

# Relações lineares entre incidência e severidade foliar da mancha marrom da cevada para determinação de limiares de ação

*Determination of action threshold by linear relation between incidence and severity of barley brown spot*

Lenita Agostinetto<sup>1</sup>, Ricardo Trezzi Casa<sup>2\*</sup>, Cristiano Sachs<sup>1</sup>, Paulo Roberto Kuhnen Júnior<sup>3</sup>, Amauri Bogo<sup>2</sup>, Daiana Bampi<sup>4</sup>

Recebido em 02/09/2011; aprovado em 03/10/2012.

## RESUMO

A mancha marrom da cevada é de ocorrência comum e uma das principais doenças da cevada nas lavouras do sul do Brasil. A aplicação de fungicidas é uma medida eficiente de controle da doença, sendo indicado seu início quando a doença atinge 20% de incidência ou 2% de severidade nas folhas. Equações lineares preditivas da severidade em função da incidência da mancha marrom foram obtidas para a cultivar BRS Cauê, recentemente indicada para cultivo na região Sul. Os valores de intensidade da mancha marrom foram observados em experimentos de Limiar de Dano Econômico conduzido em lavoura comercial no município de Muitos Capões, RS, nas safras de 2009 e 2010. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições e utilizados para gerar o gradiente de intensidade da doença. A quantificação da incidência e severidade foliar foi realizada nos estádios de início de perfilhamento (EC 22), final do alongamento (EC 39) e início do espigamento (EC 56) em dez perfilhos coletados ao acaso por parcela. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão. Os resultados mostraram que a severidade pode ser estimada com base na incidência e que 20% de incidência foliar correspondem à severidade 20 a 30 vezes

inferior a indicada pela pesquisa (2%). Portanto, o limiar de ação com base na incidência de 20% é muito alto para iniciar o controle químico.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Bipolaris sorokiniana*, helmintosporiose, *Hordeum vulgare*, intensidade de doença.

## SUMMARY

The brown spot is a common and one of the main diseases of barley (*Hordeum vulgare*) in the Southern Brazilian crops. The use of fungicide when the disease reaches around 20% of incidence (I) and/or 2% of severity (S) is one of the most efficient and indicated strategies to control the disease, according to the Technical Culture Indication (TCI). Linear equations to predict severity based on leaf brown spot incidence were obtained for the BRS Cauê cultivar which was recently recommended by TCI. The brown spot intensity values were obtained from economic damage threshold (EDT) field experiments carried out in Muitos Capões/RS municipality in the South of Brazil during 2009 and 2010 growing seasons. The disease intensity gradient experiments followed a completely randomized design with nine treatments and four replications. The leaf incidence and severity were quantified

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UEDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88520-000 Lages, SC, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Agronomia CAV/UEDESC. Email: a2rtc@cav.udesc.br. \* Autor para correspondência.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP 18610-307, Botucatu, SP, Brasil.

in ten random tillers per parcel in the growing stages: beginning of tillering (EC22), end of tillering (EC39) and head emergence (EC56) and the data were submitted to regression analysis. The results showed that leaf severity can be estimated based on leaf incidence and 20% of leaf incidence corresponds to a leaf severity 20 to 30 times less than the 2% indicated by TCI. Therefore, the action threshold indication based on 20% of leaf incidence is too high to begin the chemical control.

**KEY WORDS:** *Bipolaris sorokiniana*, helminthosporiose, *Hordeum vulgare*, disease intensity.

## INTRODUÇÃO

A mancha marrom ou helmintosporiose da cevada (*Hordeum vulgare* L.), causada pelo fungo *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., é uma das principais doenças fúngicas foliares da cultura no Brasil (REIS e CASA, 2007).

O patógeno sobrevive em sementes infectadas e nos restos culturais de várias espécies de cereais de inverno, os quais constituem as principais fontes de inóculo primário para a mancha marrom da cevada (FORCELINI e REIS, 1997; MATHRE, 1997; REIS e CASA, 1998). As sementes infectadas são responsáveis por disseminar o patógeno a longas distâncias e introduzi-lo em áreas até então isentas do inóculo. Por outro lado, o vento se encarrega pela dispersão dos conídios produzidos em lesões, a curtas distâncias, contribuindo para os ciclos secundários da doença. A semeadura em sistema de monocultura aumenta o risco de ocorrência de manchas foliares, já que o fungo pode sobreviver na forma de conídios livres dormentes no solo por um período de até 37 meses (REIS, 1989).

