

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**LETÍCIA MAGALHÃES TEIXEIRA**

**EFEITO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA OCORRÊNCIA DA FERRUGEM  
ASIÁTICA DA SOJA NA ENTRESSAFRA DE 2009, EM UBERLÂNDIA-MG**

**Uberlândia – MG  
Abril – 2010**

**LETÍCIA MAGALHÃES TEIXEIRA**

**EFEITO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA OCORRÊNCIA DA FERRUGEM  
ASIÁTICA DA SOJA NA ENTRESSAFRA DE 2009, EM UBERLÂNDIA-MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Jonas Jäger Fernandes

**Uberlândia – MG  
Abril – 2010**

**LETÍCIA MAGALHÃES TEIXEIRA**

**EFEITO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA OCORRÊNCIA DA FERRUGEM  
ASIÁTICA DA SOJA NA ENTRESSAFRA DE 2009, EM UBERLÂNDIA-MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao curso de Agronomia, da Universidade  
Federal de Uberlândia, para obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 21 de abril de 2010.

Prof. PhD. Lísias Coelho  
Membro da Banca

Prof. M.Sc. Flávia Andrea Nery Silva  
Membro da Banca

---

Prof. Dr. Jonas Jäger Fernandes  
Orientador

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder saúde, entusiasmo, perseverança e força de vontade para que eu pudesse concluir essa etapa tão importante e abençoada da minha vida. Para conseguir finalizar esse sonho passamos por momentos difíceis e desafiadores, mas sabendo que, infelizmente as oportunidades não são iguais para todos, agradeço muito à Deus por me permitir e conceder essa chance.

Aos meus pais João José Marcelino e Maria Madalena Magalhães Teixeira, pela confiança, pelo incentivo, apoio e amor incondicional. Junto comigo, passaram por dificuldades, torceram, compreenderam, ajudaram. Sofreram quando eu sofri e sorriram quando eu sorri. Muito obrigada pelo amor e confiança que só vocês puderam me dar.

A meu querido irmão Leandro Magalhães Teixeira, que pôde me apoiar e ajudar sempre que precisei, sendo um companheiro e torcendo sempre para o meu sucesso.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jonas Jäger Fernandes, que me orientou e compartilhou dos seus conhecimentos, sendo sempre muito atencioso, paciente, cuidadoso e acima de tudo um grande companheiro ao me atender nos momentos mais difíceis e inusitados aos quais passei nos últimos tempos.

Aos membros da banca examinadora: Professores PhD. Lísias Coelho e Prof. M.Sc. Flavia Andrea Nery Silva por aceitarem o convite para examinarem a minha monografia.

Ao professor Cláudio por ceder os dados climatológicos indispensáveis ao meu trabalho.

Aos professores da Universidade Federal de Uberlândia, por todos os dias de trabalho, todos os conhecimentos adquiridos além da amizade e dedicação.

Aos amigos conquistados durante a vida acadêmica, os quais sempre serão pessoas de inestimável valor para mim, serão sempre pessoas a serem lembradas por mim.

A todos da 40ª turma de agronomia, os quais estiveram comigo durante todo o curso de graduação.

## RESUMO

Para estudar o efeito das condições climáticas de Uberlândia – MG na ocorrência de ferrugem asiática, durante o inverno de 2009, foi instalado um experimento na área experimental do Campus Umuarama e no Laboratório de Virologia Vegetal (LAVIV), ambos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 4X2 sendo o primeiro fator o tipo de inoculação e o segundo o cultivar de soja utilizado. Os tratamentos consistiram da combinação de duas fontes de inóculo e duas condições de umidade relativa do ar durante o processo de infecção das plantas por *Phakopsora pachyrhizi*, sendo eles: (1) Inoculação artificial + umidade relativa do ar saturada(100% UR); (2) Inoculação artificial + umidade relativa do ar do dia da inoculação; (3) Inoculação natural + umidade relativa do ar saturada (100% UR); (4) Inoculação natural + umidade relativa do ar do dia da inoculação; Os sub tratamentos foram dois cultivares de soja, a saber: M-SOY 8008RR e M-SOY 8200. O primeiro trifólio das plantas de soja em estágio vegetativo V1 foram inoculados com suspensão de esporos de *P. pachyrhizi*, e após 28 dias coletou-se os folíolos centrais de tais trifólios, os quais foram avaliados quanto a severidade (%), número de lesões necróticas cm<sup>-2</sup> e número de pústulas cm<sup>-2</sup>. A severidade (%) foi estimada pela escala diagramática, enquanto que o número de lesões necróticas/cm<sup>2</sup> e número de pústulas/cm<sup>2</sup> foram estimados com o auxílio de uma lupa no Laboratório de Fitopatologia e Virologia Vegetal (LAVIV). Os resultados obtidos mostraram que a ferrugem ocorreu com maior severidade no tratamento onde houve inoculação artificial e umidade do ar saturada. Além disso, a cultivar M-SOY 8200 apresentou uma maior suscetibilidade à ferrugem asiática. O número de pústulas e de lesões também foi maior nas condições de maior pressão de inóculo e de umidade. Concluiu-se que as condições climáticas ocorridas no período analisado foram favoráveis ao aparecimento da ferrugem asiática em plantas de soja, e as condições de temperatura e umidade formadas dentro das câmaras úmidas foram mais propícias à infecção por *Phakopsora pachyrhizi*. O período correspondente ao vazio sanitário em Minas Gerais apresentou no ano de 2009 condições climáticas ideais para a ocorrência da ferrugem asiática na soja.

**Palavras-chave:** Vazio sanitário, molhamento foliar, epidemiologia.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	8
2.1 A cultura da soja no Brasil .....	8
2.2 A ferrugem asiática.....	9
2.3 Sintomatologia e condições favoráveis .....	10
2.4 Perdas devido à ferrugem .....	11
2.5 Métodos de manejo e controle.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Local e época de realização do experimento.....	14
3.2 Delineamento e parcela experimental.....	14
3.3 Semeadura e tratos culturais .....	15
3.4 Obtenção do inóculo e inoculação.....	15
3.5 Determinação de dados climatológicos .....	16
3.6 Avaliação da infecção da ferrugem asiática da soja.....	17
3.7 Análise Estatística .....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
4.1 Análise do efeito das condições ambientais durante o ensaio de abril a junho.....	18
4.2 Análises do efeito das condições climáticas de campo durante o período do vazio sanitário .....	24
5 CONCLUSÕES .....	25
REFERÊNCIAS .....	26
ANEXO .....	30

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura representa um dos elementos mais fortes na economia do Brasil, e dentro dela destaca-se a principalmente a cultura da soja. Cultivada em diversas regiões tropicais e subtropicais, tendo quais os Estados Unidos (EUA) e o Brasil como os maiores produtores e exportadores mundiais dessa cultura (USDA, 2008/2009). No Brasil, a soja é a principal cultura agrícola destinada à exportação.

A soja constitui, atualmente, assunto de intensa atividade de pesquisa dirigida para a obtenção de informações que possibilitem aumentos de produtividade. A soja no Brasil, até meados dos anos 60, não tinha a importância econômica da cana-de-açúcar, do algodão, do milho, do arroz, do café, da laranja e do feijão. No entanto, a partir do final dos anos 60, o cenário mudou: a soja tornou-se economicamente importante e esse crescimento fez com que o Brasil aumentasse sua participação na produção mundial (CI SOJA, 2006).

Comparando a composição química da soja com a de outros alimentos, fica evidenciada sua superioridade em relação a outros vegetais e a sua equivalência em relação aos produtos animais. A soja é uma excelente fonte de proteínas, com teores consideráveis de vitaminas e sais minerais. A qualidade das proteínas da soja corresponde a 80% do valor das proteínas do leite de vaca (EMBRAPA, 2000). Além disso, desempenha um papel importante na reciclagem de nutrientes do solo, especialmente o nitrogênio.

O potencial produtivo de uma planta é muito influenciado pelo aparecimento de doenças e já foram detectadas na cultura da soja (*Glycine max*) podendo ser de origem fúngica, bacteriana, por nematóides e vírus (YORINORI, 1986). Porém a doença que mais tem preocupado sojicultores de todo o país é a ferrugem asiática. Os prejuízos causados pela perda de produtividade foram de US\$ 1,2 bilhão em 2003/2004, antes da adoção de medidas de controle correto da doença e caíram para US\$ 204,5 milhões na última safra (2008/09) (NUNES, 2009).

As perdas ocorrem principalmente devido à desfolha precoce da planta e conseqüentemente a redução na produção de grãos. Causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd & P.Syd, é muito influenciada pelo ambiente, como clima, temperatura, molhamento foliar contínuo promovido por orvalho ou pela chuva, podendo assim favorecer o desenvolvimento da doença causada por esse fitopatógeno no campo.

