



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

UNLP

TRABAJO FINAL

**"Eficacia de control y residualidad de curasemillas ante infecciones de
Zymoseptoria tritici en trigo"**

Alumno: SANTIRSO, GONZALO

Legajo: 27142/8

E-mail: gonzalo_santirso@hotmail.com

Directora: Dra. María Rosa Simón

Co-director: Dr. Matías Schierenbeck

Fecha de entrega: 20 de noviembre de 2018

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis está dedicada a mis padres y a mis hermanas por su apoyo incondicional y por hacer que esto sea posible.

A toda mi familia por su apoyo durante toda la carrera.

Quiero agradecer especialmente a la Dra. María Rosa Simón y al Dr. Matías Schierenbeck por su dedicación y apoyo a lo largo de la realización de este trabajo.

A mis compañeros y amigos con los cuales compartí muchos momentos a lo largo de todos estos años de formación.

A los evaluadores de tesis por sus observaciones y aportes para mejorar este trabajo.

INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN..... | 4 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 5 |
| 1.1 Descripción del cultivo, situación mundial y nacional..... | 5 |
| 1.2 Enfermedades foliares en trigo con énfasis en Septoriosis de la hoja..... | 7 |
| 1.3 Manejo integrado de la Septoriosis de la hoja..... | 10 |
| 1.4 Control químico..... | 10 |
| A. Hipótesis..... | 12 |
| B. Objetivos..... | 13 |
| 2. MATERIALES Y METODOS..... | 13 |
| 2.1 Diseño del ensayo..... | 13 |
| 2.2 Evaluaciones a campo..... | 16 |
| 2.3 Análisis estadístico..... | 17 |
| 3. RESULTADOS..... | 17 |
| 3.1 Poder germinativo..... | 17 |
| 3.2 Severidad..... | 18 |
| 3.3 Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad..... | 20 |
| 3.4 Eficacia de control y eficacia residual media..... | 22 |
| 4. DISCUSIÓN..... | 23 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 26 |
| 6. BIBLIOGRAFIA..... | 26 |

RESUMEN

La Septoriosis causada por *Zymoseptoria tritici* P. Crous (syn. *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter), es la enfermedad más importante de trigo en Europa y una de las principales en Estados Unidos. Los objetivos específicos de este trabajo fueron evaluar la eficacia de control y la residualidad de diferentes tratamientos de fungicidas curasemillas sobre esta enfermedad así como determinar el efecto de los mismos sobre la viabilidad de la semilla de trigo. Para ello se realizó un ensayo con seis tratamientos y tres repeticiones. Se efectuaron siete evaluaciones a través de las distintas fases fenológicas del cultivo. Para garantizar la infección con *Z. tritici*, todos los tratamientos se inocularon cada 10 días con una suspensión de esporas de concentración conocida. El poder germinativo se evaluó sobre las tres repeticiones de campo y además se realizó otro ensayo en invernáculo con tres repeticiones en bandejas. La evaluación de la severidad se realizó cada 10 días, estimando de manera visual el porcentaje del área foliar afectada con síntomas de septoriosis. La eficacia de control se expresó como el porcentaje de severidad de los distintos tratamientos curasemillas respecto del testigo sin tratar (T). El poder germinativo no se vio afectado significativamente por los tratamientos, obteniéndose valores similares entre ellos (85-90%), a excepción del T4 que presentó valores algo inferiores al resto (78,7%). Los distintos tratamientos con fungicidas tuvieron efecto en la disminución de la severidad. La eficacia de control disminuyó significativamente a partir de la cuarta evaluación (60 días, encañazón) y el tratamiento T3 fue el que mantuvo más su residualidad. La eficacia residual media varió de 72 a 82 días destacándose el T3. Se pudo concluir que el uso de tratamientos fungicidas en semillas, constituye una herramienta importante para el control de *Z. tritici*, sin tener consecuencias negativas sobre la viabilidad de las semillas.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del cultivo, situación mundial y nacional.

El Trigo (*Triticum aestivum* L.) es el cereal más importante de la agricultura mundial y es cultivado en todo el mundo bajo diversas condiciones (Slafer & Satorre, 1999). Ha sido el alimento básico de las principales civilizaciones de Europa, Asia y Norte de África durante más de 8.000 años (Baloch, 1999). Su producción ha ido en aumento en forma permanente y constante durante las últimas décadas y ello se ha debido exclusivamente al aumento de rendimientos (FAO, 2014). Este incremento que se verifica a fines de los '60 y principios de los '70, es coincidente con el cambio de germoplasma que llevó a la difusión de variedades con mayor potencial de rinde, acompañadas de técnicas de cultivo tendientes a la concreción de esos rendimientos (FAO, 2014).

En la última campaña 2017/2018, la producción mundial fue de 756,8 millones de toneladas (t), siendo el rendimiento promedio de 3,4 t/ha (Figura 1). La producción crece de manera sostenida en cada año en base a mayores rendimientos, ya que se observa una reducción de la superficie desde el año 1982 (FAO, 2018).

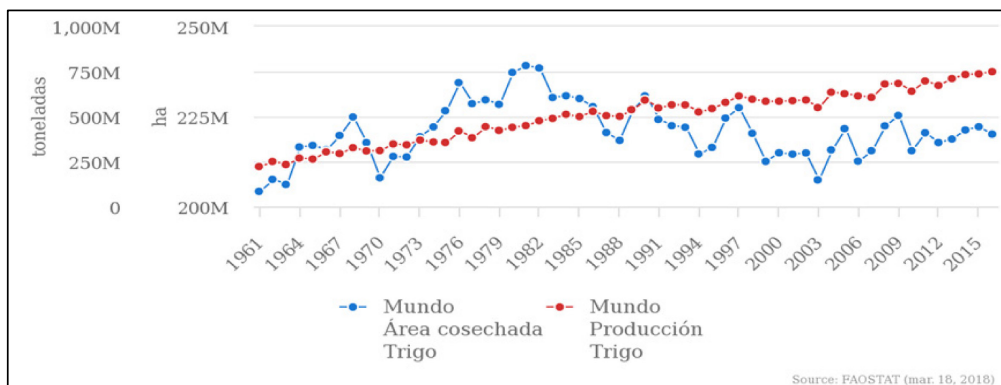


Figura 1. Superficie (ha) y producción (t) mundial de trigo para el periodo 1961-2015. Fuente: FAO, 2018.

Asia y Europa son los continentes líderes en la producción del cereal, concentrando entre ambos el 74,4% de la producción, en tanto que América participó para la campaña 2017/18 con el 19,4% mientras que África y Oceanía sólo representaron el 6,1%. La República Argentina es productora de trigo desde los tiempos de la colonia. La primera siembra del cultivo se realizó en el fuerte Sancti Spiritu, al margen del río Carcarañá, en la provincia de Santa Fe (Miralles & Gonzáles, 2009). No obstante, su importancia en la economía nacional es más reciente, y surge entre fines del siglo XIX y principios del siglo

XX. De manera análoga a lo que sucede a nivel mundial, la producción argentina de trigo se incrementa a expensas de mayores rendimientos y no de mayor superficie. El récord de superficie sembrada se alcanzó en 1928, con un total de 9.000.000 ha y una producción de 9,5 millones de t. En la campaña 2017/2018, el Ministerio de Agroindustria de la Nación estimó una producción nacional de 18 millones de t, en una superficie implantada de 5.950.000 ha. Es decir que la superficie se contrajo en un 34% con respecto al récord, aunque con marcados incrementos en los últimos años, al tiempo que la producción se incrementó un 89,47% con respecto a la obtenida en 1928 (Figura 2).

La producción nacional alcanzada en la campaña 2017/2018 fue ligeramente inferior respecto de la obtenida en la campaña anterior que fue de 18.390.000 t. En tanto, la superficie sembrada disminuyó un 6 % en relación con la del año pasado, entre otras causas debido a las intensas precipitaciones registradas durante la época de siembra en el año 2017 (INTA Marcos Juárez, 2018).

