométrica ocorrida na floração teve associação com o teor de óleo, apresentando correlação forte ( $r = 0,72$ ), comprovando mais uma vez a importância da disponibilidade hídrica no período de floração e enchimento de aquênios, como citado por Aguirrezábal et al.

(2001e); Bono; Montoya; Babinec (2003); Castro; Farias (2005); Castro et al. (1996); Castro; Moreira; Oliveira (2006); Erdem; Delibas (2003); Gomes (2005).

Houve correlação negativa forte ( $r = -0,87$ ) do teor de óleo com a temperatura média do ar ocorrida no período vegetativo ( $VE-R_1$ ). Não foram encontrados trabalhos que associassem o teor de óleo com a temperatura ocorrida neste período. Em trabalho realizado em Roraima, Smiderle et al. (2002) concluíram que as altas temperaturas reduziram o ciclo das cultivares, porém, os teores de óleo não foram afetados com a mesma intensidade. Entretanto, os autores não analisaram separadamente as temperaturas ocorridas em cada fase de desenvolvimento da cultura.

Alguns autores associam o teor de óleo com temperatura do ar no período de desenvolvimento dos aquênios. Harris; McWilliam e Mason (1978), observaram que temperatura alta durante o desenvolvimento de aquênios é associada com uma redução do rendimento de óleo total, porém este efeito pode se confundir com a variação de outros fatores ambientais. Castro e Farias (2005) citam que temperaturas acima de  $35^{\circ}\text{C}$  reduzem o teor de óleo. Contudo, o girassol cultivado nos Cerrados de Roraima alcança até 50% de óleo (SMIDERLE; GIANLUPPI, GIANLUPPI, 2001) com temperatura média de  $24^{\circ}\text{C}$  e máxima de  $30^{\circ}\text{C}$  no florescimento e enchimento de aquênios. Trabalhando com três cultivares, Ungaro et al. (1997) apontaram como fator de redução no conteúdo de óleo tanto as temperaturas altas quanto as baixas no período florescimento-maturação, com respostas distintas de acordo com o genótipo. No presente trabalho, o teor de óleo apresentou correlação moderada ( $r = 0,45$ ) com a temperatura média do ar no período de enchimento de aquênios ( $R_6-R_9$ ).

Outros trabalhos associam o teor de óleo à radiação fotossinteticamente ativa interceptada durante a fase de enchimento de grãos (AGUIRREZÁBAL et al., 2001c; AGUIRREZÁBAL et al., 2003; ANDRADE; AGUIRREZÁBAL; RIZZALI, 2008; IZQUIERDO et al., 2008b; VEGA e HALL, 2002b)

A cultivar Hélio 250 apresentou maior teor de óleo na maioria das épocas de semeadura, e também teve maior amplitude de redução com o avanço das épocas, variando de 51,8% a 37,4% (Tabela 19). A cultivar M734 apresentou menor teor de óleo, e teve a menor amplitude de redução, variando de 42,6% a 34,7%. Izquierdo et al. (2008b) constataram que os híbridos com aquênios listrados (como o M734), que normalmente possuem menores teores de óleo que os negros (como o Hélio 250), alcançam a concentração máxima de óleo a níveis mais baixos de radiação solar ocorrida durante a fase de enchimento de aquênios. Assim, em épocas de semeaduras mais tardias, quando ocorre uma diminuição da quantidade de radiação solar devido à redução do comprimento do dia, híbridos listrados e negros tendem a ter menores diferenças de teor de óleo nos aquênios, um resultado também observado por Dosio et al. (2000).

#### 4.12 RENDIMENTO DE ÓLEO

Houve interação entre épocas de semeadura e cultivares para rendimento de óleo. De modo geral, nas quatro primeiras épocas obtiveram-se os maiores rendimentos de óleo que, na média das cultivares, ficaram entre 791 a 878 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 20).

O rendimento de óleo é função direta do rendimento de aquênios e teor de óleo. Assim, nessa combinação de variáveis a cultivar Aguará 4 apresentou maiores rendimentos de óleo principalmente nas quatro primeiras épocas de semeadura (fim

de julho, agosto, início e fim de setembro), que ficaram próximos a 1000 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 20).