Outro fator importante para o desenvolvimento de doenças é o uso de cultivares de ciclo tardio. Em cultivares de ciclo precoce, os fungos têm menos tempo para causar redução da

produtividade, em razão de a cultura ficar menos tempo no campo.

O controle da doença é feito utilizando medidas conjuntas como utilização de cultivares de ciclo precoce e semeaduras no início da época recomendada; a eliminação de plantas de soja voluntárias e a ausência de cultivo de soja na entressafra; o monitoramento da lavoura desde o início do desenvolvimento da cultura e a utilização de fungicidas no aparecimento dos sintomas ou preventivamente (TECNOLOGIAS, 2006).

Na falta de cultivares resistentes, o uso de fungicidas é a melhor medida de controle, mas o uso de fungicidas também é muito importante para manejo da doença em cultivares com resistência. As cultivares utilizadas no Brasil e as épocas de semeadura definem o momento ideal para se fazer o controle químico. Em 2004, estudos mostraram que a ferrugem asiática pode ser controlada eficientemente por fungicidas dos grupos dos triazóis e estrobilurinas e com suas misturas (GODOY; CANTERI, 2004).

Outra medida adotada para o manejo da ferrugem asiática no Brasil é o vazio sanitário. Ele consiste em um período de 90 dias sem o cultivo de soja durante a entressafra. Em 2006, em Mato Grosso e em Goiás, foi estendido para Mato Grosso do Sul, Tocantins, São Paulo, Minas Gerais e Maranhão, seguindo instruções normativas estaduais. Na região do Triângulo Mineiro e em toda Minas Gerais, desde 2007 adota-se o "vazio sanitário" como uma estratégia que visa reduzir o inóculo primário nas primeiras lavouras, da safra que se segue ao período do vazio. Esta medida visa diminuir a possibilidade de incidência da doença no período vegetativo da planta e conseqüentemente reduzindo o número de aplicações de fungicidas contribuindo para abaixar o custo de produção e a contaminação do meio ambiente com agrotóxicos (EMBRAPA, 2007).

Os objetivos deste trabalho foram determinar o efeito das condições climáticas de campo na ocorrência de ferrugem asiática em plantas jovens de soja em um período que a umidade relativa do ar está abaixo da observada nas épocas de safra, antes do vazio sanitário em Minas Gerais e analisar as condições climáticas durante o período do vazio sanitário.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura da soja no Brasil

A soja pertence à família Fabaceae (leguminosa), assim como o feijão, a lentilha e a ervilha. A espécie de soja pertencente ao gênero *Glycine max* (L) Merrill hoje cultivado em todo mundo, é muito diferente das originárias da China onde foi domesticada há mais de 5 mil anos e seu uso era como planta forrageira. Só a partir de 1941 que se passou a cultivar soja para a produção de grãos (ESTEVÃO et al., 2003). O grão é rico em proteínas, cultivado como alimento tanto para humanos quanto para animais.

O crescimento da produção e o aumento da capacidade competitiva da soja brasileira sempre estiveram associados aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. Até o final dos anos 60, a pesquisa com a cultura da soja no Brasil era incipiente e concentrava - se na Região Sul do País, atuando, fundamentalmente, na adaptação de tecnologias (variedades, principalmente) introduzidas dos EUA. O primeiro programa consistente de pesquisa com a soja estabeleceu-se na década de 1950, no Instituto Agrônomo de Campinas, SP. Mas foi no Rio Grande do Sul, uma década mais tarde, que a cultura encontrou condições para se estabelecer e expandir como lavoura comercial, para isso foi fundamental a boa adaptação que as cultivares introduzidas dos EUA tiveram para as condições do sul do Brasil (EMBRAPA, 2004).

Em 1980, a região sul era a maior região produtora do Brasil, concentrando mais de 80% do volume produzido no país. A partir daí, esse crescimento explosivo também se repetiu na região Centro-Oeste tendendo a ocupar um espaço cada vez maior a cada nova safra. Esta ampliação das fronteiras levou o Estado do Mato Grosso a líder nacional de produção e produtividade da soja (ESTEVÃO et al., 2003). Entre suas principais utilidades está o suprimento da demanda mundial de óleos vegetais e a produção de ração para a alimentação de bovinos, suínos e aves. Em 2002, a leguminosa respondia por 54% do volume de produção de grãos entre as culturas oleaginosas, 64% dos farelos protéicos, 29% dos óleos vegetais e 52% do total de óleos mais farelos (BALARDIN, 2002).

Na safra 2008/2009, o Brasil foi o segundo maior produtor mundial de soja. De acordo com a CONAB (2010), nesta safra, a cultura ocupou uma área de 21,74 milhões de hectares que totalizou uma produção de 57,16 milhões de toneladas. Segundo dados de Gomes e Sologuren (2010), os Estados Unidos, maior produtor mundial do grão, responderam em 2009/2010 pela produção de 91,5 milhões de toneladas de soja. A produtividade média no

Brasil em 2009 foi de 2.798 kg ha<sup>-1</sup> e com uma produção de 64.019 milhões de toneladas. O Estado do Mato Grosso, maior produtor de soja do país obteve uma produção de 18.480 milhões de toneladas sendo sua produtividade média 3.080 kg ha<sup>-1</sup> em 2009/2010.

## 2.2 A ferrugem asiática

A Ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* identificada pela primeira vez no Brasil causando dano econômico na safra 2000/2001 a doença espalhou-se rapidamente para diversos Estados causando enormes prejuízos aos produtores. É Uma doença que causa grandes danos comerciais reduzindo a produtividade da soja através da desfolha precoce da planta que irá ocasionar uma redução na produção de grãos. A interferência ambiental, como o clima e a temperatura é um importante componente para determinar a gravidade da doença na lavoura (JULIATTI et al., 2005).

Em 1989, Sinclair e Backman mostraram que houve perdas de até 40% no Japão; de 10% a 50%, no Sul da China; 10% a 40%, na Tailândia e 23% a 90%, em Taiwan. Austrália, Índia, Indonésia, Filipinas, Taiwan, Américas e África também tiveram suas lavouras afetadas pela ferrugem da soja. Nas Américas a enfermidade foi primeiramente encontrada em plantações experimentais em Porto Rico em 1976 e posteriormente em culturas da Costa Rica, Brasil e Colômbia (BONDE; BROWN, 1980).

Quando chegou às lavouras do sul do continente, alastrou-se rapidamente pela Argentina em 2002 no Brasil e Paraguai em 2001. Em menos três safras, disseminou-se por quase toda a área de soja do Paraguai e 80% das regiões de cultivo do Brasil (YORINORI et al., 2003). Hartman et al. (1999) citam que a cultura é infectada por duas espécies de fungos do gênero *Phakopsora*, as quais causam a doença conhecida como ferrugem: *P. meibomiae* (Arthur) Arthur e *P. pachyrhizi* Sydow & Sid. Segundo o autor, a *P. meibomiae* (Arthur) Arthur é nativa do Continente Americano, com ocorrência em leguminosas silvestres e cultivadas desde Porto Rico até o sul do Estado do Paraná (Ponta Grossa). Este patógeno, encontram-se presente na maioria dos países asiáticos e Austrália, estando ausente nas Américas até a safra 1999/2000.

Deslandes (1979) relatou o primeiro foco de *P. pachyrhizi* em soja no Brasil. Sua observação ocorreu em plantações experimentais nas cultivares Paraná, Santa Rosa, IAC -2, e UFV-1 em Lavras, Minas Gerais. Depois disso, iniciaram-se inspeções também nos estados do Espírito Santo, São Paulo e Paraná sendo o fungo encontrado em tais Estados, exceto no

Paraná (CHAVES e DO VALE, 1981). Dois anos mais tarde focos de ferrugem asiática da soja foram encontrados em São Gotardo – MG à 1000m de altitude, porém nesse mesmo ano foi observada uma grande infestação da doença no Alto Paranaíba , região noroeste de Minas Gerais. Assim, a doença foi se alastrando por Minas Gerais e Distrito Federal (BROMFIELD, 1984). Na safra 2001/2002, a doença foi constatada nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, sendo que os Municípios mais atingidos foram Passo Fundo, Cruz Alta e Cruzaltina (RS); Ortigueira, Ponta Grossa e Guarapuava (PR); Chapadão do Sul, Costa Rica e São Gabriel do Oeste (MS); Chapadão do Céu, Rio Verde, Jataí, Mineiros, Portelândia e Santa Rita do Araguaia (GO) e Alto Taquari, Alto Araguaia e Alto Garças (MT). Lavouras atingidas nessas localidades perderam até 70% da produtividade (840 a 900 kg ha<sup>-1</sup>), conforme descrito por Yorinori e Paiva (2002).