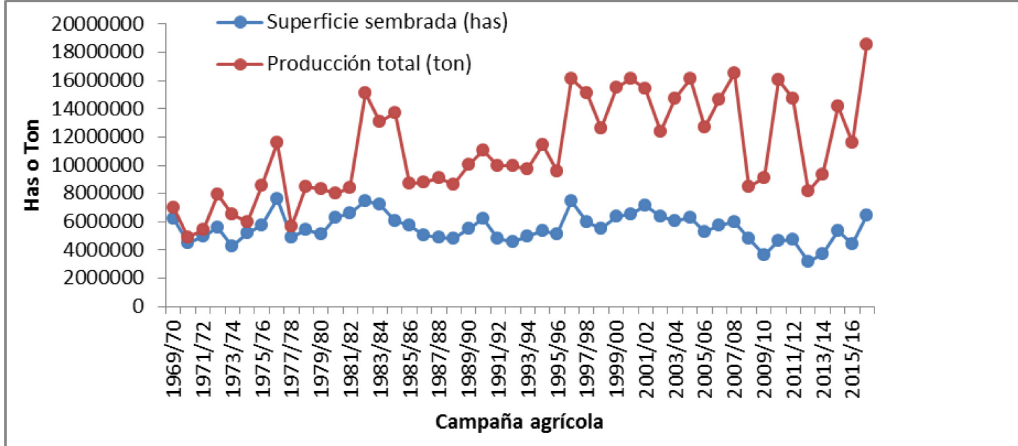


Figura 2. Superficie (ha) y producción (t) de trigo en la Argentina para el periodo comprendido en las campañas 1969/1970 - 2016/2017. Fuente: Ministerio de Agroindustria de la Nación, 2018.

El rendimiento promedio nacional para esa campaña (2017/2018) fue de 3.181 kg/ha. El valor de la producción es superior a los 4.000 millones de dólares considerando el volumen producido en la campaña 2016/2017 y un precio FOB (Free On Board) a marzo de 2018 de U\$S 217/t (Ministerio de Agroindustria de la Nación, 2018).

1.2 Enfermedades foliares en trigo con énfasis en Septoriosis de la hoja

La producción de trigo está limitada por diferentes factores abióticos y bióticos; dentro de estos últimos, las enfermedades de origen fúngico sobresalen por su incidencia (Annone *et al.*, 1994). En Argentina, las enfermedades foliares como Septoriosis o Mancha de la Hoja (MH) causada por *Zymoseptoria tritici* P. Crous (syn. *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter), Mancha Amarilla (MA) (*Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoemaker/teleomorfo *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs) y Roya de la Hoja (RH) (*Puccinia triticina* Eriks) son consideradas las más limitantes del rendimiento del cultivo por frecuencia, nivel epidémico y escasez de combinaciones genéticas efectivas en cultivares comerciales (Annone, 2001).

La Septoriosis es la enfermedad más importante de trigo en Europa y se encuentra entre las enfermedades más perjudiciales desde el punto de vista económico de este cultivo en los Estados Unidos (Ponomarenko *et al.*, 2011), siendo también de importancia en la región triguera argentina. Es un serio problema en el sur de Chile y de Uruguay y en la Argentina, en particular en las provincias de Córdoba y Buenos Aires. Existe amplia bibliografía sobre el porcentaje de pérdidas de rendimiento causado por *Z. tritici*. Los daños a nivel mundial oscilan entre 31 y 54 %, y en nuestro país las distintas fuentes señalan pérdidas entre 17 y 50 %, dependiendo del estado fenológico en el que ocurre la infección y el grado de ataque o severidad de la enfermedad (Eyal *et al.*, 1987; Ponomarenko *et al.*, 2011; Cordo *et al.*, 2014; Castro *et al.*, 2015). La Septoriosis de la hoja puede llegar a causar pérdidas de rendimiento considerables en años con primaveras con temperaturas moderadas y frecuentes precipitaciones. En este tipo de ambientes, y dependiendo del cultivar involucrado, la cantidad y calidad de residuos de trigo en superficie y la fecha de siembra, entre otros factores, la enfermedad puede alcanzar las hojas superiores de las plantas y de esta manera ocasionar pérdidas de rendimiento de hasta el 50% (Annone & García, 2004).

Si bien es una enfermedad conocida en la Argentina desde hace varias décadas, su importancia creció a comienzos de los '70 con la liberación de la primera generación de trigos de bajo porte y alto potencial de rendimiento, que resultó ser altamente susceptible a su agente causal (Annone & García, 2004).

Las primeras lesiones aparecen en las hojas inferiores, como manchas pequeñas de color amarillo, que luego avanzan a las hojas superiores. Dichas manchas presentan una forma

oval, coloración amarillo verdoso o gris verdoso, inicialmente como lesiones acuosas, que luego confluyen irregularmente, necrosando el tejido afectado tornándose con apariencia de “parches pajizos” de color pardo a castaño (SINAVIMO, 2018). Sobre las mismas aparecen “salpicados” numerosos puntos oscuros (Figura 3 A), que corresponden a las estructuras reproductivas asexuales del hongo (picnidios), pudiendo provocar la senescencia anticipada de las hojas (Carmona & Sautua, 2015). Las hojas secas permanecen rígidas y péndulas, con los bordes ondulados (SINAVIMO, 2018). Otros autores también señalan la aparición de picnidios en la espiga (Figura 3 B) en casos de extrema humedad durante el período de llenado de granos (Madariaga, 1986).

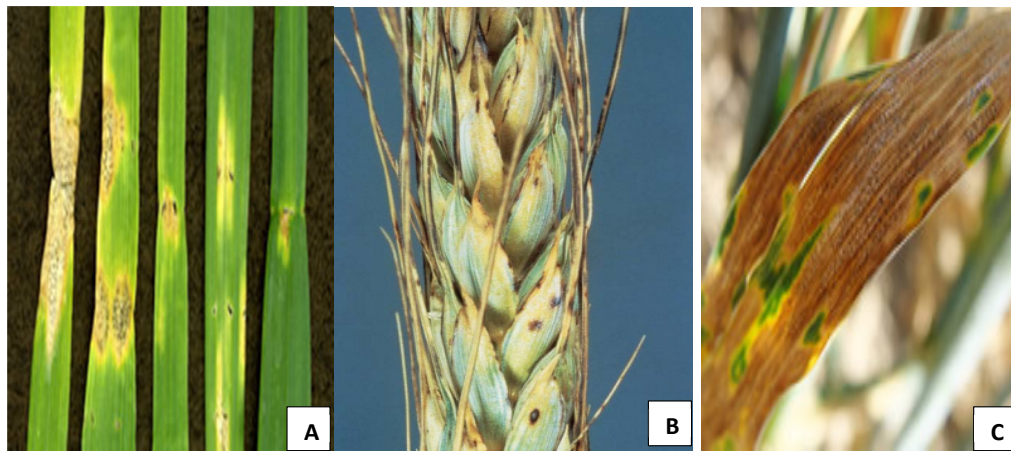


Figura 3. Síntomas de *Z. tritici* en hojas (A), picnidios sobre las glumas de la espiga de trigo (B) y alta infección con necrosis en hojas (C). Fuente: (A) Agrios, 2005; (B) y (C) Ponomarenko *et al.*, 2011.

La infección de *Z. tritici* se inicia con ascosporas formadas en pseudotecios que se transportan por el viento o con conidios dispersados a través de las salpicaduras de agua de lluvia desde el rastrojo del ciclo anterior. La infección primaria comienza con la emergencia de plántulas en otoño o primavera (Carmona & Sautua, 2015). El patógeno sobrevive períodos libres de cultivos principalmente como pseudotecios, pero también en picnidios en restos de cultivo. Los cultivos sembrados en otoño y las plantas voluntarias pueden ayudar a sobrevivir durante el invierno (Ponomarenko *et al.*, 2011). El ciclo de la enfermedad puede observarse en la Figura 4.

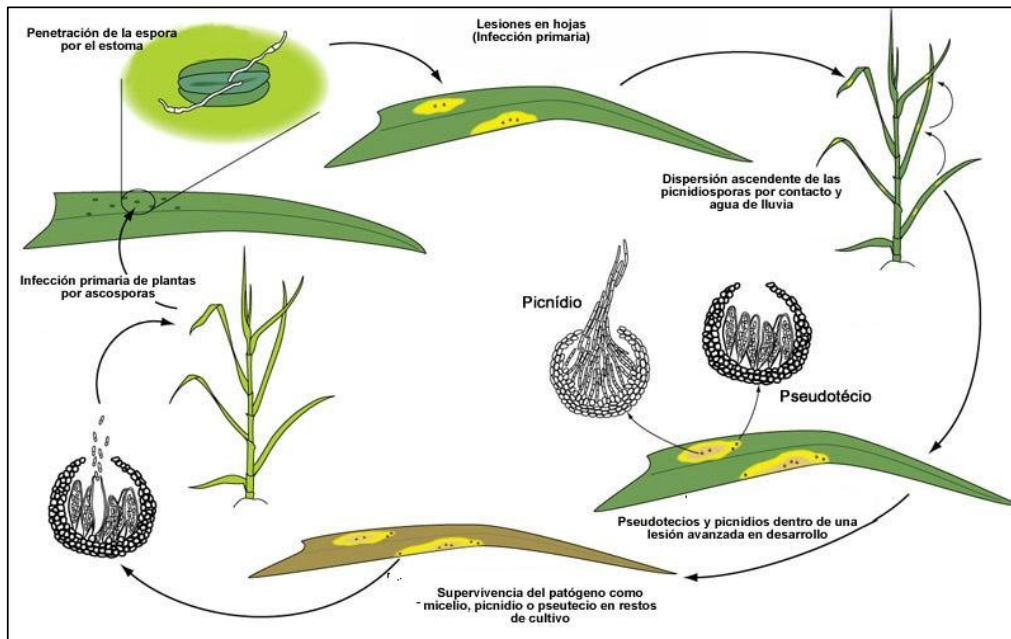


Figura 4. Ciclo de *Z. tritici*. Modificado de Ponomarenko *et al.* (2011).

