

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**SEVERIDADE DE OCORRÊNCIA DE MANCHA DE
SEPTÓRIA E PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL
IRRIGADO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Sidinei Zwick Radons

Santa Maria, RS, Brasil

2010

SEVERIDADE DE OCORRENCIA DE MANCHA DE SEPTÓRIA E PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL IRRIGADO

por

Sidinei Zwick Radons

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Arno Bernardo Heldwein

Santa Maria, RS, Brasil

2010

Radons, Sidinei Zwick, 1984-

R131s

Severidade de ocorrência de mancha de septória e produtividade do girassol irrigado / Sidinei Zwick Radons. - 2010.

66 f. ; il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2010.

“Orientador: Prof. Arno Bernardo Heldwein”

1. Agronomia 2. *Helianthus annuus* 3. *Septoria helianthi* 4. Fungicida 5. Previsão de doenças I. Heldwein, Arno Bernardo II. Título

CDU: 633.85

Ficha catalográfica elaborada por
Patrícia da Rosa Corrêa – CRB 10/1652
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

© 2010

Todos os direitos autorais reservados a Sidinei Zwick Radons. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Fone (0 xx) 55 9954 2538; End. Eletr: sidineiradons@yahoo.com.br.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**SEVERIDADE DE OCORRÊNCIA DE MANCHA DE SEPTÓRIA E
PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL IRRIGADO**

elaborada por
Sidinei Zwick Radons

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:


Arno Bernardo Heldwein, Dr.
(Presidente/Orientador)


Luciano Streck, Dr. (IFC-Sombrio)


Evandro Zanini Righi, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 19 de fevereiro de 2010.

“Não se preocupe com a distância entre seus sonhos e a realidade. Se você pode sonhá-lo, você pode realizá-lo.”

(Anônimo)

DEDICO

A toda a minha família.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, pois Ele me deu a vida e me conduziu pelos caminhos certos para que eu chegasse até aqui.

À Universidade Federal de Santa Maria, instituição pública, gratuita e de qualidade, que me deu a possibilidade de cursar o ensino superior e a pós-graduação, além de proporcionar o ambiente adequado para que eu pudesse evoluir como pessoa e como profissional.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, extensivo a todos os professores que contribuíram na minha formação, passando uma parte de seus conhecimentos e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao professor Arno Bernardo Heldwein, pela amizade, companheirismo, por ter me orientado durante toda a minha trajetória acadêmica e pelos conhecimentos pacientemente transmitidos ao longo desses anos.

Aos meus pais, Rubem Carlos Radons e Elenir Zwick Radons, ao meu irmão, Mateus Zwick Radons, e às demais pessoas da minha família que sempre estiveram ao meu lado e seguem me apoiando para que eu possa continuar minha caminhada.

À minha querida noiva, Daiane Lindner, que é minha motivação e a pessoa com quem quero dividir uma vida inteira.

Aos colegas e amigos do Setor de Agroclimatologia. Com vocês aprendi o que é trabalhar em equipe, e afirmo que sem a ajuda de vocês não seria possível realizar esse trabalho.

Aos amigos que, embora não tenham ajudado diretamente na realização desse trabalho, estiveram ao meu lado em momentos de descontração, trabalhos acadêmicos, ou mesmo para um simples chimarrão. Vocês também me ajudaram muito!

Aos servidores técnico-administrativos do Departamento de Fitotecnia pela ajuda na condução dos experimentos de campo.

Ainda, a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para que esse trabalho se concretizasse.

Muito obrigado!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

SEVERIDADE DE OCORRÊNCIA DE MANCHA DE SEPTÓRIA E PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL IRRIGADO

AUTOR: SIDINEI ZWICK RADONS

ORIENTADOR: ARNO BERNARDO HELDWEIN

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 19 de fevereiro de 2010.

Neste trabalho objetivou-se verificar a severidade de ocorrência de mancha de septória em girassol, sua associação aos elementos meteorológicos e seu efeito na produtividade do girassol cultivado a campo sob irrigação. Os experimentos foram conduzidos em Santa Maria – RS durante a safra de 2008 e safrinha de 2009, com semeaduras em setembro e fevereiro, respectivamente. Foram realizadas observações de severidade de mancha de septória durante todo o ciclo da cultura e, com o auxílio de um sistema de previsão de doenças, foram definidos diferentes momentos para as aplicações de fungicida. Os resultados demonstram que sequencias de dias chuvosos, com temperatura favorável ao patógeno, tendem a contribuir para o desenvolvimento da mancha de septória no girassol. Em compensação, quando a água necessária às plantas é repostada por meio de irrigações, mesmo que a temperatura seja favorável ao patógeno, a taxa de desenvolvimento da doença é menor do que durante e até 10 dias após períodos chuvosos. Foram verificadas diferenças de severidade observada de mancha de septória entre tratamentos com e sem aplicação de fungicida, mas essas não apresentaram relação significativa com a produtividade de aquênios do girassol. A aplicação de fungicida, conforme os diferentes tratamentos, também não apresentou associação significativa com a produção de aquênios. Portanto, diferenças significativas nas variáveis que representam a progressão da doença não implicam necessariamente em diferenças significativas de produtividade.

Palavras-chave: *Helianthus annuus*, *Septoria helianthi*, previsão de doenças, fungicida.

ABSTRACT

Master of Science Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

SEVERITY OF OCCURRENCE OF SEPTORIA LEAF SPOT AND YIELD OF IRRIGATED SUNFLOWER

AUTHOR: SIDINEI ZWICK RADONS

ADVISER: ARNO BERNARDO HELDWEIN

Local and Date of Defense: Santa Maria, February 19st, 2010.

This study aimed to evaluate the severity of occurrence of septoria leaf spot in sunflower, its association with meteorological variables and its effect on yield of field irrigated sunflower. The experiments were conducted in Santa Maria - RS during the 2008 spring season and during the 2009 fall growing season, with sowings in September and in February, respectively. Observations of severity of septoria leaf spot were made throughout the crop cycle, and with a disease forecasting system different times for fungicide applications have been identified. Results show that a sequence of rainy days, with favorable temperatures to the pathogen, tend to contribute to the development of septoria leaf spot in sunflower. In contrast, when water needed by plants is restored by irrigation, even temperature is favorable to the pathogen, disease development rate is lower than during and within 10 days of rainy periods. There were observed differences in septória leaf spot severity between treatments with and without fungicide application, but were not related to the yield of sunflower achenes. Fungicide application according to the different treatments did not significantly affect achene yield either. Therefore, significant differences in the variables that represent the progression of the disease do not necessarily imply in significant differences in yield.

Keywords: *Helianthus annuus*, *Septoria helianthi*, disease forecasting, fungicide.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1 – Valores diários de radiação solar global incidente medidos na estação automática de Santa Maria/RS, pertencente ao 8º DISME/INMET, em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safra de 2008 (a) e safrinha de 2009 (b). 39
- FIGURA 2 – Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar medidas a 1,5 m de altura em meio ao dossel de plantas de girassol em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos em safra de 2008 (a) e safrinha de 2009 (b) em Santa Maria, RS. 40
- FIGURA 3 – Valores diários, em mm, de precipitação pluvial ocorrida, irrigações realizadas e diminuição acumulada no conteúdo de água no solo em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safra de 2008 (a) e safrinha de 2009 (b) em Santa Maria, RS. 42
- FIGURA 4 – Somatórios diários de horas com umidade relativa do ar (UR) acima de 90%, a 1,5 m de altura em meio ao dossel de plantas, em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safra de 2008 (a) e safrinha de 2009 (b), em Santa Maria, RS. 43
- FIGURA 5 – Índice de área foliar (IAF) médio e estatura média das plantas no experimento em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safra de 2008 (a) e safrinha de 2009 (b) em Santa Maria, RS..... 45
- FIGURA 6 – Número de folhas de plantas de girassol em safra de 2008 (a) e safrinha de 2009 (b), em Santa Maria, RS, em função dos dias após a emergência (DAE), durante as fases de desenvolvimento do girassol de: emergência até aparecimento do botão floral (EM - R1); aparecimento do botão floral até a abertura das pétalas (R1- R5.1); abertura das pétalas até o murchamento das pétalas (R5.1 - R6); murchamento das pétalas até a colheita (R6 - COL). . 46
- FIGURA 7 – Evolução dos valores de severidade calculada (VSC), severidade observada (SO) e momentos das aplicações de fungicida nos diferentes tratamentos, em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safra de 2008 em Santa Maria, RS. 48

FIGURA 8 – Evolução dos valores de severidade calculada (VSC), severidade observada (SO) e momentos das aplicações de fungicida nos diferentes tratamentos, em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safrinha de 2009 em Santa Maria, RS. .49

FIGURA 9 – Evolução da severidade observada nos diferentes tratamentos de intervalos de valores de severidade calculada entre pulverizações, em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safrinha de 2009 em Santa Maria, RS..... 53

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Tratamentos para a tomada de decisão do intervalo de aplicações de fungicida utilizando valores de severidade calculados (VSC) acumulados, calculados com base nos dados meteorológicos.....	29
TABELA 2 - Valores de severidade calculada (VSC) de doença acumulados pelo sistema FAST, como função da duração do período com umidade relativa do ar maior do que 90% (UR>90%) e da temperatura média do ar durante este período.	30
TABELA 3 - Valores de coeficiente de cultura (Kc) para diferentes estágios de desenvolvimento do girassol, segundo Allen et al. (1998).....	33
TABELA 4 – Momentos de aplicação de fungicida, em dias após a emergência (DAE), nos diferentes tratamentos de intervalos de valores de severidade calculada (VSC) entre pulverizações para o girassol cultivado na safra de 2008 e safrinha de 2009 em Santa Maria, RS.	50
TABELA 5 – Número de pulverizações de fungicida realizadas, valores de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), dias de área foliar sadia (DAFS) e severidade final observada (SFO) nas plantas dos diferentes tratamentos de intervalos de valores de severidade calculada (VSC) entre pulverizações para o girassol cultivado na safra de 2008 em Santa Maria, RS.....	51
TABELA 6 – Número de pulverizações de fungicida realizadas, valores de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), dias de área foliar sadia (DAFS) e severidade final observada (SFO) nas plantas dos diferentes tratamentos de intervalos de valores de severidade calculada (VSC) entre pulverizações para o girassol cultivado na safrinha de 2009 em Santa Maria, RS.....	52
TABELA 7 – Número de aplicações de fungicida realizadas, produtividade total de aquênios (PTA) e massa de mil aquênios (MMA) dos diferentes tratamentos de intervalos de valores de severidade calculada (VSC) entre pulverizações para o girassol cultivado na safra de 2008 em Santa Maria, RS.....	54

TABELA 8 – Número de aplicações de fungicida realizadas, produtividade total de aquênios (PTA) e massa de mil aquênios (MMA) dos diferentes tratamentos de intervalos de valores de severidade calculada (VSC) entre pulverizações para o girassol cultivado na safrinha de 2009 em Santa Maria, RS.....	55
--	----

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E SIGLAS

Sigla	Descrição	Unidade
<i>AACPD</i>	Área abaixo da curva de progresso da doença	-
<i>AF</i>	Área foliar	cm ²
<i>CAD</i>	Capacidade de armazenamento de água disponível do solo	mm
<i>CSS</i>	Cobertura da superfície do solo	%
<i>D</i>	Déficit de saturação de vapor do ar	kPa
<i>DAE</i>	Dias após a emergência	dias
<i>DAFS</i>	Dias de área foliar sadia	dias
<i>DOT</i>	Dotação de irrigação	mm
<i>E</i>	Pressão parcial de vapor no ar	kPa
<i>Ef</i>	Espaçamento entre fileiras de plantas	cm
<i>Ep</i>	Espaçamento entre plantas na fileira	cm
<i>EM</i>	Emergência da plantas	-
<i>EP</i>	Estatuta de plantas	m
<i>e_s</i>	Pressão de saturação de vapor no ar	kPa
<i>ET_c</i>	Evapotranspiração máxima da cultura	mm
<i>ET_o</i>	Evapotranspiração potencial ou de referência	mm
<i>FAD</i>	Fração de água disponível às plantas no solo	-
<i>G</i>	Fluxo de calor no solo	MJ m ⁻² dia ⁻¹
<i>IAF</i>	Índice de área foliar	cm ² cm ⁻²
<i>K_c</i>	Coefficiente de cultura	-
<i>K_{o↓}</i>	Radiação solar extraterrestre diária	MJ m ⁻² dia ⁻¹
<i>MAA</i>	Massa de aquênios da amostra	kg
<i>MMA</i>	Massa de 1000 aquênios	g
<i>N</i>	Número de observações de severidade de doença	-
<i>NF</i>	Número de folhas por planta	-
<i>PTA</i>	Produtividade total de aquênios	kg ha ⁻¹
<i>PVC</i>	Cloreto de polivinil	-
<i>R</i>	Refletividade da superfície de referência	-
<i>R_a</i>	Resistência da vegetação de referência	s m ⁻¹

Continuação...

Sigla	Descrição	Unidade
<i>Rc</i>	Resistência da cultura ao transporte de vapor d'água para o ar	$s\ m^{-1}$
<i>Rg</i>	Radiação solar global incidente	$MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$
<i>Rn</i>	Saldo de radiação sobre a superfície de referência	$MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$
<i>SVO</i>	Severidade observada de mancha de septória	%
<i>t_{i-1}</i>	Dia da avaliação anterior	DAE
<i>t_i</i>	Dia da avaliação	DAE
<i>T</i>	Temperatura do ar	°C
<i>Tm</i>	Temperatura média diária do ar	°C
<i>TUA</i>	Teor de umidade dos aquênios da amostra	decimal
<i>U₂</i>	Velocidade do vento a 2,0m acima do nível do solo	$m\ s^{-1}$
<i>UR</i>	Umidade relativa do ar	%
<i>URm</i>	Umidade relativa média diária do ar	%
<i>VSC</i>	Valores de severidade calculada	-
<i>x_{i-1}</i>	Severidade observada no dia da avaliação anterior	%
<i>x_i</i>	Severidade observada no dia da avaliação	%
Δ	Declividade da tangente à curva de pressão de saturação do vapor d'água do ar	$kPa\ ^{\circ}C^{-1}$
γ	Constante psicrométrica	$kPa\ ^{\circ}C^{-1}$
λ	Calor latente de evaporação	$MJ\ kg^{-1}$
ε	Emissividade	-

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - Escala diagramática para avaliação da mancha de Alternaria em girassol. Valores em porcentagem da área foliar com sintomas (lesões necróticas e halo clorótico). (LEITE; AMORIM, 2002b).....	66
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 O girassol.....	18
2.2 A mancha de septória (<i>Septoria helianthi</i> Ellis & Kellerman)	20
2.3 As interações patógeno - hospedeiro vegetal - ambiente.....	22
2.4 Sistemas de previsão de doenças	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Caracterização edafoclimática do local.....	27
3.2 Instalação dos experimentos e tratos culturais.....	27
3.3 Controle de doenças, pragas e plantas daninhas	28
3.4 Delineamento experimental e tratamentos.....	29
3.5 Variáveis meteorológicas e micrometeorológicas.....	31
3.6 Manejo da irrigação	31
3.7 Fenometria e fenologia	34
3.7.1 Determinações fenométricas	34
3.7.2 Observações fenológicas	35
3.8 Observações de progresso da mancha de septória	35
3.9 Colheita e determinação dos componentes de produtividade	36
3.10 Análise dos resultados	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Elementos meteorológicos nos períodos experimentais	38
4.2 Variáveis fenométricas e fenológicas	44
4.3 Incidência e severidade de mancha de septória	47
4.4 Aplicações de fungicida.....	51
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
6 REFERÊNCIAS	58
7 ANEXO.....	66

1 INTRODUÇÃO

O girassol é uma cultura de importância ascendente no cenário agrícola e agroindustrial nacional e internacional. O principal motivo da expansão no uso dessa cultura é a crescente demanda por óleos vegetais. Esses óleos, após processados, podem servir de fontes de energia na alimentação humana ou de combustíveis para motores movidos a biodiesel. No caso do uso na alimentação humana, o óleo de girassol se sobressai como um produto de elevada qualidade nutricional.

Em sistemas de rotação de culturas o girassol também se destaca como uma cultura importante, principalmente no sentido da melhoria das condições físicas do solo e na interrupção do ciclo de doenças de outras culturas. Contudo, é preciso respeitar um intervalo mínimo de retorno do girassol na mesma área, o qual pode variar de três a quatro anos, especialmente se houver presença de nematóides ou de determinados patógenos de solo, como *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary.

Para que o produtor possa ser competitivo no agronegócio, é necessário obter valores de produtividade elevados e que esses estejam associados a reduções nos custos de produção, para que possa ser garantido o retorno financeiro da atividade agrícola. Entretanto, em muitos casos, esses níveis não têm sido atingidos no Brasil em virtude de diversas causas que merecem ser averiguadas com maior atenção.