A ocorrência de períodos prolongados de molhamento foliar (> 16 horas) com temperatura média de 20°C favorece o desenvolvimento da mancha marrom da cevada (MATHRE, 1997). Nas folhas surgem lesões arredondadas a oblongas, de coloração marrom a marrom-escuro com margens cloróticas. O inóculo produzido

nas lesões pode ser disseminado até a espiga e infectar os grãos que podem apresentar sintoma de ponta preta (MATHRE, 1997; REIS e CASA, 2001).

A mancha marrom provoca redução da área foliar fotossintetizante da planta e por consequência, causa redução no peso e no tamanho dos grãos. No Canadá foram relatados danos no rendimento de grãos de até 37% (MATHRE, 1997), enquanto nos Estados Unidos os danos descritos chegaram até 20% (NUTTER et al., 1985). No Brasil, em trabalhos de controle químico de doenças da cevada, em situações de prevalência da mancha marrom, reduções no rendimento de até 22% foram relatadas (PICININI e FERNANDES, 1996). Plantas severamente atacadas também produzem sementes com baixo poder germinativo e levam a modificações significativas no malte, devido ao aumento do teor de proteína e índice de nitrogênio solúvel e, em consequência, a uma coloração mais escura do mosto (DENGLER et al., 1999).

O controle da doença se dá pelo emprego de medidas diversas como a rotação de culturas que visa a erradicação do inóculo na área, uso de cultivar resistente e/ou tolerante, uso de sementes sadias e/ou tratadas e aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos (FORCELINI e REIS, 1997; MATHRE, 1997; REIS e CASA, 2007; REUNIÃO, 2009).

Um dos critérios técnicos que justificam a aplicação de fungicidas tem como base o monitoramento da intensidade da doença que pode ser expresso pela incidência e/ou severidade foliar, ou seja, o percentual de folhas sintomáticas ou a porcentagem da área da folha coberta pelos sintomas, respectivamente, no caso das manchas foliares, (BERGAMIN FILHO e AMORIM, 1996; VALE et al., 2004). Segundo indicações técnicas de produção da cultura da cevada no Brasil, a aplicação de fungicidas sistêmicos deve ser feita quando a mancha marrom atingir os valores de 2% a 3% de severidade ou de 20% a 40% de incidência (REUNIÃO, 2009). A determinação da severidade foliar é mais trabalhosa, porém é a que melhor expressa a intensidade de manchas foliares. Sua determinação com mais

alta acurácia pode ser feita por estimativas visuais da severidade com o auxílio de escalas diagramáticas ou por medição das lesões por análise de imagem por computador (BERGAMIN FILHO e AMORIM, 1996; VALE et al., 2004). Devido a maior subjetividade nas estimativas e necessidade de treinamento ou uso contínuo de uma escala diagramática o critério da severidade tem sido pouco usado pela assistência técnica comparado ao da incidência cuja mensuração é mais simples, rápida e objetiva.

Poucos são os estudos em fitopatometria que relacionam variáveis que expressam intensidade de doença no campo como a incidência e a severidade (REIS et al., 2001), em especial para a mancha marrom da cevada, cultivar BRS Cauê, recentemente indicada para cultivo no Brasil (registrada em 2008) e que vem crescendo em área nacional cultivada, de 100 para 15.340 ha do primeiro ao terceiro ano. O objetivo deste trabalho foi estudar as relações e obter equações preditivas da severidade da mancha foliar a partir de mensurações de incidência da mancha marrom na cultivar de cevada BRS Cauê, em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nas safras agrícolas de 2009 e 2010 em lavoura comercial da NBN Sementes situada no município de Muitos Capões, RS, localizado na região Nordeste do Rio Grande do Sul (microrregião dos Campos de Cima da Serra) cujas coordenadas geográficas situam-se em 28°18'51 de latitude Sul e 51°10'54 de longitude Oeste estando a uma altitude de 937 metros. O solo da região tem origem de rochas basálticas, sendo classificado como Latossolo Bruno alumínico, classe A e textura argilosa (FEPAM, 2001).

