

## Control químico de la roya lineal en diferentes etapas de desarrollo del trigo en Terrenate, Tlaxcala

Huizar Leonardo Díaz Ceniceros<sup>1</sup>  
Santos Gerardo Leyva Mir<sup>1</sup>  
Héctor Eduardo Villaseñor Mir<sup>2§</sup>  
Mateo Vargas Hernández<sup>1</sup>  
René Hortelano Santa Rosa<sup>2</sup>  
Yerica Renata Valdez Rodríguez<sup>2</sup>  
Eliel Martínez Cruz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, México. CP. 56230. Tel. 01(595) 9521674. (hlcd@gmail.com; lsantos@correo.chapingo.mx; vargas-mateo@hotmail.com). <sup>2</sup>Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. CP. 56250. Tel. 01(595) 9212715. (hortelano.rene@inifap.gob.mx; yr.valdez@hotmail.com; martinez.eliel@inifap.gob.mx).

§Autor para correspondencia: villaseñor.hector@inifap.gob.mx.

### Resumen

En México la principal zona productora de trigo de temporal está ubicada en los Valles Altos del Centro de México, donde la roya lineal (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* Eriks) se ha convertido en el principal problema en los últimos años, siendo mucho más agresiva que la roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriks). Con el propósito de conocer la etapa más apropiada para la aplicación de fungicidas para el control de la enfermedad, se utilizaron cuatro formulaciones comerciales y diferentes estrategias de protección, buscando ampliar el conocimiento en el control de la roya lineal en variedades susceptibles y así mejorar la producción del trigo harinero en condiciones de temporal. La presente investigación se llevó a cabo durante el ciclo primavera-verano, 2015 utilizando la variedad Nana F2007 en el municipio de Terrenate, Tlaxcala, México. La mejor estrategia de protección fue la 2, que corresponde a la aplicación de fungicidas sistémicos a los 45 días después de la siembra (dds) y en anéxsis (70 dds), que se asoció con el mayor rendimiento. Los fungicidas que presentaron el mejor control sobre la roya lineal fueron la mezcla de Axozistrobina+Propiconazole (QUILT<sup>®</sup>) y Tebuconazole (Folicur 250EW), con los que se obtuvieron los valores más altos de rendimiento y efectos estadísticamente semejantes. Los resultados indican que es necesario realizar la aplicación de fungicidas para el control de la enfermedad, de lo contrario las pérdidas en rendimientos podrían ser de 53% entre estrategias y hasta 84% sin aplicación de fungicida.

**Palabras clave:** *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, control químico, estrategia de protección, pérdidas en rendimiento.

Recibido: mayo de 2018

Aceptado: junio de 2018

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es el segundo cereal con mayor producción en el mundo, después del arroz y por encima del maíz y la cebada (FAOSTAT, 2013). En México durante 2014 se alcanzó una producción 3.7 millones de toneladas en una superficie aproximada de 713 mil hectáreas, lo cual representa un valor de 12 450 millones de pesos (SIAP, 2014). La principal región triguera se localiza en el noroeste, donde se produce 53% del total nacional, mientras que El Bajío contribuye con 28%. En ambas regiones el trigo se cultiva con riego en el ciclo otoño-invierno (O-I) noviembre-mayo, 19% restante se produce en áreas de temporal, principalmente en el Altiplano Mexicano (SIAP, 2014).

La principal zona productora de trigo de temporal está ubicada en los Valles Altos del Centro de México, que comprende los estados de Puebla, Hidalgo, Tlaxcala y Estado de México, donde la producción se ve afectada por sequías, heladas y las enfermedades causadas por roya lineal (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* E.), roya de la hoja (*P. triticina* E.) y el complejo de enfermedades foliares causado por *Septoria* sp., *Cochleobolus sativum* y *Phyrenophora tritici-repentis* (Villaseñor *et al.*, 2012). Huerta y Singh (2000) indicaron que la roya de la hoja es la enfermedad que ha ocasionado mayores daños en la producción de trigo en México; no obstante, la roya amarilla puede llegar a ser tan importante como la de la hoja, ya que la diseminación de la enfermedad se ha incrementado en los últimos años.

