



NOTA CIENTÍFICA

Progreso de enfermedades foliares en el cultivo de trigo en Passo Fundo, RS, Brasil

Progress of foliar diseases in wheat crops at Passo Fundo, RS, Brazil

Felipe Rafael Garcés Fiallos^{1,2,*}, Daniel Federico Vera Avilés².

¹ Becario de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación del Ecuador – SENESCYT.

² Unidad de Investigación Científica e Tecnológica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Recibido 06 octubre 2011; aceptado 14 noviembre 2011

Resumen

El objetivo fue estudiar el progreso de las manchas amarilla y marrón, y de la roya de la hoja en el cultivar de trigo Fundacep 50 en Passo Fundo. Fue evaluada la incidencia de mancha amarilla [*Drechslera tritici-repentis* (Died) Drechs.], mancha marrón [*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.)] y roya de la hoja [*Puccinia triticina* (Eriks)]. Los valores obtenidos fueron integralizados como Área Abajo la Curva de Progreso de la Incidencia de la Enfermedad (AACPIE) y para el análisis del progreso de las enfermedades se consideró la tasa del progreso de la epidemia (r), la cual fue obtenida con los modelos Logístico y de Gompertz. Se obtuvieron coeficientes de determinación altos (0.93 a 0.98), así como también los cuadrados medios del error (4.0706 a 7.6831). Las r fueron de 0.02 a 0.22 unidades, mientras que el AACPIE acumuló 787.5, 1216.3 y 1338.8 unidades para las manchas amarilla y marrón, y roya de la hoja, respectivamente. Los dos modelos utilizados explican satisfactoriamente el progreso de las manchas amarilla y marrón, mientras que el de Gompertz explica mejor la roya de la hoja.

Palabras clave: *Drechslera tritici-repentis*, *Bipolaris sorokiniana*, *Puccinia triticina*, Logístico, Gompertz, progreso temporal.

Abstract

The aim was to study the progress of the yellow spot, brown spot and leaf rust in wheat cultivar FUNDACEP 50 in Passo Fundo. Was evaluated the incidence of yellow spot [*Drechslera tritici-repentis* (Died) Drechs.] brown spot [*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.)] and leaf rust [*Puccinia triticina* (Eriks)]. Values obtained were integralized as Area Under the Disease Incidence Progress Curve (AUDIPC) and to analyze the progress of the disease was considered the disease progress rate (r), which was obtained with the Logistic and Gompertz. Determination coefficients were high (0.93 to 0.98), as well as the mean square error (4.0706 to 7.6831). The r were 0.02 to 0.22 units, while the accumulated AUDIPC 787.5, 1216.3 and 1338.8 units for yellow spot, brown spot and leaf rust, respectively. The two models used satisfactorily explain the progress of yellow spot and brown spot, while the Gompertz explains better leaf rust.

Keywords: *Drechslera tritici-repentis*, *Bipolaris sorokiniana*, *Puccinia triticina*, Logistic, Gompertz, temporal progress.

El cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) es atacado por diversos factores bióticos, como son las enfermedades, siendo las fúngicas las más perjudiciales para el mencionado cultivo, entre ellas Reis y

Casa (2005) mencionan al oídio [*Blumeria* (Sin. *Erysiphe*) *graminis* (DC) Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal], la roya de la hoja [*Puccinia triticina* Eriks], las manchas amarilla [*Drechslera tritici-repentis* (Died)

* Autor para correspondencia

Email: felipegarces23@yahoo.com (F. Garcés)

Drechs.] y marrón [*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem.], y también a la septoriosis [*Septoria nodorum* (Berk.) Berk.], como las principales enfermedades foliares en la Región Sur de Brasil. Estas enfermedades causan serios daños en la planta y pérdidas significativas a los agricultores a nivel mundial. Entre las reducciones en la productividad de este cultivo, pueden alcanzar hasta 48% para la mancha amarilla (Rees y Platz, 1983), 80% para la mancha marrón (Mehta *et al.*, 1992) y 63% para la roya de la hoja (Barcellos, 1982). Las enfermedades foliares interfieren en el potencial de rendimiento por la reducción o destrucción del área foliar sana (Kuhnem *et al.*, 2009).