Na safra agrícola de 2009, durante o ciclo da cultura a temperatura média observada foi de 20°C e a precipitação total foi de 1.370 mm. Em 2010, a média de temperatura correspondeu a 23°C e a precipitação total a 857 mm durante o ciclo da cultura (AGRITEMPO, 2010).

As sementeiras da cevada ocorreram nos

dias 27 de junho e 12 de junho de 2009 e 2010, respectivamente, em área conduzida em sistema de plantio direto. A cultivar utilizada foi a BRS Cauê, classificada como suscetível à mancha marrom, oídio e giberela, moderadamente suscetível à ferrugem da folha e moderadamente resistente à mancha-em-rede (REUNIÃO, 2009). As sementes foram tratadas com fungicida (Iprodiona + Triadimenol) e inseticida (Imidacloprida) e semeadas em densidade de aproximadamente 165 kg ha<sup>-1</sup>, num espaçamento entre linhas de 0,17 metros, resultando em densidade populacional aproximada de 380.000 plantas por hectare. A adubação foi realizada conforme análise do solo, utilizando como fertilizante DAP (18% de N e 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), parcelado em 200 kg ha<sup>-1</sup> na base e 166 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura. O manejo de insetos pragas foi realizado com inseticida Triflumurom (Certero, 30 ml/ha) e as plantas invasoras foram controladas com Iodosulfurom-metilíco (Hussar, 70 g/ha + 0,5 l/ha hoefix).

Gradientes de intensidade da mancha marrom foram gerados por aplicação de tratamentos fungicidas conforme metodologia descrita por Sah e Mackenzie (1987), previamente usada em estudos similares, nas culturas do trigo (REIS et al., 2000; BOHATCHUCK et al., 2008), aveia branca (REIS et al., 2008; NERBASS et al., 2010) e oídio da cevada (REIS et al., 2002). Foram estabelecidos oito tratamentos com combinação de número de aplicações (uma ou sequenciais de duas, três ou quatro) e doses (indicada pelo fabricante e metade da dose), de mistura de fungicidas do grupo químico dos triazóis e estrobilurinas, além de um tratamento testemunha sem fungicida, totalizando nove tratamentos.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições de 5,0 x 2,5 m, totalizando 36 parcelas. Os fungicidas, nos tratamentos com aplicação sequencial foram aplicados em intervalo de 15 a 20 dias por meio do uso de um pulverizador costal de precisão, com pressão constante gerada por gás CO<sub>2</sub>, com barra de dois metros contendo seis bicos de pulverização, com volume de calda de 200 litros ha<sup>-1</sup>.

A intensidade da mancha marrom nos diferentes tratamentos foi avaliada em folhas coletadas sequencialmente em três estádios: início de perfilhamento (EC 22), final de alongamento (EC 39) e início de espigamento (EC 56) (REIS et al., 2001; REIS e CASA, 2007). Em cada momento dez perfilhos de dez plantas ao acaso nas linhas centrais de cada parcela foram coletados. O material foi encaminhado para o Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, onde foi quantificada a incidência (I) e severidade (S) foliar da mancha marrom. Em cada amostra foram descartadas as folhas senescidas e em fase de expansão. Da amostra de trabalho foram separadas as folhas doentes e sadias, considerando-se como tal aquela que apresentou pelo menos uma lesão típica da mancha marrom. A severidade foi estimada visualmente por um único avaliador experiente e previamente treinado com o uso frequente da escala diagramática de manchas foliares do trigo (JAMES, 1971) e com o aplicativo Distrain (TOMERLIN e HOWELL, 1988).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de regressão pelo programa estatístico SAS versão 9.1, a fim de obter equações preditivas da severidade em função da incidência, para avaliações em cada estádio em cada safra agrícola.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambas as safras agrícolas foram obtidas equações com probabilidade estatística significativa permitindo relacionar as variáveis testadas nos três estádios de desenvolvimento (Figuras 1 e 2). Em todos os momentos avaliados e em ambas as safras os coeficientes angulares foram significativos, resultados demonstrados pela inclinação da reta, o que possibilita relacionar a incidência e a severidade foliar da mancha marrom. Ao analisar os coeficientes de determinação, verifica-se que os menores valores ocorreram na safra 2010, o que pode ser atribuído a menor severidade da doença, pois a baixa severidade dificulta obter boa acuracidade

e precisão na mensuração da mancha marrom, uma vez que as lesões iniciais são pequenas e variáveis em forma, cor e presença ou não de tecido clorótico.