Los objetivos fueron cuantificar las pérdidas ocasionadas por roya lineal en la variedad Nana F2007, establecer la estrategia de aplicación más eficiente de fungicida para el control de roya lineal y comparar el control de Azoxistrobina (PRIORI<sup>®</sup>), Tebuconazole (Folicur 250EW), Propiconazole (TILT<sup>®</sup> 25 EC) y Azoxistrobina+Propiconazole (QUILT<sup>®</sup>) para el control de roya lineal en diferentes estados de desarrollo.

Se evaluaron cuatro estrategias de protección y cuatro fungicidas con una y dos aplicaciones dependiendo de la época de desarrollo de la planta que se deseaba mantener libre del patógeno (Cuadro 1). En todos los tratamientos se utilizó el coadyuvante Poliéter polimetilsiloxano copolímero (Break Thru<sup>®</sup>) a una dosis de 0.25 L ha<sup>-1</sup>.

Para este experimento se usó la variedad Nana F2007, que es susceptible a roya amarilla (Villaseñor *et al.*, 2016) a una densidad de siembra de 110 kg ha<sup>-1</sup>, se fertilizó justo antes de la siembra y se controló la maleza oportunamente. Se utilizó un diseño de tratamientos en parcelas divididas en bloques completos al azar con tres repeticiones, en donde la parcela grande fue la estrategia de protección y la parcela chica fueron los fungicidas. La parcela experimental fue de 4 surcos espaciados a 30 cm por 3 metros de largo.

Se registraron datos de días a floración (DF), días a madurez (DM), altura de planta en cm (AP) y rendimiento de grano (REND) en kilogramos por hectárea. En total se realizaron seis lecturas de roya lineal en la hoja y una lectura de roya lineal en la espiga. Con los datos de las lecturas de roya lineal se calculó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). Se realizó muestreo de 50 tallos y se utilizaron diferentes fórmulas (Solís *et al.*, 2007) para determinar peso de mil granos (PMG) en gramos, rendimiento biológico (RB50T) en gramos, taza de llenado de grano (TLLG), índice de cosecha (IC), biomasa (BIOM) en gramos, espigas por metro cuadrado (EPM2), granos por metro cuadrado (GPM2) y granos por espiga (GPE). La cosecha se realizó mecánicamente usando una combinada experimental (WINTERSTEIGER). Los datos fueron analizados con el del programa Statistical Analisis System Ver. 9.2 (SAS, 2010).

**Cuadro 1. Estrategias y tratamientos evaluados de la variedad NANA F2007, Terrenate, Tlaxcala. PV 2015.**

| Parcela grande (estrategias)   | Parcela chica (fungicidas)    | Nombre comercial | Dosis (L ha <sup>-1</sup> ) |
|--|-------------------------------|------------------|-----------------------------|
| 1) Una aplicación (a los 45 días después de la siembra)                | Azoxistrobina                 | PRIORI®          | 0.4                         |
|  | Tebuconazole                  | Folicur® 250 EW  | 0.5                         |
|  | Propiconazole                 | TILT® 25 EC      | 0.5                         |
|  | Azoxistrobina + Propiconazole | QUILT®           | 0.8                         |
| 2) Dos aplicaciones (a los 45 días después de la siembra y en antesis) | Azoxistrobina                 | PRIORI®          | 0.4                         |
|  | Tebuconazole                  | Folicur® 250 EW  | 0.5                         |
|  | Propiconazole                 | TILT® 25 EC      | 0.5                         |
|  | Azoxistrobina + Propiconazole | QUILT®           | 0.8                         |
| 3) Una aplicación (en embuche)   | Azoxistrobina                 | PRIORI®          | 0.4                         |
|  | Tebuconazole                  | Folicur® 250 EW  | 0.5                         |
|  | Propiconazole                 | TILT® 25 EC      | 0.5                         |
|  | Azoxistrobina + Propiconazole | QUILT®           | 0.8                         |
| 4) Dos aplicaciones (en embuche y 20 días después)                     | Azoxistrobina                 | PRIORI®          | 0.4                         |
|  | Tebuconazole                  | Folicur® 250 EW  | 0.5                         |
|  | Propiconazole                 | TILT® 25 EC      | 0.5                         |
|  | Azoxistrobina + Propiconazole | QUILT®           | 0.8                         |