TABELA 20 - Rendimento de óleo (kg ha<sup>-1</sup>) das cultivares, em cada época de semeadura. Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Épocas de semeadura	Cultivares				Média
	Aguará 4	M734	Hélio 250	Catissol	
E1 (30/07)	928 A a	864 A b	717 B a	781 B a	823
E2 (17/08)	976 A a	804 B b	841 B a	762 B a	846
E3 (05/09)	1011 A a	1012 A a	770 B a	720 B a	878
E4 (24/09)	1040 A a	851 B b	671 C a	601 C b	791
E5 (17/10)	692 A b	575 B c	702 A a	508 B c	619
E7 (27/11)	446 B c	602 A c	363 B b	343 B d	439
E8 (18/12)	450 A c	402 A d	347 A b	363 A d	403
E9 (07/01)	394 A c	395 A d	324 A b	346 A d	365
E10 (28/01)	534 A c	410 A d	264 A b	218 A d	357
Média	725	657	555	516	613

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; CV = 15,05%; a E6 foi excluída da análise conjunta dos experimentos para esta variável, para que o quociente entre o maior e o menor quadrado médio residual ficasse abaixo de sete (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002).

Assim como ocorreu com as variáveis rendimento de aquênios e teor de óleo, o rendimento de óleo também teve correlação negativa moderada com a precipitação acumulada no período vegetativo ( $r = -0,68$ ), correlação forte com a precipitação pluviométrica acumulada na floração ( $r = 0,72$ ) e correlação negativa forte ( $r = -0,81$ ) com a temperatura média do ar no período vegetativo.

#### 4.13 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A temperatura, principalmente a ocorrida no período vegetativo, influenciou importantes variáveis no girassol. Neste período, a temperatura média do ar apresentou correlações negativas expressivas com número de aquênios por capítulo, rendimento de aquênios, teor de óleo e rendimento de óleo, indicando

melhor comportamento do girassol em temperaturas mais amenas, enquanto maiores temperaturas médias do ar reduziram a duração do período vegetativo e ciclo total do girassol.

A importância da disponibilidade hídrica na floração foi comprovada pelas correlações positivas expressivas da precipitação pluviométrica acumulada neste período com o número de aquênios por capítulo, rendimento de aquênios, teor de óleo e rendimento de óleo. Estas variáveis, por outro lado, foram afetadas negativamente por maiores volumes de chuva acumulados no período vegetativo, indicando baixa necessidade hídrica do girassol neste período.

O número de aquênios por capítulo foi o componente de rendimento que apresentou a maior correlação com rendimento de aquênios. Por sua vez, maiores números de aquênios por capítulo foram associados a menores temperaturas médias do ar no período vegetativo e maior precipitação pluviométrica na floração.

O período de semeadura preferencial para a cultura do milho na Região Centro-sul do Paraná é entre a primeira quinzena de setembro e a segunda de outubro (IAPAR, 1991). Em semeaduras antecipadas (primeira quinzena de agosto) e tardias (primeira de dezembro) a cultura apresenta rendimentos satisfatórios, porém, com risco pela alta frequência de geadas. Já a cultura do feijão tem época de semeadura indicada para 15/09 a 15/10 na safra das águas, com antecipação para 10/09 e prorrogação para 05/11, e na safra da seca o período indicado é de 20/12 a 20/01, com antecipação para 10/12 e prorrogação para 30/01 (IAPAR, 1989; IAPAR, 2000). Para a cultura da soja a época de semeadura é indicada para 15/10 a 10/12, podendo ser antecipada para 10/10 e prorrogada até 15/12, para algumas cultivares (EMBRAPA, 2005; EMBRAPA, 2006b).

Assim, considerando as épocas de plantio recomendadas para milho, feijão e soja, e as quatro épocas de semeadura de girassol que apresentaram maiores rendimentos de aquênios e óleo no presente trabalho (E1, E2, E3 e E4, respectivamente 30/07, 17/08, 05/09 e 24/09), há possibilidade temporal de inserção do girassol antecedendo a cultura de milho e da soja para E1 e E2, para as cultivares de ciclo mais curto (Tabela 21), porém, as semeaduras das culturas do milho e da soja entrariam no período de prorrogação. Para a cultura do feijão, há possibilidade de semeadura do girassol antecedendo a safra da seca.

TABELA 21 - Datas em que ocorreram a maturação fisiológica das cultivares em cada época de semeadura (média das cultivares). Iapar, Estação Experimental de Ponta Grossa, PR, 2008.