Na safra 2009/2010 o Consórcio antiferrugem registrou focos nos estados do Paraná, Bahia, Goiás, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Santa Catarina, Minas Gerais, São Paulo, Rondônia e Maranhão.

### **2.3 Sintomatologia e condições favoráveis**

O agente da ferrugem asiática, *Phakopsora pachyrhizi*, é um parasita obrigatório, ou seja, precisa de um hospedeiro vivo para sobreviver e sua disseminação a longas distâncias é feita pelo vento. Mais de 95 espécies e plantas de 42 gêneros da família Fabaceae são hospedeiras do fungo (JULIATTI et al., 2004).

A infecção causada por *Phakopsora pachyrhizi* no tecido vegetal se caracteriza por minúsculos pontos mais escuros do que o tecido sadio da folha, com coloração de esverdeada a cinza-esverdeada que são melhor observadas quando posicionadas contra a luz ou claridade. No verso da folha, observa-se inicialmente uma minúscula protuberância, semelhante à uma verruga, chamada de urédia ou pústulas sendo esta, o corpo de frutificação do fungo. Com o passar do tempo, as urédias vão escurecendo passando de castanho-clara a castanho-escura. Cada lesão pode conter uma ou várias pústulas (EMBRAPA, 2004). Os uredósporos são claros (hialinos) e com o tempo se tornam mais escuros. Como são muito leves são carregados pelo vento após a esporulação. De acordo com Hartman et al. (1991) as lesões podem variar de acordo com a coloração das pústulas. A lesão tipo TAN possui pústulas de coloração clara, a lesão do tipo RB apresenta urédias castanho-avermelhadas facilmente observadas em ambas

as faces da folha. Uredósporos do fungo podem sobreviver até 50 dias (JULIATTI et al., 2004).

Entre os parâmetros meteorológicos que influenciam na ocorrência de processos epidêmicos, podem ser citados como principais a duração do período de molhamento, a temperatura do ar durante este período de molhamento, seguido da umidade relativa do ar, precipitação pluvial e vento (ZAHLER et al., 1991). Segundo Marchetti et al., (1976) a presença do molhamento é fundamental para a ocorrência da doença, já que a presença ou ausência da água livre na superfície foliar determina a possibilidade de germinação dos esporos e conseqüentemente a ocorrência da infecção.

Em 1991, Zahler et al destacaram os principais parâmetros meteorológicos que influenciam na epidemia: período de molhamento, temperatura do ar, umidade relativa do ar, chuva e vento. A presença ou ausência de água livre determina a germinação dos esporos e conseqüentemente a ocorrência de infecção. Os uredósporos de *P. pachyrhizi* são capazes de germinar numa faixa ampla de temperatura, sendo verificada entre 7° e 28°C, com faixa ótima de 15° e 25°C, e ainda o período de molhamento foliar a partir de 6 horas aparecendo infecções máximas entre 10 e 12 horas de molhamento (Marchetti et al., 1976). Estes últimos autores também informam que o agente da ferrugem asiática da soja pode penetrar diretamente através da cutícula e epiderme, e consideram que esta via de penetração torna a infecção da planta por *Phakopsora pachyrhizi* mais rápida e fácil.

#### **2.4 Perdas devido à ferrugem**

Sinclair e Hartman (1996), estudando as perdas devido à ferrugem mostraram que na Austrália e Índia elas foram de 80% e 90% no rendimento, assim como em Taiwan há registro de perdas entre 70 e 80%. Na primeira ocorrência no Paraguai (2000/2001), foram registradas perdas acima de 1100 kg ha<sup>-1</sup>. Segundo Yorinori (2003), no Brasil, safra 2001/2002, as perdas de rendimento variaram de 30-75% nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Paraná e Rio Grande do Sul. Lavouras severamente atingidas tiveram reduções de rendimento entre 55 a 60 sacos por hectare, para 14 a 15 sacos (840 - 900 kg ha<sup>-1</sup>).

O fungo, muito agressivo, pode causar rápido amarelecimento e queda prematura de folha causando danos na formação das vagens e enchimento de grãos (YANG et al., 1991). No Brasil, em 2002/2003 as perdas de produção atingiram 3,4 milhões de toneladas. O volume de grãos perdidos com a ferrugem começou a diminuir na safra 2005/2006, caindo

para 2,9 milhões de toneladas chegando a 2,2 milhões na safra 2006/2007. Finalmente, na última safra – 2007/2008, as perdas caíram para 418 mil toneladas de grãos (EMBRAPA, 2008). Os prejuízos causados pela perda de produtividade foram de US\$ 1,2 bilhão em 2003/2004, antes da adoção de medidas de controle correto da doença e caíram para US\$ 204,5 milhões na safra 2008/09 (NUNES, 2009). De acordo com a EMBRAPA (2009) as perdas em grãos, ocasionadas pela ferrugem, vêm diminuindo nos últimos anos, mas ainda ocorrem sendo que essa diminuição na safra 2009 foram motivadas pela ampla adoção do vazio sanitário e pela estiagem, no início da safra.

Segundo Utiamada em 2003, as perdas efetivas com a ferrugem asiática em cinco áreas comerciais nos Estados da Bahia e Minas Gerais, foram altas em todas as áreas avaliadas, promovendo desfolha antecipada, reduzindo do ciclo da cultura e o rendimento e peso de 1000 grãos, com as perdas variando de 27 a 64%.

O número excessivo de aplicações pode comprometer a rentabilidade da cultura, principalmente quando os programas de aplicações forem implantados tardiamente ou quando as condições climáticas inviabilizarem as operações de controle.

O custo do controle químico da ferrugem asiática é composto por duas partes: pulverização (máquina) e fungicida. Uma aplicação de fungicida em 2008/2009 apresentou custo médio de R\$ 40,75 por hectare segundo a EMBRAPA (2009).

Outro fator importante relacionado ao uso de fungicidas é a possibilidade do aparecimento de resistência aos mesmos. A resistência é uma alteração herdável e estável em um fungo como resposta à aplicação do fungicida, resultando numa redução da sensibilidade ao produto. Os fatores que podem acarretar o surgimento de isolados de *Phakopsora pachyrhizi* resistente aos fungicidas são a utilização de fungicidas como única forma de controle, utilização em áreas extensas, utilização de fungicidas com sítio específico, aplicações repetitivas do mesmo produto, utilização erradicante do produto e características inerentes ao patógeno (nº gerações; esporulação) (EMBRAPA, 2007).

## **2.5 Métodos de manejo e controle**

No manejo integrado de doenças, uma das estratégias preconizadas é o uso de cultivares resistentes. Estas normalmente são desenvolvidas pela transferência de alelos de resistência de fontes exóticas e, muitas vezes, não adaptadas, para cultivares elite. Essa estratégia vem sendo usada com sucesso, em programas de melhoramento, há várias décadas. A resistência parcial é muito mais durável e estável para patógenos com variabilidade

(JULLIATI et al., 2003), e tem como características a redução da taxa da epidemia através da diminuição do número e tamanho das lesões, a diminuição da produção de urediniosporos e o aumento do período latente. Isso faz com que a população do patógeno seja reduzida, diminuindo a quantidade de inóculo e, conseqüentemente, a doença (WANG et al.,1992).

O vazio sanitário é uma medida fitossanitária recomendada por uma pesquisa oficial (Embrapa e Epamig), que orienta a eliminação do hospedeiro – a soja – para se reduzir o fungo causador da doença ferrugem asiática. Desta forma, é possível diminuir a incidência da doença no período vegetativo e, conseqüentemente, reduzir o número de aplicações de fungicida para controle.

Outra medida de controle é a semeadura no início da época recomendada e/ou utilização de cultivares precoces tendo como objetivo o escape da época de maior quantidade de inóculo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e época de realização do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental no Campus Umuarama e no Laboratório de Virologia Vegetal (LAVIV), ambos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, de abril a junho de 2009. Esta área experimental foi selecionada devido ao isolamento epidemiológico do local reduzindo ao mínimo possível a existência de inóculo primário de *Phakopsora pachyrhizi* na área da montagem do experimento.