En el Cuadro 2 se presenta el análisis de varianza de las 14 variables evaluadas, en donde se observa que los coeficientes de variación fueron bajos lo que permitirá generar conclusiones precisas. Se detectó para estrategia de protección diferencia altamente significativa para DM, REND, PMG, RE50T, RB50T, TLLG, GPM2, GPE y ABCPE y diferencia significativa en las variables DF, AP, IC, BIOM y EPM2. Para el caso de las formulaciones de fungicidas se detectó diferencia altamente significativa para las variables REND, PMG, TLLG y GPM2 y diferencia significativa para las variables DM, BIOM, EPM2 y ABCPE (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Análisis de varianza general se muestran los cuadrados medios y su significancia.**

| Fuente    | gl | DF     | DM      | AP     | REND          | PMG     | RB50T      | RE50T    |
|-----------|----|--------|---------|--------|---------------|---------|------------|----------|
| ESTR      | 3  | 2.38*  | 99.69** | 336.9* | 6 728 352.8** | 325.1** | 6 058.72** | 3 669**  |
| BLOQ      | 2  | 0.64*  | 1.39ns  | 6.39ns | 46 191.92ns   | 4.2ns   | 474.02*    | 37.77ns  |
| ERROR A   | 6  | 0.36   | 0.59    | 46.86  | 25 369.3      | 2.15    | 210.9      | 55.1     |
| FUNG      | 3  | 0.05ns | 4.75*   | 12.4ns | 961 462.97**  | 34.31** | 75.38ns    | 108.22ns |
| ESTR*FUNG | 9  | 0.11ns | 0.95ns  | 31.31* | 49 901.67ns   | 3.23ns  | 135.62ns   | 110.7ns  |
| Error B   | 24 | 0.15   | 0.65    | 10.27  | 53 359.64     | 2.13    | 114.79     | 60.02    |
| Total     | 47 |        |         |        |               |         |            |          |
| Media     |    | 64.58  | 128.79  | 86.89  | 1 848.24      | 36.65   | 153.91     | 65.33    |
| CV        |    | 0.61   | 0.62    | 3.68   | 12.49         | 3.98    | 6.96       | 11.85    |

gl= grados de libertad; ESTR= estrategia; BLOQ= repetición; FUNGI= fungicidas; ESTR\*FUNG= interacción entre la estrategia de protección y los productos; CV= coeficiente de variación; DF= días a floración; DM= días a madurez; AP= altura de planta; REND= rendimiento de grano; PmG= peso de mil granos; RB50T= rendimiento biológico de 50 tallos; RE50T= rendimiento económico de 50 tallos; ns= no significativo; \* = significativo; \*\* = altamente significativo.

**Cuadro 2. Análisis de varianza general se muestran los cuadrados medios y su significancia (continuación).**

| Fuente    | TLLG       | IC      | BIOM           | EPM2      | GPM2           | GPE     | ABCPE          |
|-----------|------------|---------|----------------|-----------|----------------|---------|----------------|
| ESTR      | 1 294.72** | 0.03*   | 16 991 014.83* | 4 078.87* | 37 214 638.6** | 778.6** | 1 329 136.01** |
| BLOQ      | 7.44ns     | 0.001ns | 1 131 891.61ns | 244.8ns   | 815 741.8 ns   | 29.47ns | 147 929.81*    |
| ERROR A   | 6.05       | 0.003   | 1 176 703.71   | 747.39    | 139 178.3      | 19.23   | 125 167.13     |
| FUNG      | 205.04**   | 0.002ns | 3 924 868.85*  | 3 641.53* | 3 279 616.8**  | 5.33ns  | 208 819.35*    |
| ESTR*FUNG | 9.38ns     | 0.003ns | 785 314.2ns    | 505.85ns  | 239 739.2ns    | 44.13ns | 83 702.01*     |
| Error B   | 12.94      | 0.002   | 768 154.18     | 701.68    | 429 645        | 26.11   | 29 021.14      |
| Total     |            |         |                |           |                |         |                |
| Media     | 28.5       | 0.42    | 4 411.35       | 141.37    | 5 016.36       | 35.47   | 1887.15        |
| CV        | 12.62      | 12.1    | 19.86          | 18.73     | 13.06          | 14.4    | 9.02           |

