



**UNL • FACULTAD DE
CIENCIAS AGRARIAS**

**Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias**

**ESTRATEGIAS DE CONTROL QUÍMICO PARA EL MANEJO DE LAS ROYAS
EN TRIGO, EN EL CENTRO DE LA PROVINCIA DE SANTA FE**

Ing. Agr. María Florencia Magliano

Trabajo Final de Graduación presentado como requisito parcial para optar por el título de
Magister en Protección Vegetal

Director: Dr. Roberto Scotta

Co-Director: M.Sc. Alejandra Lutz

Esperanza, Santa Fe, Argentina

ÍNDICE GENERAL

Índice de tablas.....	3
Índice de figuras.....	3
Resumen.....	4
Abstrac.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 Producción del cultivo de trigo y sus limitaciones en Argentina.....	6
1.2 Roya de la hoja.....	7
1.3 Roya amarilla o estriada.....	8
1.4 Roya del tallo	9
1.5 Manchas en trigo.....	10
1.6 Manejo integrado de enfermedades en trigo.....	10
1.7 Control químico de enfermedades.....	11
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. METODOLOGÍA.....	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
4.1 Condiciones ambientales y de aplicación de los tratamientos.....	20
4.2 Progreso de roya amarilla (RA).....	22
4.3 Progreso de roya de la hoja (RH)	27
4.4 Progreso de otras enfermedades foliares: manchas	31
4.5 Eficacia de la protección química, y productividad	36
4.6 Correlación de Pearson.....	40
5. CONCLUSIONES.....	44
6. BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXO.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones meteorológicas al momento de la aplicación de los tratamientos.

Tabla 2. Principios activos, dosis y momentos de aplicación que conforman los tratamientos a realizar.

Tabla 3. Fecha de ocurrencia de heladas para ambos ciclos agrícolas.

Tabla 4: ABCPE para RA, ciclos 2018 y 2019.

Tabla 5. ABCPE de RH en ambos ciclos agrícolas.

Tabla 6: ABCPE para manchas, ciclos 2018 y 2019.

Tabla 7. Eficacia de control de Roya amarilla, Roya de la hoja y Manchas foliares basada en del área bajo la curva de severidad para cada enfermedad para los ciclos 2018 y 2019.

Tabla 8. Componentes de rendimiento y productividad para los ciclos 2018 y 2019.

Tabla 9. Correlación de Pearson para eficiencia de control de las enfermedades y parámetros de productividad año 2018.

Tabla 10. Correlación de Pearson para eficiencia de control de las enfermedades y parámetros de productividad año 2019.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo 2018. Temperaturas máximas, medias y mínima durante la etapa de desarrollo del cultivo. Fuente: Facultad de Ciencias Agrarias, UNL.

Figura 2. Ciclo 2019. Temperaturas máximas, medias y mínima durante la etapa de desarrollo del cultivo. Fuente: Facultad de Ciencias Agrarias, UNL.

Figura 3. Precipitaciones históricas y de ciclos 2018 y 2019. Fuente: Registro de la Comuna de San Jerónimo Norte

Figura 4 a y b: Detalles de pústulas de RA en trigo. **Figura 4c:** planta de trigo con signos de RA.

Figura 5. Curva de progreso de la incidencia (a y b) y la severidad (c y d) de Roya Amarilla durante los años 2018 y 2019.

Figura 6 a y b: Roya de la hoja (*Puccinia triticina*) en trigo

Figura 7. Curva de progreso de la incidencia (a y b) y la severidad (c y d) de Roya Anaranjada durante los años 2018 y 2019.

Figura 8 a y b: MA en trigo.

Figura 9: *Zimoseptoria tritici* en trigo.

Figura 10. Curva de progreso de la incidencia (a y b) y la severidad (c y d) de manchas foliares durante los años 2018 y 2019.