Épocas de semeadura	Cultivares			
	Aguará 4	M734	Hélio 250	Catissol
E1 (30/07)	10/12	10/12	03/12	30/11
E2 (17/08)	18/12	18/12	09/12	08/12
E3 (05/09)	03/01	02/01	26/12	26/12
E4 (24/09)	20/01	18/01	13/01	11/01
E5 (17/10)	05/02	02/02	28/01	25/01
E6 (07/11)	20/02	20/02	12/02	11/02
E7 (27/11)	29/02	27/02	20/02	20/02
E8 (18/12)	17/03	14/03	08/03	08/03
E9 (07/01)	17/04	20/04	10/04	13/04
E10 (28/01)	07/05	08/05	25/04	27/04

Há de se observar, porém, que outros fatores envolvidos na escolha de sistemas de rotação e sucessão de culturas não foram avaliados (fitossanidade, solo, adubação verde/cobertura, tempo decorrido da maturação fisiológica à colheita, estrutura de colheita e semeadura da propriedade, mercado, e outros), pois não foram objeto de estudo neste trabalho, mas podem influir diretamente na possibilidade de uso do girassol com milho, soja e feijão na mesma safra.

## 5 CONCLUSÕES

- As semeaduras de fim de julho, agosto e setembro apresentaram os maiores rendimentos de aquênios e de óleo;
- As cultivares M734 e Aguará 4 apresentaram maiores rendimentos de aquênios enquanto a cultivar Hélio 250 apresentou os maiores teores de óleo, na maioria das épocas de semeadura;
- As semeaduras mais precoces apresentaram maiores teores de óleo nos aquênios;
- Temperaturas elevadas reduzem a duração do período vegetativo e ciclo total do girassol;
- Maiores volumes de chuva na floração elevaram o número de aquênios por capítulo, rendimento de aquênios, teor de óleo e rendimento de óleo.

## 6 REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, J.A.; IDA, E.I. Caracterização parcial e utilização da fitase extraída de sementes germinadas de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 1041-1047, jun. 2006.
- AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; ORIOLI, G.A.; HERNÁNDEZ, L.F.; PEREYRA, V.R.; MIRAVÉ, J.P. La implantación del cultivo. In: **Girassol – Aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento**. INTA, Buenos Aires, Argentina, 2001a. p. 16-23.
- AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; ORIOLI, G.A.; HERNÁNDEZ, L.F.; PEREYRA, V.R.; MIRAVÉ, J.P. La absorción del agua y los nutrientes minerales. In: **Girassol – Aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento**. INTA, Buenos Aires, Argentina, 2001b. p. 24-35.
- AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; ORIOLI, G.A.; HERNÁNDEZ, L.F.; PEREYRA, V.R.; MIRAVÉ, J.P. La intercepción de la radiación lumínica. In: **Girassol – Aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento**. INTA, Buenos Aires, Argentina, 2001c. p. 36-50.
- AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; ORIOLI, G.A.; HERNÁNDEZ, L.F.; PEREYRA, V.R.; MIRAVÉ, J.P. La acumulación y partición de la materia seca producida. In: **Girassol – Aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento**. INTA, Buenos Aires, Argentina, 2001d. p. 60-72.
- AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; ORIOLI, G.A.; HERNÁNDEZ, L.F.; PEREYRA, V.R.; MIRAVÉ, J.P. El rendimiento y sus componentes. In: **Girassol – Aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento**. INTA, Buenos Aires, Argentina, 2001e. p. 10-15.
- AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; ORIOLI, G.A.; HERNÁNDEZ, L.F.; PEREYRA, V.R.; MIRAVÉ, J.P. La determinación de calidad del fruto producido. In: **Girassol – Aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento**. INTA, Buenos Aires, Argentina, 2001f. p. 73-83.
- AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; LAVAUD, Y.; DOSIO, G.A.A.; IZQUIERDO, N.G.; ANDRADE, F.H.; GONZALEZ, L.M. Intercepted solar radiation during seed filling determines sunflower weight per seed and oil concentration. **Crop Science**, v. 43, p. 152-161, jan./fev. 2003.
- ALMEIDA, M.L.; SILVA, P.R.F. Efeito de densidade e época de semeadura e de adubação nas características agrônômicas de girassol – rendimento de grãos e de óleo e seus componentes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 7, p. 833-841, jul. 1993.

ALVAREZ, D; GUERRA, G. Evaluación de los recursos genéticos de girasol por podredumbre basal *Sclerotinia Sclerotiorum*. CONGRESO ASOCIACIÓN ARGENTINA DE GIRASOL – ASAGIR 2003. Unidad Integrada (FCA-INTA) Balcarce. **Murales...** 2003. Disponible em: <[http://www.asagir.org.ar/2\\_congreso/Murales/Alvarez1.pdf](http://www.asagir.org.ar/2_congreso/Murales/Alvarez1.pdf)>. Acesso em 16 set. 2008.