Os dados foram melhor ajustados pelo modelo utilizado nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura e em ambos os anos agrícolas (Figuras 1A e 2A). À medida que a doença se desenvolve, o grau de relação entre a incidência e a severidade foliar tende a ser menor, em função de que a ocorrência da doença se dá praticamente sobre todas as folhas da planta, enquanto a severidade é ainda muito variável.

Utilizando a equação com melhor ajuste (ano de 2009, em que  $S = -0,03082 + 0,01086I$ ;  $R^2=0,66$ ) e substituindo na equação o valor de incidência de 20% obtém-se severidade de 0,18%. Da mesma forma utilizando a equação do ano de 2010 ( $S = 0,02932 + 0,00433I$ ;  $R^2=0,47$ ) obtém-se uma severidade de 0,12%.

Nas fases iniciais de uma epidemia de manchas foliares a incidência e a severidade aumentam até que todas as folhas sejam infectadas, a partir desse ponto o aumento da intensidade da doença pode ocorrer somente pela severidade (JAMES e SHIH, 1973). A incidência é útil para avaliar doenças quando a epidemia encontra-se em sua fase inicial podendo, nesse caso, ser correlacionada com a severidade (AMORIM, 1995). Equações significativas entre incidência e severidade são descritas em cereais de inverno para mancha-em-rede em cevada (REIS et al., 1995) e ferrugem da folha do trigo (REIS et al., 1996). No caso da ferrugem da folha do trigo houve melhor relação no florescimento quando comparado ao enchimento de grãos em razão do aumento da incidência para 100% (REIS et al., 2006). No caso de cereais de inverno não há desfolha devido aumento de severidade de uma doença. Portanto o monitoramento em lavouras normalmente é feito pela incidência, pois é critério objetivo e demanda menos tempo para ser executado (REIS e CASA, 2007; REUNIÃO, 2009).

A indicação técnica da cultura sugere um limiar de ação de 2% a 3% de severidade ou de 20 a 40% de incidência foliar para iniciar o controle