La principal fuente de inóculo es el rastrojo infectado. Los conidios son liberados desde los picnidios presentes en los restos culturales, cuando son mojados e hidratados, para lo cual requieren la presencia de agua libre. El transporte de estas esporas es siempre por salpicaduras de gotas de lluvia, las que son llevadas por el viento a corta distancia. La temperatura óptima para la infección es de 15-20 ° C, en combinación con 72-96 horas de mojado continuo en los sitios de infección, por lo que campañas lluviosas son más predisponentes (Carmona & Sautua, 2015). Los picnidios se producen aproximadamente 14 a 40 días después de la infección, según el hospedante y las condiciones estacionales (Ponomarenko *et al.*, 2011).

El patrón de distribución de la enfermedad en el lote depende del inóculo que haya dado origen a la dispersión. De esta manera, los conidios dispersados por el salpicado de agua de lluvia, generan focos de infección y una apariencia desigual en el lote. En cambio, cuando las responsables de la dispersión son las ascosporas transportadas por el aire la distribución de la enfermedad es más uniforme, coincidiendo con lo señalado por Carmona & Sautua (2015). Lo anterior puede relacionarse con las distancias alcanzadas por cada tipo de espora, en función de su forma de transporte. Las ascosporas son aerotransportadas largas distancias por el viento, mientras que los conidios están

restringidos a cortas distancias, tales como hojas de la misma planta o plantas vecinas. Muchos ciclos de reproducción asexual durante la temporada de crecimiento permiten que las epidemias se desarrollen rápidamente (Ponomarenko *et al.*, 2011).

Existe poca información acerca de su transmisión a través de semillas. Su presencia en semilla depende del nivel de severidad de ataque de septoria sobre el cultivo, especialmente de la presencia de la enfermedad en la espiga. La utilización de granos afectados para la siembra puede producir una mala implantación del cultivo (Zuñiga *et al.*, 2010)

1.3 Manejo integrado de la Septoriosis de la hoja

En el marco de la agricultura actual, el control de *Z. tritici* debe responder a un manejo integrado de enfermedades (MIE). El mismo, además de aplicar todas las medidas disponibles, toma en consideración la sustentabilidad ecológica, teniendo como principio a la racionalización del uso de agroquímicos (Carmona, 2004).

Las principales estrategias de control se basan en el uso de cultivares resistentes, uso de semilla sana o tratada eficientemente, en la aplicación de fungicidas basada en el umbral de daño económico (UDE) y en el uso de prácticas culturales adecuadas (Carmona, 2004). Por su parte, la información que existe acerca de las posibilidades de biocontrol de patógenos fúngicos de cereales es un campo que se continúa explorando aún en Argentina (Stocco, 2014; Larran *et al.*, 2016).

1.4 Control químico

El control químico constituye una herramienta muy útil que debe formar parte de una estrategia definida de MIE. La aplicación eficiente de fungicidas ha demostrado en muchos cultivos aumentos significativos de los rendimientos y de la calidad de la producción. Desde el punto de vista epidemiológico, el uso de fungicidas puede reducir el inóculo inicial (ej. tratamiento de semillas) y/o disminuir la tasa de infección (aplicación foliar) (Carmona & Reis, 2001).

Las semillas infectadas por patógenos son una excelente vía para la introducción de enfermedades en países o campos donde antes no existían (Carmona, 2004). Existe poca información disponible sobre la semilla de trigo como fuente de inóculo primario de *Z. tritici* y su transmisión a la plántula y son escasos los estudios conducidos para evaluar el efecto de curasemillas y su residualidad. Sin embargo, en otros patosistemas, la

aplicación de fungicidas en semilla es una de las pocas técnicas de manejo agronómico que ofrece la posibilidad de controlar eficientemente a los patógenos presentes en la misma (Carmona & Sautua, 2015). Las moléculas más utilizadas para el control de enfermedades en trigo son triazoles, estrobilurinas, carboxamidas, bencimidazol (Carbendazim) y distintas mezclas entre ellos.

Respecto a las características de cada uno de estos grupos químicos se conoce que los triazoles son inhibidores de la biosíntesis del ergosterol, actúan en la formación y selectividad de la membrana plasmática, son agentes sistémicos y actúan como protectores, curativos y erradicantes (Arregui & Puricelli, 2013; Carmona & Sautua, 2015). Por su parte, las estrobilurinas inhiben la respiración mitocondrial por el bloqueo de la transferencia de electrones en el complejo citocromo-bc1 (complejo III) (Carmona & Sautua, 2015). Se las considera moléculas protectoras debido a que las esporas de los hongos son más sensibles que el micelio. Las carboxamidas, que son de más reciente utilización en trigo, al igual que las estrobilurinas inhiben la respiración mitocondrial por el bloqueo de la transferencia de electrones en el complejo II, específicamente inhibiendo la succinato deshidrogenasa (Carmona & Sautua, 2015). Las mismas son protectoras, y su persistencia se debe a su interacción con diferentes componentes foliares de la planta. El Carbendazim es un fungicida sistémico, curativo y preventivo que actúa como inhibidor de la mitosis y de la división celular.

Todo fungicida tiene una determinada relación dosis-respuesta, es decir, requiere un mínimo de concentración para alcanzar un nivel específico de control, variando además la eficacia de control sobre una determinada enfermedad según el principio activo utilizado. Adicionalmente, la concentración efectiva de los tratamientos de semilla disminuye a través del tiempo, como consecuencia de que el ingrediente activo se descompone en el suelo, se diluye por difusión o lixiviación lejos de la superficie de la semilla, se diluye en el interior de la planta como consecuencia de que el volumen de tejido se incrementa o es degradado a compuestos secundarios inactivos dentro de la propia planta (Gerard *et al.*, 2015). Por lo expuesto anteriormente, la residualidad o duración de la protección puede presentar una amplia variación. En general, los tratamientos de semilla son efectivos 10 a 14 días después de la siembra, con una degradación más rápida en condiciones cálidas y húmedas. Sin embargo, algunos ingredientes activos desarrollados recientemente pueden proteger a la planta por periodos mucho más largos cuando son aplicados en dosis mayores. En estos casos, los tratamientos de semillas pueden suplementar o ser una

alternativa a las aplicaciones foliares tradicionales para el control temprano de ciertas enfermedades, ofreciendo un control efectivo y reduciendo la necesidad de tratamientos adicionales de rescate o resiembra de cultivos (Gerard *et al.*, 2015).

En este sentido, Gerard *et al.* (2015) evaluaron la eficacia de control y residualidad de curasemillas sobre distintas enfermedades de trigo. Todos los tratamientos de curasemillas utilizados demostraron tener efectos de control sobre la Mancha amarilla, Roya de la hoja y Septoriosis de la hoja en el cultivo de trigo. Sumado a esto, este trabajo indica que todos los curasemillas utilizados tuvieron efecto sobre el control de todas las enfermedades e incluso la eficacia inicial de control del promedio de los fungicidas fue mayor en *Z. tritici* que en las otras enfermedades evaluadas.

El sistema de producción actual de siembra directa con variada cantidad de rastrojo en superficie, semillas ubicadas a profundidad variable y otros factores propios del sistema determinan la necesidad de utilizar fungicidas curasemillas. Éstos, minimizan la existencia de plantas débiles y anormales, de escasa resistencia a condiciones ambientales desfavorables y en forma indirecta favorecen la implantación (Burne, 2012). Si bien el uso de dosis muy elevadas de fungicidas curasemillas puede afectar el poder germinativo, hay ensayos como el realizado por Dutra *et al.* (2014) que evaluaron el efecto de distintos fungicidas curasemillas sobre el poder germinativo y demostraron que, utilizando las dosis indicadas en marbetes, no se observaron síntomas de fitotoxicidad ni de interacciones negativas entre las diferentes mezclas de principios activos.