ANDRADE, F.H.; AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; RIZZALI, R.H. **Determinación del rendimiento en girasol y soja**. INTA - Balcarce, Buenos Aires. Disponível em <[www.inta.gov.ar/ediciones/idia/oleaginosa/sojaygira02.pdf](http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/oleaginosa/sojaygira02.pdf)>. Acesso em 18 ago. 2008.

ATLÂNTICA SEMENTES. Disponível em <<http://www.atlanticasementes.com.br/>>. Acesso em 24 jan. 2008.

BACKES, R.L.; SOUZA, A.M.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; GALLOTI, G.J.M.; BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no Planalto Norte Catarinense. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 1, p. 41-48, 2008.

BETT, V.; SILVA, L.D.F. Girassol na Dieta de Ruminantes. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed), **Girassol no Brasil**. Embrapa Soja, 2005. p. 69- 87.

BONO, A.; MONTOYA, J.C.; BABINEC, F.J. **Fertilizacion em girasol – Resultados obtenidos em tres años de estudio**. INTA, Publicacion 48, 2003. 27p.

CAMPOS, G.M. **Determinação do tamanho e forma das parcelas para uso em experimentos de girassol (*Helianthus annuus* L.)**. 1972, 133 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1972.

CARBONELL. S.A.M.; POMPEU, A.S. Estratificação de ambientes em experimentos de feijoeiro no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1. 1997.

CARRÃO-PANIZZI, M.C.; MANDARINO, J.M.G. Produtos Protéicos do Girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed), **Girassol no Brasil**. Embrapa Soja, 2005. p. 51-66.

CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; CASTRO, C. de; SILVEIRA, J.M. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**. EMBRAPA-CNPSo, Documentos n. 58. Londrina, ENBRAPA-CNPSo, 1997. 24p.

CASTIGLIONI, V. B. R.; CASTRO, C.; BALLA, A. Avaliação de genótipos de girassol em ensaio intermediário (1992/93), Londrina-PR. In: REUNIÃO NACIONAL DE GIRASSOL, 10., Goiânia. **Resumos...** Goiânia: IAC, 1993. p. 37.

CASTRO, C. de; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, R.F. Boro e estresse hídrico na produção de girassol. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 214-220, 2006.

CASTRO, C. de; FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed), **Girassol no Brasil**. Embrapa Soja, 2005. p.163-210.

CASTRO, C. de; OLIVEIRA, F.A. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed), **Girassol no Brasil**. Embrapa Soja, 2005. p. 317-365.

CASTRO, C. de; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; LEITE, R.M.V.B.C.; KARAM, D.; MELLO, H.C.; GUEDES, L.C.A.; FARIAS, JRB. **A cultura do girassol**. EMBRAPA-CNPSO, Circular Técnica n. 13. Londrina, ENBRAPA-CNPSO, 1996. 38p.

CATI. Disponível em: <[http://www.cati.sp.gov.br/Cati/\\_produtos/SementesMudas](http://www.cati.sp.gov.br/Cati/_produtos/SementesMudas)>. Acesso em 24 jan. 2008.

CHIMENTI, C.A.; HALL, A.J.; LÓPEZ, M.S. Embryo growth rate and duration in sunflower as affected by temperature. **Field Crops Research**, v. 69, p. 81-88, 2001.

COIMBRA, R.A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura, regimes de corte, produção e qualidade de sementes de milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 21-28, 2006.

CONAB. **Girassol Proposta de preço mínimo safra 2006/07**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/precos\\_minimos/proposta\\_de\\_precos\\_minimos\\_safra\\_2006\\_07\\_girassol.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/precos_minimos/proposta_de_precos_minimos_safra_2006_07_girassol.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2008.

CORREA, S.M. Efeito do biodiesel na qualidade do ar nas grandes cidades. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL. Varginha, MG. **Anais eletrônicos...** 2005. Disponível em: <[http://oleo.ufla.br/anais\\_02/](http://oleo.ufla.br/anais_02/)>. Acesso em 31 mar. 2008.

COSTA, M.C.R.; SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.C.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J.V.; BELÉ, J.C.; BOROSKY, J.C.; MOURINHO, F.L.; AGOSTINI, P.S. Utilização da torta de girassol na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação: efeitos no desempenho e nas características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Vol. 34, n. 5, Viçosa, set./out. 2005a.

COSTA, M.C.R.; SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.C.; PACCHECO, G.D. Grão de girassol na alimentação de suínos. IN: XVI REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL; IV SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL. **Anais...** Embrapa Documentos 261, Embrapa Soja, p. 141-144, 2005b.

DAROS, E.; RONZELLI JÚNIOR, P. Resposta do girassol à época de semeadura no Primeiro Planalto Paranaense, safra 92/93. In: X REUNIÃO NACIONAL DE GIRASSOL. **Resumos...** Goiânia, p. 67, 1993.

