

# PROGRESSO DA FERRUGEM DO CAFEIRO IRRIGADO EM DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO PÓS-PODA

## Progress of rust in coffee plants in various densities of cultivation in irrigated planting after pruning

Bernardo Reis Teixeira Lacerda Paiva<sup>1</sup>, Paulo Estevão de Souza<sup>1</sup>,  
Myriane Stella Scalco<sup>2</sup>, Leandro Alvarenga Santos<sup>3</sup>

### RESUMO

Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar o efeito de diferentes critérios para manejo da irrigação em quatro densidades de plantio, sob sistema de gotejamento na incidência e severidade da ferrugem do cafeeiro e avaliar a influência do enfolhamento na curva de progresso dessa doença. Conduziu-se, o experimento, em área experimental da Universidade Federal de Lavras – MG, utilizando a cultivar Rubi MG-1192 com seis anos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro parcelas representadas pelas densidades de plantio (convencionais e adensados): 2500 (4,0x1,0 m), 3333 (3,0x1,0 m), 5000 (2,0x1,0 m), 10000 (2,0x0,5 m) plantas ha<sup>-1</sup>, quatro subparcelas sendo: irrigações quando a tensão da água no solo atingiu valores de 20 e 60kPa; irrigações utilizando o manejo do balanço hídrico (calculado através do software IRRIPLUS), com turnos de irrigação fixos de três dias por semana e uma testemunha sem irrigação, perfazendo um total de 16 tratamentos. Cada subparcela foi constituída por 10 plantas, sendo consideradas como plantas úteis as seis centrais. Foram avaliadas a incidência e severidade da ferrugem e a porcentagem de enfolhamento das plantas de cafeeiros. Após análise estatística, os dados foram convertidos em área abaixo da curva de progresso da doença e do crescimento. Verificou-se que os critérios para manejo da irrigação influenciaram a curva de progresso do crescimento, porém, não interferiu na curva de progresso da incidência e da severidade da ferrugem. Os sistemas de plantios adensados favoreceram a incidência da ferrugem. Mas as densidades de plantio não interferiram no enfolhamento.

**Termos para indexação:** *Hemileia vastatrix*, sistema de plantio, irrigação, *Coffea arabica*.

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of different irrigation controls implemented in four planting densities on a system of drip on the incidence and severity of rust and to assess the influence of leaf growth on the progress curve of this disease. The experiment was conducted in the experimental area of the Federal University of Lavras - MG, using the cultivar Rubi MG-1192 with 6 years. The experimental design was randomized blocks with four replicates. The treatments consisted of four tranches represented by planting densities (conventional and non-conventional): 2500 (4.0 x 1.0 m), 3333 (3.0 x 1.0 m), 5000 (2.0 x 1.0 m), 10,000 (2.0 x 0.5 m) plants / ha, with four subplots: the tension when irrigation water in the soil reaches values of 20 and 60kPa; using water balance management of irrigation (calculated by the software IRRIPLUS) with rounds of irrigation fixed three days per week and a control without irrigation, making a total of 16 treatments. Each subplot line consisted of 10 plants with the six central plants considered as useful. The incidence and severity of rust and the percentage of grown of coffee plants were evaluated. After statistical analyses the data were converted to area under the curve of disease and growth progress. It was verified that the management of irrigation influenced the progress curve of growth, but it did not interfere in the progress curve of the incidence and severity of coffee rust. The dense system of plantation favored the incidence of rust. However, the planting densities did not affect growth.

**Index terms:** *Hemileia vastatrix*, irrigation, planting system, *Coffea arabica*.

(Recebido em 18 de novembro de 2008 e aprovado em 28 de junho de 2010)

### INTRODUÇÃO

Para que a cafeicultura continue desempenhando um importante papel na economia brasileira, é necessário que ela seja autossustentável, a partir de um conjunto de práticas de manejo, as quais devem ser empregadas de maneira correta e eficiente (Guzzo et al., 2001). Uma prática

de manejo de alta tecnologia muito utilizada é a irrigação, que está em expansão em regiões promissoras, limitadas por baixas precipitações pluviométricas anuais ou chuvas mal distribuídas. Mesmo regiões climáticas aptas para o cultivo do café, como o Sul de Minas, há necessidade de irrigação suplementar devido ao efeito de estiagens

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Fitopatologia/DFP

<sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Fitotecnia/DAG

<sup>3</sup>Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Fitopatologia/DFP – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – leandro.alvarenga.s@hotmail.com

prolongadas nos períodos críticos de demanda hídrica, comprometendo a produtividade (Faria & Rezende, 1997).