#### 3.2 Delineamento e parcela experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 4X2 sendo o primeiro fator o tipo de inoculação e o segundo o cultivar de soja utilizado. As parcelas foram sub-divididas, sendo que cada sub-parcela recebeu duas linhas de um metro linear, espaçadas de 0,40 m com 18 plantas m<sup>-1</sup>. Estas parcelas receberam quatro tratamentos, dois sub-tratamentos e quatro repetições, em esquema fatorial. Os tratamentos consistiram da combinação de duas fontes de inóculo e duas condições de umidade relativa do ar durante o processo de infecção das plantas por *Phakopsora pachyrhizi*, sendo eles:

- (1) Inoculação artificial + umidade relativa do ar saturada(100% UR);
- (2) Inoculação artificial + umidade relativa do ar da noite do dia da inoculação;
- (3) Inoculação natural + umidade relativa do ar saturada (100% UR);
- (4) Inoculação natural + umidade relativa do ar da noite do dia da inoculação;

Os sub tratamentos foram dois cultivares de soja, foram M-SOY 8008RR e M-SOY 8200 sendo o segundo convencional e o outro transgênico, ambos utilizados e recomendados para a região do Triângulo Mineiro.

Para a avaliação foram escolhidas 4 plantas ao acaso dentro de cada sub-parcela, e em cada uma delas foi coletado o folíolo central do primeiro trifólio para quantificação das variáveis mencionadas no item 3.6.

### 3.3 Semeadura e tratos culturais

A área foi preparada por meio de capina manual e revolvimento do solo até a profundidade aproximada de 10 cm, seguida de abertura dos sulcos e aplicação de adubo químico. A adubação foi feita de forma manual, com adubo NPK 8-28-16 na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> colocado 3 a 4 cm abaixo das sementes. A semeadura foi realizada na densidade de 20 a 25 sementes m<sup>-1</sup> linear, a 2 a 3 cm de profundidade, e após a emergência das plântulas foi realizado o desbaste para 18 plantas m<sup>-1</sup>. Todo o manejo de plantas infestantes e adubação de cobertura com 100 kg de sulfato de amônia ha<sup>-1</sup>, foi feito de forma manual. A irrigação foi feita por meio de aspersão em dias alternados por aproximadamente 15 minutos no período da tarde para garantir a germinação e desenvolvimento das plantas.

### 3.4 Obtenção do inóculo e inoculação

O inóculo foi obtido de folhas de soja com ferrugem asiática coletadas em plantas cultivadas na Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia. As folhas foram agitadas com água destilada contendo aproximadamente 0,005% de Tween 20 por 3 a 4 vezes para remoção e dispersão dos uredósporos de *P. pachyrhizi* presentes em soros urediniais dos folíolos frescos. Após a remoção a concentração dos uredósporos foi determinada em câmara de Neubauer, e calibrada para a concentração de 100.000 uredósporos mL<sup>-1</sup>.

A inoculação artificial foi realizada no dia 19 de maio de 2009 pela pulverização da suspensão de inóculo na parte aérea das plantas com pulverizador manual sobre as plantas de soja em estádios V1 (Primeiro nó formado) conforme a Escala Fenológica de Fehr e Caviness (1977) no final do dia 19/04 entre 17:00 e 18:00h . A pulverização com uredósporos foi realizada com gotas de tamanho médio, na parte superior e inferior dos folíolos com pouca pressão para evitar deriva da suspensão dos uredósporos. Além disso, antes da inoculação artificial as parcelas dos tratamentos 03 e 04, inoculação natural, foram protegidas com plástico. Imediatamente após a inoculação, as plantas do tratamento com umidade relativa saturada (100% de UR) receberam bandejas com água e foram cobertas com plástico preto, de modo a formar uma câmara úmida, como na Figura 1, durante o período da noite (overnight), por um período de aproximadamente 18 horas.

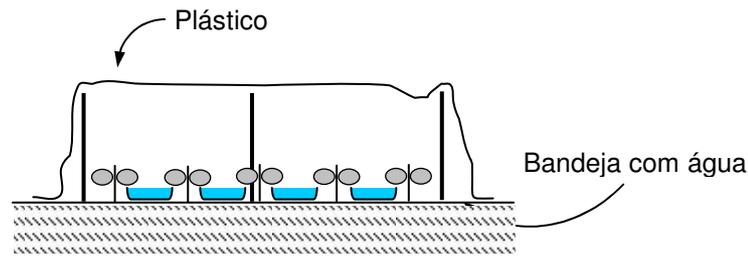


Figura 1. Ambiente com 100% de UR

### 3.5 Determinação de dados climatológicos

As temperaturas das câmaras úmidas e da área experimental foram determinadas em dois termômetros de máxima e de mínima. O primeiro localizado no interior de uma das parcelas cobertas com plástico, iniciando-se a medição imediatamente após a inoculação e montagem da câmara úmida e durante todo o período que ela ficou montada, compreendendo o período da noite e parte da manhã do dia seguinte, para a determinação das temperaturas máximas e mínimas nestas condições. O segundo estava localizado na área experimental, aproximadamente 50 metros das parcelas com plantas de soja, para determinação diária das temperaturas máxima e mínima do ar durante a condução do ensaio.

Além disso, foram coletados dados das estações climatológicas da Universidade Federal de Uberlândia, a primeira localizada no Campus Santa Mônica e a segunda na Fazenda Experimental do Glória, durante os períodos de realização do ensaio, de 15 de maio a 19 de junho de 2009, e do vazio sanitário da soja em Minas Gerais, de 01 julho a 30 de setembro de 2009.

O cálculo da temperatura no ponto de orvalho foi determinado pela expressão

$$T_0 = \frac{273,3 \text{ Log}[e_a/0,6108]}{7,5 - \text{Log}[e_a/0,6108]} \dots\dots\dots 1$$

$T_0$  = temperatura no ponto de orvalho..... °C

$e_a$  = pressão parcial de vapor.....kPa

### **3.6 Avaliação da infecção da ferrugem asiática da soja**

As avaliações realizadas foram: número de pústulas  $\text{cm}^{-2}$  (NUP), número de lesões necróticas  $\text{cm}^{-2}$  (NUL) e % de severidade (SEV), determinados no folíolo central do primeiro trifólio das plantas de soja. Para a estimativa da severidade da ferrugem da soja utilizou-se a escala diagramática de Godoy et al. (2000). Estas avaliações foram realizadas 28 dias após a inoculação artificial e montagem da câmara úmida.

### **3.7 Análise Estatística**

A análise de variância e a comparação das médias foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância, utilizando o software Sisvar, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2000). Para realizar estas análises os dados foram transformados pela fórmula raiz quadrada de  $(x + 0,5)$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise do efeito das condições ambientais durante o ensaio de abril a junho

Durante o período da câmara úmida a temperatura mínima do ar dentro da câmara foi de 15°C, durante a noite imediatamente após inoculação, e atingindo 40 °C durante o período da manhã do dia seguinte a inoculação, antes de da retirada do plástico. No interior da câmara úmida a umidade do ar era alta conforme esperado, houve molhamento foliar, fato observado durante a retirada dos plásticos da câmara úmida. Na área experimental, próximo às plantas de soja inoculadas, registrou-se na noite do dia da montagem do experimento a temperatura mínima de 17,7°C e a máxima do dia seguinte foi de 25,7°C, conforme observado na Figura 1 e dados reais apresentados no Anexo. A umidade relativa máxima do ar na área experimental foi de 81,0% na noite de montagem do experimento, e no dia seguinte a umidade relativa mínima foi de 37,0% durante o dia , sendo a média foi de 61,7% (Figura 1). Nesta data, a temperatura mínima foi superior à temperatura no ponto de orvalho (Anexo), não devendo ter ocorrido molhamento foliar. Além disto, esta tendência no ambiente local permaneceu a mesma até o dia da avaliação da doença (Figura 2).

Melching et al. (1989) estudando a epidemiologia da ferrugem asiática da soja (*P. pachyrhizi*) em diferentes condições de molhamento foliar e temperatura, obtiveram resultados em que variedades de soja susceptíveis inoculadas com uredósporos viáveis não desenvolveram os sintomas de ferrugem sob períodos de orvalho menores que 6 horas, e que poucas lesões primárias desenvolveram-se em temperaturas de 18, 20, 23 e 26,5°C. Eles também observaram que depois de 8 horas de orvalho a 18-26,5°C a intensidade das lesões foi 10 vezes maior do que aquela observada com 6 horas de orvalho nas temperaturas correspondentes. A crescente duração do orvalho de 12 a 16 horas não resultou em aumento significativo na intensidade da ferrugem, mesmo sob as temperaturas mais favoráveis (18-26,5°C). Já Sinclair e Backman (1989) afirmaram que para ocorrer a infecção é necessário temperaturas entre 20 e 25°C sendo estas consideradas ótimas e a disponibilidade de água livre sobre a superfície da planta de pelo menos 6 horas após a deposição do esporo na mesma, sendo que quanto maior a duração do molhamento foliar, maiores foram as chances de sucesso no estabelecimento da infecção. Já Vale et al. (1990) estudando o efeito da temperatura e duração do molhamento foliar sobre a infecção de *P. pachyrhizi* na cultivar Paraná, observaram o número máximo de lesões.cm<sup>-2</sup> de área foliar sob temperatura de 20 °C, com 24 horas de molhamento na superfície foliar, ou seja, todos esses autores citam

temperaturas próximas a 20 °C, embora em alguns casos próxima a 25 °C, como a ideal para ocorrer a maior intensidade da doença, sempre com maiores períodos de molhamento foliar.