DEMÉTRIO, C. G. B. **Transformação de Dados: efeitos sobre a análise de variância**. 1978. 113p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação agrônômica) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1978.

DOSIO, G.A.A.; AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; ANDRADE, F.H.; PEREYRA, V.R. Solar radiation intercepted during seed filling and oil production in two sunflower hybrids. **Crop Science Society of América**, n. 40, p. 1637-1644, 2000.

DOSIO, G.A.A.; IRIGOYEN, A.I.; AGUIRREZÁBAL, L.A.N. Determinación de las causas de variación del rendimiento del cultivo de girasol en diferentes zonas de producción. CONGRESO ASOCIACIÓN ARGENTINA DE GIRASOL – ASAGIR 2003. Unidad Integrada (FCA-INTA) Balcarce. **Murales...** 2003. Disponible em: <www.asagir.org.ar/2\_congreso/Murales/Lopez2.PDF>. Acesso em 15 ago. 2008.

DORRELL, D.G; HUANG,HC. Influence of Sclerotinia Wilt on Seed Yield and Quality of Sunflower Wilted at Different Stages of Development. **Crop Science Society of America**, v. 18, p. 974-976, 1978.

DOW AGROCIENCIAS. Disponível em: <<http://www.dowagrociencias.com.br>>. Acesso em 10 jul. 2007.

EMBRAPA. **Cultivares de soja 2005 – 2006 : Região Centro-Sul**. Embrapa Soja: Fundação Meridional. Documentos 270. Londrina, PR. 2006b, 208 p.

EMBRAPA. **Informes da avaliação de genótipos de girassol 2004/2005 e 2005**. EMBRAPA-CNPSo. Documentos 271. Londrina, 2006c. 121 p.

EMBRAPA. **Informes da avaliação de genótipos de girassol 2005/2006 e 2006**. EMBRAPA-CNPSo. Documentos 285. Londrina, 2007. 97 p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006a. 306 p.

EMBRAPA. **Tecnologia de produção – Girassol**. Embrapa - Sistema de produção N. 1. Embrapa Soja. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol>>. Acesso em 26 mar. 2008.

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja – Paraná 2006**. Embrapa - Sistema de Produção/Embrapa Soja, n. 8. Londrina, PR. 2005, 52 p.

ERDEM, T.; DELIBAS, L. Yield response of sunflower to stress under tekirdag conditions. **Helia**, v. 26, n. 38, p. 149-158, 2003.

FARIAS, J.R.B.; IVAN, R.A.; CASTRO, C. de; OLIVEIRA, M.F.; SILVA, F.A.M. Caracterização das regiões de risco climático do girassol nos Estados do Paraná e de Goiás. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA; III REUNIÃO LATIO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2001, Fortaleza. **Anais...** v. 1: SBA; FUNCEME, 2001. p. 27-28.

FELICIO, J.C.; CAMARGO, C.E.O.; de CASTRO, J.L.; de CAMARGO, M.B.P. Épocas de semeadura de triticale em Capão Bonito, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2193-2202, dez. 1999.

FERREIRA, D.F. **SISVAR** software: versão 5.0 (Build 67). Lavras: DEX/UFLA. Universidade Federal de Lavras, 2003.

FLAGELLA, Z.; ROTUNNO, T.; TARANTINO, E.; DI CATERINA, R.; DE CARO, A. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. **European Journal of Agronomy**, v. 17, Issue 3, p. 221-230, mar. 2002.

FURLAN, A.C.; MANTOVANI, C.; MURAKAMI, A.E.; MOREIRA, I.; SCAPINELO, C.; MARTINS, E.N. Utilização do Farelo de Girassol na Alimentação de Frango de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30(1), p. 158-164, 2001.

GAZZONI, D.L. Óleo de Girassol Como Matéria-prima para Biocombustíveis. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed), **Girassol no Brasil**. Embrapa Soja, 2005. p. 145-161.

GOMES, E.M. **Parametros básicos para a irrigação sistemática do girassol (*Helianthus annuus* L.)**. 2005, Resumo. Tese (Doutorado em Engenharia Civil-Recursos Hídricos). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, Campinas, 2005. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000380263>>. Acesso em: 31 mar. 2008.

HARRIS, H.C.; MCWILLIAM, J.R.; MASON, N.K. Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 29, p. 1203-1212, 1978.