O controle das doenças da parte aérea do girassol é um dos mais sérios problemas encontrados à campo. Dentre as doenças que vêm ganhando importância no cenário mundial, destacam-se a mancha de alternaria e a mancha de septória. Essa última merece uma atenção especial, por ter sido relatada pela primeira vez no Brasil em 2007, no município de Santa Maria e também por ser uma importante doença do girassol em outros países produtores. Assim, antes que essa doença se estabeleça como o problema limitante no Brasil é necessário descobrir os procedimentos adequados para controlá-la. Dentre as ações possíveis, está a de investir na obtenção de genótipos resistentes, na adequação de épocas de semeadura com menor probabilidade de condições favoráveis à doença e no controle químico, preferencialmente gerenciado por um sistema de alerta agrometeorológico.

Na opção pelo controle químico, os produtores, em geral, não utilizam informações técnicas adequadas para auxiliar na tomada de decisão quanto às aplicações de fungicidas, visando o controle efetivo das doenças. Na maioria das situações, aplicações de fungicidas não são realizadas na cultura do girassol. Quando acontecem, quase sempre são vinculadas a

determinadas fases fenológicas do desenvolvimento da cultura, desconsiderando se as condições do ambiente realmente foram e/ou são favoráveis ao desenvolvimento das doenças. Além disso, no Brasil ainda não existem registros de fungicidas específicos para essa cultura.

Por consequência, há carência de critérios técnicos apropriados para o controle químico das doenças da parte aérea na cultura do girassol. Como resultado ocorrem aplicações de fungicida desnecessárias em determinadas situações e a falta de aplicação em períodos de condição meteorológica favorável aos patógenos. Ambas as situações causam prejuízos econômicos e no primeiro caso podem trazer problemas ambientais. Aplicações realizadas quando não se fazem necessárias, além da geração de custos dispensáveis ao produtor, diminuem a margem de lucro da lavoura e aumentam desnecessariamente o lançamento de contaminantes no ambiente. Por outro lado, se não são realizadas as aplicações de fungicida no momento correto, ocorre diminuição na produtividade da cultura, diminuindo também a lucratividade do produtor.

Uma alternativa para melhorar esse cenário é, primeiramente, avaliar quais são as variáveis meteorológicas que influenciam o desenvolvimento das doenças do girassol e verificar como ocorre a influência dessas variáveis, de preferência na forma de índices quantitativos. De posse dessas informações, é possível elaborar um sistema predictor da ocorrência e da severidade da doença no campo, a partir do monitoramento da condição meteorológica local ou da condição micrometeorológica do dossel de plantas.

Assim, desenvolveu-se esse estudo baseado na hipótese de que ocorre mancha de septória em girassol com severidade suficiente para reduzir a produtividade de aquênios e de que existe associação da severidade de ocorrência da mancha de septória em girassol com a magnitude dos elementos meteorológicos locais e micrometeorológicos do dossel de plantas.

Os objetivos nesse trabalho foram: verificar e quantificar a severidade de ocorrência de mancha de septória em girassol a campo; verificar sua associação aos valores dos elementos meteorológicos locais e seu efeito na produtividade do girassol irrigado e; verificar se é possível estabelecer critérios para o controle químico da mancha de septória em girassol.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O girassol

Durante muito tempo houve divergência sobre a localização do centro de origem do girassol (*Helianthus annuus* L.) (DALL'AGNOL; VIEIRA; LEITE, 2005). Atualmente, é consenso que essa dicotiledônea anual, pertencente à família Asteraceae, é originária do norte da América (LEITE; AMORIM, 2002a). Os vestígios mais antigos da domesticação do girassol, obtidos a partir de aquênios carbonizados encontrados na região de San Andrés, Tabasco, na costa do Golfo do México, datam de aproximadamente 4140±40 anos antes do presente (LENTZ et al., 2001). No Brasil, os primeiros registros de cultivo comercial dessa espécie são do início do século XX no estado de São Paulo, e no Rio Grande do Sul, o cultivo comercial iniciou no final da década de 1940 (DALL'AGNOL; VIEIRA; LEITE, 2005).

O girassol ocupa uma área mundial de aproximadamente 24,5 milhões de hectares, a qual se concentra principalmente na Rússia, países da União Européia, Argentina, China, Estados Unidos e Índia (NATIONAL SUNFLOWER ASSOCIATION, 2009). É a quarta oleaginosa mais produzida e a quinta com maior área cultivada no mundo (EMBRAPA, 2000).

O Brasil vem expandindo gradativamente a área semeada com girassol nos últimos anos. Conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2009), os principais produtores são os estados do Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Goiás, os quais respondem juntos por 92% de todo o girassol produzido no País. Ainda, segundo dados da CONAB (2009), na safra 2002/2003 foram cultivados aproximadamente 43 mil hectares com girassol no Brasil, aumentando para 67 mil hectares na safra 2005/2006 e para 112 mil hectares na safra 2008/2009. Isso proporciona benefícios econômicos para o Brasil, pois os preços do girassol no mercado mundial têm aumentado nos últimos anos (AGRIANUAL, 2009) e o Brasil continua sendo um importador de óleo de girassol.

A produtividade média de aquênios de girassol registrada no Brasil nos últimos anos tem oscilado ao redor dos 1400 kg ha⁻¹ (CONAB, 2009). Esse valor é consideravelmente menor do que os valores registrados em ensaios de campo, tanto no Brasil quanto em outros países. Pereyra-Irujo e Aguirrezábal (2007) descrevem que a produtividade de aquênios de girassol pode ultrapassar 5500 kg ha⁻¹ no sul da Argentina. No Centro-Oeste do Brasil, no

município de Planaltina/DF, Grunvald et al. (2008), obtiveram produtividade máxima de 4571 kg ha⁻¹ em experimento realizado na safra de 2006/2007. Já Porto, Carvalho e Pinto (2007) relatam em seu estudo a obtenção de 3516 kg ha⁻¹ no município de Cruz Alta/RS, na safra de 2002/2003 e Maldaner (2009), em experimento realizado no período de safra de 2008, em Santa Maria/RS, obteve produtividade de aquênios máxima de 4112 kg ha⁻¹.

O óleo de girassol possui propriedades funcionais. É rico em ácidos graxos insaturados, dos quais se destaca a presença do ácido linoléico, considerado um ácido graxo essencial para a saúde humana (MANDARINO, 2005). De acordo com Gomes (2005), é crescente a demanda pelo óleo de girassol no planeta nos últimos anos, aumentando em torno de 1,8% ao ano, enquanto a demanda brasileira tem aumentado em torno de 13% ao ano. Para suprir essa demanda, a solução encontrada é a importação de óleo, sendo o principal fornecedor a Argentina.

Para que se obtenha sucesso na produção de óleo a partir de uma determinada cultura oleaginosa, é necessário que os subprodutos dessa produção, como a torta e o farelo, também sejam aproveitados (GAZZONI, 2005). Os subprodutos da extração do óleo de girassol podem ser utilizados na alimentação animal, como uma fonte de carboidratos. O farelo e a torta de girassol podem ser excelentes fontes de energia e proteína na dieta de muitos animais, tanto ruminantes como monogástricos (MENDES et al., 2005; LOUVANDINI et al., 2007; COSTA et al., 2005). Também é possível se fazer silagem a partir do girassol (GONÇALVES et al., 2005). A vantagem principal dessa cultura nesse aspecto é o alto teor de proteína, que pode ser até 35% superior ao da silagem de milho (PORTO et al., 2006).

O conteúdo de óleo nos aquênios do girassol pode variar de 10% a 60% (CASTRO et al., 1997). Esse valor pode ser considerado muito elevado, tendo em vista culturas como, por exemplo, a soja, na qual o teor de óleo pode variar de 11% a 32% (ALBRECHT et al., 2008) e a canola, com um percentual de aproximadamente 38% de óleo nas sementes (TOMM, 2007).

A latitude, a altitude e o fotoperíodo exercem pequena influência sobre a planta de girassol (EMBRAPA, 2000). Essa espécie inclusive é classificada como insensível ao fotoperíodo (CASTRO; FARIAS, 2005). No entanto, Massignam e Angelocci (1993) e Doyle (1975) constataram que em alguns genótipos existe efeito fotoperiódico, ocorrendo desde plantas de dias curtos até plantas de dias longos. Por isso, é necessário ter o cuidado de verificar ou conhecer a resposta fotoperiódica do material genético utilizado ao estudar e/ou cultivar essa espécie.

Graças a algumas características que o girassol apresenta, é possível utilizá-lo em sistemas de rotação e sucessão de culturas (EMBRAPA, 2000). Ungaro et al. (2005) relatam

que essa espécie proporciona melhoras nas condições físicas do solo, devido principalmente ao aumento do tamanho médio de agregados, mesmo após uma única estação de cultivo.

Segundo Castro e Farias (2005), o girassol apresenta boa adaptação em vários ambientes, tolerando temperaturas baixas e períodos de estresse hídrico. A temperatura do solo é um fator importante para essa cultura, principalmente durante a fase de germinação. Quando inferior a temperatura é inferior a 4°C nesse período, ocorre inibição ao processo germinativo e valores entre 8 a 10°C ou mais são satisfatórios.

São toleradas pelo girassol, temperaturas do ar na faixa de 8 a 34°C sem expressiva redução na produtividade (WEISS, 1983 apud CASTRO; FARIAS, 2005). Já a faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento situa-se em torno de 27 a 28°C (UNGER, 1990). Temperaturas altas e falta de chuvas podem acelerar a floração e dificultar uma polinização efetiva (CASTRO; FARIAS, 2005).

O girassol tem baixa eficiência no uso da água em relação a outras culturas. Para cada litro de água evapotranspirado pela cultura, apenas 2,0 g de matéria seca são produzidos (UNGER, 1990). Já a mamona é capaz de produzir aproximadamente 2,8 g de matéria seca para cada litro de água evapotranspirado (BARROS JUNIOR et al., 2008) e o milho chega a acumular 6,0 g de massa seca na parte aérea para cada litro de água evapotranspirado (BERGONCI et al., 2001). Ao longo do ciclo da cultura, a necessidade de água aumenta de 0,5 a 0,7mm dia⁻¹ na fase de emergência até valores que podem alcançar de 6 a 8 mm dia⁻¹ na floração plena, dependendo das condições de demanda atmosférica. O período mais suscetível do girassol ao estresse hídrico, a exemplo da maioria das culturas, é a fase reprodutiva (CASTRO; FARIAS, 2005).

2.2 A mancha de septória (*Septoria helianthi* Ellis & Kellerman)

Várias doenças, como ferrugem, mancha de alternaria, míldio, podridão da base, mancha preta da haste, mancha cinzenta da haste e podridão cinzenta do capítulo causam injúrias que podem gerar elevado dano econômico na cultura do girassol (LEITE, 1997). Dentro desse contexto, a mancha de septória é uma das doenças de importância, principalmente em regiões de clima subtropical úmido, visto que tem facilidade em progredir quando há condições de alta umidade, principalmente devido à precipitação (RADONS et al., 2009).

São encontrados registros de ocorrência dessa doença em cultivos de girassol na Europa, Ásia, África, Austrália, América do Norte e em alguns países da América do Sul, onde ocorrem perdas significativas na produtividade de aquênios e redução no teor em óleo quando as condições ambientais são favoráveis ao patógeno (BLOCK, 2005).

No ano de 2007 foram observados sintomas típicos de mancha de septória e identificadas estruturas de *S. helianthi* em plantas de girassol em experimentos conduzidos na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em Santa Maria, RS (MALDANER, 2009). Essa foi a primeira vez que esse fato foi registrado no Brasil. Segundo o autor, os primeiros sintomas foram observados quando as plantas estavam no estágio V10. Na semana anterior a temperatura média do ar foi de 23,5°C e ocorreram em média 11,7 horas de molhamento foliar por dia. Além disso, Maldaner (2009) relata que a doença se concentrou no terço inferior das plantas e que praticamente todas as plantas da área apresentaram danos foliares. Assim, é muito preocupante o fato de que a mancha de septória possa se alastrar nas regiões produtoras no Brasil, trazendo prejuízos aos produtores, visto que esse patógeno é capaz de causar redução significativa na produtividade de aquênios por área e no teor de óleo dos aquênios de girassol, conforme relatam Carson (1987) e Block (2005). Carson (1987) verificou redução na produtividade total de aquênios por área e no teor de óleo dos mesmos quando foi realizada a inoculação de *Septoria helianthi* no início do ciclo da cultura (estágio V2). Os efeitos do patógeno, nesse caso variaram entre genótipos e anos.

Petrov e Arsenijevic (1996), Hamid e Jalaluddin (2007), Maldaner (2009) e NDSU (2009) descrevem os principais sintomas causados pela mancha de septória em girassol: as manchas foliares, inicialmente, são de coloração marrom-escura com um formato angular a irregular, medindo em torno de 15mm de diâmetro, e com o avanço da doença, coalescem, causando gradativa necrose dos tecidos foliares desde a extremidade apical ao centro da folha, resultando em encarquilhamento na parte necrosada. A frutificação do fungo na forma de picnídios pode ser observada com lupa. Os conídios são filiformes e septados, levemente curvados, com aproximadamente 50 a 75µm de comprimento.

Oficialmente, ainda não é recomendada a aplicação de fungicidas na parte aérea para o controle das doenças do girassol no Brasil, não havendo registro de fungicidas para essa cultura no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Contudo, na Argentina são usados fungicidas a base de estrobirulina para o controle dessa doença (BASF, 2006).

A prática de aplicação de fungicidas também tem demanda reprimida entre os produtores devido à dificuldade do transito de máquinas na lavoura, relacionada ao porte elevado das plantas (LEITE, 2005). Porém, a expansão da área cultivada com girassol no

Brasil, os avanços da mecanização agrícola e das tecnologias de aplicação de defensivos, aliados aos prejuízos causados pelas diferentes doenças que ocorrem no girassol podem causar, reduzindo a produtividade (EMBRAPA, 2000), levam a crer que o controle químico provavelmente será incluído como prática necessária para a obtenção de produtividades de girassol competitivas no agronegócio brasileiro e mundial. A recente inclusão do potencial de dano por mancha de septória (MALDANER, 2009) é um fator agravante nessa situação, reforçando a possibilidade dessa adversidade. Além disso, em propriedades bem tecnificadas, onde os produtores usam a aviação agrícola, pulverizadores autopropelidos de maior altura de eixo com rodas estreitas e/ou sistemas de irrigação adaptados para a aplicação de defensivos, a dificuldade de aplicação passa a ser consideravelmente menor.

2.3 As interações patógeno - hospedeiro vegetal - ambiente

A ocorrência de uma doença em uma determinada planta depende da suscetibilidade dessa planta ao patógeno causador da doença e da capacidade do patógeno em infectar essa mesma planta (AGRIOS, 2004). Nessa interação, o ambiente é o fator que determina a evolução do processo da doença. Muitas vezes, mesmo havendo contato de esporos de um patógeno com uma planta suscetível, a infecção poderá não ocorrer se as condições ambientais não forem favoráveis ao patógeno (BEDENDO, 1995).

O ambiente que interage com as plantas de um cultivo agrícola é denominado microclima do dossel vegetal. O microclima tem influência nas relações inter e intra-específicas dos agentes biológicos presentes nesse meio (HELDWEIN, 1993). Sendo assim, em um momento a condição micrometeorológica do dossel vegetal pode ser mais favorável às exigências bioclimáticas das plantas e em outro pode ser mais favorável aos microorganismos que convivem nesse meio (HELDWEIN, 2006).

Os fitopatógenos, causadores de epifitias nos cultivos agrícolas, podem apresentar rápida explosão populacional. Isso ocorre sob condições micrometeorológicas favoráveis, quando os esporos do patógeno são depositados sobre plantas hospedeiras suscetíveis, principalmente, se estas estão em estado de estresse devido aos fatores do ambiente de cultivo estarem menos favoráveis a elas do que ao patógeno (HELDWEIN, 2006).

O microclima de um dossel de girassol, em relação ao ambiente aéreo acima, sofre alterações ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas (HELDWEIN, 1993). No

sudoeste da França, Debaeke et al. (1998) limitaram a expansão do índice de área foliar do girassol com o uso de menor densidade de plantas e diminuição da dose de N sob condições de cultivo sem irrigação suplementar. Houve, nessa situação, a diminuição da frequência de infecção da haste por *Phomopsis helianthi*, prolongamento da reserva de água no solo e maximização da produção de aquênios para essa condição ambiental. Isso mostra que a densidade de plantas e o espaçamento entre fileiras e, por consequência, o índice de área foliar e o fechamento do espaço aéreo entre as fileiras de plantas são importantes fatores de condicionamento desse ambiente, principalmente no início do ciclo.