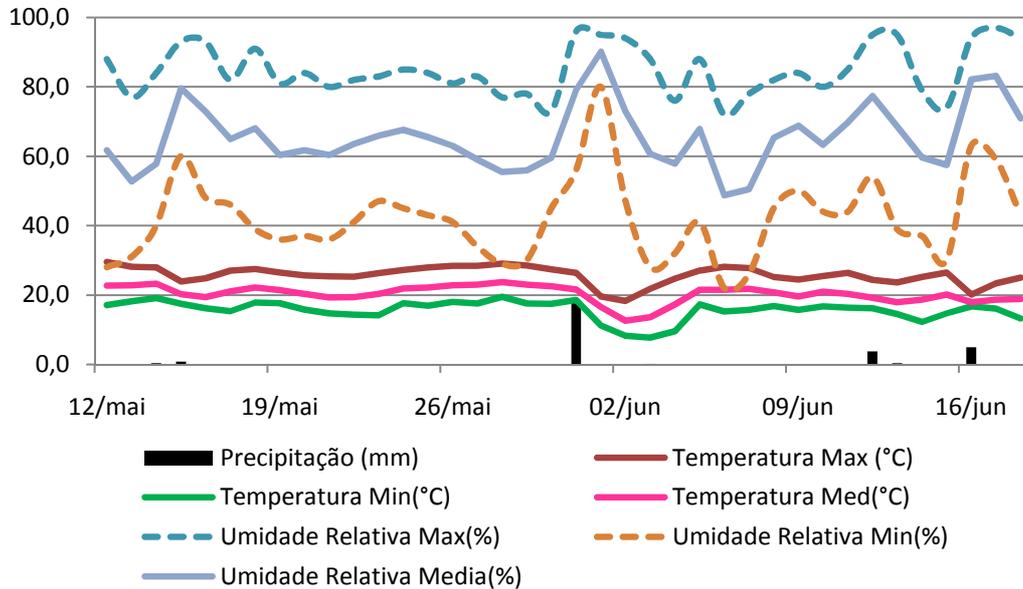


Figura 2. Dados climáticos coletados na Estação Uberlândia pertencente ao 5° DISME/ INMET, Uberlândia – MG.

A Figura 3 mostra a relação entre a temperatura mínima e a temperatura do ponto de orvalho calculadas em função da temperatura mínima registradas para o período de abril a junho de 2009. De acordo com o gráfico, percebe-se que as temperaturas mínimas foram em geral superiores às temperaturas no ponto de orvalho, mostrando que nas condições ambientais desse período provavelmente não ocorreu orvalho na maioria dos dias analisado, inclusive na noite da inoculação, com exceção dos dias 16/04, 04/05, 05/05 e 01/06, onde deve ter ocorrido formação de orvalho. Portanto nesses dias, deve ter ocorrido orvalho na superfície da planta favorecendo a infecção de *P. pachyrhiz* em plantas de soja.

Por outro lado, Juliatti et al., (2004) afirmam que a infecção de *P. packirizi* em soja também ocorre sob temperaturas entre 15 e 28°C e umidade relativa do ar entre 75 e 80%, e que períodos prolongados de orvalho e alta umidade são favoráveis para o desenvolvimento da doença na lavoura.

Portanto, comparando os resultados observados neste experimento com os dados da literatura, pode-se afirmar que as condições internas das câmaras umidades foram favoráveis a infecção de *P. pachyrhizi* nas plantas de soja, incluindo a formação de água líquida sobre as

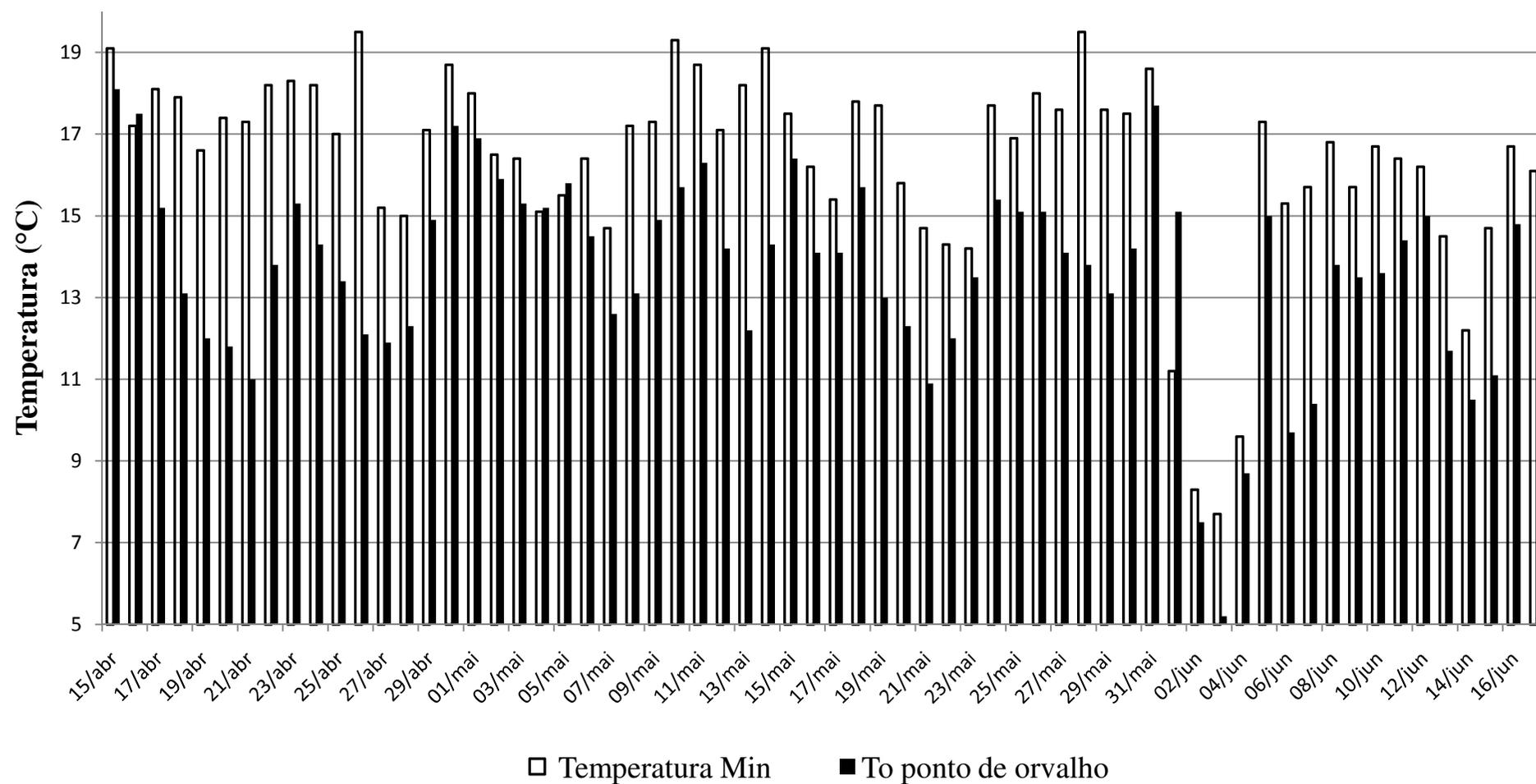


Figura 4. Comparação de temperaturas no ponto de orvalho com as temperaturas mínimas registradas no período analisado, calculado com base na pressão parcial de vapor (ea) com dados coletados na Estação Uberlândia pertencente ao 5° DISME/ INMET, Uberlândia – MG. -

folhas das plantas. Também, pode-se afirmar que as condições ambientais do local da área experimental foram favoráveis a ocorrência da ferrugem nas plantas de soja que não foram cobertas com plástico. Contudo, pode-se dizer que as condições do ambiente local, naquele dia, foram menos favoráveis do que as condições dentro das câmaras úmidas, pois a umidade do ar na área experimental foi sempre inferior a 81,0%. Outra consideração importante a ser mencionada é que as condições do ambiente local também favoreceram a ocorrência de infecções secundárias da doença, mas elas também foram menos favoráveis do que na condição de câmara úmida no dia da inoculação artificial.