Tomando en cuenta esto, este trabajo pretende evaluar el comportamiento de fungicidas comerciales, sus mezclas con otros productos y nuevas moléculas fungicidas desarrolladas por BASF SA en la eficacia de control y residualidad de curasemillas ante infecciones de *Z. tritici* en trigo.

A. HIPOTESIS

- El tratamiento con curasemillas reduce la severidad de la mancha de la hoja del trigo, durante gran parte del ciclo del cultivo, logrando una mayor eficiencia de control y residualidad mediante la combinación de distintos principios activos.
- Los fungicidas curasemillas aplicados en las dosis indicadas en marbetes, no reducen significativamente el poder germinativo de las semillas de trigo.

B. OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo son:

General

Contribuir al control de la mancha de la hoja del trigo a través de la aplicación de fungicidas curasemillas.

Específicos

- a) Evaluar la eficacia del control y la residualidad de diferentes tratamientos de fungicidas curasemillas en la severidad de la septoriosis en trigo.
- b) Determinar el efecto de los mismos en la viabilidad de la semilla de trigo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Diseño del ensayo

Se realizó un ensayo en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales -Universidad Nacional de La Plata- con un diseño en bloques al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. El ensayo se sembró el 10 de julio de 2017 en macetas de 10 litros, en cada una de ellas se sembraron ocho semillas del cultivar Baguette 601, de ciclo intermedio a largo y moderadamente susceptible a la mancha de la hoja, con el objetivo de dejar cinco luego de emergidas. Se evaluó el efecto de seis tratamientos [Testigo (T); Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3), Tratamiento 4 (T4), Tratamiento 5 (T5)] en siete evaluaciones a través de las distintas fases fenológicas del cultivo. Los tratamientos con fungicidas fueron distintas combinaciones de principios activos, y con distinta concentración (Tabla 1). El tratamiento de las semillas utilizadas fue realizado previamente por la empresa BASF.

Tabla 1. Tratamientos del ensayo y dosis de formulación (cc cada 100 kilogramos de semilla)

| Tratamiento | BAS 700 05F (Sistiva) | BAS 595 00 F (Premis FS) | IMIDACLOPRID 60 CIGARAL | BAS 364 27S | BAS 937 19F (SX) | BAS 950 80F |
|-------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------|---------------------|----------------|
| T | Testigo sin tratar | | | | | |
| T1 | 75 | 25 | | | | |
| T2 | 75 | 25 | 100 | | | |
| T3 | 75 | 25 | | 100 | | |
| T4 | | | | | | 250 |
| T5 | | | | | 300 | |

La mayoría de las formulaciones utilizadas son mezclas experimentales, razón por la cual puede que no estén registradas en CASAFE.

El producto BAS 700 05F se corresponde con el producto comercial Sistiva® (clase toxicológica III) de la empresa BASF. Los principios activos son fluxapiroxad al 33% (carboxamida) y triticonazole al 10% (triazol). Por su parte, el producto BAS 595 00F es el correspondiente a Premis FS (clase toxicológica III) de la misma empresa, cuyo principio activo es triticonazole (triazol) al 10% de concentración. El Imidacloprid 60% Cigaral FS (clase toxicológica II) es un insecticida sistémico que actúa por ingestión y contacto. Los productos BAS 364 27S, BAS 937 19F (SX) y BAS 950 80F, son fungicidas experimentales de formulación desconocida al momento de realizar este trabajo.

Para garantizar la infección de *Z. tritici*, todos los tratamientos fueron inoculados cada 10 días, desde el estadio de 2-3 hojas (EC 1.2) (Zadoks *et al.*, 1974) con una suspensión de esporas de concentración conocida. El protocolo de preparación del inóculo fue el sugerido por Gerard *et al.* (2015) que a continuación se detalla. El hongo fue sembrado en medio sólido agar-malta en cajas de Petri e incubado durante 10 días a 21° C +/- 2°C en estufa. Se recolectaron los conidios mediante el raspado de los mismos con un cepillo y agua destilada estéril (Figura 5 B). Posteriormente, se realizaron diluciones y recuento de esporas utilizando la cámara de Neubauer, y se ajustando el inóculo a la concentración final de 5×10^6 esporas/ml. Una vez conocida la concentración de esporas, se agregó 0,5% del tensioactivo (Tween 20) por 20 litros de preparación en el pulverizador y se procedió

a la aplicación. La misma se realizó durante la tarde en cada oportunidad, y se cubrieron todos los ensayos para generar condiciones de humedad y temperatura que favorecieran la penetración del patógeno durante las 72 h posteriores.

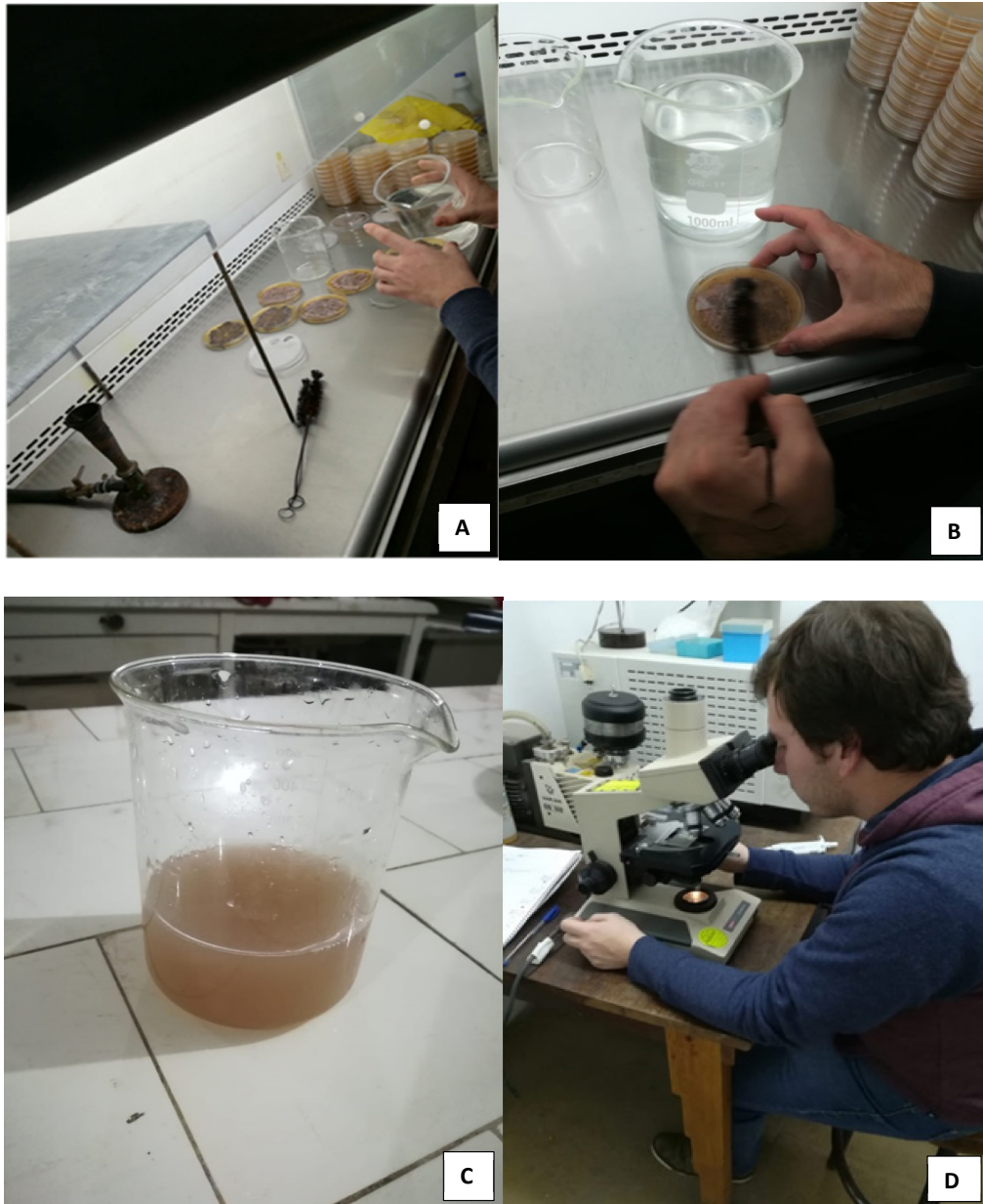


Figura 5. A. Preparación del inóculo de *Z. tritici*. B. Raspado de conidios con cepillo. C. Inóculo listo para su aplicación. D. Recuento de esporas con microscopio.