Um acréscimo da severidade das doenças pode ser induzido por uma maior duração do período de molhamento foliar. São vários os fatores que influenciam o molhamento foliar: umidade relativa do ar e umidade do solo, saldo de radiação no período noturno, precipitação e velocidade do vento (HELDWEIN, 1993; PESSOA et al., 2007). O molhamento foliar varia em diferentes locais e no tempo, mas estimativas aproximadas podem ser feitas desde que validadas para os diferentes agroecossistemas. A validação é necessária em função da modificação do microclima com evolução da arquitetura e densidade do dossel de plantas (STRECK, 2006).

A temperatura do ar também influencia as interações entre patógeno e hospedeiro (AGRIOS, 2004; BEDENDO, 1995). Se a temperatura do ar é adequada, havendo umidade suficiente, a tendência é de que a infecção prontamente ocorra e a doença progrida de forma mais rápida do que em temperaturas limitantes, tanto acima quanto abaixo da faixa ótima para o seu desenvolvimento (PESSOA et al., 2007; CASA et al., 2007; TEIXEIRA; ZOTTARELLI; KIMATI, 2006).

Portanto, o conhecimento dos valores dos elementos micrometeorológicos em um dossel e suas modificações ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas pode ser utilizado como ferramenta para descrever a ocorrência de diferentes níveis de severidade e danos por fitopatógenos (BOSCO, 2008; TRENTIN, 2006). Uma das utilidades interessantes desse conhecimento seria definir quando a realização do controle das doenças é técnica e economicamente recomendável.

As condições edafoclimáticas e os sistemas de cultivo para o girassol na região central do Rio Grande do Sul são diferentes do que na maioria das grandes regiões produtoras, principalmente com relação à alta frequência de nevoeiros e alta umidade relativa do ar na primavera (HELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009). Assim, é importante conhecer e caracterizar essas condições especificamente para essa região, visando o girassol como uma alternativa economicamente viável e ecologicamente sustentável em um sistema de rotação de

culturas, para o qual no inverno predominam as pastagens. Sem os devidos argumentos científicos, seria difícil convencer os administradores e empreendedores agropecuários em antecipar a dessecação das pastagens de inverno para agosto ou mesmo setembro, com o objetivo de semear o girassol na primavera.

2.4 Sistemas de previsão de doenças

Os sistemas de previsão de doença, também chamados de modelos preditivos ou sistemas de alerta, são ferramentas que tem como objetivo orientar os produtores na tomada de decisão para a aplicação de fungicidas em suas lavouras (REIS, 2004).

O uso de sistemas de previsão de ocorrência de doenças com base nas condições meteorológicas tem demonstrado ser uma alternativa viável para auxiliar na tomada de decisão no controle de doenças em diferentes culturas (TRENTIN, 2006; MALDANER, 2009). Esses sistemas têm a competência de indicar os períodos em que as condições ambientais são favoráveis ao desenvolvimento das doenças. Com essas informações pode-se determinar o momento mais apropriado para as aplicações de fungicidas sem o risco de incorrer em erro, já que a decisão é baseada em critérios científicos previamente testados. As principais vantagens que os sistemas de previsão apresentam são: diminuição do risco de epidemias, maior lucro ao produtor pela redução do número de pulverizações e menores danos à saúde do homem e ao ambiente (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996).

Os requisitos básicos para a implantação de sistemas de alertas agrometeorológicos partem de monitorar o microambiente da cultura (HELDWEIN, 1997). Se possível, é interessante monitorar também o solo, com levantamentos da população dos insetos-praga, das estruturas reprodutivas de fitopatógenos e/ou sintomas das moléstias por eles causados. Podem ainda ser estabelecidas as relações e ajustes dos modelos que permitem prever a necessidade de aplicar ou não os defensivos específicos.

Para que se tenha êxito ao desenvolver e ajustar um sistema de previsão de doenças, é necessário saber a qualquer momento do dia e ao longo de todo o ciclo da cultura como se apresentam a umidade relativa do ar, o molhamento da parte aérea das plantas, a temperatura do ar e a velocidade de renovação do ar no dossel da cultura (HELDWEIN, 2006). Essas variáveis dependem das condições meteorológicas do momento e da densidade de ocupação do espaço pela parte aérea das plantas (DOEA) no volume total do dossel (HELDWEIN,

1993). A DOEA tem um valor a cada etapa do ciclo de desenvolvimento da cultura. Ela varia em função da densidade e espaçamento de plantio, do potencial de crescimento do cultivar e das condições do ambiente que interferem no crescimento (temperatura e umidade do ar e de disponibilidade de radiação solar e disponibilidade hídrica no solo). Também influencia a DOEA o grau de danos da parte aérea por diferentes causas como insetos e doenças ou danos físicos por vento e granizo.

Uma vez conhecidas as características de cada genótipo e do microambiente, é possível usar variáveis mais apropriadas para modelar ou estimar os momentos em que as condições ambientais são propícias para a propagação e disseminação de determinadas pragas e/ou patógenos, bem como, quando as condições são mais favoráveis para a distribuição dos inimigos naturais no cultivo (HELDWEIN, 2006). Portanto, pode-se estabelecer o momento mais correto para efetuar as medidas de controle. Baseando-se nessa sistemática será possível estabelecer critérios para alimentar um banco de dados básicos para posteriormente estabelecer um sistema de alerta agrometeorológico dinâmico para a região produtora de uma determinada cultura, como por exemplo, o girassol.

Utilizando o tempo de molhamento da parte aérea e a temperatura do ar para obter de valores de severidade calculada (VSC), foi desenvolvido o sistema FAST (Forecasting Alternaria Solani on Tomato), usado para auxiliar no controle da mancha de alternaria na cultura do tomateiro. O sistema FAST permite o acúmulo de 15 a 30 VSC para a indicação de uma aplicação de fungicida. A escolha do número de VSC acumulados a ser respeitado como intervalo de aplicações de fungicida depende da suscetibilidade ou resistência do genótipo ao patógeno, da agressividade ou patogenicidade do patógeno e do período residual do fungicida.

Em seu trabalho, Maldaner (2009) testou o sistema FAST no controle das doenças do girassol na região central do Rio Grande do Sul. Esse autor afirma que é possível fazer a previsão de ocorrência de doenças em girassol a partir de elementos meteorológicos. No entanto, ajustes são necessários para definir critérios mais apropriados.

No estado do Rio Grande do Sul a semeadura do girassol inicia no mês de agosto (ZAFFARONI; GRIGOLO, 1998). Nesta época, geralmente, a condição de umidade no solo e no ar é elevada. Isso indica que os riscos de infecção por mancha de septória aos quais as lavouras ficam expostas são altos (MALDANER, 2009), sendo provável que ocorram severos danos à cultura do girassol. O estabelecimento da infecção pelo patógeno causador da mancha de septória depende dos elementos meteorológicos, especialmente da sua condição em meio ao dossel vegetativo (AGRIOS, 2004).

Em algumas culturas, os agricultores utilizam agrotóxicos em excesso, muitas vezes não sabendo se a aplicação dos produtos realmente é necessária (TRENTIN, 2006). Com o aumento de importância do girassol no Brasil e a ocorrência da mancha de septória isso pode tornar-se um problema também nessa cultura. Isto implica na necessidade de mudança na sistemática de defesa fitossanitária. Assim, surge a necessidade de que se desenvolvam parâmetros com o objetivo de orientar o produtor no controle das doenças na cultura do girassol.

Contudo, em grande parte das situações a abolição do controle químico no sistema de manejo das doenças de uma determinada cultura não é factível. O ideal seria que a decisão de aplicar ou não um defensivo fosse tomada com base em alertas agrometeorológicos fitossanitários (HELDWEIN, 1997). Práticas como a adoção do controle biológico, produtos alternativos e redução das doses e/ou número de aplicações utilizadas, em geral, podem ser alternativas viáveis. Vincular as aplicações de defensivos a real necessidade determinada pela condição ambiental favorável ou não ao desenvolvimento das principais pragas e doenças da cultura, bem como às condições que condicionam o desenvolvimento e propagação dos inimigos naturais ocorrentes ou lançados pelo homem na lavoura também é um meio de se melhorar a eficiência do sistema. Esse é o objetivo dos sistemas de alerta.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização edafoclimática do local

Os experimentos foram realizados na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (latitude: 29°43'23"S, longitude: 53°43'15"W e altitude: 95 m), localizada no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

O clima regional é do tipo Cfa de acordo com a classificação de Köppen. Esse tipo de clima é caracterizado como subtropical úmido, ocorrendo verões quentes e não possuindo estação seca definida (MORENO, 1961).

O solo na área experimental é classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico (EMBRAPA, 2006), pertencente à unidade de mapeamento São Pedro (BRASIL, 1973). Esse solo é caracterizado pela presença de um horizonte subsuperficial mais argiloso no perfil, denominado B textural (Bt) e ocupa, em termos percentuais, a maior parte da área territorial do Rio Grande do Sul (STRECK et al., 2008).

3.2 Instalação dos experimentos e tratos culturais

As práticas de semeadura e condução da cultura seguiram as recomendações técnicas para o girassol na região (EMBRAPA, 2000). A área experimental foi preparada sob sistema convencional por meio de aração e gradagem. A calagem foi realizada previamente para correção do pH do solo e a adubação mineral de base foi feita ao longo das fileiras de plantas. Ambas foram quantificadas com base em análise do solo da camada superficial de 0,20 m de profundidade, de acordo com as recomendações para a cultura (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2004).

Foram realizadas semeaduras nos dias 02 de setembro para o experimento da safra de 2008 e 10 de fevereiro para o experimento da safrinha de 2009, com emergência nos dias 17 de setembro de 2008 e 15 de fevereiro de 2009, respectivamente. As fileiras de plantas foram

espaçadas em 0,90 m e as plantas nas fileiras em 0,25 m, resultando assim na densidade de 44.444 plantas ha⁻¹. Na semeadura, realizada manualmente, foram colocadas quatro sementes por cova. Após a emergência foi efetuado o desbaste das plantas em excesso, de forma que permanecesse apenas uma planta a cada 0,25 m. Essa operação foi realizada após a emergência de todas as plantas.

O genótipo utilizado foi o híbrido simples HELIO 358. Segundo o detentor da patente do material (Helianthus do Brasil), esse híbrido tem um ciclo que varia de 75 a 100 dias para a maturação fisiológica, produz aquênios com teor de óleo entre 44 a 55%, é resistente ao acamamento e recomendado para semeadura em todo o Brasil.

A adubação de cobertura foi realizada aos 34 dias após a emergência (DAE) no experimento de safra e aos 30 DAE no experimento de safrinha, quando as plantas apresentavam aproximadamente 10 folhas desenvolvidas (estágio V10). Foram aplicados 50,0 kg de N ha⁻¹, na forma de uréia, junto às fileiras de plantas, a qual foi incorporada ao solo manualmente.

3.3 Controle de doenças, pragas e plantas daninhas

A doença predominante na área foi a mancha de septória, a qual foi controlada de acordo com os tratamentos descritos na tabela 1. O fungicida utilizado foi o Cabrio Top (piraclostrobina + metiram), na dose de 3,0 kg ha⁻¹ do produto comercial, aplicado com um pulverizador manual costal com capacidade de 20,0 litros de calda, equipado com bico de jato cônico vazio.

A primeira aplicação de fungicida foi realizada aos 34 DAE no experimento de safra de 2008 e aos 30 DAE no experimento de safrinha de 2009, respeitando um intervalo mínimo de 30 dias entre a emergência da cultura e a primeira aplicação de fungicida, preconizado para sistemas de previsão de outras doenças em outros cultivos, principalmente de solanáceas, e a condição meteorológica vigente. Pelo fato do girassol ser uma planta de fecundação cruzada, com polinização predominantemente entomófila (CASTRO; FARIAS, 2005), as aplicações de fungicida cessaram antes da data do estágio R4 (início da abertura da inflorescência) para evitar toxidez às abelhas e demais insetos polinizadores (MALDANER, 2009).

As principais pragas identificadas na área foram: vaquinha (*Diabrotica speciosa* Germar), mosca-branca (*Bemisia tabaci* Genn.) e lagarta (*Chlosyne lacinia saundersii*

Doubladey). O controle desses insetos foi realizado sempre que necessário com base nas recomendações técnicas para o girassol (EMBRAPA, 2000). Os capítulos foram protegidos quando alcançaram o estágio R7, para evitar que ocorressem danos por pássaros, usando embalagens de rafia para 5,0 kg, fabricadas em Santa Maria e tradicionalmente usadas para a comercialização de batata.

O controle de plantas daninhas foi efetuado sempre que necessário, realizando pulverizações do herbicida fluazifop-P-butílico (Fusilade 250 EW – 1,0 L ha⁻¹ do produto comercial). Esse produto foi aplicado utilizando um pulverizador manual costal com capacidade de 20 litros de calda, equipado com bico de jato tipo leque. Também foi realizada capina manual para eliminação das plantas remanescentes.

3.4 Delineamento experimental e tratamentos

Os experimentos tiveram sete tratamentos (Tabela 1), sendo usado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada parcela foi composta de cinco fileiras de plantas com 5,0 m de comprimento, totalizando uma área de 22,5 m². Para fins de análise, as duas fileiras externas da parcela, além de 1,0 m nas extremidades das demais fileiras, foram considerados bordaduras da parcela. Assim, a área útil foi de 8,1 m².

Tabela 1 - Tratamentos para a tomada de decisão do intervalo de aplicações de fungicida utilizando valores de severidade calculados (VSC) acumulados, calculados com base nos dados meteorológicos.

Tratamento	Abreviação	Descrição
Tratamento 1	T1	15 VSC
Tratamento 2	T2	20 VSC
Tratamento 3	T3	25 VSC
Tratamento 4	T4	30 VSC
Tratamento 5	T5	35 VSC
Tratamento 6	T6	Aplicação em R1*
Testemunha	TEST	Sem aplicação

*Este tratamento consistiu de uma única aplicação de fungicida realizada quando a cultura atingiu o estágio fenológico R1.

Os tratamentos T1 a T5 consistiram de cinco diferentes intervalos de valores de severidade calculada (VSC) acumulados, respectivamente, para uma aplicação de fungicida. Quando o intervalo de VSC estipulado para o tratamento foi atingido, foi realizada a aplicação do fungicida no respectivo tratamento e foi iniciada uma nova contagem.

Foi incluído um tratamento em que as condições meteorológicas não foram levadas em consideração para a tomada de decisão de aplicação de fungicida (T6). Esse tratamento consistiu de uma única aplicação, que foi realizada quando as plantas alcançaram o estágio fenológico R1, correspondente ao aparecimento do botão floral. Esse tratamento foi incluído baseando-se em informações pessoais obtidas junto a produtores e técnicos de cooperativas, os quais relataram que poucos produtores usam fungicidas na cultura do girassol, e quando usam, fazem uma única aplicação que normalmente coincide com o estágio fenológico R1. O tratamento denominado testemunha (TEST) não recebeu nenhuma aplicação de fungicida.

Para o cálculo dos VSC foi utilizado o sistema FAST com modificações e inclusão de variáveis meteorológicas não utilizadas originalmente no sistema FAST. Esse sistema, desenvolvido para previsão e controle de mancha de alternaria em tomateiro, considera a temperatura do ar e duração do período de molhamento foliar ou o tempo com umidade relativa do ar maior do que 90%, conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Valores de severidade calculada (VSC) de doença acumulados pelo sistema FAST, como função da duração do período com umidade relativa do ar maior do que 90% (UR>90%) e da temperatura média do ar durante este período.

Temperatura (°C)	Valores de Severidade Calculada (VSC)				
	0	1	2	3	4
13,0 – 17,5	0 – 6h*	7 – 15h*	16 – 20h*	≥21h*	
17,6 – 20,5	0 – 3h*	4 – 8h*	9 – 15h*	16 – 22h*	≥23h*
20,6 – 25,5	0 – 2h*	3 – 5h*	6 – 12h*	13 – 20h*	≥21h*
25,6 – 29,5	0 – 3h*	4 – 8h*	9 – 15h*	16 – 22h*	≥23h*

*Duração do período com UR>90%, em horas. Adaptado de Madden et al. (1978).

A descrição do sistema utilizado para previsão da mancha de septória nesse trabalho não será feita, pois constará no requerimento de patente do algoritmo do sistema de previsão.