Com a necessidade de melhorar os rendimentos e obter retornos econômicos mais rápidos na cafeicultura, tem-se utilizado a prática do plantio adensado, que se baseia em um maior número de plantas ou hastes por hectare, assim, buscando um melhor aproveitamento da área (Carvalho & Chalfoun, 1998). Tanto a irrigação como o adensamento são práticas que alteram o microclima da cultura interferindo na luminosidade, temperatura, umidade relativa do ar, afetando conseqüentemente a intensidade de doenças no cafeeiro, como foi constatado em estudos epidemiológicos recentes (Talamini et al., 2003; Santos et al., 2004; Miranda, 2006; Meira et al., 2009).

É preciso conhecer-se a epidemiologia da doença, a influência do clima, manejo eficiente da irrigação e escolha adequada da densidade de plantio, entendendo as interações favoráveis ao seu progresso. Permite, entre outras informações, conhecer a sua máxima intensidade da doença ao longo do ano, épocas nas quais tendem a crescer ou decrescer e seus períodos de estabilização. Isso é também pré-requisito para a aplicação de medidas visando redução de perdas da forma mais racional possível (Bergamin Filho & Amorim, 1996). Daí surgiu a necessidade de se realizar este estudo que gera informações sobre as variáveis descritivas da curva de progresso da ferrugem do cafeeiro, nos mais diversos sistemas de manejo da lavoura cafeeira.

Objetivou-se, assim, avaliar o efeito de diferentes densidades de plantio e critérios para irrigação na incidência e severidade da ferrugem do cafeeiro adulto e correlacionar o progresso da doença com o enfolhamento do cafeeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se, o trabalho, em área experimental da Universidade Federal de Lavras/MG. A cultivar utilizada foi Rubi MG-1192 (*Coffea arabica* L.). Os tratamentos culturais foram realizados conforme a necessidade e recomendação, durante o desenvolvimento da cultura. As plantas de café foram esqueletadas a 40 cm do caule e decotadas a 1,40 m de altura em setembro de 2007, por apresentarem baixo vigor, após a alta produção da safra 2006/2007.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema de parcelas

subdivididas. As quatro densidades de plantio foram localizadas nas parcelas e as três técnicas de manejos de irrigação e as testemunhas não irrigadas, foram distribuídas de modo aleatório nas subparcelas, perfazendo um total de 16 tratamentos. Cada subparcela foi constituída por 10 plantas, sendo consideradas como plantas úteis as seis centrais.

Os tratamentos constaram de três critérios diferentes de manejo da irrigação, sendo: uma testemunha sem irrigação (T1); irrigações durante todo o ano quando a tensão da água no solo atingiu valores próximos de 20 kPa (T2); irrigações durante todo o ano quando a tensão da água no solo atingiu valores próximos 60 kPa (T3); irrigações pelo manejo do balanço hídrico utilizando-se o software IRRIPLUS, com turnos de irrigação fixos de três vezes na semana (T4). Esses tratamentos foram estudados efetivamente em quatro densidades de plantio (convencionais e adensados): (i) 2 500 plantas ha<sup>-1</sup> (4,0x1,0 m), (ii) 3 333 plantas ha<sup>-1</sup> (3,0x1,0 m), (iii) 5 000 plantas ha<sup>-1</sup> (2,0x1,0 m) e (iv) 10 000 plantas ha<sup>-1</sup> (2,0x0,5 m).

Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento composto de linhas laterais, com emissores autocompensantes de vazão nominal igual a 3,8 L h<sup>-1</sup>, espaçados entre si de 0,40 m.

A umidade do solo foi indiretamente monitorada por tensiômetros de tensímetro digital instalados às profundidades de 0,10; 0,25; 0,40; e 0,60 m. A irrigação de cada subparcela ocorreu quando a leitura de tensão da água à profundidade de 0,25m indicou a tensão de irrigação relativa àquele tratamento.

As avaliações da doença foram realizadas quinzenalmente em todos os tratamentos de irrigação nos quatro sistemas de produção. O período de monitoramento foi de dezembro de 2007 a julho 2008, totalizando 16 avaliações. As variáveis analisadas foram a incidência e a severidade da ferrugem do cafeeiro. Foram analisadas seis folhas por planta, no terceiro ou quarto pares de folhas de ramos plagiotrópicos marcados aleatoriamente no terço médio da planta, dispostos na face norte. As amostragens foram não destrutivas, totalizando 36 folhas avaliadas por parcela. A incidência da ferrugem foi determinada com base na quantificação de folhas com a presença de lesões em relação ao número total avaliado por parcela. A severidade ou porcentual de área lesionada foi determinada utilizando-se escalas diagramáticas.