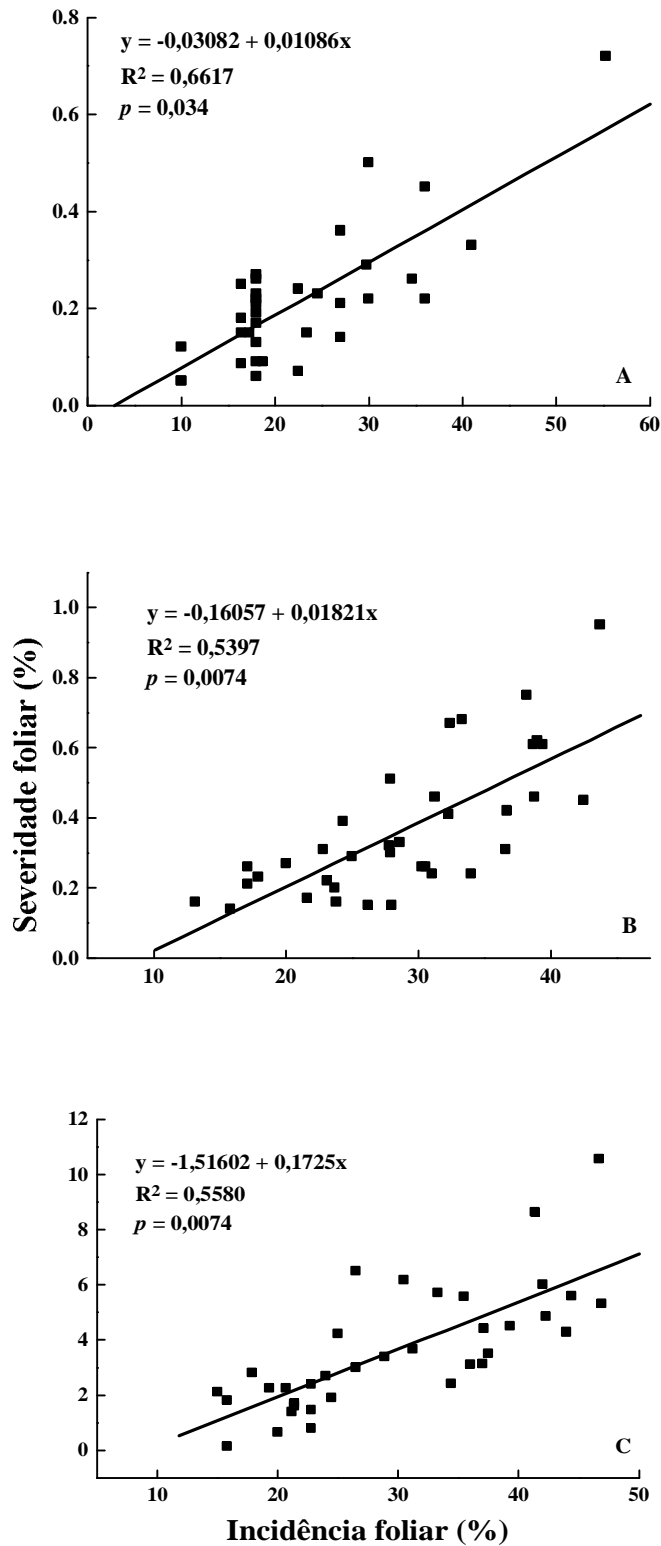


Figura 1 - Relação entre a incidência e a severidade foliar da mancha marrom em cevada, cultivar BRS Cauê no estágio de perfilamento (A), de alongamento (B) e início de espigamento (C) na safra agrícola de 2009.