A Tabela 1 apresenta o resumo da análise de variância dos dados do número de pústulas  $\text{cm}^{-2}$ , número de lesões necróticas  $\text{cm}^{-2}$  e Severidade (%) pelo teste de F. Pode-se observar que os tratamentos foram significativamente diferentes para as três variáveis analisadas. Para os sub-tratamento cultivar o efeito foi significativamente diferente para o número de lesões  $\text{cm}^{-2}$  e não significativo para as outras duas variáveis analisadas. Quanto à interação tratamento e cultivares ocorreram diferenças significativas nas três variáveis avaliadas.

Tabela 1. Análise de variância do número de pústulas  $\text{cm}^{-2}$ , número de lesões necróticas  $\text{cm}^{-2}$  e Severidade (%) da ferrugem asiática em plantas de soja inoculadas de forma natural ou artificial e mantidas sob umidade relativa do ar natural ou saturada a 100%. UFU, Uberlândia, 2009.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio <sup>4</sup>		
		SEV <sup>1</sup>	NUL <sup>2</sup>	NUP <sup>3</sup>
Tratamento	3	7,025994**	4,234195**	47,39304**
Cultivar	1	1,245913 <sup>NS</sup>	1,117691**	10,29286 <sup>NS</sup>
Tratamento*Cultivar	3	0,962609**	0,870977**	7,587036*
Repetição	3	0,194449 <sup>NS</sup>	0,088441 <sup>NS</sup>	0,819199 <sup>NS</sup>
Erro	21	0,134958	0,072284	1,162019
CV(%)		23,83	19,04	38,61

(<sup>1</sup>) SEV = % severidade

(<sup>2</sup>) NUL = número de lesões necróticas  $\text{cm}^{-2}$

(<sup>3</sup>) NUP = número de pústulas  $\text{cm}^{-2}$

(<sup>4</sup>) Dados transformados pela raiz quadrada de  $(x + 0,5)$

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

(<sup>NS</sup>) Não significativo a 5% de significância.

A Tabela 2 apresenta a comparação de média das variáveis considerando a interação dos tratamentos e os cultivares. Pode-se observar que a ferrugem ocorreu com maior severidade no tratamento onde houve inoculação artificial e umidade do ar saturada. Além

disso, a cultivar MSOY 8200 apresentou uma maior suscetibilidade à ferrugem asiática. O número de pústulas e de lesões também foi maior nas condições de maior pressão de inóculo e de umidade.

Tabela 2. Tabela de comparação de médias do número de pústulas  $\text{cm}^{-2}$ , número de lesões necróticas  $\text{cm}^{-2}$  e Severidade (%) da ferrugem asiática em duas cultivares de soja, UFU, Uberlândia, 2009.

Tratamento <sup>1</sup>	SEV <sup>2</sup>		NUP <sup>3</sup>		NUL <sup>4</sup>	
	Msoy 08	Msoy 82	Msoy 08	Msoy 82	Msoy 08	Msoy 82
Inoc Art. + UR - 100%	4,47 bA	12,89bB	19,30aA	69,55bB	2,88bA	9,29bB
Inoc Art. + UR natural	0,59aA	0,91aA	1,63aA	5,11aA	0,46abA	1,40aA
Inoc Nat + UR-100%	0,59aA	0,58aA	0,66aA	1,13aA	0,029abA	0,27aA
Inoc Nat + UR-natural	0,59aA	0,58aA	3,11aA	1,43aA	0,80abA	0,46aA
CV(%)	<b>23,83</b>		<b>38,61</b>		<b>19,04</b>	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

<sup>(2)</sup> SEV = % severidade

<sup>(3)</sup> NUP = número de pústulas  $\text{cm}^{-2}$

<sup>(4)</sup> NUL = número de lesões necróticas  $\text{cm}^{-2}$

Conforme discutido anteriormente, a temperatura e a umidade relativa são dois fatores importantes para a ocorrência da ferrugem. Destes, o molhamento foliar, principalmente pela formação de orvalho, é determinante na ocorrência da doença com maior intensidade do que em outras condições ambientais. Com base nisso, observou-se que nos tratamentos onde houve formação de câmara úmida, a severidade da doença, o número de pústulas e número de lesões foi maior devido ao molhamento foliar obtido com o sistema fechado, concordando com Melching et al. (1989) que estudou a epidemiologia da ferrugem asiática.

Em relação ao número de pústula, para o cultivar MSOY 8008 (Tabela 1) não houve diferença estatística entre os tratamentos, mostrando que, apesar de se observar uma maior severidade onde há pressão de inóculo e umidade forçada, a quantidade de pústulas não foi estatisticamente diferente em nenhum dos 4 tratamentos. Porém ao se analisar essa variável em relação às cultivares testadas, é possível verificar que houve diferença estatística entre as mesmas, mostrando que a cultivar convencional MSOY 8200 é mais suscetível que a transgênica MSOY8008RR. Pois o número de pústulas formadas na cultivar convencional foi estatisticamente maior no tratamento onde houve inoculação artificial e câmara úmida.

Ainda considerando o tratamento com Inoculação Artificial e UR 100% o mesmo ocorreu para a variável número de lesões, os tratamentos propostos não apresentaram diferença estatística na cultivar MSOY8008, porém MSOY8200 se apresentou mais suscetível

se diferenciando da transgênica no tratamento que incluía fonte de inóculo artificial e umidade do ar saturada e dos outros tratamentos aos quais a mesma foi submetida.

A severidade, número de lesões e esporulação, foram favorecidas quando a temperatura encontrou-se na faixa de 20°C como pode ser observado no gráfico, que mostra a curva de temperatura nessa faixa em todo o período de avaliação, ocorrendo um decréscimo na mesma por um período curto, próximo à semana do dia 02 de junho. No dia da inoculação, a temperatura média foi de 21,5 °C e a umidade relativa média foi de 60,3% como pode ser observado no Anexo.

Assim, as condições de temperatura noturna foram favoráveis à infecção e ao aparecimento da ferrugem, pois a inoculação foi feita num período onde as temperaturas mínimas variaram de 7,7 a 19,5°C e a umidade relativa máxima ficou entre 72,0 e 96,0% proporcionando molhamento foliar necessário ao aparecimento da doença, como mostrado por Marchetti, et al. (1976) ao estudar o efeito da temperatura e duração do período de molhamento na germinação e infecção por uredíniosporos de *Phakopsora pachyrhizi*. Este trabalho mostrou que o fungo foi capaz de germinar entre as temperaturas de 7° e 28°C, com faixa ótima de 15° a 25°C e taxas de infecção máximas ocorreram entre 10 a 12 h de molhamento.

As condições de molhamento foliar, formada pelo orvalho ou nevoeiro, e temperatura noturna foram suficientes para que o fungo se desenvolvesse nas plantas de soja inoculadas ou não inoculadas e mantidas em ambiente natural, demonstrando que as condições ambientais do período analisado, são propícias à infecção e desenvolvimento da doença, sendo conseguida condição de epidemia maior nas parcelas onde houve maior pressão de inóculo e umidade e menor nas condições ambientais naturais. De acordo com a Tabela 2, os tratamentos onde houve inoculação artificial e plantas mantidas sob umidade relativa do ar não diferiram do tratamento onde não foi realizada inoculação artificial de uredósporos de *P. pachyrhizi* mantido também sob umidade relativa do ar, como pode ser observado na Tabela 1, pois a condição ambiental não permitiu que o quadro evoluísse no tratamento com maior pressão de inóculo, tornando-o diferente dos demais.

A umidade relativa do ar formada pela câmara úmida foi suficiente para que ocorresse a germinação dos esporos e desenvolvesse a infecção, uma vez que essa umidade provocou um molhamento foliar de 18 horas quando a temperatura encontrava-se na faixa de 15 a 40°C mostrando coerência nos trabalhos de Melching et al. (1989) onde houve o aparecimento da ferrugem em plantas inoculadas e submetidas a pelo menos 8 horas de molhamento foliar e temperatura de 18 a 26,5°C.

## 4.2 Análises do efeito das condições climáticas de campo durante o período do vazio sanitário

O vazio sanitário é um período de ausência total de plantas vivas de soja, excluindo-se as áreas de pesquisa científica e produção de sementes genéticas, devidamente monitorada e controlada. Durante o período do Vazio Sanitário, que vai de 1º de julho a 30 de setembro, todas as plantas de soja existentes na propriedade devem ser erradicadas, por meio de produtos químicos ou equipamentos (EPAMIG, 2008). A Figura 04, mostra os dados climáticos de Uberlândia – MG durante o período de vazio sanitário para controle do inoculo inicial de ferrugem asiática na cultura da soja. Em relação à temperatura, observas-se que o período é favorável ao aparecimento da doença, pois a média gira em torno de 20°C, apresentando assim como condição térmica ideal. A umidade relativa, também proporciona períodos de molhamento foliar que favorecem o aparecimento da doença, seja por presença de chuva ou orvalho. Nos meses de agosto, ocorrem grandes precipitações e em julho apesar da haver uma estiagem, a umidade relativa máxima fica entre 60 e 80%, formando orvalho na madrugada e permitindo ocorrência de infecção. Diante disso, entende-se a importância do vazio sanitário para controle do inoculo inicial da ferrugem asiática em plantas de soja.