Para verificar o efeito da ferrugem no enfolhamento da cultura, realizaram-se avaliações durante o período de dezembro de 2007 a julho 2008

com intervalos médios de 30 dias, totalizando oito avaliações. Os ramos plagiotrópicos cujo enfolhamento foi avaliado foram marcados com fitas no terceiro par de folhas, em dezembro de 2007. Em cada avaliação contou-se o número de pares de folhas a partir das fitas, obtendo-se assim os dados de enfolhamento da lavoura. Os dados da incidência e da severidade da ferrugem nas folhas do cafeeiro bem como os de enfolhamento, observados durante o período das avaliações foram transformados em área abaixo da curva de progresso (AACPD), conforme equação proposta por Campbell & Madden (1990).

$$AACPD\textcircled{c} = \sum_{i=1}^{n-1} [(X_i + X_{i+1}) / 2](t_{i+1} + t_i)$$

AACPD $\textcircled{c}$  = área abaixo da curva de progresso (doença e enfolhamento);

X = intensidade da doença (enfolhamento);

t = tempo;

n = número de avaliações no tempo;

Com valores de AACPD e AACPC, foram realizadas análises estatísticas de variância, e foi aplicado teste de agrupamento de médias (Scott & Knott, 1974), ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Enfolhamento do cafeeiro

Nos resultados relativos à área abaixo da curva de progresso do enfolhamento (AACPE) não houve efeito significativo da interação densidades de plantio versus critérios de irrigação, ou seja, esses fatores foram independentes (Tabela 1). Entretanto, para critérios de irrigação observou-se uma diferença (P<0,05) significativa entre os tratamentos (Figura 1).

O menor enfolhamento foi registrado nas plantas não irrigadas (T1). Os cafeeiros que receberam irrigação quando a tensão da água no solo atingiu valores de 60 kPa (T3) e 20 kPa (T2), tiveram um aumento de 5% e 9% no enfolhamento, respectivamente em relação ao não irrigado. O maior enfolhamento do cafeeiro foi observado quando se irrigou utilizando o manejo do balanço hídrico (calculado através do software IRRIPLUS) (T4), com um aumento de 13% em relação ao não irrigado. Assim, o enfolhamento dos cafeeiros foi maior quando se utilizou a irrigação, o que provavelmente pode ser atribuído a uma maior disponibilidade de nutrientes nessas condições. Carvalho & Chalfoun (1998) também concluíram que o déficit hídrico está associado à deficiência ou desequilíbrio nutricional que também está relacionado a um menor crescimento de plantas. Resultados semelhantes foram observados por Talamini (2001) e Santos et al. (2004), em que plantas irrigadas apresentaram maior enfolhamento e desenvolvimento vegetativo.

### Ferrugem do cafeeiro

Os resultados relativos à área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e da incidência (AACPI) da ferrugem do cafeeiro não apresentaram efeito significativo (P<0,05) da interação densidades de plantio versus critérios de irrigação. Portanto, esses fatores são independentes. Entretanto, quando se analisa os fatores de forma isolada observou-se que os resultados da análise de variância indicaram uma diferença (P < 0,05) significativa na área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e da incidência (AACPI) da ferrugem do cafeeiro no que se refere às diferentes densidades de plantio (Figuras 2 e 3).

Tabela 1 – Área abaixo da curva de progresso do enfolhamento (AACPE) dos cafeeiros plantados em diferentes densidades. UFLA, Lavras/MG, 2008.

Densidade de Plantio	AACPE*
2500 plantas ha <sup>-1</sup>	1330 <sup>a</sup>
3333 plantas ha <sup>-1</sup>	1303 <sup>a</sup>
5000 plantas ha <sup>-1</sup>	1304 <sup>a</sup>
10000 plantas ha <sup>-1</sup>	1295 <sup>a</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (<0,05).