2.2. Evaluaciones a campo

Poder germinativo de las semillas

El poder germinativo (% PG) se evaluó sobre las tres repeticiones de campo (macetas) y mediante la realización de otro ensayo en condiciones controladas con tres repeticiones para verificar si hubo diferencias significativas en los resultados producto de las condiciones ambientales. Este ensayo se realizó sobre bandejas "speedling" realizando tres repeticiones por tratamiento. En cada repetición se colocarán ocho semillas, cada una en una celda.

Severidad de la mancha de la hoja

La evaluación se realizó utilizando el parámetro de estimación de daños: severidad determinado a través del cálculo del área foliar afectada por la enfermedad/superficie total expresado en porcentaje. La evaluación de la severidad de la mancha de la hoja se realizó en los diferentes tratamientos cada 10 días, estimando de manera visual el porcentaje de área foliar afectada con síntomas característicos de la enfermedad en las últimas cuatro hojas completamente desarrolladas de 5 plantas, realizándose en total siete evaluaciones: primera evaluación: en dos macollos (EC22); segunda evaluación: inicio de encañazón (EC31); tercera evaluación: dos nudos (EC32); cuarta evaluación: hoja bandera desplegada (EC39); quinta evaluación: floración (EC60), sexta evaluación: grano lechoso (EC70); séptima evaluación: grano pastoso (EC80). Con los datos de severidad obtenidos a lo largo de las siete fechas evaluadas, se calculó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) según Shanner & Finney (1977). A partir de los datos de ABCPE obtenidos en cada evaluación, se calculó la eficacia de control (EC) de los distintos tratamientos curasemillas respecto al testigo y su residualidad a lo largo del ciclo del cultivo. La eficacia de control se expresó como el porcentaje de severidad de los distintos tratamientos curasemillas respecto del testigo sin tratar (T), de acuerdo a lo sugerido por Daniels & Latin (2013).

$$\text{EC} = [1 - (\% \text{ severidad del tratamiento} / \% \text{ severidad del testigo})] \times 100$$

Se estimó la residualidad en base a los días en que la eficacia de control fue significativa con respecto al testigo que se consideró como 0.

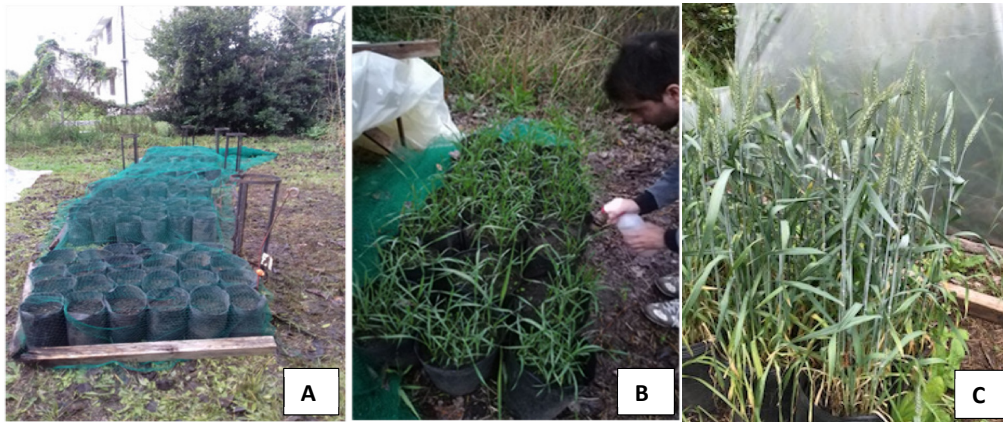


Figura 6. A. Ensayo sembrado y protegido contra pájaros. B. Aplicación del inóculo sobre las plantas. C. Cultivo en fase de espigazón.

2.3 Análisis estadístico

El % PG y la EC calculados para cada uno de los tratamientos fueron analizados con un ANAVA (análisis de variancia) y un test LSD ($P < 0.05$) para comparación de las medias mediante el software estadístico Genstat 12th Edition. Los valores de EC calculados a lo largo de todas las evaluaciones se ajustaron a distintas funciones de regresión. A través de la ecuación del modelo con mejor ajuste se determinó la eficacia residual media de cada tratamiento, la cual representa el tiempo en días en que la eficacia es reducida al 50%.

3. RESULTADOS

3.1 Poder germinativo

En la Tabla 2 se indican los resultados del ANAVA para PG. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos con fungicidas, aunque el T4 tuvo una tendencia a presentar valores inferiores (Figura 7).

Los resultados encontrados en el ensayo en condiciones controladas fueron muy similares a los hallados en el ensayo a campo, a partir de esto se comprobó que no hubo diferencias significativas producto de las condiciones ambientales.

Tabla 2. ANAVA del poder germinativo de semillas de trigo de un ensayo inoculado con *Zymoseptoria tritici* con cinco tratamientos de fungicidas curasemillas y control.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Cuadrados medios | V.R | F pr. |
|---------------------|--------------------|------------------|------|-------|
| Tratamientos | 5 | 137.1 | 0.72 | 0.612 |
| Residual | 25 | 189.4 | | |

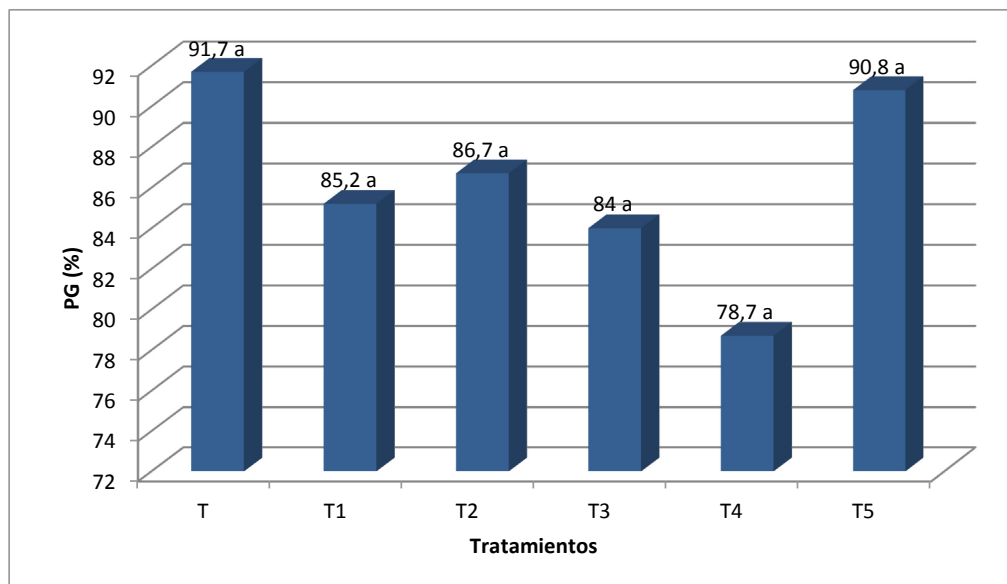


Figura 7. Medias del poder germinativo de semillas de trigo de un ensayo inoculado con *Z. tritici* con cinco tratamientos de fungicidas curasemillas y control.

3.2 Severidad

En la Tabla 3, se presentan los resultados del ANAVA para la variable severidad corregida en las 7 determinaciones para las cuatro hojas superiores. Se observaron diferencias significativas en el tiempo, entre tratamientos y en la interacción tratamiento x tiempo.

Tabla 3. ANAVA de la severidad causada por *Z. tritici* en cinco tratamientos de fungicidas curasemillas y control en trigo.

| Fuente de variación | de | Grados de libertad | de | Suma de cuadrados | de | Cuadrados medios | V.R | F pr. |
|----------------------|-----|--------------------|----|-------------------|----|------------------|------|-------|
| Repetición | 2 | | | 0.49 | | 0.24 | 76.1 | |
| Tratamiento | 5 | | | 0.08 | | 0.01 | 5.07 | <.001 |
| Tiempo | 6 | | | 1.78 | | 0.29 | 91.2 | <.001 |
| Tratamiento x Tiempo | 30 | | | 0.19 | | 0.01 | 2.01 | 0.01 |
| Residual | 82 | | | 0.26 | | 0.003 | | |
| Total | 125 | | | 2.82 | | | | |

En las primeras dos evaluaciones el tratamiento T acusó los mayores valores de severidad (Figura 8), y en la media general la severidad se incrementó un 35,39% con respecto al tratamiento con valores más bajos (T2).