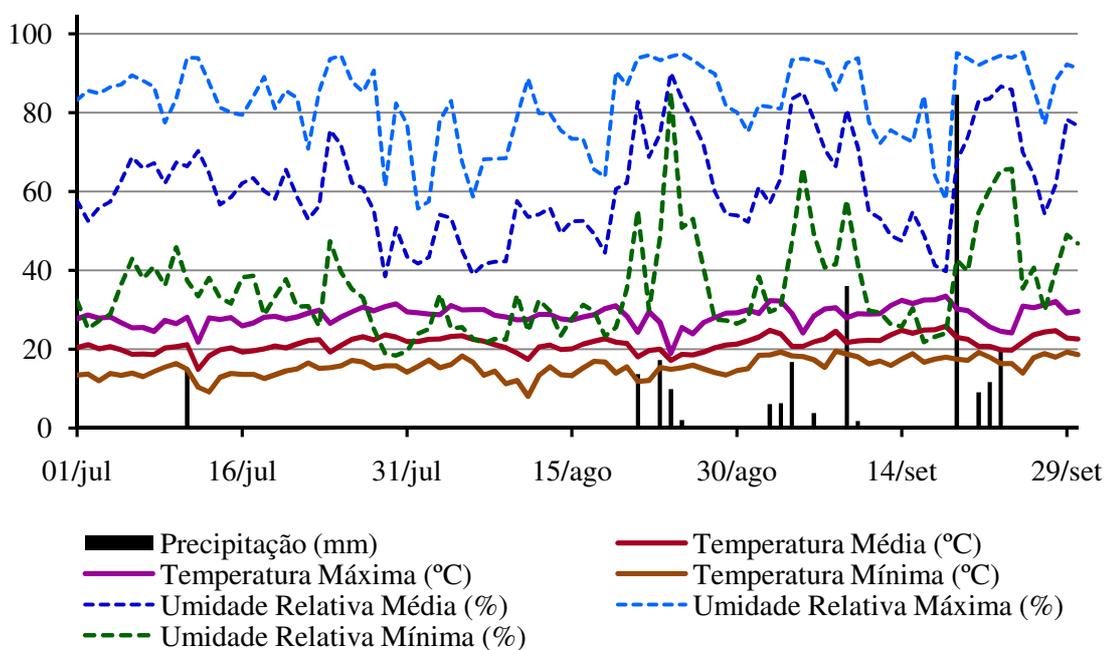


Figura 4. Dados climáticos da estação Agrometeorológica da Fazenda Experimental do Gloria coletados durante o período de vazio sanitário da soja em 2009, para controle do inóculo inicial da ferrugem asiática nesta hospedeira.

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos concluiu-se que as condições climáticas ocorridas no período analisado foram favoráveis ao aparecimento da ferrugem asiática em plantas jovens de soja.

As condições de temperatura e umidade formadas dentro das câmaras úmidas foram mais propícias à infecção por *Phakopsora pachyrhizi*, do que pelas condições naturais do ambiente, porém houve aparecimento da doença em ambos os sistemas.

O período correspondente ao vazio sanitário em Minas Gerais apresentou no ano de 2009 condições climáticas favoráveis para a ocorrência da ferrugem asiática na soja, sendo de extrema importância o cumprimento dessa lei para redução do inóculo inicial desse fitopatógeno.

As condições climáticas do período do vazio sanitário foram semelhantes às condições do período de maio a junho, período do ensaio.

## REFERÊNCIAS

- BALARDIN, R. S. **Doenças da Soja**. Santa Maria: Edição do Autor, 2002. 100p.
- BONDE, M. R.; BROWN M. F. Morphological comparison of isolates of *Phakopsora pachyrizi* from different areas of the world. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa v.26, p.1443-1449, 1980.
- BROMFIELD, K.R. **Soybean rust**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1984. 64p. (Monograph, 11).
- BROMFIELD, K.R. World soybean rust situation. In: HILL, L. D. (ed.) **World Soybean Research: proceedings of the world soybean research conference**. Danville: The Interstate Printers and Publishers, 1976. p.491-500.
- CHAVES, G. M.; DO VALE. F. X. R. Research on soybean rust in Brazil. **Soybean Rust News**, Piracicaba, v.4, p.6-10, 1981.
- CI Soja, Centro de Inteligencia da soja. **Histórico da soja**. Disponível em: <http://www.cisoja.com.br/index.php?p=historico>. Acesso em fev, 2010.
- CONAB, 2010. **Acompanhamento da safra brasileira**. Disponível em < [http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/05\\_levantamento\\_fev2010.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/05_levantamento_fev2010.pdf)> Acesso em 13 de março de 2010.
- Consórcio antiferrugem**. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net/> Acesso em 04 de julho de 2010.
- DESLANDES, J. A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causada por *Phakopsora pachyrizi* no Estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.4, p.337-339, 1979.
- EMBRAPA, 2004. **Soja no Brasil: Tecnologias de Produção de soja na Região Central do Brasil**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>. Acesso em: fevereiro de 2010.
- EMBRAPA, 2004. **Doenças e medidas de controle: Tecnologias de Produção de soja na Região Central do Brasil**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/doenca.htm>. Acesso em janeiro de 2010.
- EMBRAPA, 2007. **Vazio sanitário da soja é realidade em 7 estados: Sistema de Alerta** Disponível em: [http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/ver\\_alerta.php?cod\\_pagina\\_sa=177&cultura=1](http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/ver_alerta.php?cod_pagina_sa=177&cultura=1). Acesso em abril de 2010.

EMBRAPA, 2007. **Comitê de Ação a Resistência a Fungicida**. Disponível em: [http://www.cnpso.embrapa.br/download/resist\\_fung.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/resist_fung.pdf). Acesso em abril, 2010.

EMBRAPA, 2008. **Estimativas apontam redução de custos para controlar ferrugem da soja**. Disponível em: <http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2008/novembro/4a-semana/estimativas-apontam-reducao-de-custos-para-controlar-ferrugem-da-soja>. Acesso em: 15 de março de 2010.

EMBRAPA, 2008. **Brasil aprende a combater ferrugem da soja**. Disponível em: <http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2008/outubro/3a-semana/brasil-aprende-a-combater-ferrugem-da-soja/>. Acesso em: fevereiro de 2010.

EMBRAPA, 2009. **Ferrugem da soja já está presente em 11 estados**. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2009/fevereiro/2a-semana/ferrugem-da-soja-ja-esta-presente-em-11-estados/>. Acesso em fevereiro de 2010.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** – região central do Brasil – 2007.- Londrina: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225p. (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, n.11)

EPAMIG, 2008. **Vazio sanitário da soja**. DISPONÍVEL em: [http://www.epamig.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=257&Itemid=188](http://www.epamig.br/index.php?option=com_content&task=view&id=257&Itemid=188). Acesso em março de 2010.

ESTEVÃO, D; LIMA, A.B.A; SARAIVA, O.F; SCARPELIN, N.M.F. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: ESALQ Sistema de Produção 1. 2003.

FERREIRA, F. A. **Sistema SISVAR para análises estatísticas**: Universidade Federal de Lavras, 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/danielff/sisvarmanual.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2009.

GODOY, C.V.; CANTERI, M.G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.29, p.97-101, 2004.

GOMES, A. G.; SOLOGUREN L. J., **Informativo Soja Relatório IS-10.08 Ano IX, 22 de fevereiro de 2010**. Disponível em: <http://www.celeres.com.br/1/index.html>. Acesso em: 10 de abril de 2010

HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; ROPE, J. C. **Compendium of soybean diseases**. 4 ed. St Paul: American Phytopathological Society. 1999, 284p.

HARTMAN, G. L.; WANG, T. C.; TSCHANZ, A.T. Soybean rust development and the quantitative relationship between rust severity and soybean yield. **Plant Disease**. Saint Paul, v.75, p.596-600, 1991.

JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C.; BALARDIN, R. S.; VALE, F. X. R. Ferrugem da soja: epidemiologia e manejo para uma doença reemergente. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.13, p.351-395, 2005.

JULIATTI, F. C.; POLIZEL, C. A.; JULIATTI, Fa, C. **Manejo integrado de doenças na cultura da soja**, Uberlândia: EDUFU, 2004, 327 p.

JULIATTI, F.C.; BORGES, E.N.; PASSOS, R.R.; CALDEIRA JÚNIOR, J.C.; BRANDÃO, A.M. Doenças da soja. **Cultivar Caderno Técnico**, Pelotas, v. 47, p.3-14, 2003.