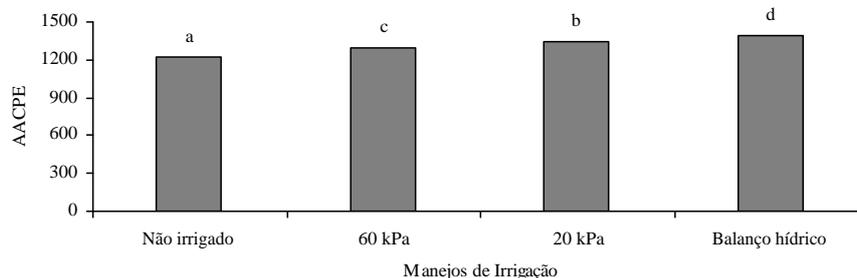


Figura 1 – Área abaixo da curva de progresso do enfolhamento (AACPE) dos cafeeiros submetidos a diferentes manejos de irrigação. (T1) plantas não irrigadas, (T2) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 20 kPa (T3) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 60 kPa, e (T4) irrigadas utilizando o manejo do balanço hídrico (calculado através do software IRRIPLUS). UFLA, Lavras/MG, 2008.

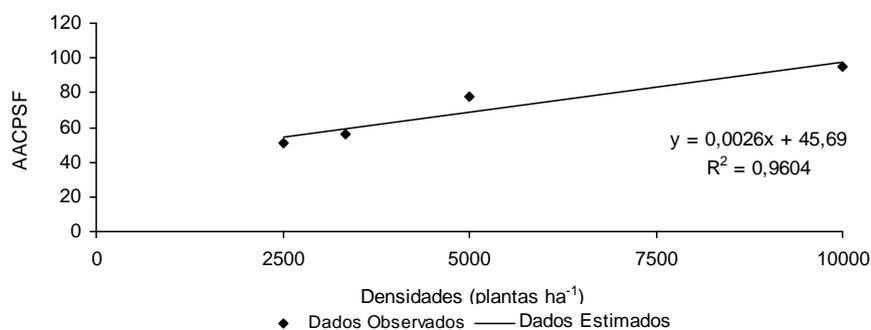


Figura 2 – Área abaixo da curva de progresso da severidade de ferrugem (AACPSF) do cafeeiro em diferentes densidades de plantio. UFLA, Lavras/MG, 2008.

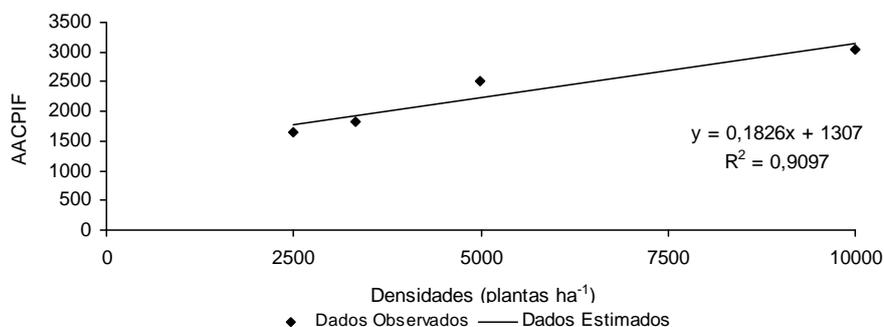


Figura 3 – Área abaixo da curva de progresso da incidência da ferrugem (AACPIF) do cafeeiro em diferentes densidades de plantio. UFLA, Lavras/MG, 2008.

Os dados da curva de progresso da incidência e da severidade da ferrugem dos cafeeiros, para as quatro densidades de plantio (adensados 10000 plantas ha<sup>-1</sup>, 50000 plantas ha<sup>-1</sup>; plantio convencional 3333 plantas ha<sup>-1</sup> e 2500 plantas ha<sup>-1</sup>), observados no período de dezembro de 2007 a junho de 2008 estão representados na Figura 4.

Observou-se, também, pelos resultados (Figura 2), que os cafeeiros adensados (10000 plantas ha<sup>-1</sup> e 5000 plantas ha<sup>-1</sup>), dentro do período avaliado, apresentaram área abaixo da curva de progresso da severidade da ferrugem de 88% e 54%, respectivamente, maior em relação ao plantio tradicional (2500 plantas ha<sup>-1</sup>). No mesmo período, a área abaixo da curva de progresso incidência de