Resumen

Las enfermedades foliares en trigo más difundidas en la región centro de Santa Fe, durante los últimos años fueron la mancha amarilla (*Dreschlera tritici-repentis*), septoriosis de la hoja (*Zimoseptoria tritici*) y las tres royas del cultivo: roya de la hoja (*Puccinia triticina*), roya amarilla (*Puccinia striiformis*) y roya del tallo (*Puccinia graminis*). Estas, constituyen la mayor limitación en el desarrollo y la producción de trigo. El manejo con fungicidas de síntesis química es la principal estrategia de manejo de enfermedades utilizada en trigo. El objetivo principal de este trabajo fue evaluar diferentes estrategias de control químico con fungicidas foliares para el manejo de las royas y manchas foliares del trigo en el Centro de la Provincia de Santa Fe. Durante las campañas 2018 y 2019 se realizaron ensayos con diferentes mezclas de fungicidas triazoles, estrobilurinas y carboxamidas, aplicados en Z32 y Z39, y se registró el avance de las epifitias presentes mediante el registro del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) de la incidencia y la severidad, se determinó la eficiencia de control y los componentes de rendimiento. En ambas campañas, la enfermedad más importante fue roya amarilla, aunque también se registraron roya de la hoja y manchas foliares. Todos los tratamientos con fungicidas fueron efectivos en el control de enfermedades y presentaron mayor productividad que el testigo. Las aplicaciones dobles (Z32+Z39) tuvieron mayor eficacia de control y rendimientos que las aplicaciones únicas en Z39. Los tratamientos con carboxamidas se destacaron en la eficiencia de control y el aumento de la productividad. Las aplicaciones basadas en el monitoreo, reconocimiento y cuantificación de enfermedades, dentro de un esquema de manejo integrado del cultivo resultaron muy efectivas para la protección del cultivo y el aumento del rendimiento.

Palabras claves: fungicidas, trigo, royas

Abstract

The most important foliar diseases in the central region of Santa Fe in recent years were yellow spot (*Drechslera tritici-repentis*), the foliar Septoria (*Zymosptoria tritici*) and the three rust crops: leaf rust, (*Puccinia triticina*), yellow rust (*Puccinia Striiformis*) and stem rust (*Puccinia graminis*). These constitute the main limitation in the development and production of wheat. Management with chemical fungicides is the main strategy of control of these diseases in wheat. The objective of this work was to evaluate the main control strategy for these diseases in wheat in the Center of the Province of Santa Fe. During the 2018 and 2019 campaigns, field trials were carried out with different mixtures of triazole fungicides, strobilurins and carboxamides, applied in Z32 and Z39, and the progress of the diseases was recorded evaluating the incidence and severity, the control and performance efficiency components were determined. In both campaigns, the most important disease was yellow rust, leaf spots and leaf rust, were also recorded. All fungicide treatments were effective in disease control whereas and had higher productivity than the test. Dual applications (Z32 + Z39) had greater control and productivity efficiency than single applications in Z39. Carboxamide applications showed high control efficiency and increased yield. Applications based on the monitoring, recognition and quantification of diseases, within an integrated crop management scheme, will be very effective in protecting crops and increasing yield.

Keywords: fungicides, wheat, rusts.

1. INTRODUCCION

1.1 Producción del cultivo de trigo y sus limitaciones en Argentina

El trigo es uno de los granos básicos más importantes del mundo y es la fuente principal de calorías y proteínas derivadas de las plantas en la alimentación humana (Curtis et al., 2002). A nivel mundial la producción de trigo alcanzó 770,49 millones de toneladas para la campaña 2019-2020 (USDA, 2020). En Argentina, el área sembrada en el año 2020, ascendió a 6,56 millones de hectáreas con una producción de 17 millones de toneladas (Bolsa de Cereales de Rosario, 2021). En la provincia de Santa Fe la superficie sembrada con trigo en la campaña 2020 fue de 1,10 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 21,5 q.ha⁻¹, aportando al nivel nacional de producción de trigo 2,36 millones de toneladas (Bolsa de Cereales de Rosario, 2020).

El aumento de la producción mundial de granos jugará un papel crucial para satisfacer la demanda de alimentos en los próximos años (Godfray et al., 2010). Alcanzar este objetivo requiere aumentar el rendimiento por unidad de superficie dado que no existe incorporación de nuevas tierras para cultivo (Foley et al., 2011). En este sentido, la búsqueda de cultivares de alto potencial de rendimiento provocó disminución de la diversidad genética y ha contribuido a aumentar la emergencia y el establecimiento de patógenos, hasta el punto de amenazar el suministro global de este cereal (Figuerola et al., 2018).

Dentro de las principales limitaciones bióticas del cultivo de trigo en Argentina se encuentran las enfermedades causadas por agentes patógenos fúngicos (Sillon, 2017a). De acuerdo a la región ecológica considerada, es posible asociar regiones con mayor o menor riesgo de ocurrencia de las diferentes enfermedades, siendo la región Mesopotámica o Litoral considerada como de alto riesgo (Carmona, 2005).