MELCHING, J.S.; DOWLER, W.M.; KOOGLE, D.L.; ROYER, M.H. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. **Plant Disease**, Saint Paul 73:117-122. 1989.

MELCHING, J.S.; DOWLER, W.M.; KOOGLE, D.L.; ROYER, M.H. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 73, p.117-122. 1989.

NUNES, C.D.M. **Atenção ao comportamento da ferrugem asiática na safra de soja 2008/2009, para a próxima safra**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_4/soja/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_4/soja/index.htm)>. Acesso em: 18/4/2010

PUTZEK, J.; PUTZEK, M.T.L. **Os reinos dos fungos**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, v1. 1998. 606 p.

SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. **Compendium of soybean diseases**. 3. ed. Saint Paul: APS Press, 1989. 106 p.

SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. Infectious diseases: rust. In: SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 3.ed. St.Paul: APS Press, 1989. p.24-27.

SINCLAIR, J. B.; HARTMAN, G. L. **Proceedings of the Soybean Rust Workshop**. National Soybean Research Laboratory Publ. 1. 1996. 189p.

USDA, 2010. Disponível em <http://www.usdabrazil.org.br/relatorios.php>. Acesso em jan de 2010.

UTIAMADA, C. M. Ferrugem da Soja. In: UTIAMADA, C. M. (ed.). **Novos Desafios da Soja Brasileira**. Cascavel: Coodetec/Bayer Crop Science, 2003. p. 84-102.

VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M. Efeito do binômio temperatura-duração do molhamento foliar sobre a infecção por *Phakopsora pachyrhizi* em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.15, n.3, p.200-202, 1990.

WANG, T. C.; HARTMAN, G. L. Epidemiology of soybean rust and breeding for host resistance. **Plant Protection Bulletin**. Taiwan, v. 34, n.1, p.109-149.1992.

YANG, X. B.; TSCHANZ, A. T.; DOWLER, W. M.; WANG, T. C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybeans infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**, Saint Paul, v.81, p.1420-1426 1991.

YORINORI, J. T. Soja - Ferrugem Asiática, doença recente e preocupante. **Correio Agrícola**, São Paulo, v. 1, p. 16-21, 2003.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M. **Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrizi* Syndow**. Londrina: Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 2002. 18p.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; CONSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F., “Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): Identificação e controle”. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 104, p. 05 – 08. 2003.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. L.; GODOY, C. V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, Saint Paul, v.89, p.675-677, 2005.

YORINORI, J.T. Doenças da soja no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Ed.). **Soja no Brasil Central**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 301-363.

ZAHLER, D. M.; MOTA, F. S.; AGENDES, M. O. O. **Previsão agrometeorológica no controle de doenças e pragas**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1991. 54p.

## ANEXO

Dados climáticos da estação meteorológica do Campus Santa Mônica – UFU, abril a junho de 2009.

Data	Chuva	Temperatura do ar (°C)			Umidade Relativa do ar (%)		
		Máx	Min	Média	Máx	Min	Média
14/abr	4,2	28,0	19,9	22,3	94,0	54,0	78,9
15/abr	2,8	25,2	19,1	21,2	93,0	60,0	82,3
16/abr	1,4	27,9	17,2	21,6	97,0	49,0	78,6
17/abr	0,0	28,6	18,1	22,8	87,0	32,0	63,9
18/abr	0,0	28,7	17,9	22,7	83,0	31,0	56,4
19/abr	0,0	27,8	16,6	22,4	77,0	33,0	53,3
20/abr	0,0	28,3	17,4	22,5	78,0	31,0	52,7
21/abr	0,0	28,0	17,3	22,4	72,0	27,0	50,1
22/abr	0,0	28,1	18,2	22,7	73,0	37,0	58,1
23/abr	0,0	27,7	18,3	22,9	81,0	43,0	63,1
24/abr	0,0	29,1	18,2	23,3	85,0	31,0	59,6
25/abr	0,0	29,7	17,0	23,0	83,0	29,0	57,1
26/abr	0,0	28,2	19,5	23,1	69,0	32,0	51,0
27/abr	0,0	26,6	15,2	20,7	81,0	36,0	58,6
28/abr	0,0	28,2	15,0	21,9	84,0	34,0	56,5
29/abr	0,0	28,4	17,1	22,7	79,0	41,0	62,1
30/abr	1,0	26,6	18,7	21,8	87,0	53,0	75,5
01/mai	7,0	26,8	18,0	21,0	93,0	55,0	78,4
02/mai	0,0	24,7	16,5	20,3	93,0	57,0	76,9
03/mai	0,0	26,4	16,4	20,9	91,0	45,0	71,8
04/mai	37,0	26,4	15,1	20,9	97,0	45,0	71,9
05/mai	12,8	26,5	15,5	19,7	96,0	49,0	79,1
06/mai	0,0	27,5	16,4	21,3	95,0	35,0	67,8
07/mai	0,0	27,8	14,7	21,5	86,0	34,0	59,1
08/mai	0,0	28,6	17,2	22,5	81,0	32,0	57,7
09/mai	0,0	28,3	17,3	22,9	81,0	40,0	61,7
10/mai	0,0	28,1	19,3	23,4	78,0	46,0	62,7
11/mai	0,0	27,2	18,7	22,5	85,0	51,0	69,0
12/mai	0,0	29,5	17,1	22,7	88,0	28,0	61,8
13/mai	0,0	28,1	18,2	22,8	77,0	31,0	52,8
14/mai	0,4	28,0	19,1	23,3	84,0	40,0	57,8
15/mai	0,8	23,9	17,5	20,2	93,0	60,0	79,5
16/mai	0,0	24,8	16,2	19,4	93,0	48,0	72,9
17/mai	0,0	27,0	15,4	21,1	82,0	46,0	64,9
17/mai	0,0	27,0	15,4	21,1	82,0	46,0	64,9

Continua...  
Conclusão.

Data	Chuva	Temperatura do ar (°C)			Umidade Relativa do ar (%)		
		Máx	Min	Média	Máx	Min	Média
18/mai	0,0	27,5	17,8	22,2	91,0	39,0	68,1
19/mai	0,0	26,5	17,7	21,5	81,0	36,0	60,3
20/mai	0,0	25,7	15,8	20,3	84,0	37,0	61,7
21/mai	0,0	25,4	14,7	19,3	80,0	36,0	60,3
22/mai	0,0	25,3	14,3	19,4	82,0	41,0	63,6
23/mai	0,0	26,3	14,2	20,3	83,0	47,0	65,9
24/mai	0,0	27,2	17,7	21,9	85,0	45,0	67,6
25/mai	0,0	28,0	16,9	22,2	84,0	43,0	65,5
26/mai	0,0	28,4	18,0	22,8	81,0	41,0	63,0
27/mai	0,0	28,4	17,6	23,0	83,0	34,0	59,0
28/mai	0,0	29,1	19,5	23,7	77,0	29,0	55,5,
29/mai	0,0	28,5	17,6	23,0	78,0	30,0	55,9
30/mai	0,0	27,4	17,5	22,5	73,0	45,0	59,6
31/mai	18,4	26,4	18,6	21,6	96,0	56,0	79,1
01/jun	0,0	19,6	11,2	16,5	95,0	80,0	90,2
02/jun	0,0	18,3	8,3	12,6	94,0	47,0	72,9
03/jun	0,2	21,8	7,7	13,6	88,0	28,0	60,7
04/jun	0,0	24,7	9,6	17,3	76,0	32,0	57,9
05/jun	0,0	27,0	17,3	21,5	88,0	41,0	67,9
06/jun	0,0	28,1	15,3	21,5	72,0	22,0	48,8
07/jun	0,0	27,8	15,7	21,8	78,0	26,0	50,5
08/jun	0,0	25,2	16,8	20,8	82,0	45,0	65,3
09/jun	0,0	24,5	15,7	19,6	84,0	50,0	68,8
10/jun	0,0	25,5	16,7	21,0	80,0	44,0	63,3
11/jun	0,0	26,4	16,4	20,3	85,0	44,0	69,8
12/jun	3,8	24,4	16,2	19,3	95,0	54,0	77,3
13/jun	0,4	23,6	14,5	17,9	95,0	39,0	68,6
14/jun	0,0	25,2	12,2	18,7	79,0	37,0	59,7
15/jun	0,0	26,5	14,7	20,1	74,0	30,0	57,5
16/jun	5,0	20,1	16,7	17,9	94,0	63,0	82,1
17/jun	0,0	23,4	16,1	18,7	97,0	59,0	83,1
18/jun	0,0	25,0	13,2	18,8	94,0	43,0	70,9