ESTR= estrategia; BLOQ= repetición; FUNGI= fungicidas; ESTR\*FUNG= interacción entre la estrategia de protección y los productos; CV= coeficiente de variación; TLLG= tasa de llenado de grano; IC= índice de cosecha; BIOM= biomasa; EPM2= espigas por metro cuadrado; GPM2= granos por metro cuadrado; GPE= granos por espiga; ABCPE= área bajo la curva del progreso de la enfermedad; ns= no significativo; \*= significativo; \*\*= altamente significativo.

Para las estrategias de protección el mayor rendimiento correspondió a la estrategia 2; es decir, que se realizaron dos aplicaciones, la primera a los 45 días después de la siembra y la segunda en antesis alcanzando un rendimiento de 2 966 kg ha<sup>-1</sup> (Cuadro 3), seguido por las estrategias 4, 3 y 1, con rendimientos de 1 566, 1 468 y 1 391 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 1), con una diferencia en rendimiento mínima de 1 400 kg ha<sup>-1</sup> entre la estrategia 2 y la estrategia 4. La estrategia 2 también mostró mayores valores en la mayoría de las variables agronómicas evaluadas lo que indica que fue la mejor estrategia para minimizar los daños causados por la roya lineal.

**Cuadro 3. Comportamiento general de las variables evaluadas por periodo de protección y por fungicida.**

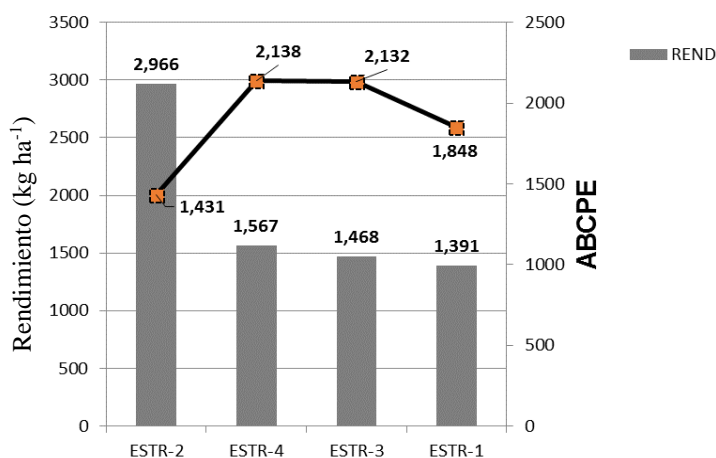
| Termino | REND        | DF       | DM       | AP      | PMG     | RB50T    | RE50T    |
|---------|-------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|
| ESTR2   | 2 966.26 a  | 64.08 c  | 131.33 a | 90.58 a | 38.96 b | 187.16 a | 90.58 a  |
| ESTR4   | 1 566.84 b  | 65 a     | 131.08 a | 81.25 b | 42.4 a  | 144.41 b | 63.08 b  |
| ESTR3   | 1 468.47 bc | 64.91 ab | 127.25 b | 83.58 b | 34.93 c | 137.75 b | 51.58 c  |
| ESTR1   | 1 391.39 c  | 64.33 bc | 125.5 c  | 92.16 a | 30.33 d | 146.33 b | 56.08 bc |
| LSD     | 159.11      | 0.6      | 0.76     | 6.83    | 1.46    | 14.5     | 7.41     |
| Quilt   | 2 109.77 a  | 64.58 a  | 129.66 a | 88.33 a | 38 a    | 153.25 a | 65.83 ab |
| Folicur | 2 026.89 a  | 64.5 a   | 128.83 b | 86 a    | 38.2 a  | 156.16 a | 69.16 a  |
| Tilt    | 1 775.08 b  | 64.66 a  | 128.33 b | 86.41 a | 35.56 b | 155.58 a | 64.33 ab |
| Priori  | 1 481.23 c  | 64.58 a  | 128.33 b | 86.83 a | 34.86 b | 150.66 a | 62 b     |
| LSD     | 194.63      | 0.33     | 0.68     | 2.7     | 1.23    | 9.02     | 6.52     |