3.5 Variáveis meteorológicas e micrometeorológicas

As variáveis meteorológicas para uso no sistema de previsão e na associação com a severidade de doença foram medidas com a frequência de um segundo e os valores médios ou acumulados, conforme a variável, foram armazenados a cada 10 minutos em um aquisitor eletrônico de dados (datalogger) de 34 canais. Esses dados foram transferidos diariamente para um computador portátil, no qual foi processado o cálculo dos VSC acumulados em cada período, usando o programa Microsoft Office Excel. Os VSC foram calculados diariamente para o período das 12 h 00 min do dia anterior até as 11 h 59 min do dia do cálculo.

Foram instalados pares psicrométricos não ventilados de sensores de resistência elétrica de platina (Pt-100), em miniabrigos em cloreto de polivinil (PVC), em quatro níveis do dossel das plantas (0,2 m, 0,8 m, 1,5 m e 2,2 m acima da superfície do solo) para a medida ou determinação da temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura do ponto de orvalho do ar e respectivo ajuste do sistema de previsão. Além desses, foram instaladas duas repetições de psicrômetros nos níveis de 0,5 h e 1,0 h, sendo “h”, nesse caso, a altura das plantas de girassol.

O saldo de radiação (Rn) foi medido em duas repetições de saldo-radiômetros não ventilados instalados a 1,5 m acima da cultura (1,0 h+1,5 m).

O molhamento da superfície foliar foi registrado continuamente nos níveis 0,5 h (2 repetições) e 1,0 h (2 repetições), com sensores do tipo pente e configuração eletrônica construídos conforme Heldwein (1993).

A velocidade do vento a 2,0 m acima do nível do solo, a radiação solar global e a precipitação pluvial foram medidas na estação meteorológica automática do 8°DISME/INMET, situada a aproximadamente 30 m da área experimental.

3.6 Manejo da irrigação

Todo o experimento foi irrigado de forma complementar para evitar efeitos adversos de eventuais períodos de deficiência hídrica. A quantificação foi baseada no balanço hídrico diário do solo. Para isso a evapotranspiração de referência foi estimada pelo método de

Penman-Monteith (equação 1), conforme Pereira et al. (1997), desconsiderando-se o fluxo de calor no solo ($G \approx 0$):

$$ET_o = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma^*} (R_n) \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma 900}{(\Delta + \gamma^*)(T_m + 275)} U_2 d \quad (1)$$

em que,

- ET_o evapotranspiração de referência (mm dia^{-1});
 Δ declividade da tangente à curva de pressão de saturação do vapor d'água do ar para a temperatura média diária do ar ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$);
 T_m temperatura média diária do ar ($^\circ\text{C}$);
 γ constante psicrométrica ($0,0662 \text{ kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$);
 γ^* constante psicrométrica modificada ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$);
 λ calor latente de evaporação ($2,45 \text{ MJ kg}^{-1}$);
 R_n saldo de radiação ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$);
 U_2 velocidade média diária do vento a 2,0 m acima do nível do solo (m s^{-1});
 d déficit de saturação de vapor d'água do ar (kPa).

Para o cálculo de Δ e de γ^* foram utilizadas, as equações 2 (ALLEN et al., 1998) e 3 (PEREIRA et al., 1997):

$$\Delta = \frac{4908 \left[0,6108 \exp\left(\frac{17,27T_m}{T_m + 237,3}\right) \right]}{(T_m + 237,3)^2} \quad (2)$$

em que,

- e_s pressão de saturação de vapor no ar à T_m (kPa).

$$\gamma^* = \gamma \left(1 + \frac{rc}{ra} \right) \quad (3)$$

em que,

- rc resistência da vegetação de referência (s m^{-1});
 ra resistência aerodinâmica da cultura ao transporte de vapor d'água para o ar (s m^{-1}).

Para o cálculo da razão $rc \text{ ra}^{-1}$, adotou-se o critério sugerido por Pereira et al. (1997), em função da velocidade do vento:

$$\begin{aligned} rc \text{ ra}^{-1} &= 0,11 && \text{para } U_2 < 1,1 \text{ m s}^{-1}; \\ rc \text{ ra}^{-1} &= -1,67 + 1,67U_2 && \text{para } U_2 \geq 1,1 \text{ m s}^{-1}. \end{aligned}$$

No cálculo do saldo de radiação, foi utilizada a equação de Brunt-Penman, sendo o último termo da equação $\left(\frac{n}{N}\right)$ substituído pela relação $\frac{Rg}{Ko\downarrow}$ conforme a seguir:

$$Rn = (0,77Rg) - 4,734883 \cdot 10^{-9} \left[(Tm + 273)^4 \right] \left[0,56 - 0,09\sqrt{e} \right] \left[0,1 + 0,9 \left(\frac{Rg}{Ko\downarrow} \right) \right] \quad (4)$$

em que,

Rg radiação solar global incidente ($MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$);

e pressão parcial de vapor (kPa);

Ko \downarrow radiação solar extraterrestre diária estimada para Santa Maria ($MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$);

A evapotranspiração máxima diária (ETc; $mm\ dia^{-1}$) da cultura de girassol foi estimada conforme a equação 5:

$$ETc = ETo \cdot Kc \quad (5)$$

em que,

Kc coeficiente de cultura, que é variável com o desenvolvimento das plantas ao longo do ciclo conforme apresentado na tabela 3;

Tabela 3 - Valores de coeficiente de cultura (Kc) para diferentes estágios de desenvolvimento do girassol, segundo Allen et al. (1998).

Kc	Estágios de desenvolvimento da cultura				
	I	II	III	IV	V
	0,30-0,40	0,70-0,80	1,00-1,20	0,70-0,80	0,35-0,45

Estádio I – emergência até 10% da cobertura da superfície do solo (CSS); Estádio II – 10 até 80% da CSS; Estádio III – 80 até 100% da CSS; Estádio IV – maturação fisiológica; Estádio V – colheita.

As irrigações foram realizadas usando um sistema de aspersão fixo, equipado com aspersores da marca Agrojet P5 RB com rosca 1/2', com vazão de $200L\ h^{-1}$, espaçados em 7,5m x 7,5m.

Para a definição do turno de irrigação foi utilizada a equação 6:

$$DOT = CAD \cdot FAD \quad (6)$$

em que,

DOT dotação de irrigação (mm);

CAD capacidade de armazenamento do solo da unidade de mapeamento São Pedro até a profundidade de 50 cm que, segundo Cardoso (2005) é de 39mm;

FAD fração de água disponível para as plantas que, para o girassol é igual a 0,45.

Sendo assim, foi feita uma irrigação a cada 18 mm acumulados de ETc, desde que estes não tenham sido supridos pela precipitação natural.

3.7 Fenometria e fenologia

3.7.1 Determinações fenométricas

Semanalmente foram realizadas observações fenométricas (dimensão e número de folhas, área foliar e altura das plantas) em uma planta marcada por parcela. A área foliar foi estimada com base na dimensão de largura máxima das folhas, adotando o modelo proposto por Maldaner et al. (2009), conforme a equação 7:

$$AF = 1,7582 L^{1,7067} \quad (7)$$

em que,

AF área foliar da folha (cm²);

L largura máxima da folha (cm).

Posteriormente foi calculado o índice de área foliar da cultura, usando a equação 8:

$$IAF = \frac{\sum AF}{Ef.Ep} \quad (8)$$

em que,

IAF índice de área foliar da cultura (cm² cm⁻²);

$\sum AF$ somatório da área foliar por planta (cm²);

Ef espaçamento entre fileiras de plantas (cm);

Ep espaçamento entre plantas na fileira (cm).

3.7.2 Observações fenológicas

Foram realizadas observações fenológicas obedecendo aos critérios de Schneiter e Miller (1981) e Fagundes et al. (2007). Os seguintes fenômenos e variáveis de desenvolvimento do girassol foram, respectivamente, observados e determinados:

data da emergência: considerada quando 50% das plantas estavam visíveis acima da superfície do solo; constou da contagem diária do número de plantas visíveis em cada parcela até a emergência de todas as plantas, sendo posteriormente realizado o cálculo retroativo para determinar a data em que 50% das plantas encontravam-se emersas;

emissão de folhas: o número de folhas visíveis na haste principal foi contado duas vezes por semana. Uma planta foi escolhida aleatoriamente na fileira central da parcela e marcada logo após a emergência de todas as plantas. Considerou-se uma folha visível quando o limbo apresentava no mínimo 4,0 cm de comprimento (FAGUNDES et al., 2007);

número final de folhas na haste principal: na mesma planta marcada foi contado o número final de folhas quando da ocorrência da antese;

data dos estágios de desenvolvimento na fase reprodutiva: também na mesma planta marcada foi identificada a data de ocorrência dos estágios R1, R2, R3, R4, R5 (e seus decimais: R5.1, R5.5 e R5.9), R6, R7, R8 e R9, seguindo a escala de Schneiter e Miller (1981).

3.8 Observações de progresso da mancha de septória

A cada 3 dias foram realizadas observações de severidade de mancha de septória para verificar a precisão do sistema de previsão. As observações foram feitas com o auxílio de uma escala diagramática visual inicialmente criada para a avaliação dos sintomas de mancha de alternaria (Anexo A), mas que, de acordo com os inventores da escala (LEITE; AMORIM, 2002b), pode ser utilizada para a avaliação da severidade de dano de mancha de septória em girassol. A planta foi dividida em três extratos, avaliando-se a severidade separadamente em cada terço e fazendo-se, posteriormente, a média.

De acordo com a metodologia proposta por Campbell e Madden (1990), foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), utilizando-se a equação 9:

$$AACPD = \sum_i^{n-1} \left(\frac{x_{i-1} + x_i}{2} \right) (t_i - t_{i-1}) \quad (9)$$

em que,

- n número de avaliações de severidade da doença;
 x_{i-1} severidade observada no dia da avaliação anterior (%);
 x_i severidade observada no dia da avaliação (%);
 t_{i-1} dia da avaliação anterior (DAE);
 t_i dia da avaliação (DAE);

Também conforme essa metodologia foram calculados os dias de área foliar sadia (DAFS), segundo a equação 10:

$$DAFS = \sum_{i-1}^{n_0-1} \left[\frac{IAF_i \left(1 - \frac{x_i}{100} \right) + IAF_{i-1} \left(1 - \frac{x_{i-1}}{100} \right)}{2} \right] (t_i - t_{i-1}) \quad (10)$$

em que,

- IAF_{i-1} índice de área foliar no dia da avaliação anterior ($\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$);
 IAF_i índice de área foliar no dia da avaliação ($\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$);

Não foram realizadas inoculações do patógeno a campo. Tanto na safra de 2008, quanto na safrinha de 2009, a infecção ocorreu naturalmente a partir de inoculo disperso no ambiente.

3.9 Colheita e determinação dos componentes de produtividade

As colheitas foram realizadas manualmente em 06/01/2009 (111 DAE) para o experimento de safra de 2008 e em 20/05/2009 (94 DAE) para o experimento de safrinha de 2009. Foram colhidos todos os capítulos das plantas de girassol da fileira central da parcela, desconsiderando um metro nas extremidades dessa fileira. Assim, a área colhida da parcela equivaleu a $2,7 \text{ m}^2$ (3,0 m x 0,9 m).

Após a trilha e limpeza manuais, os aquênios foram acomodados em sacos de papel para secagem em estufa por 24 horas. Em seguida foi realizada a pesagem e a determinação

do teor de umidade dos aquênios, para posterior correção da produtividade de todas as parcelas para a umidade de 13%.

O cálculo para a obtenção da produtividade total de aquênios por hectare, corrigida para 13% de umidade, foi realizado conforme a equação 11:

$$PTA = \frac{[MAA - (MAA \cdot TUA)] \cdot 100 / 87 \cdot 10000}{2,7} \quad (11)$$

em que,

PTA produtividade total de aquênios (kg ha⁻¹);

MAA massa de aquênios da amostra (kg);

TUA teor de umidade dos aquênios da amostra (decimal).

A massa de mil aquênios (MMA) foi determinada pela média da massa de três sub-amostras de 100 aquênios por parcela, multiplicada por 10, com teor de umidade corrigido para 13%. Amostras e sub-amostras foram pesadas em uma balança eletrônica digital com precisão de 1,0 mg.

3.10 Análise dos resultados

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e, havendo diferença significativa, à comparação de médias pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. Os dados de severidade observada de mancha de septória (SO) foram transformados, para fins de ANOVA, por meio da transformação $\text{arc sen}(0,01x)^{0,5}$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Elementos meteorológicos nos períodos experimentais

A variação dos elementos que ao longo dos dois períodos experimentais mais influenciaram a severidade de ocorrência da mancha de septoria, o desenvolvimento das plantas e a produção de aquênios do girassol, são apresentados nas figuras 1, 2, 3 e 4. A variação dos demais elementos meteorológicos medidos não é apresentada em detalhes nessa discussão, tendo em vista de que foram medidas apenas para uma possível utilização no sistema de previsão de doenças, que ainda está sendo desenvolvido.

O maior somatório diário de densidade de fluxo de radiação solar global incidente (R_g) medido durante o experimento de safra (primavera de 2008) foi de $31,3 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ocorreu no final do ciclo, aos 91 dias após a emergência (DAE) e a menor ($0,9 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), aos 26 DAE (Figura 1a). No experimento de safrinha (outono de 2009) o maior valor diário de R_g foi medido aos dois DAE ($25,8 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e o menor aos 63 DAE ($1,7 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), ocorrendo também aos 86 e 87 DAE valores abaixo de $3,0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (Figura 1b).

Na safra o valor médio de temperatura do ar durante o ciclo foi de $20,3^\circ\text{C}$, sendo que a menor temperatura média diária do ar (T_m) ($12,9^\circ\text{C}$), ocorreu aos 21 DAE e a maior ($28,8^\circ\text{C}$), aos 95 DAE (Figura 2a). No experimento de safrinha o valor médio de temperatura do ar durante o período experimental foi próximo ao da safra de 2008 ($20,6^\circ\text{C}$). Contudo, em função das épocas em que os dois experimentos foram realizados, a menor T_m ($9,0^\circ\text{C}$) ocorreu próximo ao final do ciclo da cultura (89 DAE) e a maior T_m ($27,1^\circ\text{C}$), ocorreu no início (7 DAE) (Figura 2b), ao contrário do que aconteceu no experimento de safra.

A tendência de T_m ao longo do ciclo da cultura no experimento de safra foi de aumento, enquanto que no experimento de safrinha foi de declínio (Figura 2), a exemplo do que ocorreu com a R_g (Figura 1), o que decorre da respectiva aproximação do solstício de verão e do equinócio de outono nas épocas do ano em que foram realizados os experimentos. Na primavera, o potencial de fluxo diário de radiação solar que pode incidir sobre a superfície terrestre no hemisfério sul é crescente, e no outono decrescente (ESTEFANEL et al., 1990). Os valores de R_g registrados no local ao longo dos ciclos de desenvolvimento do cultivo nos respectivos experimentos apresentaram essa tendência (Figura 1). Assim, houve um gradativo

aquecimento da superfície e do ar durante a safra, confirmado por meio dos valores de temperatura do ar medidos ao longo do ciclo. O contrário ocorreu no experimento de safrinha, realizado no período do final do verão até o início do outono.