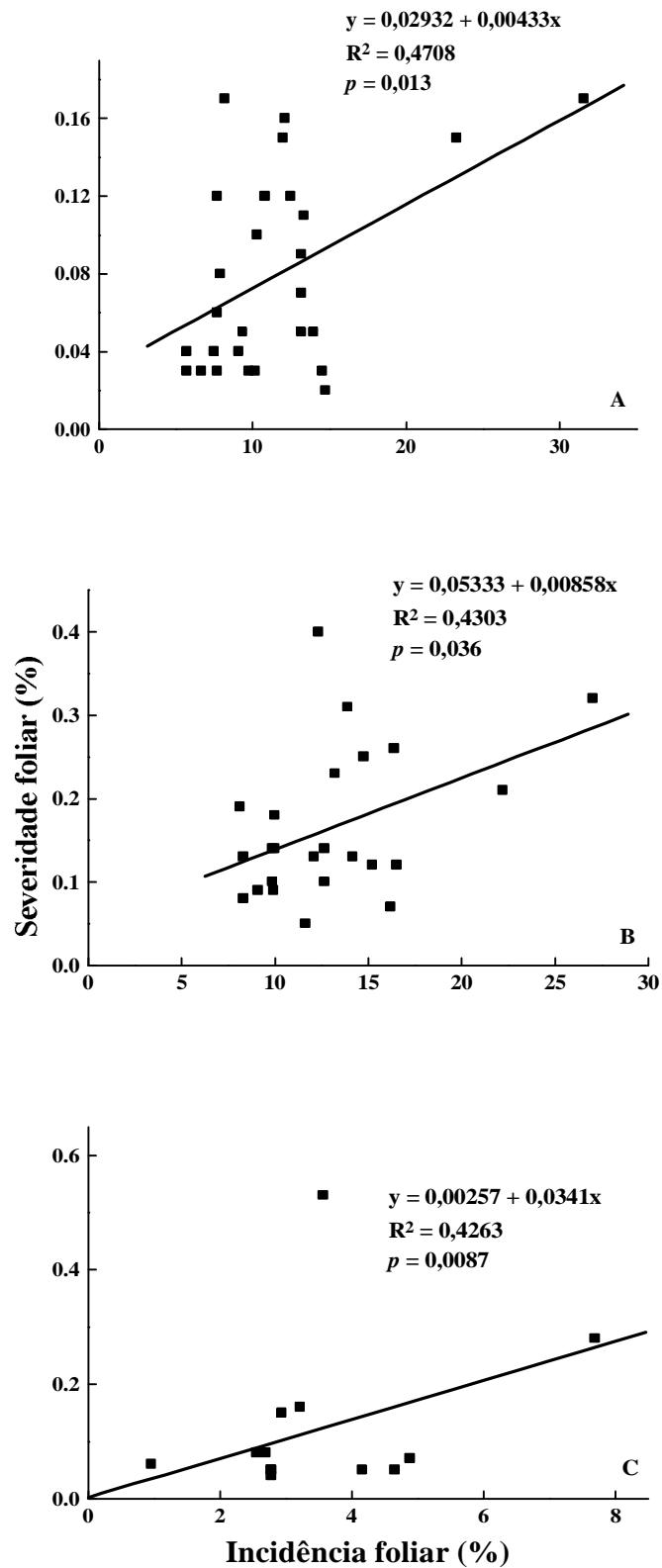


Figura 2 - Relação entre a incidência e a severidade foliar da mancha marrom em cevada, cultivar BRS Cauê no estágio de perfilamento (A), de alongamento (B) e início de espigamento (C) na safra agrícola de 2010.

com fungicidas (REUNIÃO, 2009).

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho, 20% de incidência foliar corresponde a severidade 20 a 30 vezes inferior a indicada pela pesquisa (2%). Menegon et al. (2005), estudando a expansão de lesões de manchas foliares da cevada, dentre elas a mancha marrom, também obtiveram resultados que o limiar de ação indicado pela Comissão Técnica da Pesquisa na época (5% de severidade foliar) era muito elevado para iniciar o controle das manchas foliares, já que as lesões iniciais são pequenas, muitas vezes menores que 1 mm<sup>2</sup>, e que uma folha de cevada pode ter área de 15 a 20 cm<sup>2</sup>, de 7.500 a 10.000 lesões seriam necessárias para compor uma área foliar afetada de 5%. Da mesma forma, Reis et al. (1995) em estudos da relação entre a incidência e a severidade foliar da mancha-em-rede da cevada demonstraram como critério opcional na determinação do momento para o controle químico uma incidência na faixa de 67 a 77% equivalente a severidade de 3 a 4%, na época também inferior ao recomendado pela pesquisa, cuja indicação de controle químico da severidade baseava-se em 5%.

O Limiar de Dano Econômico (LDE) calculado para mancha marrom da cevada equivale a 11,5% de incidência foliar (REIS e CASA, 2007), considerando custo de controle de R\$ 90,00 ha<sup>-1</sup>, valor de venda da tonelada do cereal de R\$ 533,00 e eficácia de controle de 80%. Nesse caso, o Limiar de Ação (LA) de acordo com Reis e Casa (2007), está entre 6% e 11% de incidência na cultivar BRS Cauê, o que é pelo menos duas vezes inferior ao indicado pela comissão técnica de pesquisa da cevada. Ao substituir os valores de 6% e 11% de incidência, obtêm-se 0,05% e 0,08% de severidade foliar da doença como critério indicador para início do controle químico, também inferior ao indicado pela comissão técnica.

## CONCLUSÕES

A intensidade da mancha marrom da cevada pode ser quantificada pela incidência e severidade foliar. A severidade pode ser estimada com base

na incidência e vice-versa, o que possibilita seu uso pela assistência técnica no monitoramento da doença no campo visando tomada de decisão do momento do controle químico.

A severidade foliar indicada pela recomendação técnica da cultura para o momento de iniciar aplicações de fungicida está muito alta se comparada ao LDE e LA calculado neste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRITEMPO, **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/agroclima/pesquisaWeb?uf=RS>. Acesso em: 10 dez. 2010.
- AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A. et al. (Eds.) **Manual de Fitopatologia**. V.1. Princípios e Conceitos. São Paulo: Ceres, 1995. p. 234-235.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres, p.289, 1996.
- BOHATCHUK, D.A. et al. Modelo do ponto crítico para estimar danos de doenças foliares do trigo em patossistema múltiplo. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.33, p.363-369, 2008.
- DENGLER, R.U. et al. Microorganismos associados com sintomas de ponta preta em sementes de cevada e sua relação com algumas características físico, químico e fisiológicas. **Informativo Abrates**, Curitiba, v.9, p.101, 1999.
- FEPAM, **Mapa de Classificação de solos do Estado do Rio Grande do Sul quanto à resistência a impactos ambientais**. Disponível em: [www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/mapa\\_solos.pdf](http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/mapa_solos.pdf). Acesso em: 23 fev. 2010.
- FORCELINI, C.A.; REIS, E.M. Doenças da cevada (*Hordeum vulgare* L.). In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia. Doenças das plantas cultivadas**. Vol.2. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 251-256.
- JAMES, W.C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. **Plant Disease**, Saint Paul, v.51, p. 2, 1971.
- JAMES, W.C.; SHIH, C.S. Relationship between