Es posible distinguir tres grupos en referencia a su comportamiento a lo largo de todo el ciclo. El tratamiento T fue el que presentó la mayor severidad; el T5 valores intermedios, y el T2 la menor severidad. Los tratamientos T1, T3 y T4 no mostraron diferencias con T2 ni con T5, pero si con T.

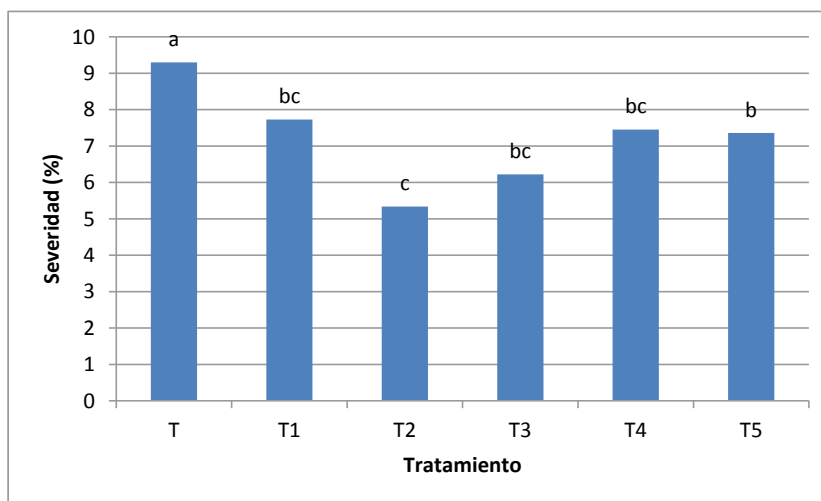


Figura 8. Porcentaje de severidad promedio de las dos primeras hojas para cada tratamiento. Medias seguidas por letras iguales en cada evaluación no difieren significativamente (LSD p=0.05).

Asimismo, se pueden observar tres etapas de progreso de la enfermedad: la primera está comprendida desde la primera hasta la tercera evaluación (50 días desde la primera inoculación), con valores superiores principalmente para el testigo, excepto en la primera y en la segunda con valores altos también en el tratamiento T5. Desde la cuarta hasta la sexta evaluación (80 días desde la primera inoculación), se observa un incremento de la severidad en todos los tratamientos con respecto a la etapa anterior, pero observándose un comportamiento similar en todos los tratamientos. La última etapa abarca la séptima evaluación, donde se observó una mayor severidad en todos los tratamientos al compararse con la etapa anterior, y mayores diferencias entre tratamientos (90 días desde la primera inoculación). El T2 presentó los valores más bajos de severidad, el T3 intermedio, y el T1 el más alto sin diferenciarse de T.

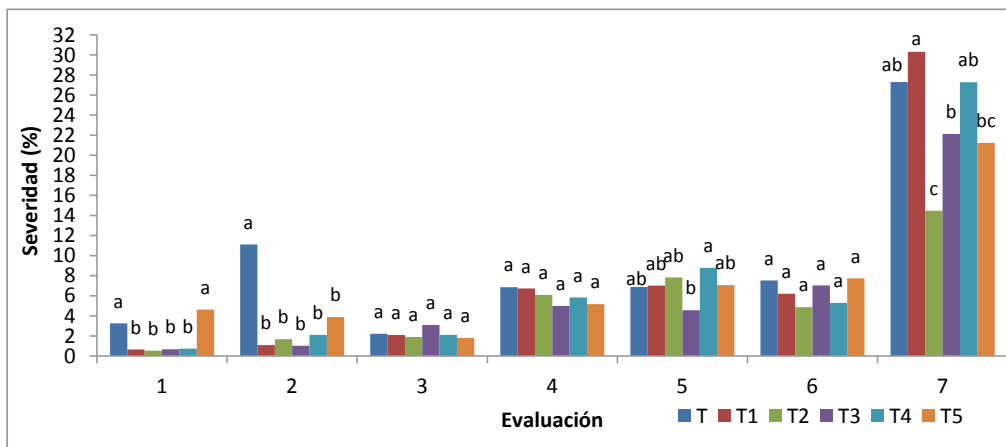


Figura 9. Porcentaje de severidad promedio de las dos primeras hojas para cada tratamiento y en cada evaluación. Medias seguidas por letras iguales en cada evaluación no difieren significativamente (LSD $p=0.05$).

3.3 Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad

El ABCPE mostró variaciones significativas entre tratamientos en el ANAVA (Tabla 4). El tratamiento T arrojó los mayores valores, superando en un 68,92% al mejor tratamiento (T2) y siendo un 31,66% superior a la media general del ensayo (Figura 10). No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5.

Tabla 4. ANAVA del ABCPE en un ensayo inoculado con *Z. tritici* con cinco tratamientos de fungicidas curasemillas y un testigo en trigo.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Media de cuadrados | V.R | F pr. |
|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|-------|
| Repetición | 2 | 710193 | 355097 | 66.01 | |
| Tratamiento | 5 | 91435 | 18287 | 3.40 | 0.047 |
| Residual | 10 | 53792 | 5379 | | |
| Total | 17 | 855420 | | | |

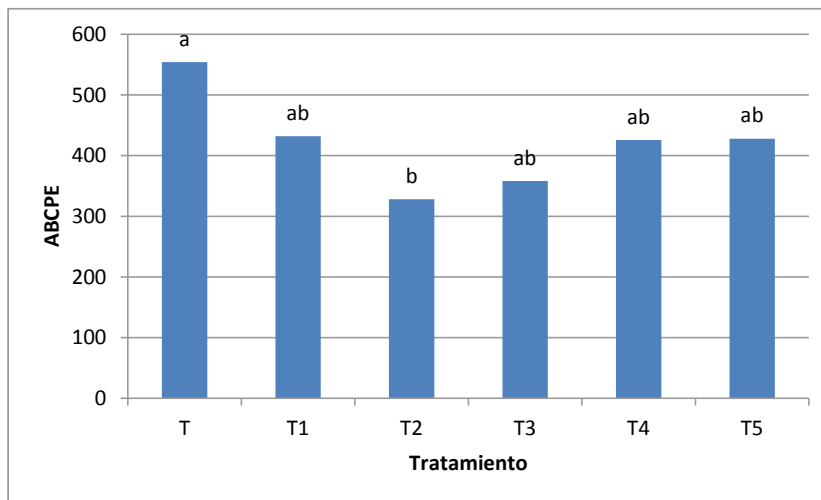


Figura 10. ABCPE para cada tratamiento. Medias seguidas por letras iguales en cada evaluación no difieren significativamente (LSD $p=0.05$).

3.4 Eficacia de control y eficacia residual media

Tabla 5. Eficacia de control de cinco tratamientos curasemillas en un ensayo inoculado con *Z. tritici* en trigo

| Fuente de variación | Grados de libertad | Cuadrados medios | V.R | F pr. |
|------------------------|--------------------|------------------|-------|--------|
| Tratamientos | 4 | 4862.8 | 23.61 | <0.001 |
| Tiempos | 6 | 3218.8 | 15.63 | <0.001 |
| Tratamientos × tiempos | 24 | 1232.6 | 5.98 | <0.001 |
| Residual | 68 | 206 | | |

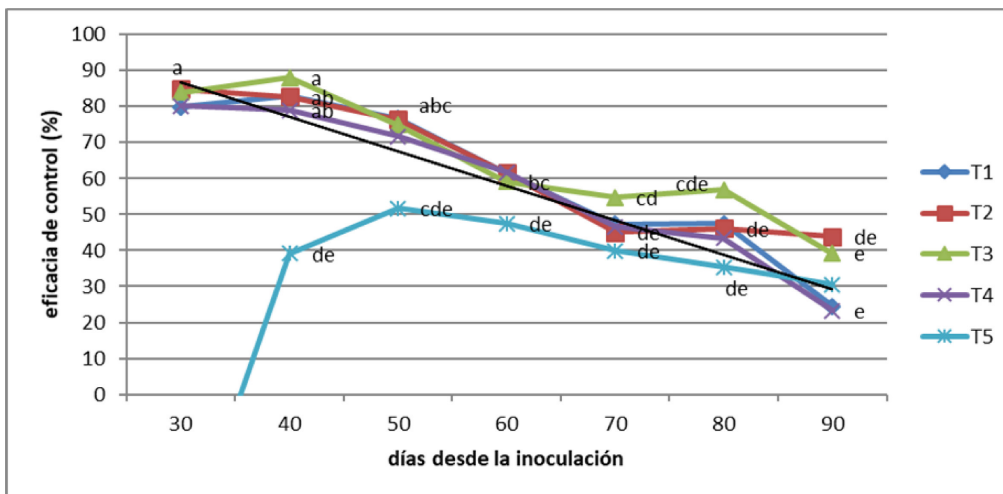


Figura 11. Eficacia de control de cinco tratamientos fungicidas curasemillas en un ensayo inoculado con *Z. tritici* en trigo. Letras diferentes indican diferencias significativas (LSD, $P < 0.05$).