Una manera de estudiar las enfermedades es mediante el uso de la curva de progreso de la enfermedad, pues estos estudios aportan información importante para escoger estrategias de manejo y control de la enfermedad. Bergamin-Filho y Amorim (1996) relatan que una epidemia es un sistema y como tal se comporta como un todo en respuesta a estímulos dirigidos a cualquier parte, obviamente el patógeno, el hospedero y la enfermedad se constituyen en subsistemas del sistema epidemia. Van der Plank (1963) describe que el modelaje de cualquier epidemia de una enfermedad de plantas, se consigue cuantificar la enfermedad, por medio de la tasa de infección o de progreso (r), inóculo inicial (y_0), intensidad máxima (y_m) y final (y_f) de la enfermedad, entre otras variables. El mismo autor asoció la r a la intensidad de la enfermedad, clasificando en: patógenos monocíclicos donde la r es menor; y policíclicos los cuales producen una cantidad de inóculo mayor en comparación a los monocíclicos. Por otro lado, la toma de decisiones en relación a la adopción de tácticas de control, como por ejemplo el uso de fungicidas, se puede tomar en consideración la tasa de progreso de una enfermedad (Barcellos *et al.*, 2000).

Para el estudio de progreso de enfermedades, se ha usado principalmente modelos

empíricos, entre los cuales están los de Gompertz y Monomolecular (Berger, 1981), Exponencial, Logístico y modelos flexibles como el de Weibull (Jesús Junior *et al.*, 2004). También son citados los modelos de Richards, dependiente del tiempo y sigmoide duplo (Bergamin Filho y Amorim, 1996). Otra forma de estudiar, según Campbell y Madden (1990), es por medio del cálculo del Área Abajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (AACPE). Se debe mencionar que existen pocos trabajos a nivel mundial sobre el progreso y análisis temporal de enfermedades de trigo, utilizando modelos no lineares empíricos mencionados anteriormente, por lo que en esta investigación el objetivo fue estudiar el progreso de las manchas amarilla y marrón, y la roya de la hoja en el cultivar de trigo Fundacep 50 en Passo Fundo, Río Grande del Sur (RS).

El presente trabajo fue realizado en el área experimental de la Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria de la Universidad de Passo Fundo – FAMV/UPF, en Passo Fundo, RS, Brasil, en un suelo arcilloso, localizado en una latitud de 28°15' S, longitud 52° 24' W y altitud de 684 m, en la época agrícola de invierno 2009.

El cultivar utilizado fue el Fundacep 50, siendo las semillas tratadas con el insecticida imidacloprida (Gaucho®) en una dosis de 1.0 mL kg⁻¹ de semillas y con el fungicida carbendazina (Derosal Plus®) en una dosis de 2.0 mL kg⁻¹ de semillas. La siembra fue ejecutada en una área de siembra directa, el día 27 de junio del 2009, bajo una densidad de siembra de 350 semillas viables m⁻², a una profundidad de 3 á 4 cm y el espaciamiento entre líneas de 0.17 m. La fertilización fue basada en un análisis de suelo, distribuyendo 250 kg ha⁻¹ de fertilizante formulado N – P₂O₅ – K₂O (5 – 25 – 20) junto a las líneas de siembra. No existió la necesidad de utilizar herbicidas de pos-emergencia, ni de insecticidas para el control de pulgones y gusanos.

La unidad experimental constó de un tratamiento con cuatro repeticiones, donde cada una constaba de 15 líneas de siembra con 6.0 m de largo y 2.55 m de ancho, no siendo aplicado fungicida alguno con el objetivo de estudiar el progreso de las enfermedades sin la interferencia del mismo.

Fue evaluada la incidencia de la mancha amarilla (*D. tritici-repentis*) siendo realizadas cuatro evaluaciones (08/septiembre, 15/septiembre, 22/septiembre y 29/septiembre), mientras que para la mancha marrón (*B. sorokiniana*) y la roya de la hoja (*P. triticina*) fueron realizadas dos evaluaciones más (06/octubre y 13/octubre), sumando seis en total (Figura 1). Estas evaluaciones fueron realizadas en 10 plantas colectadas al azar en dos líneas de cada parcela.



Figura 1. Lesiones de mancha amarilla (*Drechslera tritici-repentis*) (A), mancha marrón (*Bipolaris sorokiniana*) (B) y pústulas de roya de la hoja (*Puccinia triticina*) (C) en hojas de trigo.