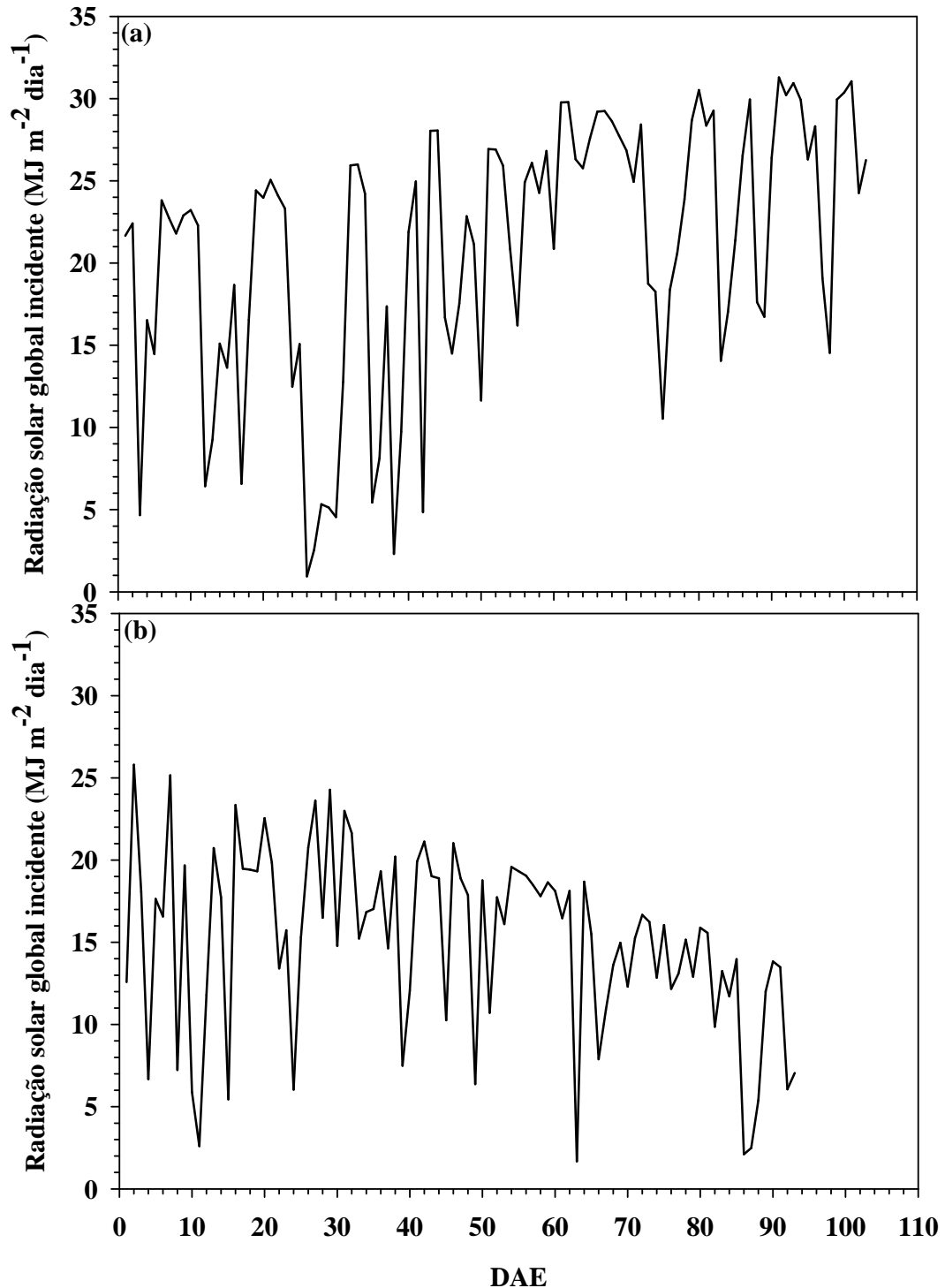


Figura 1 – Valores diários de radiação solar global incidente medidos na estação automática de Santa Maria/RS, pertencente ao 8º DISME/INMET, em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safra de 2008 (a) e safrinha de 2009 (b).

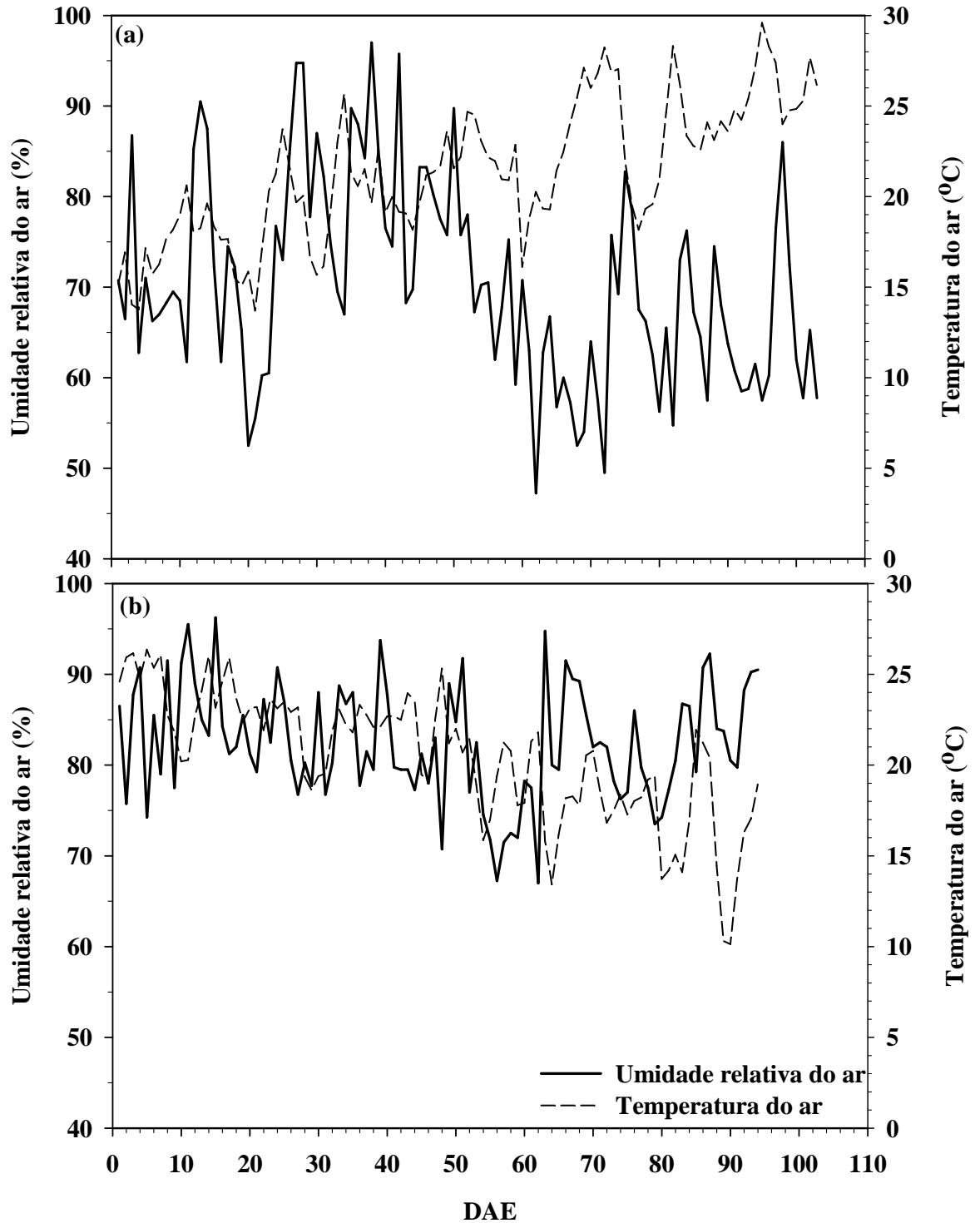


Figura 2 – Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar medidas a 1,5 m de altura em meio ao dossel de plantas de girassol em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos em safra de 2008 (a) e safrinha de 2009 (b) em Santa Maria, RS.

Com o aumento da temperatura do ar existe a tendência da umidade relativa do ar (UR) declinar, devido ao aumento da pressão de saturação de vapor do ar, que é exponencialmente dependente da temperatura. Durante os períodos de decréscimo da

temperatura do ar normalmente ocorre o contrário. Essa tendência foi verificada nos dois períodos experimentais (Figuras 2a e 2b), exceto no final do ciclo do período de safrinha, quando dos 49 aos 59 e dos 88 aos 93 DAE, houve declínio simultâneo da umidade relativa média diária do ar (UR_m) e da T_m, o que ocorreu devido à ação de massas de ar frio e seco. A média de UR_m no ciclo de desenvolvimento foi de 84,6% na safra, enquanto que na safrinha foi 3,4% mais alta (88,0%).

A ocorrência de chuvas influenciou a ocorrência da mancha de septória, conforme será discutido no item 4.3 desse trabalho. O total de chuva ocorrido no ciclo de desenvolvimento do girassol na safra de 2008 atingiu 329,2 mm. Desse total, 5,8 mm ocorreram em setembro a partir da data da emergência (17/09), 251,0 mm em outubro, 21,6 mm em novembro e 23,0 mm em dezembro. Mesmo assim, foi necessário realizar 8 irrigações complementares, que totalizaram 186,1 mm, pois a ocorrência de precipitações de maior volume concentrou-se em um período de 26 dias, dos 25 aos 50 DAE, ocorrendo menor precipitação dos 51 aos 97 DAE (Figura 3a). As irrigações foram realizadas aos 22, 56, 63, 68, 72, 79, 83 e 93 DAE.

No período de safrinha de 2009 as chuvas ocorridas somaram 330,0 mm, sendo mais frequentes no período de 0 a 30 DAE (Figura 3b). A distribuição das chuvas ao longo do período de safrinha foi de 131,6 mm desde a data de emergência (15/02) até o final do mês de fevereiro, 128,4 mm em março, 25,8 mm em abril e de 44,2 mm nos dois primeiros decêndios de maio, até a data da colheita (20/05). Portanto, nos dois experimentos a precipitação foi menor e a radiação solar incidente foi maior do que a normal para a região (HELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009), o que, sob irrigação favoreceu a produção e, possivelmente, tenha contribuído para a menor incidência de doenças. No experimento de safrinha foram realizadas 7 irrigações complementares, distribuídas nos 36, 45, 53, 58, 61, 72 e 79 DAE, as quais totalizaram 158 mm.

A diminuição no conteúdo de água no solo, em geral, não ultrapassou os 25 mm abaixo da capacidade de campo, exceto no final do ciclo da cultura no experimento de safra, quando, em função de condições meteorológicas desfavoráveis, principalmente por ventos fortes e contínuos, não foi possível realizar a irrigação no momento adequado. Caso fosse realizada a irrigação sob essas condições inadequadas de velocidade do vento, provavelmente a distribuição de água na área seria heterogênea, diminuindo a eficiência da irrigação e proporcionando uma fonte de variação não desejável no experimento (BESKOW et al., 2008).

Na safra o número total de horas com UR>90% foi de 1163, ocorrendo maiores valores diários no início do ciclo (Figura 4a). Já na safrinha a UR ficou acima de 90% por 1366 horas, com a tendência de aumento no número diário de horas com UR>90%. Essa

variável foi influenciada pelas épocas do ano em que os experimentos foram realizados e teve influência sobre a ocorrência da mancha de septória, conforme descrito no item 4.3 desse trabalho.

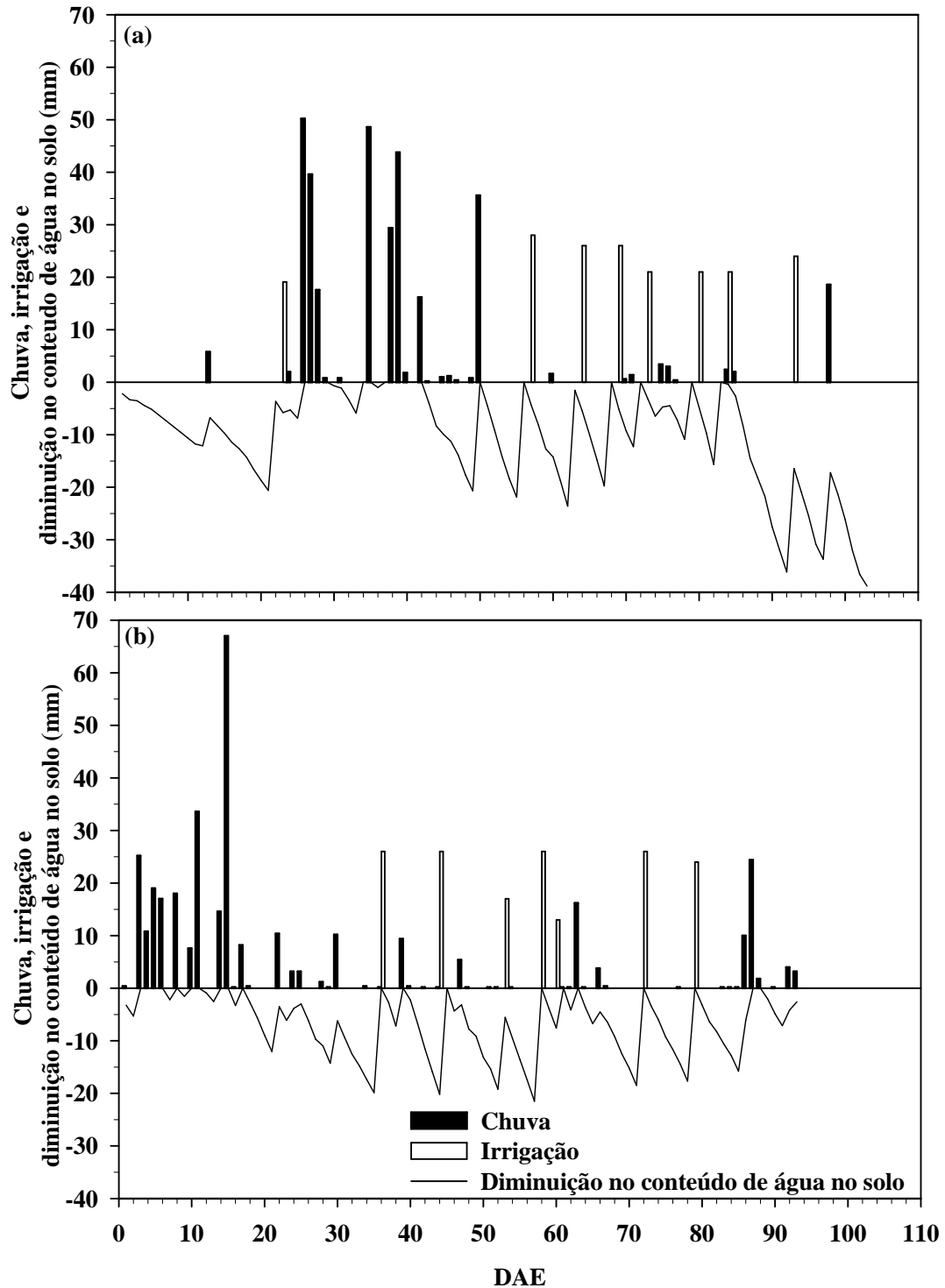


Figura 3 – Valores diários, em mm, de precipitação pluvial ocorrida, irrigações realizadas e diminuição acumulada no conteúdo de água no solo em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safra de 2008 (a) e safrinha de 2009 (b) em Santa Maria, RS.

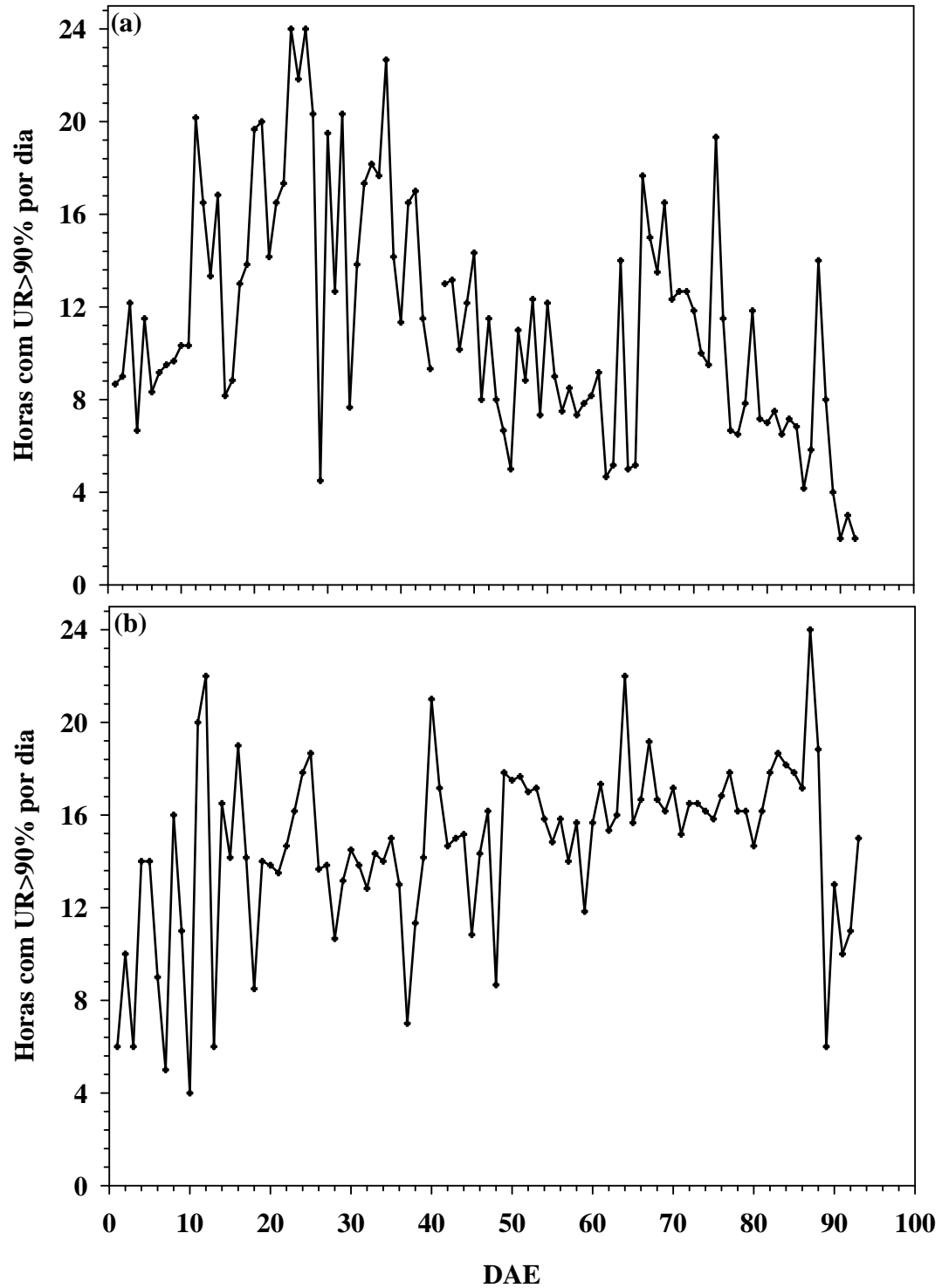


Figura 4 – Somatórios diários de horas com umidade relativa do ar (UR) acima de 90%, a 1,5 m de altura em meio ao dossel de plantas, em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safra de 2008 (a) e safrinha de 2009 (b), em Santa Maria, RS.