Como puede verse, la menor eficacia de los fungicidas en la reducción de la enfermedad correspondió al tratamiento T5. Si bien la eficacia fue declinando desde la primera evaluación, los valores se mantuvieron significativamente iguales hasta la evaluación 3 (estadio dos nudos), en tanto que comenzaron a disminuir su eficacia significativamente a partir de la evaluación 4, a los 60 días de la primera inoculación en que la planta se

encontraba en hoja bandera. El T3 y el T2 mantuvieron sus valores algo superiores al resto de los tratamientos a partir de ese momento (Figura 11).

En comparación con el testigo, para el que se consideran valores de 0 de eficacia de control, todos los tratamientos ejercieron control significativo. Sin embargo, cuando se realizó el ajuste a diversas funciones de regresión, la función cuadrática que presentó el mejor ajuste determinó que la eficacia residual media (50%) varió entre los 72 y los 82 días desde la primera inoculación, siendo el tratamiento T3 el que presentó valores superiores.

4. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos en el ensayo se observó que los distintos tratamientos con fungicidas tuvieron efecto en la disminución de la severidad de la mancha de la hoja, aunque de manera diferencial entre ellos. Los tratamientos T2 y T3 presentaron los valores más bajos de ABCPE, aunque no significativamente diferentes del resto de los tratamientos con fungicidas.

El tratamiento T2 tiene en la formulación del fungicida la presencia de una carboxamida y un triazol, más el insecticida neonicotinoide Imadacloprid, lo que puede explicar un mayor control de la enfermedad a lo largo del ciclo del cultivo debido a la combinación de los dos mecanismos de acción diferentes de las moléculas fungicidas (De Wolf, 2012) y la complementación de las funciones protectoras y curativas, y posibles efectos de sinergismo con el insecticida. En las primeras dos evaluaciones este tratamiento se diferenció significativamente del Testigo. Estos resultados coinciden con los encontrados por Gerard *et al.* (2015). Asimismo, el T3 tiene similar formulación sin el insecticida, pero con el agregado de otro fungicida experimental.

Las carboxamidas inhiben la respiración mitocondrial por el bloqueo de la transferencia de electrones en el complejo II, específicamente inhibiendo la succinato deshidrogenasa. Las mismas son protectoras, y su persistencia se debe a su interacción con diferentes componentes foliares de la planta. Es importante mezclar este principio activo con otro de diferente sitio de acción como los triazoles para disminuir el riesgo de generar resistencia (Kiehr *et al.*, 2016).

En el caso de la carboxamida fluxaproxad utilizada en este ensayo, la evidencia obtenida por Smith *et al.* (2013), a través de múltiples ensayos, sugiere que además de controlar los síntomas visibles de enfermedades foliares de trigo, esta carboxamida es capaz de ejercer efectos fisiológicos positivos sobre la planta como (i) aumentos de la duración del tejido verde, (ii) retraso en la senescencia, (iii) disminución del daño celular y de la conductancia estomática, (iv) incrementos en la tasa de fotosíntesis y (v) aumentos de la eficiencia del uso del agua.

Por su parte, los triazoles son fungicidas que se caracterizan por poseer un principio activo inhibidor de la biosíntesis del ergosterol y actúan afectando la permeabilidad de la membrana lipídica del hongo.

Los tratamientos T1, T3 y T4 no lograron diferenciarse significativamente del T2 ni del T5, pero sí del T, en cuanto a severidad. Los primeros dos tratamientos contienen también una carboxamida y un triazol, por lo que el efecto sobre la severidad no se ve reflejado en diferencias significativas. Los fungicidas utilizados en los T4 y T5 presentan una formulación en evaluación, desconocida al momento de realizar este trabajo, imposibilitando hacer una interpretación de sus resultados.

También se identificaron tres etapas dentro de las cuales no existen importantes variaciones de la severidad. La etapa inicial, con bajos valores de severidad, se corresponde con los estadios iniciales del cultivo y con escaso desarrollo de la enfermedad. La segunda etapa muestra un incremento de la severidad evidenciado también en el ABCPE debido al progreso propio de la enfermedad y a la aplicación de inóculo en forma periódica. En la primera evaluación las plantas se encontraban en macollaje, en la segunda y tercera en encañazón y a partir de la cuarta comienza a desplegarse la hoja bandera, que va aumentando su severidad junto con la hoja bandera-1. A partir de la cuarta evaluación, se evalúan las mismas hojas, ya que la hoja bandera ya ha emergido, registrándose mayores valores de severidad. Los valores de severidad en la última etapa, con mayor variación entre tratamientos, y en la que se evidencia una significativa diferencia de los tratamientos T2 y T3 puede estar influenciada por un ABCPE y por la posible senescencia, propio del estadio fisiológico del cultivo, además de las diferencias en eficacia de control y residualidad mostrada por cada tratamiento. Así, los tratamientos T2 y T3, que incluyeron la combinación de triazol (Triticonazole al 10%) a una dosis de $25 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ Kg}^{-1}$ de semilla y carboxamida (Fluxaproxad 33%) a una dosis de $75 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ Kg}^{-1}$ de semilla, con el agregado de un insecticida (en el caso de T2) y un

fungicida experimental (en el caso de T3) presentaron tanto mayor eficacia de control como residualidad de la misma y por lo tanto menores valores de ABCPE en las últimas fechas evaluadas. Estos resultados concuerdan con lo documentado por De Wolf (2012), Vroom (2013) y Paulsrud *et al.* (2005) en los que se menciona que fungicidas aplicados con la dosis completa, conteniendo combinaciones de dos a más clases químicas y con principios activos desarrollados recientemente, en general tienen una mayor eficacia de control y mayor poder residual.

El ABCPE del tratamiento T fue el mayor de todo el ensayo, y se diferenció únicamente del T2 que obtuvo el valor más bajo. Lo anterior es coincidente con los menores valores de severidad registrados a lo largo del ensayo para T2. El resto de los tratamientos no tuvieron diferencias significativas entre ellos ni con los dos extremos (T y T2), aunque la tendencia sea a registrar valores más bajos, lo que indicaría que no existen diferencias significativas en la eficacia de control ni en la residualidad de los tratamientos que contienen fungicidas.

Las máximas eficiencias de control se lograron en las dos primeras fechas de evaluación con respecto al testigo, alcanzando valores entre 80 y 88%. A partir de la cuarta evaluación (60 días desde primera inoculación), los valores de la misma caen significativamente, coincidiendo con los resultados encontrados por Gerard *et al.* (2015). El tratamiento T3 fue el que mantuvo más su residualidad, aunque sin diferencias significativas, indicando una buena duración en el tiempo de los fungicidas aplicados. Estos resultados en la evolución de la residualidad de la eficacia de control, son similares a los reportados por Daniels & Latin (2013) para tratamientos con carboxamidas.

La eficacia residual media (50%) varió entre los 72 y los 82 días, siendo el tratamiento T3 el que presentó valores superiores. Tal como señala Gerard *et al.* (2015), respecto a estos resultados cabe destacar que más allá de que la residualidad de la eficacia de control se encuentra relacionada con la residualidad propia del producto fungicida (disminuyendo a medida que se reduce la concentración activa del fungicida), el hecho de que la eficacia de control residual permanezca siendo significativa con respecto al testigo hasta una fecha determinada no significa que aún exista residualidad propia del principio activo del fungicida. La significancia de la eficacia de control en ese punto puede ser causa de las discrepancias en los niveles de enfermedad entre el tratamiento curasemillas y el testigo, logradas en los momentos en los que aún el fungicida tenía efectos sobre el patógeno en cuestión.

El poder germinativo no se vio afectado significativamente por los tratamientos, obteniéndose valores similares entre ellos a excepción del tratamiento 4 que presentó valores algo inferiores al resto.

5. CONCLUSIONES

Con esto podemos concluir que los tratamientos con mezclas de fungicidas a base de triazol y carboxamida en semillas de trigo, aplicados en dosis recomendadas en marbetes, constituyen una herramienta importante para el control de *Z. tritici*, sin tener consecuencias negativas sobre la viabilidad de las semillas. Los tratamientos T2 y T3 sobresalieron por su mayor eficiencia de control. En tanto que el T3 tuvo además una residualidad ligeramente superior, siendo la residualidad media de 82 días desde la primera inoculación, lo que corresponde al estadio de “grano lechoso”.