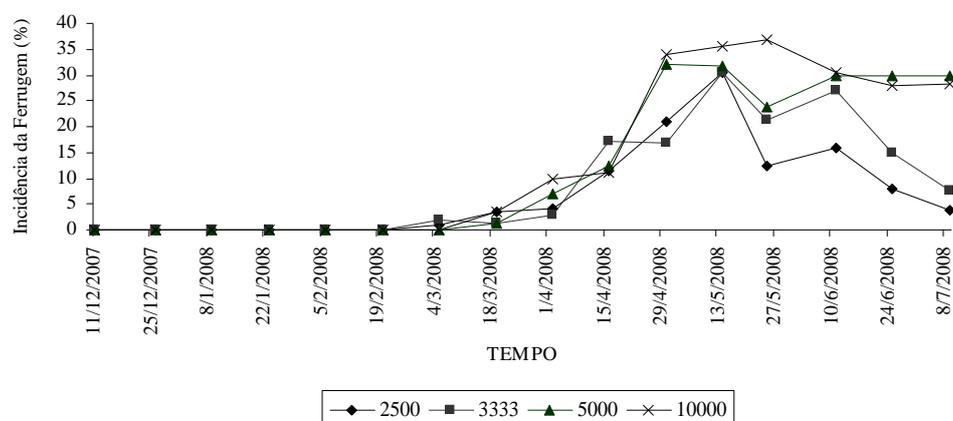


Figura 4 – Curva de progresso da incidência de ferrugem do cafeeiro, plantados em diferentes densidades, no período de dezembro de 2007 a julho de 2008. UFLA, Lavras/MG, 2008.

ferrugem foi maior também para os sistemas adensados em relação ao tradicional, representando aumentos de 84% e de 52%, respectivamente (Figura 3).

A hipótese de que cafeeiros adensados produzam menos por planta e, portanto, a carga pendente menor proporcionaria menor incidência da ferrugem não pode ser confirmada neste estudo, pois os cafeeiros não apresentaram produção devido ao esqueletamento e o decote. Assim, a influência do ambiente prevaleceu, estando de acordo com Nutman & Roberts (1963) e Meira et al. (2009), que afirmam ser os fatores climáticos e ambientais determinantes no processo de instalação e evolução da ferrugem do cafeeiro.

Segundo Almeida (1986), o fungo da ferrugem necessita de água livre, temperatura na faixa de 21 a 23° C, ausência de luz direta para germinação e penetração dos uredosporos pelos estômatos da folha. Espera-se, após a ocorrência de uma chuva ou orvalho, que nos sistemas adensados o período de molhamento foliar dure mais tempo, já que o maior número de plantas dificulta a incidência de luz, favorecendo o desenvolvimento da doença. Apesar de não estudadas as diferenças na incidência solar direta nos cafeeiros e a umidade relativa entre os sistemas avaliados, essas podem ter sido responsáveis, em grande parte, pela menor incidência e severidade da ferrugem no sistema convencional.

Já os resultados da análise de variância da área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e da incidência (AACPI) da ferrugem do cafeeiro submetidos a diferentes critérios de irrigação, não apresentaram diferenças significativa entre si ( $P < 0,05$ ) (Tabela 2).

Os resultados não significativos de (AACPS e AACPI) da ferrugem do cafeeiro submetido a diferentes critérios de

irrigação (Tabela 2) foram semelhantes a resultados observados em outros ensaios (Talamini, 2001; Santos et al., 2004). Esse fato pode ser atribuído ao método de irrigação utilizado (gotejamento), no qual a distribuição de água é feita apenas no solo na região de maior concentração de raízes, não proporcionando molhamento foliar.

Na curva de progresso da incidência da ferrugem do cafeeiro, foram observadas pústulas de ferrugem em plantas em todas as densidades de plantio (Figura 4), exceto nos meses de dezembro de 2007, janeiro e fevereiro de 2008. A ferrugem apresentou uma mesma tendência para os quatro sistemas de plantio estudados, ocorrendo um grande aumento de incidência de abril para junho, sendo que em maio/2008 observou-se a maior incidência da doença (35%) (Figura 4), provavelmente devido às temperaturas favoráveis ao patógeno responsável pela doença (Figura 5). Entretanto, o aumento na intensidade da doença não passou de 30% em todos os critérios de irrigação, comportamento esse que também foi observado por Miranda (2006), no ano agrícola 2003-2004, e Talamini (2001) entre março de 1998 e fevereiro de 1999, na região de Lavras. A partir de junho de 2008, a incidência da doença começou a diminuir na lavoura e esse comportamento pode estar associado ao fato de que a lavoura não apresentou produção, consequentemente não tendo um grande dreno de nutrientes por não ter ocorrido déficit hídrico e por não ter ocorrido deficiência ou desequilíbrio nutricional. Assim, a ferrugem não teve um progresso prolongado. Esse comportamento da doença está próximo ao considerado para os padrões já verificados para Minas Gerais, onde foram observados aumento da doença nos meses de março a abril e maiores incidências por volta dos meses de maio e junho.