DF= días a floración; DM= días a madurez; AP= altura de planta; REND= rendimiento de grano; PMG= peso de mil granos; RB50T= rendimiento biológico de 50 tallos; RE50T= rendimiento económico de 50 tallos.

**Cuadro 3. Comportamiento general de las variables evaluadas por periodo de protección y por fungicida (continuación).**

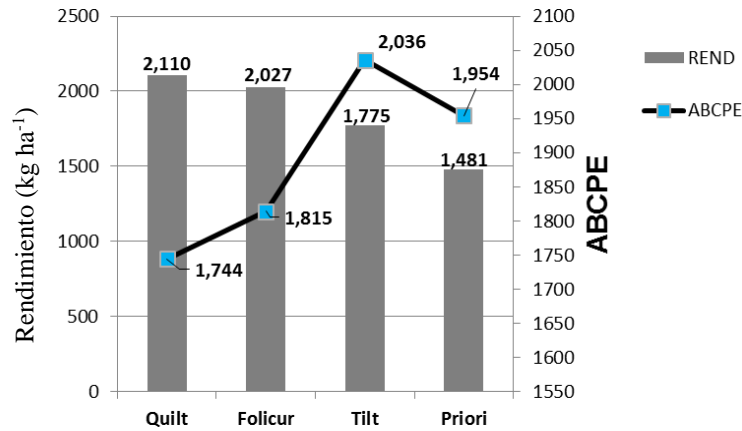
| Termino | TLLG    | IC      | BIOM      | EPM2     | GPM2      | GPE     | ABCPE       |
|---------|---------|---------|-----------|----------|-----------|---------|-------------|
| ESTR2   | 44.07 a | 0.48 a  | 6 182.2 a | 165.78 a | 7 599.5 a | 46.43 a | 1 431.1 b   |
| ESTR4   | 23.7 b  | 0.43 ab | 3 629.8 b | 125.32 b | 3 682.9 d | 29.52 c | 2 137.5 a   |
| ESTR3   | 23.55 b | 0.37 cb | 3 993.2 b | 145.3 ab | 4 201.9 c | 29.32 c | 2 132.3 a   |
| ESTR1   | 22.7 b  | 0.38 c  | 3 840.2 b | 129.1 b  | 4 581.2 b | 36.63 b | 1 847.7 a   |
| LSD     | 2.45    | 0.061   | 1 083.6   | 27.31    | 372.67    | 4.38    | 353.42      |
| Quilt   | 32.07 a | 0.42 a  | 4 964.5 a | 160.46 a | 5 510.3 a | 34.5 a  | 1 744.38 c  |
| Folicur | 31.26 a | 0.44 a  | 4 597.9 a | 145.68 a | 5 268.8 a | 36 a    | 1 814.46 bc |
| Tilt    | 27.68 b | 0.41 a  | 4 469.8 a | 140.95 a | 4985 a    | 35.8 a  | 2 035.63 a  |
| Priori  | 23 c    | 0.4 a   | 3 613.2 b | 118.41 b | 4 301.4 b | 35.6 a  | 1 954.17 ab |
| LSD     | 3.03    | 0.04    | 738.48    | 22.31    | 552.29    | 4.3     | 143.54      |

TLLG= tasa de llenado de grano; IC= índice de cosecha; BIOM= biomasa; EPM2= espigas por metro cuadrado; GPM2= granos por metro cuadrado; GPE= granos por espiga; ABCPE= área bajo la curva del progreso de la enfermedad.