La viabilidad de las semillas de trigo no fue afectada por los tratamientos de fungicidas.

6. BIBLIOGRAFÍA

Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology, 5th edition. Academic Press, Inc, San Diego. pp. 922.

Annone, J.G. 2001. *Principales enfermedades foliares del trigo asociadas a siembra directa en Argentina*. Siembra Directa en el Cono Sur. PROCISUR, Montevideo. pp. 73-88.

Annone, J.G., Botta, G. & Ivancovich, A. 1994. *Ocurrencia de la mancha bronceada del trigo en el área norte de la provincia de Buenos Aires*. Actas del II Congreso Nacional de Trigo y primer simposio Nacional de Cereales de Invierno. pp. 205-208.

Annone, J.G. & Garcia, R. 2004. *Las principales manchas foliares del trigo*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); Revista Idia XXI N° 6 Junio 2004. pp 58-64.

Arregui M. C. & Puricelli, E. 2013. Fungicidas. En: Mecanismos de Acción de Plaguicidas, 1ra Edición. UNR (Ed.) Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, 2013. pp. 265.

Baloch, U. 1999. *WHEAT: Post-harvest Operations*. [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-ax448e.pdf> [Último acceso: 18 marzo 2018].

Burne, Z. 2012. Eficacia de fungicidas para el tratamiento de semillas de trigo en siembra directa. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) [En línea] Disponible en <https://www.agrositio.com.ar/noticia/73980-eficacia-de-fungicidas-para-el-tratamiento-de-semillas-de-trigo-en-siembra-directa>. [Último acceso: octubre 2018].

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Código de campo cambiado

Con formato: Español (Argentina)

Con formato: Español (Argentina)

- Carmona, M.A. 2004. *Manejo integrado de las enfermedades del trigo. Nuestra oportunidad para asegurar la sustentabilidad del cultivo*. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina, Actas de Congreso A Todo Trigo. pp. 1-2
- Carmona, M. & Reis, E. M. 2001. *Sistema de puntuación para la evaluación del potencial de producción del cultivo de trigo. Su utilidad para la aplicación racional y económica de fungicidas*. (1a ed.) Buenos Aires. Argentina. Ed Carmona. pp. 24.
- Carmona, M. & Sautua, F. 2015. *Manual práctico para el diagnóstico de enfermedades foliares y su control con fungicidas en los cultivos de trigo y cebada*. BASF. FAUBA. Buenos Aires, 2015. pp. 44-52.
- Castro, A., Golik, S. & Simón, M. 2015. *Efecto de la mancha de la hoja sobre la duración del área foliar verde, dinámica del n, rendimiento y calidad de trigo*. Revista FAVE-Ciencias Agrarias 14(2). pp. 2-3
- Cordo, C.A., Consolo, V. F., Astiz Gassó, M., Simón, M. R., Kripelz, N. I. & Mónaco, C. I. 2014. *Septoriosis del trigo en la Argentina: observaciones prácticas para el manejo de la enfermedad*. Congreso. Seminario Internacional de Trigo, Colonia, 2014. pp.1.
- Daniels, J. & Latin, R. 2013. *Residual efficacy of fungicides for controlling brown patch on creeping bentgrass fairways*. Plant Disease 97: 1620-1625.
- De Wolf, B. 2012. Kansas State Scientist on Wheat Rust Diseases: Correctly Identifying if Fungicides Needed or Not is Important. Kansas State University. Disponible en: http://www.ksre.ksu.edu/news/story/wheat_rust041912.aspx, [Último acceso: noviembre de 2018].
- Dutra, A., Irigoyen, J. & Muñoz, M. 2014. *Evaluación de diferentes mezclas fungicidas para tratamiento de semillas de trigo, sobre el control de mancha amarilla (Dreschleratritici – repentis)*. [En línea] Disponible en: <http://www.calister.com.uy/wp-content/uploads/2017/02/INIA-Calister-Resultado-Invierno-2.pdf> [Último acceso: 28 julio 2018].
- Eyal, Z., Scharen, A. & Van Ginkel, M. 1987. *Enfermedades del trigo causadas por Septoria: Conceptos y métodos relacionados con el manejo de estas enfermedades*. D.F, México: CIMMYT. pp. 11-12.
- FAO. 2014. Food and Agriculture Organization. [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org> [Último acceso: julio de 2018].
- FAO. 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize> [Último acceso: marzo, 2018].
- Gerard, G., Fleitas, M., Schierenbeck, M. & Simón, M. 2015. *Eficacia de control y residualidad de curasemillas sobre enfermedades foliares de trigo*. Revista FAVE-Ciencias Agrarias. 14 (2). pp. 4-8.

Kiehr M, Wehrhahne NL, Daddario JF, Storm A, Carmona M, Sautua F (2016) Enfermedades de cebada en Argentina: diagnóstico y manejo. Editor: Centro Regional de Ingenieros Agrónomos de Tres Arroyos. ISBN: 9789874634504. pp.128

Madariaga, R. B. 1986. *El ciclo de vida del hongo causante de la Septoriosis de la hoja del trigo. Nombres nuevos para un problema antiguo.* [En línea] Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR04699.pdf> [Último acceso: 19 marzo 2018].

Ministerio de Agroindustria de la Nación, 2018. *Datos Agroindustriales.* [En línea] Disponible en: <https://www.agroindustria.gob.ar/datosagroindustriales/> [Último acceso: 19 marzo 2018].

Ministerio de Agroindustria de la Nación, 2018. *Ministerio de Agroindustria de la Nación.* [En línea] Disponible en: https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/ [Último acceso: 19 marzo 2018].

Miralles, D. J. & Gonzáles, F. G. 2009. *El trigo en Argentina: Perspectivas ecofisiológicas del pasado, presente y futuro para aumentar el rendimiento.* XVII Congreso de AAPRESID, Rosario, Santa Fe. pp. 1-2.

Larran, S., Simón, M.R., Moreno, V., Santamarina, M.P., Perello, A. 2016. *Endophytes from wheat as biocontrol agents against tan spot disease.* Biological Control 2016, 92. pp. 17-23.

Paulsrud, B.E.; Montgomery, M.; Bretthauer, S. & Montgomery, N. 2005. Characteristics of fungicides used in field crops. Report on Plant Disease. Department of Crop Sciences. Disponible en: [//ipm.illinois.edu/diseases/rpds/1002.pdf](http://ipm.illinois.edu/diseases/rpds/1002.pdf), [Último acceso: noviembre de 2018].

Ponomarenko, A., Goodwin, S. B. & Kema, G. H. 2011. *Septoria tritici blotch (STB) of wheat. The Plant Health Instructor.* [En línea] Disponible en: <https://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/Septoria.aspx> [Último acceso: 19 marzo 2018].

Shanner, G. & Finney, R.E. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slowmildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology* 72. pp.154-158.

SINAVIMO, 2018. Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas. *Mycosphaerella graminicola.* Disponible en: <http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/mycosphaerella-graminicola>. [Último acceso: marzo 2018].

Slafer, G.A. & Satorre, E.H. 1999. *Wheat Ecology and Physiology of yield determination.* Ed. Foods Products Press. USA. Cap 1. pp. 3.

Smith, J., Grimmer, M., Waterhouse, S. & Paveley, N. 2013. Quantifying the non-fungicidal effects of foliar applications of fluxapyroxad (Xemium) on stomatal conductance, water use

efficiency and yield in Winter wheat. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 78: 523-35

Stocco, M. C. 2014. Control biológico de *Mycosphaerella graminicola*, patógeno del trigo, con cepas de *Trichoderma harzianum* caracterizadas por su morfología, fisiología, actividad enzimática y molecular. Trabajo de tesis. FCNyM. UNLP. pp. 41-42.

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Vroom, J. 2013. The Role of Seed Treatment in Modern U.S. The review of benefits. CropLife Foundation. Disponible en: http://www.minnesotafarmguide.com/news/crop/the-role-of-seed-treatment-in-modern-u-s-crop/pdf_85a4a3a6-5ebb-11e3-be43-001a4bcf887a.html. [Último acceso: noviembre de 2018].

Zadoks, J.C., Chang, T.T. & Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14: 415–421.

Con formato: Español (Argentina)

Zuñiga, J., Lezaun, J., Esparza, M. & Garnica, I. 2010. Enfermedades transmitidas por semilla en trigo y cebada. *Navarra Agraria*. pp. 31.