Tabela 2 – Área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS) e da incidência (AACPI) da ferrugem do cafeeiro submetidos a diferentes critérios de irrigação: (T1) plantas não irrigadas; (T2) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 20 kPa; (T3) irrigadas quando a tensão da água no solo atingiu valores 60 kPa e (T4) irrigadas utilizando o manejo do balanço hídrico (calculado através do aplicativo IRRIPPLUS). UFLA, Lavras/MG, 2008.

Manejos da Irrigação	AACPSF*	AACPIF*
T1	69,6 <sup>a</sup>	2265 <sup>a</sup>
T2	64,8 <sup>a</sup>	2125 <sup>a</sup>
T3	66,8 <sup>a</sup>	2130 <sup>a</sup>
T4	77,9 <sup>a</sup>	2411 <sup>a</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (<0,05).

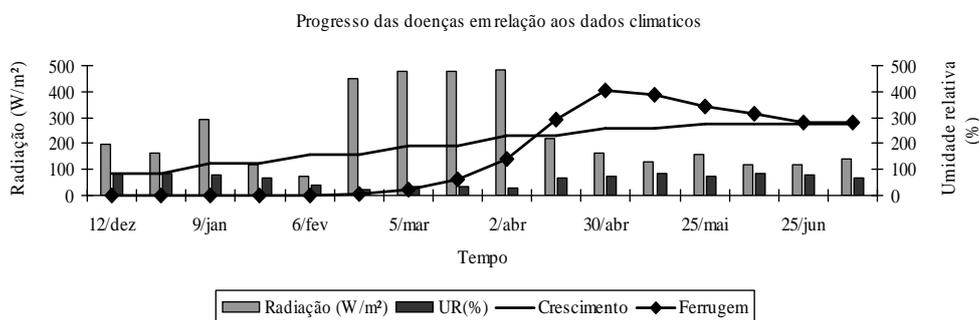


Figura 5 – Variáveis climáticas e curva de progresso da incidência da ferrugem e do enfolhamento do cafeeiro, no período de dezembro de 2007 a julho de 2008. UFLA, Lavras/MG, 2008.

A correlação dos índices de área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade da ferrugem e do enfolhamento dos cafeeiros não apresentou significância.

### CONCLUSÕES

Para a cultivar Rubi MG - 1192 na região de Lavras – MG concluiu-se que:

- os critérios de irrigação influenciaram a curva de progresso do enfolhamento. Porém, não interferiram na curva de progresso da incidência e da severidade da ferrugem do cafeeiro;
- os sistemas de plantios adensados favorecem a incidência da ferrugem. Para o período de Dez/2007 a Jun/2008 após o sistema de poda (esqueletamento e decote), as quatro densidades estudadas não diferiram em relação ao enfolhamento;
- a máxima intensidade da ferrugem ocorreu entre os meses de abril e maio de 2008.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 289p.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley, 1990. 532p.

CARVALHO; CHALFOUN, S.M. Manejo integrado das principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.193, p.27-35, 1998.

FARIA, M.A.; REZENDE, F.C. **Irrigação na cafeicultura**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. 110p.

GUZZO, S.D.; CASTRO, R.M. de; KYDA, K.; MARTINS, E.M.F. **Ação protetora do acibenzolar-S metil em plantas de cafeeiro contra ferrugem**. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.68, n.1, p.89-94, 2001.

MEIRA, C.A.A.; RODRIGUES, L.H.A.; MORAES, S.A. Modelos de alerta para o controle da ferrugem-do-cafeeiro em lavouras com alta carga pendente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.3, p.233-242, mar. 2009.

MIRANDA, J.C. Intensidade da ferrugem em cafeeiros irrigados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.5, p.885-891, set./out. 2006.

NUTMAN, J.F.; ROBERTS, F.M. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk & Br. **Transactions British Mycological Society**, London, v.46, n.1, p.27-48, 1963.

SANTOS, F.S.; SOUZA, P.E.; POZZA, E.A. Epidemiologia da cercosporiose em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) fertirrigado. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v.30, n.1, p.31-37, 2004.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v.30, p.507-512, Sept. 1974.

TALAMINI, V. Progresso da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) com diferentes épocas de início e parcelamentos da fertirrigação **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.1, p.141-149, jan./fev. 2003.

TALAMINI, V. Progresso da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes lâminas de irrigação e diferentes parcelamentos de adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.1, p.55-62, jan./fev. 2001.