Los valores de incidencia fueron integralizados como Área Abajo la Curva de Progreso de la Incidencia de la Enfermedad (AACPIE), conforme la ecuación de integración trapezoidal descrita por Campbell y Madden (1990). Por otro lado, para el análisis del progreso de las enfermedades se consideró la tasa del progreso de la epidemia (r), la cual fue obtenida con los modelos Logístico y de Gompertz, utilizando el software estadístico SAS 9.0 (SAS, 2002). El modelo con

menor suma de cuadrados de los residuos en el conjunto de los análisis fue escogido para el cálculo de la tasa, según menciona Garcés (2010).

Para el análisis del progreso de las enfermedades (Tabla 1), los coeficientes de determinación obtenidos fueron altos (0.93 a 0.98), así como también el cuadrado medio del error (4.0706 a 7.6831). Por estos parámetros, podemos decir que los modelos Logístico y de Gompertz representan bien las epidemias de las manchas amarilla y marrón, mientras que el de Gompertz representa mejor la roya de la hoja. Hay que recalcar también que existen variaciones en la tasa de la enfermedad para cada una de las enfermedades, lo cual se asociaría evidentemente a la cantidad inicial de la epidemia (y_0).

Tabla 1

Cantidad inicial (y_0), tasa de progreso (r) estimados por los modelos Logístico y de Gompertz, coeficiente de determinación (R^2) y cuadrado medio del residuo (CMR), obtenidos en los respectivos modelos en función de la incidencia (%) de *D. tritici-repentis*, *B. sorokiniana* y *P. triticina*, en plantas de trigo del cultivar Fundacep 50.

Parámetros epidemiológicos	Enfermedades foliares		
	<i>Drechslera tritici-repentis</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Puccinia triticina</i>
Logístico*			
y_0	1.32	3.44	0.75
r	0.22	0.19	0.07
R^2	0.98	0.94	0.98
CMR	5.5565	6.9403	7.6831
Gompertz*			
y_0	0.69	0.96	0.54
r	0.05	0.04	0.02
R^2	0.98	0.93	0.98
CMR	5.7698	6.7677	4.0706

* El análisis de regresión no lineal mostró valores altamente significativos (0.0001) de probabilidad del error según la prueba F.

La tasa de progreso de la epidemia hallada en el modelo Logístico para la roya de la hoja, fueron mayores a los encontrados por Píres *et al.* (2009) (0.48 en el año 2006 y 0.15 en el año 2007) utilizando el mismo modelo, sin embargo se puede deducir que esta diferencia de debió a que estos valores

fueron obtenidos en función de la severidad (número de lesiones en la hoja de trigo).

A pesar de que la roya de la hoja es una enfermedad según Maude (1996) dispersado por el viento (esporos secos) y las manchas amarilla y marrón por el agua (esporos mojados), resultando así en una mayor epidemia de la roya, en este experimento se demostró lo contrario. Esto se puede deber a que las condiciones no propiciaron el normal desarrollo de la roya, apareciendo más tarde de lo normal en el cultivo, predominando también ese año las manchas amarilla y marrón en plantaciones de trigo en el estado de Río Grande del Sur, Brasil.

Con relación a la incidencia de las enfermedades foliares, integralizada como Área Abajo la Curva de Progreso de la Incidencia de la Enfermedad (AACPIE) (Figura 2), acumularon 787.5, 1216.3 y 1338.8 unidades, para las manchas amarilla y marrón, y roya de la hoja, respectivamente. En un trabajo realizado por Kuhnem *et al.* (2009), en un experimento probando el efecto de fungicidas en el control de enfermedades foliares, encontró para el testigo (experimento sin aplicación de fungicidas) una AACPIE de 2844.6 unidades. Este valor es superior a los datos obtenidos en esta investigación. Esto podría haber ocurrido, a que estos autores evaluaron las manchas foliares como un todo, no clasificando cada una de ellas.

Se concluye que los modelos Logístico y de Gompertz explican satisfactoriamente el progreso de las manchas amarilla y marrón, en tanto que para la roya de la hoja el modelo de Gompertz. Se recomienda realizar este tipo de trabajos en experimentos que visen el control cultural, químico, biológico y genético, los cuales ayudarían a explicar mejor las epidemias en función de cada uno de los controles mencionados, llegando a escoger el mejor posible.