4.2 Variáveis fenométricas e fenológicas

Na época de safra de 2008 os valores de índice de área foliar (IAF) foram menores e seu aumento foi mais lento em relação à época de safrinha de 2009 (Figura 5). O valor máximo de IAF atingido na época de safra foi de 3,40 aos 68 DAE, e na época de safrinha foi de 4,08 aos 57 DAE. O mesmo comportamento foi verificado com as variáveis estatura de plantas (EP) e número de folhas por planta (NF). No experimento de safra a maior EP (1,86 m) foi medida aos 75 DAE e no experimento de safrinha a maior EP (1,72 m) foi verificada aos 71 DAE. O NF máximo foi de 37 folhas para ambos os experimentos. Contudo, na safra esse NF foi verificado aos 56 DAE e na safrinha aos 43 DAE, mostrando clara diferença no crescimento das plantas entre as duas épocas. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Maldaner (2009) em experimentos conduzidos no mesmo local na safra de 2007 e na safrinha de 2008.

A duração dos subperíodos de desenvolvimento compreendidos entre os principais estágios fenológicos das plantas nos dois cultivos de girassol é apresentada na figura 6. Para os subperíodos da fase reprodutiva não houve variação expressiva entre os experimentos de safra e safrinha. Contudo, para a duração da fase vegetativa da cultura houve diferença notável entre os experimentos. Na época de safra a duração do período compreendido entre a emergência da cultura (EM) e o aparecimento do botão floral (R1) foi de 47 dias. Já na safrinha esse período foi de 35 dias, ou seja, a duração da fase EM-R1, contada em dias do calendário civil, foi 25% menor na safra do que na safrinha. Quando foi computado o tempo na forma de unidades de soma térmica acima da temperatura base de 4,8°C (GRANIER; TARDIEU, 1998), a diferença praticamente inexistiu, obtendo-se os valores de 628°C dia⁻¹ para o período de safra e 624°C dia⁻¹ para a safrinha.

O que explica os resultados acima descritos é a resposta que as plantas de girassol apresentam ao acúmulo de unidades térmicas, também denominadas de unidades de soma térmica (GOYNE; HAMMER, 1982; FAGUNDES et al., 2007). Quando a temperatura foi menor durante o período de emissão de folhas, a taxa de emissão de folhas contada em folhas por dia do calendário civil também foi menor, tal como ocorreu na época de safra, quando no início do ciclo os valores de Tm foram relativamente menores do que na época de safrinha. No experimento de safrinha de 2009 os valores de Tm foram mais elevados no início do ciclo da cultura, em função da época em que o experimento foi realizado, conforme descrito

anteriormente no item 4.1, e por isso o número de folhas emitidas por dia nessa fase de desenvolvimento foi maior em relação ao cultivo de safra de 2008.

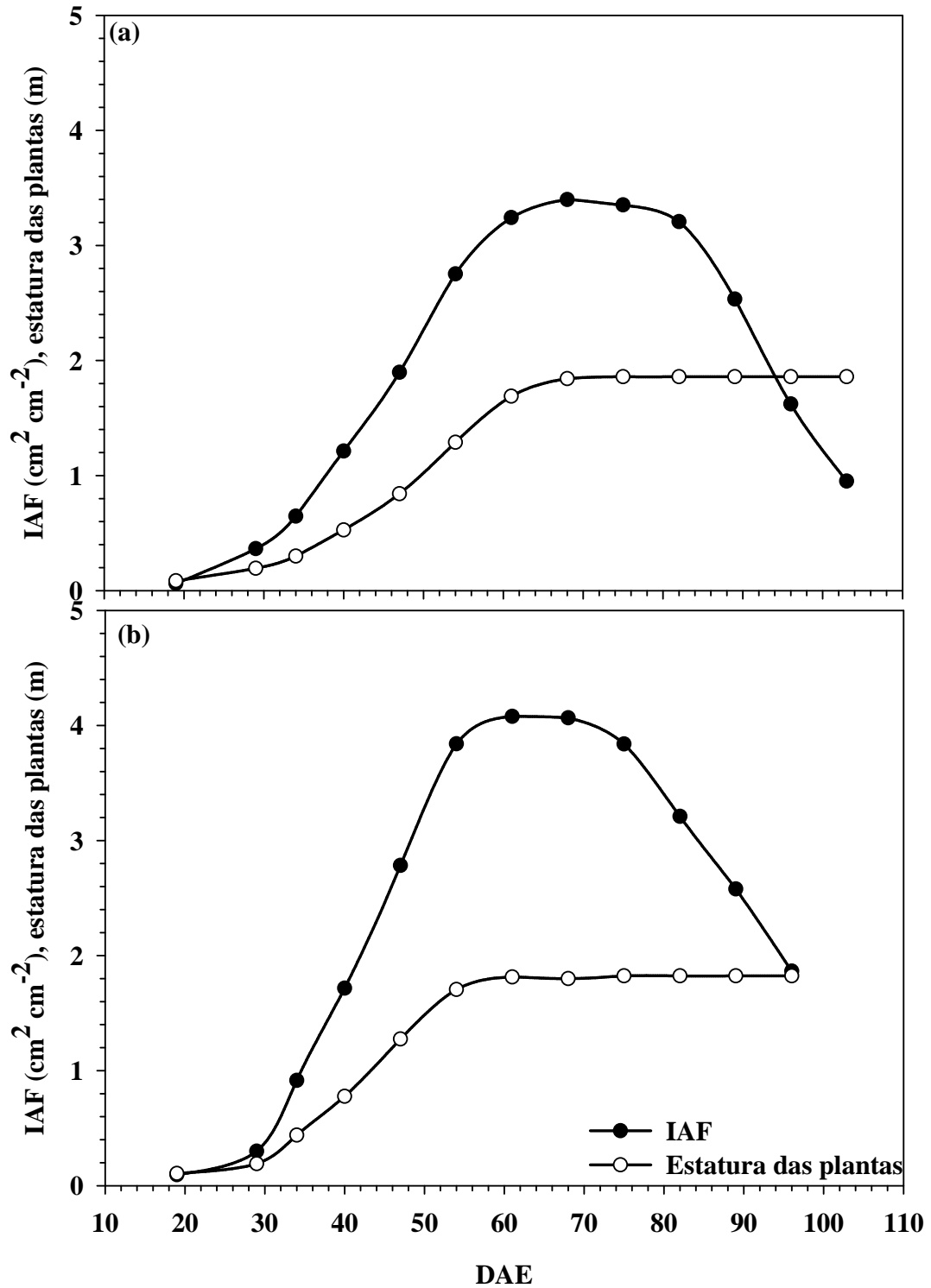


Figura 5 – Índice de área foliar (IAF) médio e estatura média das plantas no experimento em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safra de 2008 (a) e safrinha de 2009 (b) em Santa Maria, RS.

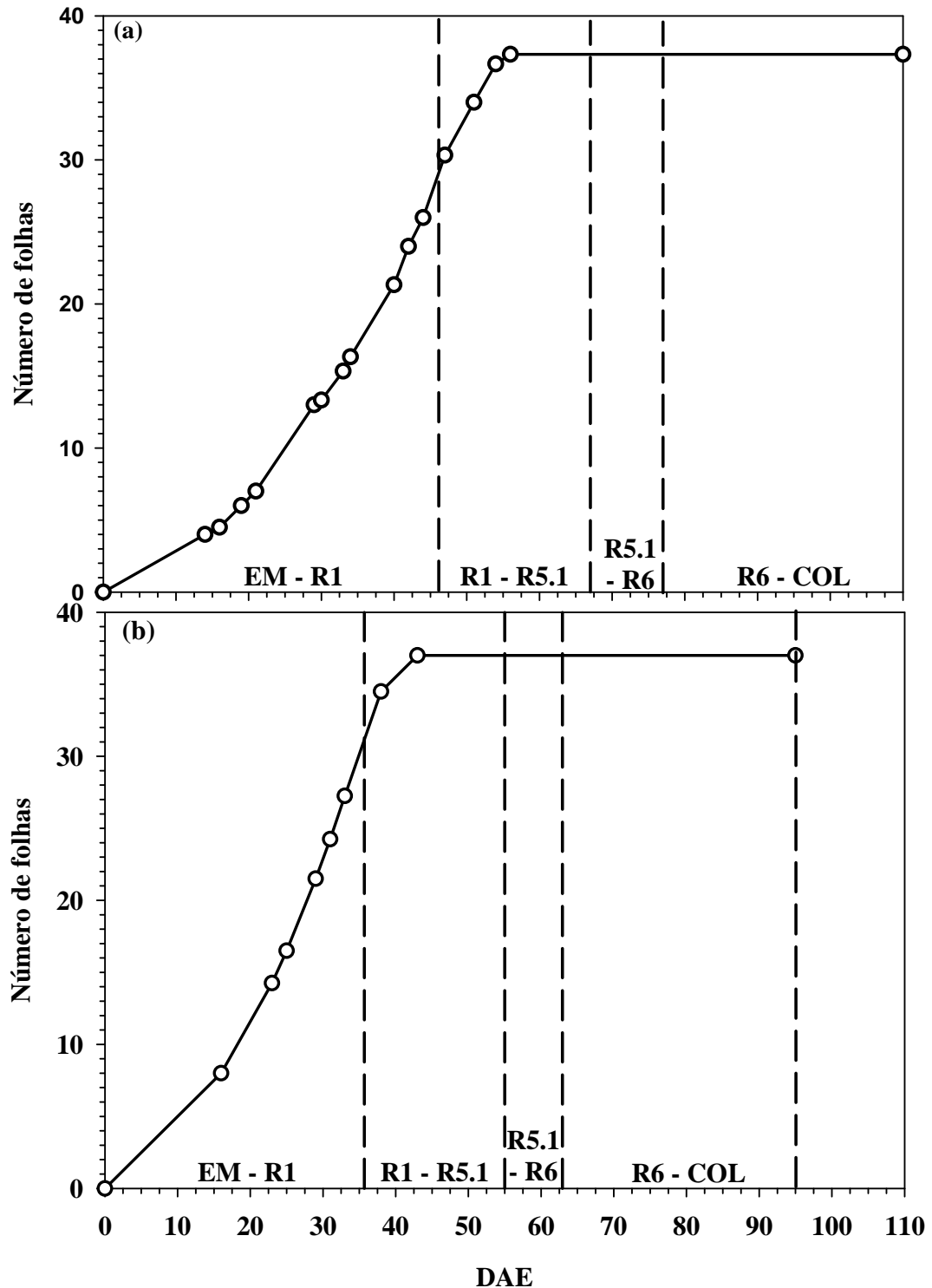


Figura 6 – Número de folhas de plantas de girassol em safra de 2008 (a) e safrinha de 2009 (b), em Santa Maria, RS, em função dos dias após a emergência (DAE), durante as fases de desenvolvimento do girassol de: emergência até aparecimento do botão floral (EM - R1); aparecimento do botão floral até a abertura das pétalas (R1- R5.1); abertura das pétalas até o murchamento das pétalas (R5.1 - R6); murchamento das pétalas até a colheita (R6 - COL).

4.3 Incidência e severidade de mancha de septória

A incidência de mancha de septória no experimento de safra de 2008 foi registrada aos 33 DAE (Figura 9a), quando as plantas tinham IAF de aproximadamente $0,6 \text{ cm}^2 \text{ cm}^{-2}$ (Figura 5a), com cerca de 15 folhas (Figura 6a). O aumento mais acentuado da severidade observada de mancha de septória na safra ocorreu dos 40 aos 50 DAE (Figuras 7 e 9a), durante e após um período (dos 25 aos 50 DAE) no qual a frequência de chuvas e o número de horas com $\text{UR} > 90\%$ foram altos (Figuras 3a e 4a, respectivamente). Nesse momento do ciclo as plantas encontravam-se no estágio R1, tinham aproximadamente 30 folhas e IAF em torno de $3,0 \text{ cm}^2 \text{ cm}^{-2}$ (Figuras 5a e 6a, respectivamente). A doença evoluiu a uma menor taxa após os 50 DAE, quando o suprimento hídrico das plantas foi fornecido predominantemente por irrigações, em relação ao período anterior. Provavelmente esse fato tenha ocorrido em decorrência da diminuição do período diário de molhamento foliar, que pode ser inferido pelo menor número de horas com $\text{UR} > 90\%$ (Figura 4a).

Na época de safrinha de 2009 a incidência de mancha de septória no experimento de foi registrada aos 22 DAE (Figuras 8 e 9b), quando as plantas apresentavam IAF de aproximadamente $0,2 \text{ cm}^2 \text{ cm}^{-2}$, com cerca de 12 folhas (Figura 5b e 6b, respectivamente). Desde então ocorreu contínuo e gradual aumento da severidade observada (SO) que se manteve até o final do ciclo (Figuras 8 e 9b). Possivelmente a incidência precoce esteja associada à ocorrência de um período chuvoso (de 0 a 30 DAE), conforme exposto na figura 3b. Depois, diferentemente do que ocorreu na safra, foi observada a continuidade na progressão da doença até o final do ciclo das plantas. Possivelmente, isso se deva ao fato de que o número diário de horas com $\text{UR} > 90\%$ manteve-se alto, inclusive com tendência de aumento (Figura 4b), o que ocorreu em função da época do ano em que esse experimento foi realizado, conforme descrito anteriormente.

Outros autores já relataram existir influência de períodos chuvosos sobre a ocorrência da mancha de septória no girassol (MALDANER, 2009; RADONS et al., 2009; GULYA; RASHID; MASIREVIC, 1997; PETROV; ARSENIJEVIC, 1996). Sendo assim, fica evidenciada a relação do aumento da severidade de ocorrência de mancha de septória com a ocorrência de chuvas, embora outras variáveis também exerçam influência sobre a doença. É provável que a diferença acima descrita tenha ocorrido em consequência da concentração das chuvas no período mais próximo à emergência na época de safrinha em relação à safra.