- incidence and severity of powdery mildew and leaf rust on winter wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v.63, p.183-187, 1973.
- MATHRE, D.E. **Compedium of barley diseases**. 2.ed. APS Press. . St. Paul: The American Phytopathological Society. 1997. p.90.
- MENEGON, A.P. et al. Expansão de lesão por manchas foliares em cevada e sua interação com a aplicação foliar de fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, p.134-138, 2005.
- NERBASS JUNIOR, J.M. et al. Modelos do ponto crítico para relacionar o rendimento de grãos de aveia branca com a intensidade de doença no patossistema múltiplo ferrugem da folha – helmintosporiose. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, p.1-6, 2010.
- NUTTER, F.W.J.R. et al. Effect of inoculations with *Cochliobolus sativus* at specific growth stages on grain yield and quality of malting barley. **Crop Science**, Madison, v.25, p.933-938, 1985.
- PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M. Perdas no rendimento de grãos na cultivar de cevada cervejeira BR-2 tratada com fungicidas ocasionada pela mancha marrom (*Bipolaris sorokiniana*) no ano de 1995. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.21, Suplemento, p.376, 1996.
- REIS, E.M. Longevity of *Cochliobolus sativus* propagules in soil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.14, p.205-207, 1989.
- REIS, E. M. et al. Efeito da ferrugem da folha no rendimento de grãos de trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, p.67-71, 2000.
- REIS, E.M. et al. Relação entre a incidência e a severidade da mancha-em-rede da cevada, causada por *Drechslera teres*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, p.601-604, 1995.
- REIS, E.M.; CASA, R.T. **Patologia de sementes de cereais de inverno**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 1998. p.88.
- REIS, E.M.; CASA, R.T. **Doenças da cevada: helmintosporioses** (mancha-em-rede, mancha marrom e mancha estriada). São Paulo: Bayer, p.46, 2001.
- REIS, E.M.; CASA, R.T. **Doenças dos Cereais de Inverno: diagnose, epidemiologia e controle**. 2 ed. rev. atual. Lages: Graphel, p.176, 2007.
- REIS, E.R. et al. Modelos do ponto crítico para estimar danos causados pela ferrugem da folha da aveia branca. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.34, p.238-241, 2008.
- REIS, E.M. et al. Relação entre a severidade e a incidência da ferrugem da folha do trigo, causada por *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.21, p.369-372, 1996.
- REIS, E.M. et al. **Diagnose, patometria e controle de doenças de cereais de inverno**. Londrina: ES, 2001. p.94.
- REIS, E.M. et al. Modelo de ponto crítico para estimar os danos causados pelo oídio em cevada. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, p.644-646, 2002.
- REIS, E.M. et al. Relações entre intensidade de doença, refletância da radiação solar e rendimento de grãos no patossistema ferrugem da folha do trigo Embrapa 16. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, p.447-454, 2006.
- REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA. **Indicações técnicas da cultura da cevada cervejeira nas safras 2009 e 2010/** organizado por Euclides Minella, Embrapa Trigo: Passo Fundo, RS, p.100, 2009.
- SAH, D.N.; MACKENZIE, D.R. Methods of generating different levels of disease epidemics in loss experiments. In: TENG, P. S. (ed) **Crop loss assesment and pest management**. St. Paul, MN: American Phytopathological Society, p.90-95, 1987.
- TOMERLIN, J.R.; HOWELL, T.A. Distrain: a computer program for training people to estimate severity on cereal leaves. **Plant Disease**, Saint Paul, v.72, p.455-459, 1988.
- VALE, F.X.R. et al. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Editora Perffil, 2004. p.531.