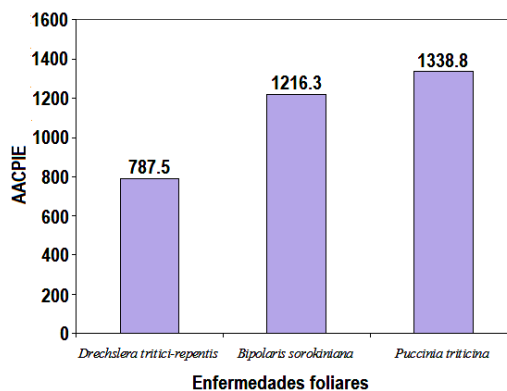


Figura 2. Área Abajo la Curva de Progreso de la Incidencia de la Enfermedad (AACPIE) para cada una de las enfermedades evaluadas en plantas de trigo del cultivar Fundacep 50.

Agradecimientos

A la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación del Ecuador – SENESCYT, por la beca concedida al autor para estudios de Maestría en Agronomía con Área en Fitopatología en la Universidad de Passo Fundo, Río Grande del Sur, Brasil.

Referencias

- Barcellos, A. L. 1982. As ferrugens do trigo no Brasil. En: FUNDAÇÃO CARGILL. Trigo no Brasil: p. 345-419. Campinas, SP, Brasil.
- Barcellos, A. L.; Roelfs, A. P.; Moraes-Fernandes, M. I. B. 2000. Inheritance of adult plant leaf rust resistance in the Brazilian wheat cultivar Toropi. *Plant Disease* 84: 90-93.
- Bergamin Filho, A.; Amorim, L. 1996. Doenças de Plantas Tropicais: Epidemiologia e Controle Econômico. Ceres. São Paulo. 299 p.
- Berger, R. D. 1981. Comparison of the Gompertz and Logistic equations to describe plant disease progress. *Phytopathology* 71: 716-719.
- Campbell, C. L.; Madden, L. V. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley & Sons, New York, United States of America. 532 p.
- Garcés, F. R. 2010. Efeito de programas de aplicação de fungicidas no progresso da ferrugem, no seu controle e na área foliar da soja. Teses do Mestrado, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS, Brasil. 100 p.
- Jesus Junior, W. C.; Pozza, E. A.; Vale, F. X. R.; Mora-Aguilera, G. 2004. Análise Temporal de Epidemias. Em: Vale, F. X. R.; Jesús Junior, W. C.; Zambolim, L.

- (Eds). Epidemiologia Aplicada ao Manejo de Doenças de Plantas: p. 127- 191. Perfil Editora, Viçosa, Brasil.
- Kuhnem, J. P. R.; Casa, R. T.; Rizzi, F. P.; Moreira, E. N.; Bogo, A. 2009. Desempenho de fungicidas no controle de doenças foliares em trigo. Ciências Agroveterinárias 8(1): 35-42.
- Mehta. Y. R.; Riede, C. R.; Campos, L. A. C.; Kholi, M. M. 1992. Integrated management of major wheat diseases in Brazil: an example for the Southern Cone region of Latin America. Crop Protection 11: 517-524.
- Maude, R. B. 1996. Seedborne disease and their control: principles and practice. CAB International, Wallingford, England. 280 p.
- Pires, P. C.; Fernandes, J. M. C.; Nicolau, M. 2009. Modelagem do progresso temporal e do padrão espacial de lesões de ferrugem da folha em trigo. Tropical Plant Pathology 34(2): 097-107.
- Rees, R. G.; Platz, G. J. 1983. Effects of yellow spot on wheat: comparison of epidemics at different stages of crop development. Australian Journal of Agricultural Research 34: 39-46.
- Reis, E. M.; Casa, R. T. 2005. Doenças do trigo. Em: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J.A. M.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A. (Org.) Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas: p. 631-638. Volume dois, quarta edição. Agronômica Ceres. São Paulo, Brasil.
- SAS/STAT® Version 9.0 of system SAS for Windows, copyright 2002 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Van der Plank, J. E. 1963. Plant Diseases: Epidemics and Control. Academic Press. New York & London, United States of America. 349 p.