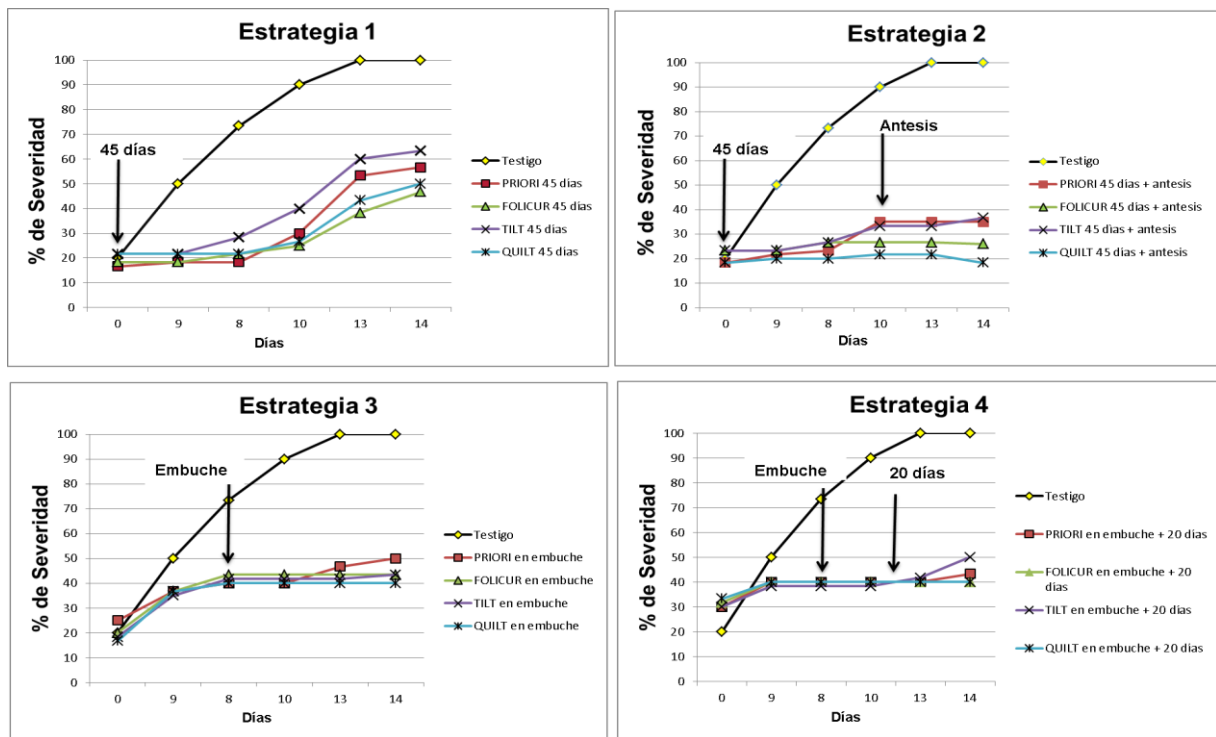
**Figura 1. Comportamiento del rendimiento y el área bajo la curva del progreso de la enfermedad con respecto las estrategias de control.**

La variable ABCPE es el indicador en el presente estudio para determinar la eficiencia en el control de la enfermedad, en el Cuadro 3 se presenta las medias por estrategia para esta variable en donde se observa que la estrategia 2 obtuvo el menor valor, en la Figura 2, se gráfica la estrategia de protección 2 en donde se observa que aplicando fungicida a los 45 días + antesis permitió mantener prácticamente protegida la planta durante todo el ciclo, lo que le se asoció con pérdidas mínimas en el rendimiento.