Las enfermedades foliares más difundidas en la región centro de Santa Fe, región I Norte de trigo (Molfese, 2016) durante los últimos diez años fueron la mancha amarilla (*Dreschlera tritici-repentis*), septoriosis de la hoja (*Zimoseptoria tritici*) y las royas (Sillon et al., 2002). En los últimos años la intensidad de las royas ha ido en aumento afectando el rendimiento, siendo las más graves la roya anaranjada o de la hoja, causada por *Puccinia triticina* Eriks. (*Pt*); la roya amarilla o estriada, causada por *Puccinia striiformis* Westend. f. sp. *tritici* Eriks. (*Pst*) y en menor prevalencia la roya negra del tallo, causada por *Puccinia graminis* Pers.: Pers. f. sp. *tritici* Eriks. y E. Henn. (*Pgt*) (Carmona et al., 2018; Sillon, et al 2015; Sillon, 2017b, Sillon y Magliano, 2017).

Las royas son enfermedades importantes por su amplia distribución geográfica, la capacidad de generar nuevas razas que afectan a variedades previamente conocidas como resistentes y la habilidad de dispersarse a largas distancias y desarrollar epifitias cuando ocurren condiciones ambientales óptimas (Kolmer et al., 2009; Figuerola et al., 2018).

Las plantas infectadas por royas, debido a la reducción del área fotosintética, producen menor número de espiguillas y forman menor cantidad de granos por espiga, con granos de menor peso y de baja calidad industrial (Carmona et al., 2000; Carretero et al. 2011). Las pérdidas de rendimiento suelen ser moderados o graves, pudiendo ocasionar pérdidas cercanas al 50% (Huerta-Espino et al., 2011). Según Campos et al. (2016), si la mitad del área cultivada con trigo se encuentra infectada por cualquiera de las tres especies de royas, con daños de rendimiento superiores al 5 %, se considera como una epidemia regional. En el centro de la provincia de Santa Fe todos los años ocurren epidemias de *P. triticina* y desde la campaña 2016/2017 también ocurren epidemias de *P. striiformis f. sp. tritici*.

Las tres royas del trigo pertenecen al Reino Fungi, Phylum Basidiomycota, Clase Pucciniomycetes; Orden Pucciniales, Familia Pucciniaceas (Chen et al., 2014; Chen y Zhang, 2017).

Las royas de los cereales son heteroicas y macrocíclicas que requieren dos huéspedes taxonómicamente no relacionados para completar un ciclo de vida de cinco esporas (Kolmer, 2013).

1.2 Roya de la hoja (RH)

En *Puccinia triticina*, roya de la hoja (RH), el huésped telial/uredinial es generalmente trigo y existe un huésped alternativo (pycnial/aecial) (*Thalictrum speciosissimum* o *Isopyrum fumaroides*) para que el ciclo de vida se desarrolle completo (Bolton et al., 2008). El hospedante alternativo, normalmente proporciona muy poco inóculo directo al trigo, pero es de importancia en los mecanismos de intercambios genéticos entre las razas. En muchas zonas el patógeno sobrevive al período entre los ciclos de cultivo del trigo en un "puente verde" de trigo voluntario (Mc Callum et al., 2016).

La etapa inicial del uredin puede originarse a partir de aeciosporas o urediniosporas y la etapa inicial del uredinial se repite en el huésped de trigo siempre que las condiciones sean favorables (Bolton et al., 2008). *Puccinia triticina* se caracteriza y reconoce a campo por la etapa uredinial. Cada uredinia tiene hasta 1.5 mm de diámetro, son errumpentes, redondas a ovoides, naranjas a marrón y se encuentran dispersas en las superficies de las hojas superior e inferior de los huéspedes (Bolton et al., 2008). Las uredinias producen urediniosporas que son subgloboides, tienen un promedio de 20 µm de diámetro y son de color marrón anaranjado, con hasta ocho poros germinales dispersos en paredes gruesas y equinuladas. Estas pústulas ocurren generalmente sobre las hojas, raramente sobre vainas y tallos, y por esto se la conoce vulgarmente como RH. Las uredosporas son transportadas por el viento en días ventosos y secos, germinan cuando las noches son frescas y húmedas. Este patógeno incrementa su ataque desde el período de macollaje - espigazón, momento decisivo para realizar el control químico con fungicidas (Socolsky, 2016).