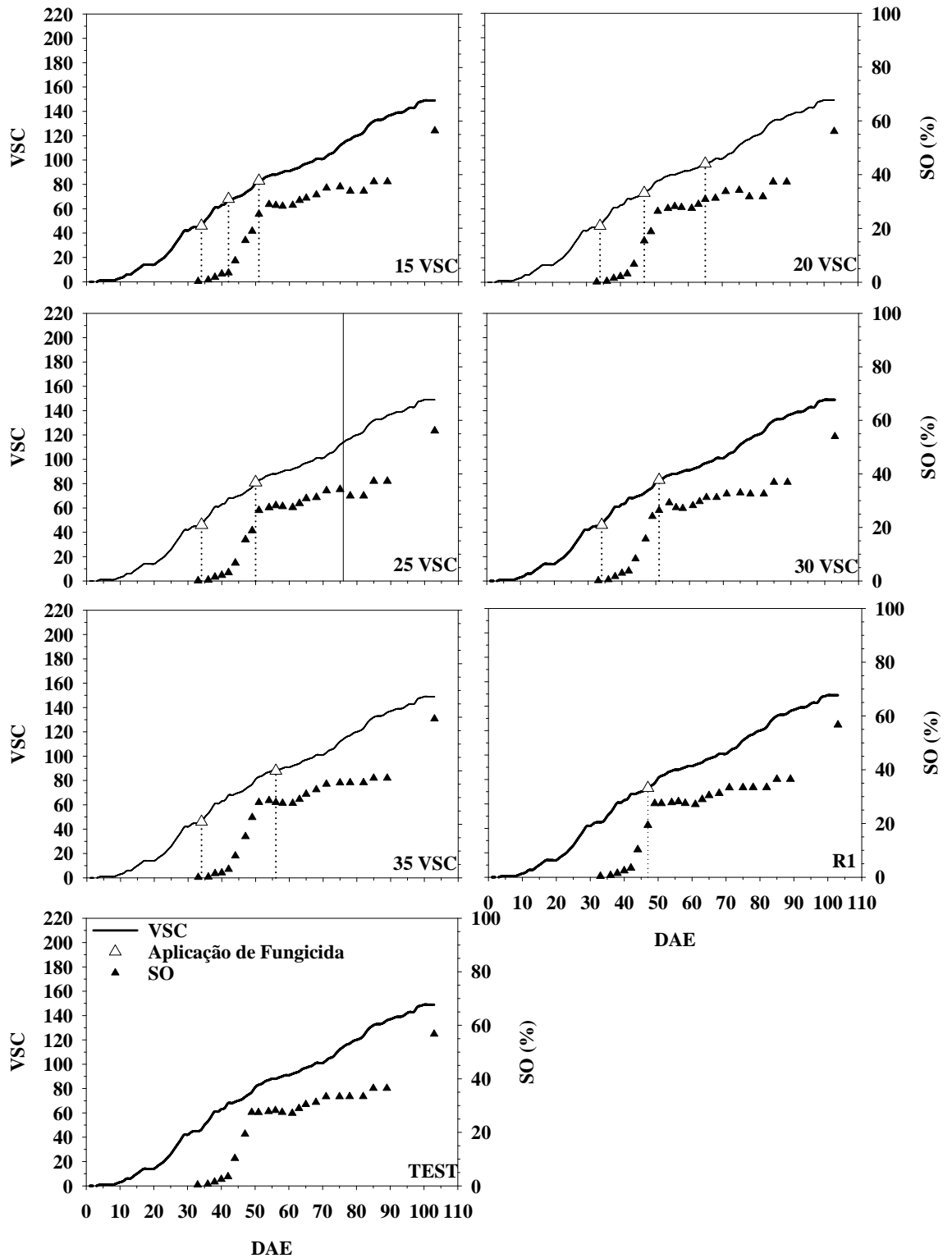


Figura 7 – Evolução dos valores de severidade calculada (VSC), severidade observada (SO) e momentos das aplicações de fungicida nos diferentes tratamentos, em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safra de 2008 em Santa Maria, RS.

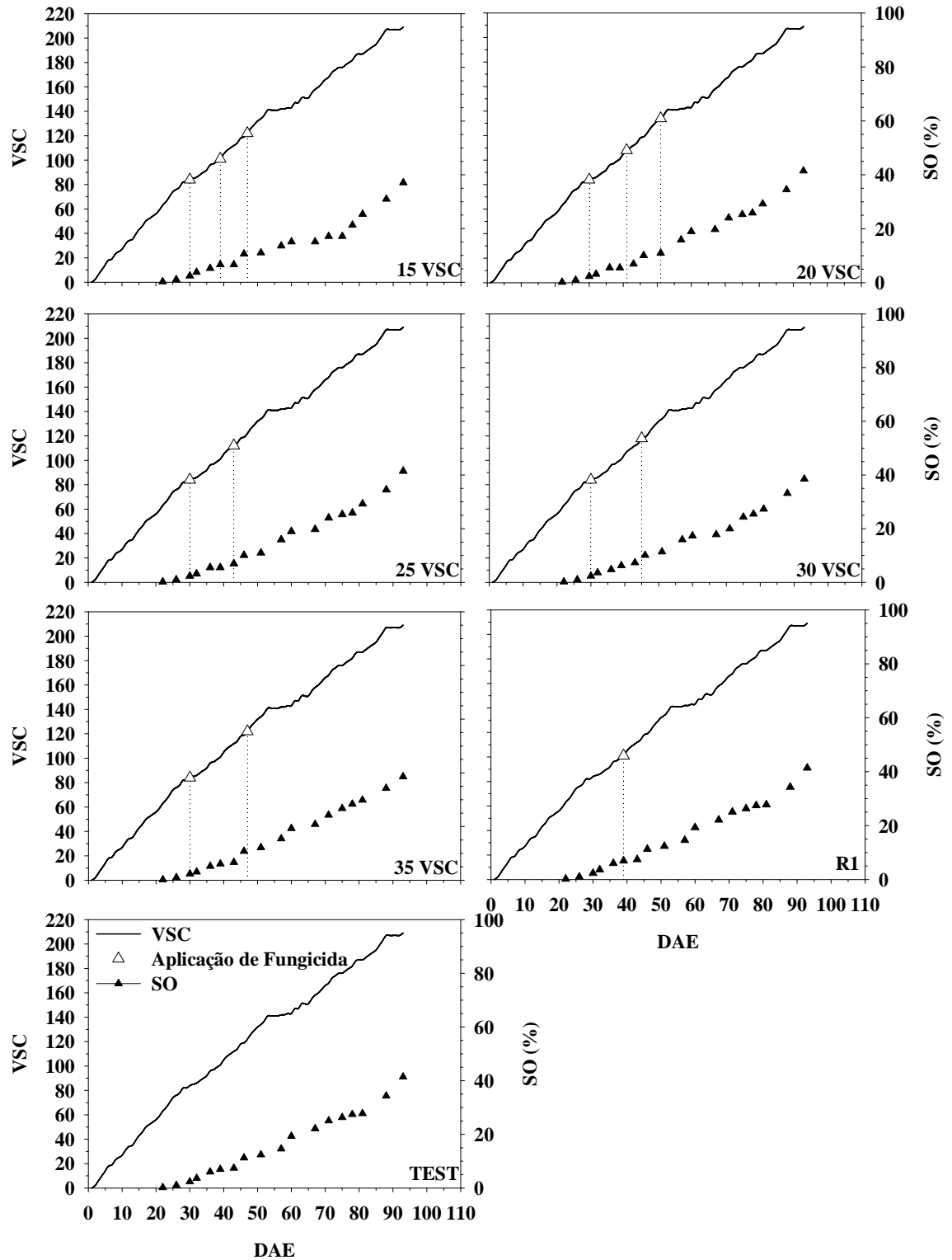


Figura 8 – Evolução dos valores de severidade calculada (VSC), severidade observada (SO) e momentos das aplicações de fungicida nos diferentes tratamentos, em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safrinha de 2009 em Santa Maria, RS.

Em ambas as épocas de cultivo a evolução da doença durante o período em que as chuvas foram menos frequentes e, por consequência, a água necessária à evapotranspiração

Apesar dos intervalos entre aplicações de fungicida serem estabelecidos com base em um sistema de previsão de doenças, baseado em informações meteorológicas, por coincidência o número de aplicações de fungicida ao longo do ciclo da cultura por tratamento foi igual para os dois experimentos (Tabela 4). Tanto na safra quanto na safrinha foram realizadas três pulverizações de fungicida nos tratamentos T1 e T2, duas nos tratamentos T3, T4 e T5, apenas uma em T6 e nenhuma na testemunha.

4.4 Aplicações de fungicida

Os intervalos de VSC respeitados entre as aplicações de fungicida, a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), os dias de área foliar sadia (DAFS) e a severidade final de mancha de septória observada (SFO) por tratamento estão expostos nas tabelas 5 e 6. Para a variável SFO não houve diferença significativa pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade de erro, entre os valores observados nos diferentes tratamentos. Ocorreu apenas uma tendência do tratamento com menor intervalo de VSC entre aplicações (T1) apresentar uma das menores SFO e do tratamento TEST apresentar o maior valor de SFO.

Tabela 5 – Número de pulverizações de fungicida realizadas, valores de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), dias de área foliar sadia (DAFS) e severidade final observada (SFO) nas plantas dos diferentes tratamentos de intervalos de valores de severidade calculada (VSC) entre pulverizações para o girassol cultivado na safra de 2008 em Santa Maria, RS.

Tratamento	Aplicações realizadas	Intervalo de VSC	AACPD	DAFS	SFO ^{ns} (%)
T1	3	15 VSC	2030,2 ab	67,5 ab*	37,4
T2	3	20 VSC	1985,0 b	68,3 a	37,3
T3	2	25 VSC	1986,4 b	68,1 a	36,9
T4	2	30 VSC	2070,1 ab	67,1 ab	37,3
T5	2	35 VSC	2107,0 ab	66,3 ab	39,8
T6	1	-	2024,9 b	67,8 a	36,5
TEST	0	-	2185,7 a	65,3 b	41,8
CV(%)	-	-	3,39	1,45	4,57

^{ns} Não significativo pelo teste F ($p > 0,05$); *médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

As variáveis DAFS e AACPD apresentaram na safra valores que diferiram estatisticamente entre si. O maior valor de DAFS foi obtido no tratamento T2, com intervalo de 20 VSC entre aplicações, não diferindo dos demais tratamentos com aplicação de fungicida, enquanto que o menor valor de DAFS foi o do tratamento TEST, não diferindo de T1, T4 e T5.

No experimento de safrinha, para as três variáveis (AACPD, DAFS e SFO) foram obtidos valores que diferem estatisticamente entre si (Tabela 6). O menor valor de AACPD foi obtido em T1 e o maior em TEST, ambos diferindo entre si e dos demais tratamentos. A mesma tendência de diferenciação dos tratamentos foi verificada para as variáveis DAFS e SFO, apesar de que na variável SFO o valor de T1 não diferir de T3 e T4, e o valor de TEST não diferir de T6. O tratamento TEST apresentou o menor valor de DAFS e a maior SFO dentre os tratamentos, o que permite inferir que ocorreu maior severidade de injúria pela doença.

Tabela 6 – Número de pulverizações de fungicida realizadas, valores de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), dias de área foliar sadia (DAFS) e severidade final observada (SFO) nas plantas dos diferentes tratamentos de intervalos de valores de severidade calculada (VSC) entre pulverizações para o girassol cultivado na safrinha de 2009 em Santa Maria, RS.

Tratamento	Aplicações realizadas	Intervalo de VSC	AACPD	DAFS	SFO (%)
T1	3	15 VSC	1008,9 c*	167,1 a*	37,0 c*
T2	3	20 VSC	1182,5 b	161,2 b	41,4 abc
T3	2	25 VSC	1124,3 bc	163,1 ab	38,5 bc
T4	2	30 VSC	1187,2 b	160,8 b	37,0 c
T5	2	35 VSC	1151,0 bc	162,4 ab	40,9 abc
T6	1	-	1232,4 b	159,4 b	42,2 ab
TEST	0	-	1524,2 a	149,9 c	45,0 a
CV(%)	-	-	5,26	1,40	3,26

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

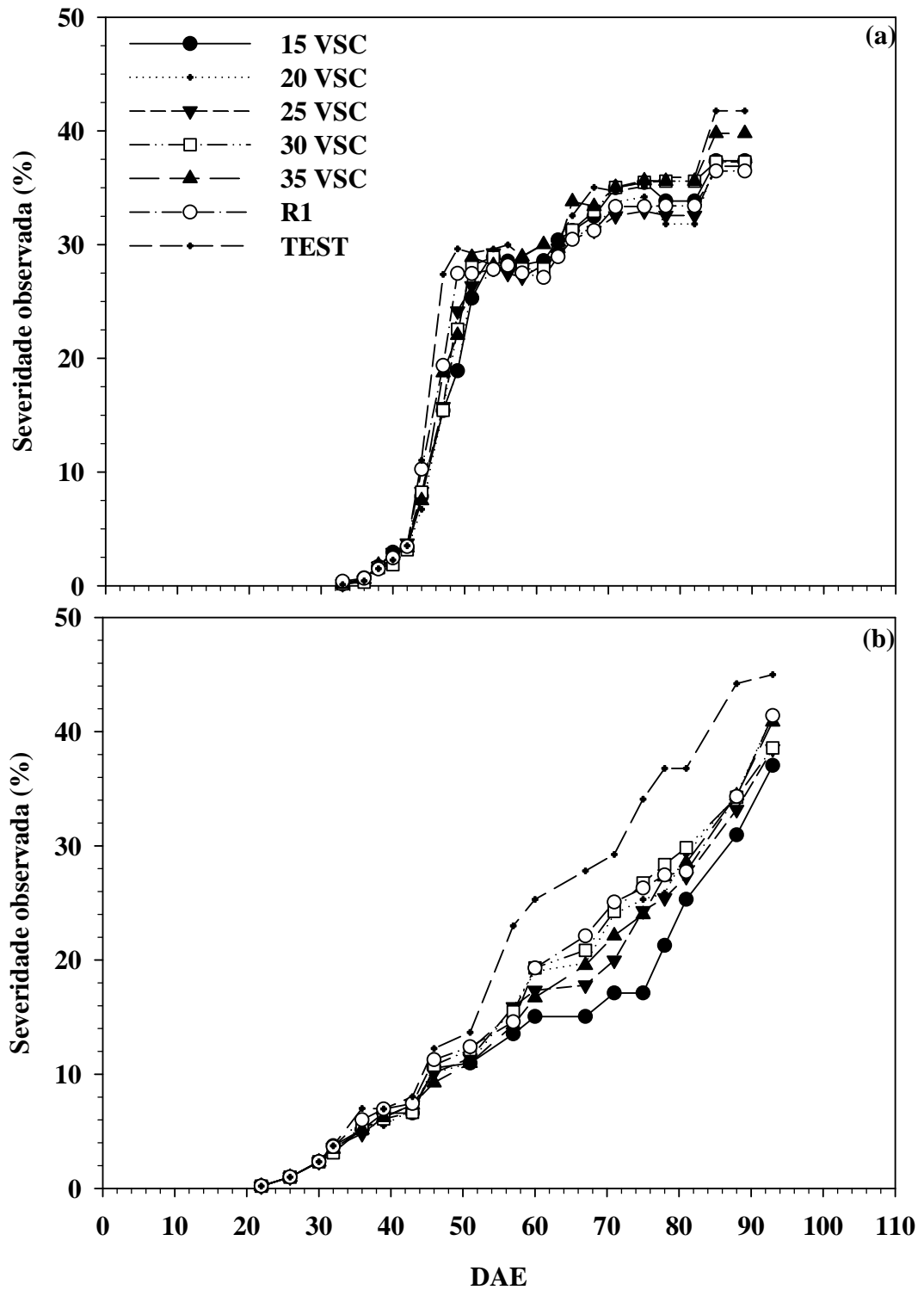


Figura 9 – Evolução da severidade observada nos diferentes tratamentos de intervalos de valores de severidade calculada entre pulverizações, em função dos dias após a emergência (DAE) de cultivos de girassol na safrinha de 2009 em Santa Maria, RS.

Tabela 7 – Número de aplicações de fungicida realizadas, produtividade total de aquênios (PTA) e massa de mil aquênios (MMA) dos diferentes tratamentos de intervalos de valores de severidade calculada (VSC) entre pulverizações para o girassol cultivado na safra de 2008 em Santa Maria, RS.

Tratamento	Aplicações realizadas	Intervalo de VSC	PTA ^{ns} (kg ha ⁻¹)	MMA ^{ns} (g)
T1	3	15 VSC	3012,2	65,8
T2	3	20 VSC	3022,4	66,8
T3	2	25 VSC	3314,1	69,3
T4	2	30 VSC	2905,3	66,7
T5	2	35 VSC	2707,9	73,6
T6	1	-	2997,5	74,6
TEST	0	-	2737,2	69,7
CV(%)	-	-	12,25	9,16

^{ns} Não significativo pelo teste F (p>0,05).

Na safra as diferenças de SO ao longo do ciclo da cultura foram menores do que no experimento de safrinha (Figura 9). Apenas por curtos períodos, dos 45 aos 50 DAE e no final do ciclo, verifica-se uma tendência da SO ser maior no tratamento TEST, porém, com valores absolutos muito próximos. Já na safrinha os valores de SO apresentaram diferenças visivelmente perceptíveis ao longo do ciclo da cultura, com a tendência do tratamento TEST ter maior SO e do tratamento com menor intervalo de VSC entre aplicações de fungicida (15 VSC) apresentar os menores valores de SO. A diferença entre os tratamentos nesse experimento tornou-se mais expressiva a partir de aproximadamente 50 DAE.

Os resultados de produtividade total de aquênios (PTA) e massa de mil aquênios (MMA) não apontaram diferença estatisticamente significativa entre os diferentes tratamentos, tanto na safra de 2008 (Tabela 7), quanto na safrinha de 2009 (Tabela 8). Contudo, houve uma tendência dos tratamentos com aplicação de fungicida terem maiores valores de PTA em relação à testemunha sem aplicação em ambos os experimentos. A diferença entre a PTA do tratamento TEST e a maior PTA dentre os tratamentos com aplicação de fungicida foi de 576,9 kg ha⁻¹ (17%) no experimento de safra e de 524,6 kg ha⁻¹ (18%) no experimento de safrinha. Na época de safra os valores absolutos de PTA obtidos foram maiores em comparação com os de safrinha.