**Figura 2. Comportamiento del rendimiento y área bajo la curva del progreso de la enfermedad con respecto a los fungicidas.**

La estrategia 4, en la que las aplicaciones se realizaron en antesis y 20 días después, mostró 47% menos rendimiento comparado con la estrategia 2. La diferencia entre las dos estrategias fue debido a que en la 2 se mantuvo protegida a la planta en etapas importantes de desarrollo, o en su defecto la estrategia permitió que la enfermedad causara daños mínimos en el área foliar (Figura 3). Por otra parte, la estrategia 1 buscó con una aplicación proteger durante etapas tempranas de desarrollo; es decir, que no alcanzara niveles críticos, aplicando a los 45 días y la estrategia 3 consideró con una aplicación proteger en etapas intermedias de crecimiento, aplicando en embuche (65 días) y descuidando etapas tempranas de desarrollo de la planta, con estas estrategias la diferencia fue de 50% y 53% menos rendimiento comparados con la mejor estrategia.



**Figura 3. Comportamiento de los fungicidas en las estrategias de control de la roya lineal.**

Hortelano *et al.* (2014) reportan que la merma en el rendimiento que causa la roya lineal era apenas de 7% ( $200 \text{ kg ha}^{-1}$ ) en la variedad Nana F2007, mientras con la presente investigación se determinó que en esta variedad es necesario realizar dos aplicaciones de fungicidas para el control de la roya lineal y así minimizar las pérdidas causadas por la enfermedad que pueden ser hasta de 84% cuando no se protege a la planta.

Para los fungicidas (parcelas chicas) el mayor rendimiento correspondió a Axozistrobina+ Propiconazole alcanzando un rendimiento de  $2\ 110 \text{ kg ha}^{-1}$  (Cuadro 3), seguido muy de cerca por el Tebuconazole con un rendimiento de  $2\ 027 \text{ kg ha}^{-1}$ , que estadísticamente no hubo diferencia entre los productos; en segunda instancia se ubicaron Propiconazole y Azoxistrobina con un rendimiento de  $1\ 775$  y  $1\ 481 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente, registrándose una diferencia hasta de 30% (Figura 2), debido entre otras causas a que en estos dos últimos fungicidas el progreso de la enfermedad (daño foliar) fue mayor. La pérdida en rendimiento en Nana F2007 cuando no se protegió con fungicida fue de 84% (testigo).

El comportamiento agronómico de la variedad, para las estrategias de protección, mostró diferencias en DF, DM y AP. Se registró el espigamiento en menor tiempo en la estrategia 2; la madurez fisiológica se registró en la estrategia 1 a los 125 días, acortándose el ciclo biológico en 2 días si se compara con la estrategia 3 y con una diferencia de 6 días si se compara con las estrategias 2 y 4 (Cuadro 3). Solís (1996) indicó que conforme aumenta la severidad de la roya en los genotipos, la reducción del ciclo puede ser hasta 15 días en variedades susceptibles.

Para el PMG la estrategia 4 llegó a registrar el mayor peso debido a que la roya lineal no llegó a colonizar la inflorescencia de la planta de trigo y causar disminución en el rendimiento, resultados semejantes a la estrategia 2, ya que ambas se protegieron en etapas críticas como de embuche a antesis o de antesis ha llenado de grano (Cuadros 1 y 3).

Según Gaunt en 1995 (citado por Solís, 1996) las lesiones ocasionadas por la roya reducen el área fotosintética de las hojas, que interceptan menor cantidad de radiación solar y producen menos asimilados dando lugar a una menor biomasa. El IC y BIOM ambos componentes tuvieron menor expresión por causa del efecto provocado por la presencia de la roya, lo que indica que los demás componentes también sufrieron una reducción con respecto al progreso de la enfermedad (Figuras 1 y 2).