HARRIS, H.C.; MCWILLIAM, J.R.; BOFINGER, V.R. Prediction of oil quality of sunflower from temperature probabilities in eastern Australia. **Australian Journal of Agricultural Research**, n. 31, p. 477-488, 1980.

HELIANTHUS. Disponível em: <<http://www.helianthus.com.br>>. Acesso em 24 jan. 2008.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Disponível em: <[http://www.iapar.br/Sma/Cartas\\_climaticas/Classificacao\\_Climatica.htm](http://www.iapar.br/Sma/Cartas_climaticas/Classificacao_Climatica.htm)>. Acesso em: 21 jan. 2008a.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Disponível em: <[http://www.iapar.br/Sma/Cartas\\_climaticas/Precipitacao.htm](http://www.iapar.br/Sma/Cartas_climaticas/Precipitacao.htm)>. Acesso em: 21 jan. 2008b.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **Girassol**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/arquivos/File/folhetos/biodiesel/girassol.html>>. Acesso em: 12 set. 2008c.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **A cultura do milho no Paraná**. Londrina, PR. - Circular n. 68, 1991, 271 p.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **O feijão no Paraná**. Londrina, PR. - Circular n. 63, 1989, 303 p.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **Feijão – Tecnologia de produção**. Londrina, PR. – Informe de pesquisa n. 135, 2000, 115p.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_200803\\_4.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200803_4.shtm)>. Acesso em 28 abr. 2008.

IZQUIERDO, N.G.; AGUIRREZÁBAL, L.A.N.; ANDRADE, F.H.; CANTARENO, M.G. Modeling the response of fatty acid composition to temperature in a traditional sunflower hybrid. **Agronomy Journal**, v. 98, p. 451-461, apr. 2006.

IZQUIERDO, N.G.; AGUIRREZÁBAL, L.A.N. Genetic variability in the response of fatty acid composition to minimum night temperature during grain filling in sunflower. **Field Crops Research**, v. 106, Issue 2, p. 116-125, mar. 2008a.

IZQUIERDO, N.G.; DOSIO, G.A.A.; CANTARENO, M.G.; LUJÁN, J.; AGUIRREZÁBAL, L.A.N. Weight per grain, oil concentration, and solar radiation intercepted during grain filling in black hull and striped hull sunflower hybrids. **Crop Science Society of America**, v. 48, p. 688-699, mar. 2008b.

IRIARTE, L.B. **Girasol: Elección de cultivares, fecha de siembra y densidad**. INTA – AgroBarrow Digital n. 27, 2002.

KIM, I; GRODZKI, L.; CARAMORI, P.H.; VISSOTTO, S. Análise da ocorrência de geadas no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 99-106, 2003.

LAJARA, J.R.; DIAZ, U.; QUIDIELLO, R.D. Definite influence of location and climatic conditions on the fatty acid composition of sunflower seed oil. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 67, n. 10, oct. 1990.

LEITE, R.M.V.B.C.; CASTRO, C. de; BRIGHENTI, A.M.; OLIVEIRA, F.A.; CARVALHO, C.G.P.; OLIVEIRA, A.C.B. **Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima**. EMBRAPA - Comunicado técnico n. 78, Embrapa Soja, Londrina, PR., fev. 2007.

LEITE, R.M.V.B.C. **Doenças do girassol**. EMBRAPA – Circular técnica n. 19, Embrapa Soja, Londrina, PR, 1997. 68 p.

LEITE, R.M.V.B.C. Manejo de Doenças do Girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed), **Girassol no Brasil**. Embrapa Soja, 2005a. p. 501-543.

LEITE, R.M.V.B.C. **Ocorrência de doenças causadas por *Sclerotinia sclerotiorum* em girassol e soja**. EMBRAPA – Comunicado técnico n. 76, Embrapa Soja, Londrina, PR., mar. 2005b.

LEMOS, L.B.; NAKAGAWA, J.; CRUSCIOL, C.A.C.; GHIGNOLI JÚNIOR, W.; da SILVA, T.R.B. Influência da época de semeadura e do manejo da parte aérea de milho sobre a soja em sucessão em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p.405-415, 2003.

MANDARINO, J.M.G. Óleo de Girassol Como Alimento Funcional. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed), **Girassol no Brasil**. Embrapa Soja, 2005. p. 43-48.

MASSIGNAM, A.M. **Determinação de temperaturas-bases, graus-dia e influência de variáveis bioclimáticas na duração de fases fenológicas de cultivares de girassol (*helianthus annuus* L.)**. 1987, 87 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

MASSIGNAM, A.M., ANGELOCCI, L.R. Determinação da temperatura-base e de graus-dia na estimativa da duração dos subperíodos de desenvolvimento de três cultivares de girassol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 71-79, 1993a.