Tabela 8 – Número de aplicações de fungicida realizadas, produtividade total de aquênios (PTA) e massa de mil aquênios (MMA) dos diferentes tratamentos de intervalos de valores de severidade calculada (VSC) entre pulverizações para o girassol cultivado na safrinha de 2009 em Santa Maria, RS.

Tratamento	Aplicações realizadas	Intervalo de VSC	PTA ^{ns} (kg ha ⁻¹)	MMA ^{ns} (g)
T1	3	15 VSC	2765,0	71,3
T2	3	20 VSC	2704,6	71,6
T3	2	25 VSC	2784,2	74,6
T4	2	30 VSC	2840,1	72,9
T5	2	35 VSC	2904,6	70,8
T6	1	-	2833,8	69,9
TEST	0	-	2380,0	72,7
CV(%)	-	-	14,57	5,70

^{ns} Não significativo pelo teste F (p>0,05).

Embora os valores de PTA dos tratamentos não sejam estatisticamente diferentes, as diferenças anteriormente expostas equivalem a cerca de 9 sacas ha⁻¹ de girassol com 60 kg cada. Assumindo um preço atual de R\$ 40,00 por saca, tem-se R\$ 360,00 ha⁻¹ de incremento na receita bruta do produtor, valor que pode representar um lucro extra ao produtor e deve ser considerado no momento da tomada de decisão.

Analisando conjuntamente os resultados obtidos, verifica-se que, na maioria das situações, há diferença significativa quando se trata das variáveis que representam o desenvolvimento e a ploriferação da doença e sua magnitude (AACPD, DAFS e SFO). No entanto, quando comparados os valores de PTA e MMA obtidos nos diferentes tratamentos, não são encontradas diferenças significativas, tanto para a época de safra quanto para a época de safrinha. Anteriormente, Maldaner (2009) realizou experimentos para avaliar os efeitos da mancha de alternária no mesmo local e relatou resultados semelhantes.

Esses resultados podem ser decorrentes de uma possível capacidade do girassol de apresentar tolerância a certos níveis de SO, e por isso não houve diferença de PTA. Contudo, na bibliografia essa cultura é tradicionalmente tratada como suscetível às diferentes doenças, o que de certa forma exclui essa possibilidade (GULYA; RASHID; MASIREVIC, 1997; LEITE, 2005). A explicação mais provável é a de que as diferenças nos níveis de SO não foram muito acentuadas, embora estatisticamente significativas.

Existe também a possibilidade de que o fungicida utilizado não tenha sido plenamente eficiente no controle da mancha de septória, uma vez que os valores de SO encontrados, embora difiram estatisticamente, são valores absolutos bastante próximos. Leite (2009) realizou ensaios de campo onde foram testados sete diferentes princípios ativos de fungicidas no controle de mancha de alternaria em girassol, inclusive o princípio piraclostrobina, utilizado nesse trabalho. Os resultados obtidos foram semelhantes aos anteriormente descritos, sendo observadas, ocasionalmente, diferenças de SO entre parcelas com e sem aplicação de fungicida, mas não ocorrendo diferenças de PTA e MMA. Os resultados obtidos por Leite (2009) indicam ainda que o controle químico com fungicidas na parte aérea do girassol pode reduzir os sintomas da mancha de alternaria, porém com baixa eficiência de controle (21% a 32% na safrinha e 38% na safra), mas não resulta em produtividade significativamente superior. No entanto, Leite (2009) ressalta que essas informações não devem ser tomadas como recomendação final ou absoluta para o manejo das doenças do girassol, visto que, no Brasil, os fungicidas testados ainda não possuem registro válido no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Assim, considerando o conjunto das informações processadas e os resultados obtidos, pode-se inferir que a mancha de septória tende a proliferar-se mais rapidamente e causar maiores injúrias à cultura do girassol durante e após períodos chuvosos. Essa doença atingiu níveis de SO de até 45%, causando expressivas perdas na área foliar fotossinteticamente ativa das plantas. No entanto, o controle da doença utilizando aplicações de fungicida resultou, na maioria das situações, em menores níveis de severidade observada de doença, diminuindo o percentual de área foliar das plantas de girassol injuriado pelo patógeno. Contudo, a diminuição do nível de injúria decorrente da(s) aplicação(s) de fungicida nos diferentes tratamentos não resultou em produtividade de aquênios significativamente maior.

Dessa forma, evidencia-se a necessidade de aprofundar as pesquisas para melhor detalhar e quantificar as respostas da mancha de septória aos elementos meteorológicos e a ação de fungicidas e caracterizar seus efeitos na produção de aquênios de girassol.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, a mancha de septória atinge níveis de severidade observada visualmente de até 45%, causando expressivas perdas na área foliar fotossinteticamente ativa das plantas de girassol.

Sequências de dias chuvosos, com temperatura favorável, estão associados ao desenvolvimento da mancha de septória no girassol. Em compensação, quando a água necessária às plantas é repostada por meio de irrigações, mesmo que a temperatura seja favorável ao patógeno, a taxa de desenvolvimento da doença é baixa.

Ocorrem diferenças de severidade observada de mancha de septória entre os tratamentos com e sem aplicação de fungicida, mas essas não apresentam associação definida à diferenças de produtividade de aquênios do girassol. Portanto, diferenças significativas nas variáveis que representam a progressão da doença não necessariamente implicam em diferenças significativas de produtividade.

6 REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Agriannual 2009**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2009. 497 p.

AGRIOS, G. N. Environmental effects on the development of infectious plant disease. In: _____. **Plant pathology**. 5th ed. San Diego: Academic Press, 2004. p. 251-262.

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration**: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO Irrig. and Drain. Paper, n. 56).

ALBRECHT, L. P. et al. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, out./dez. 2008.

BARROS JUNIOR, G. et al. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 4, p. 350–355, julho/ago. 2008.

BASF. **Nota de prensa**: BASF lanza el fungicida Comet para girasol. Buenos Aires, 2006, 2 p. Disponível em: <http://www.agro.basf.com.ar/images/12-06_comet_girasol.pdf>. Acesso em: 17 set. 2009.

BEDENDO, I. P. Ambiente e doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.) **Manual de fitopatologia**: princípios e conceitos. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 820-828.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais**: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 299 p.

BERGONCI, J. I. et al. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 7, p. 949-956, jul. 2001.

BESKOW, S. et al. Simulação das perdas de água por evaporação e arraste, no aspersor NY-7 (4,6 mm x 4,0 mm), em sistemas de aspersão convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 427-437, set. 2008.

BLOCK, C. C. **Evaluation of wild *Helianthus annuus* for resistance to *Septoria* leaf blight.** In: PROCEEDINGS OF THE SUNFLOWER RESEARCH WORKSHOP, 27., 2005, Fargo, ND. Disponível em: <http://www.sunflowernsa.com/research/research-workshop/documents/Block_Septoria_05.PDF>. Acesso em: 07 jan. 2010.

BOSCO, L. C. **Sistemas de previsão de ocorrência de requeima em clones de batata suscetíveis e resistentes.** 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul.** Recife: convênio MA/DPP-SA/DRNR, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Forecasting plant diseases. In: _____. **Introduction to plant disease epidemiology.** New York: John Wiley & Sons, 1990. cap. 15, p. 423-452.

CARDOSO, C. D. V. **Probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica nos solos da região central do Estado do Rio Grande do Sul.** 2005. 165 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2005.

CARSON, M. L. Effects of two foliar pathogens on seed of sunflower. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 71, n. 6, p. 549-551, June 1987.

CASA, R. T., et al. Efeito da temperatura e de regimes de luz no crescimento do micélio, germinação de conídios e esporulação de *Stenocarpella macrospora* e *Stenocarpella maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 137-142, mar./abr. 2007.

CASTRO, C. de et al. **A cultura do girassol: tecnologia de produção.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1997. 36 p. (Circular Técnica, 67).

_____; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M., CASTRO, C. de. (Eds.). **Girassol no Brasil.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2005. p. 163-218.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

CONAB. Companhia Nacional do Abastecimento. **Indicadores da agropecuária**. Brasília, ano 18., n. 3, mar. 2009. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/IA-mar09.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2009.

COSTA, M. C. R. et al. 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**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1581-1588, julho/ago. 2005.

DALL'AGNOL, A.; VIEIRA, O. V.; LEITE, R. M. V. B. C. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C., BRIGHENTI, A. M., CASTRO, C. de. (Eds.) **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2005. p. 1-14.

DEBAEKE, P. et al. Crop management systems for rainfed and irrigated sunflower (*Helianthus annuus*) in south-western France. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 131, n. 2, p. 171-185, Sept. 1998.

DOYLE, A. P. Influence of temperature and daylight on phenology of sunflowers in the field. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Malborne, v. 15, n. 2, p. 88-92, Mar./Apr. 1975.

EMBRAPA. **Cultivo do girassol**. [S.l.]: Embrapa Soja, 2000. n. 1. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol/index.htm>>. Acesso em: 29 jul. 2009.

_____. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa - SPI; Rio de Janeiro: Embrapa - Solos, 2006. 306 p.

ESTEFANEL, V. et al. Insolação e radiação solar na região de Santa Maria, RS. I - Estimativa da radiação solar global incidente a partir dos dados de insolação. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 20, n. 3-4, p. 203-218, julho/dez. 1990.

FAGUNDES, J. D. et al. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): efeito de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 987-993, julho/ago. 2007.

GAZZONI, D. L. Óleo de girassol como matéria-prima para biocombustíveis. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M., CASTRO, C. de. (Eds.) **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2005. p. 145-161.

GOMES, E. M. **Parâmetros básicos para irrigação sistemática do girassol (*Helianthus annuus L.*)**. 2005. 99 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2005.

GONÇALVES, L. C. et al. Silagem de girassol como opção forrageira. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M., CASTRO, C. de. (Eds.) **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2005. p. 123-139.

GOYNE, P. J.; HAMMER, G. L. Phenology of sunflower cultivars. II. Controlled-environment studies of temperature and photoperiod effects. **Australian Journal of Research**, Brisbane, v. 33, n. 2, p. 251-261, Mar./Apr. 1982.

GRANIER, C.;TARDIEU, F. Is thermal time adequate for expressing the effects of temperature on sunflower leaf development? **Plant, Cell and Environment**, v. 21, n. 7, p. 695-703, Jan. 1998.

GRUNVALD, A. K. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol no Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 11, p. 1483-1493, nov. 2008.

GULYA, T., RASHID, K. Y., MASIREVIC, S. Sunflower Diseases. In: SCHNEITER, A. A. (Ed.). Sunflower technology and production. **Agronomy Monograph**, Madison, Wisconsin, v. 35, p. 263-379, 1997.

HAMID, M.; JALALUDIN, M. A new report of *Septoria helianthi* leaf spot of sunflower from sindh. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 9, p. 659-660, Feb. 2007.

HELDWEIN, A. B. **Ermittlung der taubenetzung von pflanzenbeständen durch anwendung mikrometeorologischer verfahren sowie mittels konventioneller methoden**. 1993. 206 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Fachbereich Internationale Agrarentwicklung. Technische Universität Berlin, Berlin, 1993.

HELDWEIN, A. B. Alerta fitossanitário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA: AGROMETEOROLOGIA, MONITORAMENTO AMBIENTAL E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 10., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: [s.n.], 1997. p. 63-77.

HELDWEIN, A. B. Princípios para implementar alertas agrometeorológicos fitossanitários. In: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO GENÉTICO E PREVISÃO DE EPÍFITIAS EM BATATA, 2006. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: [s.n.], 2006. p. 56-89.

HELDWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. O clima de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**, n. 38, p. 43-58, jan./junho 2009.

LEITE, R. M. V. B. C. **Doenças do girassol**. Londrina: Centro Nacional de Pesquisa do Solo/EMBRAPA, 1997. 68 p. (Circular técnica, 19)

_____; AMORIM, L. Influência da temperatura e do molhamento foliar no monociclo da mancha de alternaria em girassol. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 27, n. 2, p. 193-200, mar./abr. 2002a.

_____; _____. Elaboração e validação de escala diagramática para mancha de Alternaria em girassol. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 28, n. 1, p. 14-19, jan./mar. 2002b.

_____. Manejo de doenças do girassol. In: _____. BRIGHENTI, A. M., CASTRO, C. de. (Eds.). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2005. p. 501-546.

_____. Mancha de Alternaria em Girassol. In: 18ª REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 18.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DE GIRASSOL, 6., 2009. **Palestras...** Pelotas: [s.n.], 2009. 1 CD-ROM.

LENTZ, D. L. et al. Prehistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in Mexico. **Economic Botany**, New York, v. 55, n. 3, p. 370-376, Aug./Oct. 2001.

LOUVANDINI, H. et al. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, maio/junho 2007.

MADDEN, L. V. et al. FAST: a forecast system for *Alternaria solani* on tomato. **Phytopathology**, v. 68, p. 1354-1358, Sept. 1978.

MALDANER, I. C. **Irrigação e aplicação de fungicida na ocorrência de doenças e produtividade do girassol**. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.

_____ et al. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1356-1361, ago. 2009.

MANDARINO, J. M. G. Óleo de girassol como alimento funcional. In: LEITE, R. M. V. B. C., BRIGHENTI, A. M., CASTRO, C. de. (Eds.). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2005. p. 43-48.

MASSIGNAM, A. M.; ANGELOCCI, L. R. Relação 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, jan./junho 1993.

MENDES, A. R. et al. Consumo e digestibilidade total e parcial de dietas utilizando farelo de girassol e três fontes de energia em novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 679-691, mar./abr. 2005.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia. 1961, 61 p.

NATIONAL SUNFLOWER ASSOCIATION. **Sunflower Seed: world supply & disappearance**. 2009. Disponível em: <<http://www.sunflowernsa.com/stats/table.asp?contentID=109&htmlID=74&submit.x=59&submit.y=19&submit170=View>>. Acesso em: 21 jul. 2009.

NDSU. **Symptoms and Controls of Crop Diseases**. 2009. Disponível em: <<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/crops/pp533w-4.htm>>. Acesso em: 22 jul. 2009.

PEREIRA, A. R. et al. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

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**, Amsterdam, v. 143, n. 3-4, p. 252-265, Sept. 2007.

PESSOA, W. R. L. S. et al. Efeito da temperatura e período de molhamento sobre o desenvolvimento de lesões de *Colletotrichum musae* em banana. **Summa Phytopathológica**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 147-151, abr./junho 2007.

PETROV, M.; ARSENIJEVIC, M. Septoria leaf speck, a new disease of sunflower, caused by *Septoria helianthina* sp. nov. **Journal of Phytopathology**. Berlin, v. 144, p. 337-346, Oct. 1996.

PORTO, P. P. et al. Frações da parede celular e digestibilidade in vitro da matéria seca de três genótipos de girassol ensilados com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 1, p. 99-107, jan./fev. 2006.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B.. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 491-499, abr. 2007.

RADONS, S. Z. et al. Chuva, irrigação e severidade de ocorrência de mancha de septória em girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 18.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DE GIRASSOL, 6., 2009. **Anais...** Pelotas: [s.n.], 2009. p. 317-323. 1 CD-ROM.

REIS, E. M. **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo: Ed. UPF, 2004. 316 p.

SCHNEITER, A. A.; MILLER, J. F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**. Madison, v. 21, n. 6, p. 901-903, Nov./Dec. 1981.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

STRECK, L. **Determinação e estimativa da duração do período de molhamento em cultivos de batata**. 2006. 107 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

TEIXEIRA, L. D. D.; ZOTTARELLI, C. L. A. P.; KIMATI, H. Efeito da temperatura no crescimento micelial e patogenicidade de *Pythium* spp. que ocorrem em alface hidropônica. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, n. 3, p. 221-226, maio/junho 2006.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. [S.l.]: EMBRAPA, 2007. 32 p.

TRENTIN, G. **Avaliação de sistemas de previsão de ocorrência de *Phytophthora infestans* em batata**. 2006, 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

UNGARO, M. R. G. et al. Agregação de Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo do solo, após um único cultivo com girassol. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 2, abr. /junho 2005.

UNGER, P. W. Sunflower. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. (Ed.). **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASA, 1991. p. 775-794. (Agronomy, n. 30).

WEISS, E. A. Sunflower. In:_____. **Oilseed crops**. New York, Longman: 1983. p. 402-462.

ZAFFARONI, E.; GRIGOLO, S. C. Determinação da época de plantio do girassol na região sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 2, n. 2, p. 138-142, maio/julho 1998.

7 ANEXO

ANEXO A - Escala diagramática para avaliação da mancha de *Alternaria* em girassol. Valores em porcentagem da área foliar com sintomas (lesões necróticas e halo clorótico). (LEITE; AMORIM, 2002b).