En la Figura 3 se observa el comportamiento de los fungicidas en las cuatro estrategias de protección. En la estrategia 1 se observa que a partir de la tercera lectura de roya el Propiconazole comienza a perder su efecto, en la cuarta lectura se perdió totalmente la protección del fungicida, la roya volvió a infectar a la planta y se disparó la infección llegando alcanzar 60% de severidad. En la estrategia 2 la protección de la Axozistrobina y el Propiconazole se perdió entre los 17-20 días después de la aplicación, a los 27 días se realizó la cuarta lectura y coincidió con la segunda aplicación de fungicida lo que provocó que las plantas se mantuvieran protegidas durante prácticamente todo el ciclo. En la estrategia 3 se aplicó después de realizar la tercera lectura, el porcentaje de severidad al momento de aplicar fue 40% y al finalizar el ciclo de 50%. En la estrategia 4 fue muy semejante a la estrategia 3, el comportamiento de los fungicidas fue el mismo durante todo el ciclo del cultivo a excepción del Propiconazole que en la última lectura llegó a registrar 50% de severidad.

## Conclusiones

La pérdida en rendimiento ocasionada por la roya lineal cuando no se aplicó fue de 84%. La mejor estrategia de control fue la 2, lo que indica que es importante no permitir que la enfermedad se establezca y progrese en etapas tempranas de crecimiento, para lo cual será necesario realizar la primera aplicación alrededor de los 40 días y la segunda entre 20 a 25 días después, dependiendo como se vuelva a iniciar la infección de la enfermedad.

No proteger a la planta con dos aplicaciones de fungicida entre el encañe al espigamiento, puede causar pérdidas hasta de 50%, a pesar de que se realice una aplicación a los 40 días o al embuche, o dos aplicaciones desde embuche hasta llenado de grano.

Los fungicidas más eficientes para el control de la roya lineal amarilla fueron la mezcla de Azoxistrobina+Propiconazole (QUILT®) y Tebuconazole (Folicur 250EW). Hay diferencia importante entre las moléculas utilizadas para el control de patógeno.

## Literatura citada

- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2013. FAO Statistical Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://faostat3.fao.org/home/E>.
- Hortelano, S. R.; Villaseñor, M. H. E.; Martínez, C. y Espitia, R. E. E. 2014. Control químico de roya amarilla en trigo harinero de temporal en los Valles Altos de México. *Ciencia y Tecnol. Agrop. México*. 2(2):38-44.
- Huerta, E. J. y Sing, R. 2000. Las royas del trigo. *In: el trigo de temporal en México*. Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. SAGAR, INIFAP, CIR- CENTRO y CEVAMEX. México. 231-251 pp.
- SAS Institute (Statistical Analysis System). 2010. SAS systems for information delivery for Windows. Release 9.2. Cary, North Caroline. USA.
- SIAP (Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. SAGARPA. México. Disponible en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>.
- Solís, M. E. 1996. Efecto de la roya de la hoja sobre cinco genotipos de trigo harinero *Triticum aestivum* L. en El Bajío, México. *Agríc. Téc. Méx.* 22:51-62.
- Solís, M. E., Huerta, E. J., Villaseñor, H. E. E. y Aguado, S. A. G. 2007. Roya lineal, fenología, rendimiento y sus componentes en trigo harinero (*Triticum aestivum* L.). *Agrociencia*. 41:563-573.
- Villaseñor, M. H. E.; Hortelano, S. R.; Martínez, C. E.; Mariscal, A. A. L.; Leyva, M. S. G. y Huerta, E. J. 2012. Control químico de las enfermedades: una alternativa para la producción de trigo de temporal en Tlaxcala. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 3(3):595-600.
- Villaseñor, M. H. E.; Huerta, E. J.; Hortelano, S. R. R.; Martínez, C. E.; Espitia, R. E.; García, L. E.; Pérez, H. P.; Rodríguez, C. M. E.; Valdez, R. Y. R.; Díaz, C. H. L.; Rodríguez, G. M. F. y Zamudio, C. A. 2016. Nuevas variedades de trigo para incrementar la productividad y producción en México. III Reunión estatal de investigación científica y tecnológica Campo Experimental Valle de México. INIFAP-CIRCE-CEVAMEX. Coatlinchán, Estado de México. Memoria técnica núm. 3.