MASSIGNAM, A.M., ANGELOCCI, L.R. Relações entre temperatura do ar, disponibilidade hídrica no solo, fotoperíodo e duração de subperíodos fenológicos do girassol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 63-69, 1993b.

MAZIERO, J.V.G.; CORRÊA, I.M.; TRIELLI, M.A.; BERNARDI, J.A.; D'AGOSTINI, M. Avaliação do desempenho de um motor de ignição por compressão utilizando óleo diesel e éster etílico de óleo de girassol como combustível. IN: II CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL. Varginha, MG. **Anais eletrônicos...** 2005. Disponível em: <[http://oleo.ufla.br/anais\\_02/](http://oleo.ufla.br/anais_02/)>. Acesso em 31 mar. 2008.

MAZIERO, J.V.G.; CORRÊA, I.M.; TRIELLI, M.A.; BERNARDI, J.A.; D'AGOSTINI, M. Avaliação de emissões poluentes de um motor diesel usando biodiesel de girassol como combustível. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 14, n. 4, p. 287-292, out./dez. 2006.

MELLO, R.; NÖNBERG, J.L.; RESTLE, J.; NEUMANN, R.; QUEIROZ, A.C.; COSTA, P.B.; MAGALHÃES, A.L.R.; DAVID, D.B. Características fenológicas, produtivas e qualitativas de híbridos de girassol em diferentes épocas de semeadura para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 672-682, 2006.

MERCAU, J.L.; SADRAS, V.O.; SATORRE, E.H.; MESSINA, C.; BAIBI, C.; URIBELARREA, M.; HALL, A.J. On-farm assessment of regional and seasonal variation in sunflower yield in Argentina. **Agricultural Systems**, v. 67, issue 2, p. 83-103, 2001.

OLIVEIRA, M.F.; VIEIRA, O.V. **Extração de Óleo de Girassol Utilizando Miniprensa**. EMBRAPA - Documentos n. 237, EMBRAPA-CNPSo, Londrina, PR., 2004. 27p.

OLIVEIRA, M.D.S.; MOTA, D.A.; BARBOSA, J.C.; STEIN, M.; BORGONOV, F. Composição bromatológica e digestibilidade ruminal *in vitro* de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 629-638, out./dez. 2007.

PEDRAZA, M.V.; PEREYRA, V.R.; ESCANDE, A.R. Infection courts and length of susceptible period related to sunflower head rot. **Helia**, n. 40, p. 171-182, 2004.

PEREYRA-IRUJO, G.A.; AGUIRREZÁBAL, L.A.N. Sunflower yield and oil quality interactions and variability: Analysis through a simple simulation model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 143, Issue 3-4, p. 252-265, apr. 2007.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.A. Análise de grupos de experimentos. In: **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**. Piracicaba, FEALQ, 2002. p. 169-191.

QUEIROZ, M.S. A experiência brasileira em biocombustíveis – Petrobras. In: CONFERÊNCIA E EXPOSIÇÃO BIENAL INICITIVA DO AR LIMPO NAS CIDADES DA AMÉRICA LATINA. São Paulo, **Palestra...**, jul. 2006. Disponível em: <[http://www.cleanairnet.org/saopaulo/1759/articles-70466\\_resource\\_2.pdf](http://www.cleanairnet.org/saopaulo/1759/articles-70466_resource_2.pdf)>. Acesso em 31 mar. 2008.

SALGADO, J.M.; CHIEUS, E. Utilização do girassol (*Helianthus annuus*, L.) na alimentação humana: I Obtenção de farinha de girassol, concentrado protéico e complementação dessa farinha com aminoácidos lisina e metionina. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 38(2), p. 288-296, jun. 1988.

SANGOI, L.; KRUSE, N.D. Comportamento de cultivares de girassol em diferentes épocas de semeadura no Planalto Catarinense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 81-91, jan. 1993.

SANTOS, J.M.B.; PEIXOTO, C.P.; BRANDELERO, E.M.; MORAES, J.C.C.; PEIXOTO, M.F.S.P.; SILVA, V. Desempenho vegetativo e produtivo de cultivares de soja em duas épocas de semeadura no Recôncavo Baiano. **Magistra**, Cruz das Almas - BA, v. 15, n. 2, jul./dez., 2003.

SANTOS, A.C.; ANDRADE, A.P.; LIMA, J.R.S.; SILVA, I.F.; CAVALCANTE, V.R. Variabilidade temporal da precipitação pluvial: nível de nitrogênio no solo e a produtividade de cultivares de girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 757-764, 2002.

SENTELHAS, P.C.; NOGUEIRA, S.S.S.; PEDRO JR., M.J.; SANTOS, R.R. Temperatura-base e graus-dia para cultivares de girassol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 2, p. 43-49, 1994.

SENTELHAS, P.C.; UNGARO, M.R.G. Índices bioclimáticos para a cultura de girassol. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 1, Piracicaba, Jan./abr. 1998.

SHIKAMURA, S.E.; **Estatística II**. Departamento de Estatística – UFPR. Disponível em <<http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html>> . Acesso em 31 jul. 2008.

SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v. 21, p. 901-903, 1981.

SILVA, C.A. Produção de biodiesel a partir de óleo bruto de girassol. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL. Varginha, MG. **Anais eletrônicos...** 2005a. Disponível em: <[http://oleo.ufla.br/anais\\_02/](http://oleo.ufla.br/anais_02/)>. Acesso em 31 mar. 2008.

SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W. Girassol na Alimentação de Suínos e Aves. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed), **Girassol no Brasil**. Embrapa Soja, 2005. p. 93 -115.

SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; CABRERA, L.; CUNHA NOVO, V.C.; SILVA, M.A.A.; CANTERI, R.C.; HOSHI, E.H. Farelo de girassol na alimentação de suínos em crescimento e terminação: digestibilidade, desempenho e efeitos na qualidade de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, Viçosa, abr. 2002.

SILVA, M.L.O.; **Aplicações de lâmina de água e doses de boro na cultura do girassol**. Tese (Doutorado) – UFLA, Lavras, 2005b. 115 p.

SILVA, M.L.O.; FARIA, M.A.; MORAIS, A.R.; ANDRADE, G.P.; LIMA, E.M.C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 5, Campina Grande, set./out. 2007.

SILVEIRA, J.M.; CASTRO, C. de; MESQUITA, C.M.; PORTUGAL, F.A.F. Semeadura e Manejo da Cultura de Girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de.(Ed), **Girassol no Brasil**. Embrapa Soja, 2005. p. 375-406.

SMIDERLE, O.J.; GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V. Adubação nitrogenada, espaçamento e épocas de semeadura de girassol nos cerrados de Roraima. In: **Resultados de pesquisa da EMBRAPA Soja – 2001: girassol e trigo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, p. 24-29, 2002.

SMIDERLE, O.J.; GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V.; CASTRO, C. de. Girassol cultivado no cerrado de Roraima em 2000. IN: XIV REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL; II SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL. Rio Verde. **Resumos...** Rio Verde: FESURV, p. 66-68, 2001.

SMIDERLE, O.J.; MOURÃO, JR, M.; GIANLUPPI, D. Avaliação de cultivares de girassol em savana de Roraima. **Acta Amazônica**, v. 35(3), p. 331-336, 2005.

SMIDERLE, O.J.; MOURÃO, JR, M.; GIANLUPPI, D.; SCHWENGBER, D.R. Época de plantio de girassol nos cerrados de Roraima. IN: XVI REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL; IV SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL. **Anais...** Embrapa Documentos 261, Embrapa Soja, p. 98-100, 2005.

SOLASSI, A.D.; **Efeito da época de semeadura sobre o ciclo e características da planta e do capítulo de cultivares de girassol.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Agronomia (Fitotecnia), 1989. 92 p.

SOLASSI, A.D.; MUNDSTOCK, C.M. Épocas de semeadura e características do capítulo de cultivares de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27(6), p. 873-879, jun. 1992.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fotossíntese: as reações luminosas. In: **Fisiologia vegetal.** Trad. Eliane Romanato Santarém...(et al.). 3. ed. Porto Alegre: Artmed., 2004a. p. 139-172.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fotossíntese: considerações fisiológicas e ecológicas. In: **Fisiologia vegetal.** Trad. Eliane Romanato Santarém...(et al.). 3. ed. Porto Alegre: Artmed., 2004b. p. 199-220.

UNGARO, M.R.G.; SENTELHAS, P.C.; TURATTI, J.M.; SOAVE, D. Influência da temperatura do ar na composição de aquênio de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, abr. 1997.

VEGA, A.J.; HALL, A.J. Effects of planting date, genotype, and their interactions on sunflower yield – I. Determinants of oil-corrected grain yield. **Crop Science Society of America**, v. 42, p. 1191-1201, 2002a.

VEGA, A.J.; HALL, A.J. Effects of planting date, genotype, and their interactions on sunflower yield – II. Components of oil yield. **Crop Science Society of America**, v. 42, p. 1202-1210, 2002b.