En general, las urediniosporas inician la germinación dentro de los 30 minutos posteriores al contacto con el agua libre con un amplio rango de temperaturas entre 15-25 °C (Mc Callum et al., 2016). El

tubo germinal se desarrolla a lo largo de la superficie foliar hasta que llega al estoma; se forma entonces un apresorio, seguido inmediatamente por el desarrollo de un gancho de penetración y de una vesícula subestomática en la que se establecen haustorios intracelulares, que son las estructuras de alimentación cruciales (Babayants et al., 2015). Aparece una célula madre del haustorio contra las células del mesófilo y se produce la penetración directa. Cuando hay una interacción de compatibilidad entre el hospedante y el parásito, el haustorio se forma dentro de una célula hospedante viva. Se generan hifas secundarias que dan como resultado otras células madres y haustorios. El período entre la germinación de las esporas y la esporulación puede abarcar de 7 a 10 días cuando las temperaturas son óptimas y constantes, pero, con temperaturas bajas o fluctuaciones diurnas, se requieren períodos más prolongados (Babayants et al., 2015). El hongo puede sobrevivir como micelios incipientes por un mes o más cuando las temperaturas se acercan o son inferiores al punto de congelación. Se alcanza la esporulación máxima unos cuatro días después de la esporulación inicial (aproximadamente a 20°C) (Kolmer, 2013). Las telias se forman debajo de la epidermis de las hojas cerca del final de la etapa de crecimiento, son negras y errumpentes en la madurez y señalan el comienzo de la etapa sexual del ciclo de vida; la cariogamia y la meiosis ocurren en la teliospora madura (Bolton et al., 2008). Este mismo autor indica que cada teliospora puede germinar produciendo un promicelio que da lugar a cuatro basidiosporas, que son liberadas cuando hay humedad, lo cual limita su propagación. Las basidiosporas son hialinas y susceptibles a la luz; esto probablemente limita su traslado a unas decenas de metros (Kolmer, 2013). Las aeciosporas se asemejan más a las urediniosporas en cuanto a su capacidad de ser transportadas por el viento. Los pycnios, producidos por basidiosporas en *Thalictrum*, aparecen como pústulas amarillo-naranja en las hojas. La fertilización ocurre cuando las picniosporas y las hifas receptoras se fusionan (Bolton et al., 2008).

1.3 Roya amarilla o estriada (RA)

Al problema que supone la roya dispersa se incorporó en los últimos años la roya amarilla (RA), estriada o lineal (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), que es un desafío ya que trabajos recientes informaron que el 88% de la producción mundial de trigo es susceptible a este patógeno (Schwessinger, 2017). En Argentina, la ocurrencia epidemiológica de RA, siempre fue esporádica y recluida a zonas con temperaturas bajas, sin embargo, ante la expansión de variedades susceptibles, el surgimiento espontáneo de nuevas razas de RA, y el cambio climático, se registraron y cuantificaron epifitias en las últimas campañas, que requirieron intervención química para su control (Carmona y Sautua, 2017). Durante 2011 fue identificada y reportada por primera vez en lotes de producción de Entre Ríos causando daños en trigo (Formento, 2011). Desde el año 2016 la RA es una de las enfermedades prevalentes en trigo, generando elevados niveles de intensidad en Entre Ríos,

Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires (Campos et al., 2016; Carmona y Sautua, 2017; Mainez et al., 2018; Formento, 2018; Sillon et al., 2017b; Terrile et al., 2019). Rápidamente se extendió a tres millones de hectáreas y causó daños en niveles que sólo se observaron durante las graves epidemias a fines de la década de 1930. Este hecho generalizado coincidió con informes de razas exóticas recién introducidas en el país (Campos, 2017). La RA está presente en más de 60 países y los costos mundiales derivados de su control ascienden al menos a \$US 1 billon anual (Chen, 2020). En Argentina y Uruguay, y en menor medida en Brasil y Paraguay, la RA aparece regularmente en el cultivo de trigo (Wellings, 2011; Stubbs, 1985). Por ello una de las principales medidas para su control es un enfoque integral junto al uso adecuado de fungicidas y su posicionamiento durante el ciclo del cultivo.

En este patógeno, la infección de los tejidos verdes puede ocurrir en cualquier momento desde la etapa de una hoja hasta la madurez de la planta y la esporulación comienza aproximadamente dos semanas después de la infección, cuando se dan las condiciones óptimas de temperatura (Chen, 2005; Mahmoud et al., 2015). En comparación con las infecciones causadas por *P. tritici*, que ocurren en un amplio rango de temperaturas (5-25 °C), las infecciones causadas por RA se restringen a un rango de 5-12° C (Lyon y Borders, 2017; Chen, 2013), aunque existen evidencias de cepas adaptadas a temperaturas superiores (Ali et al., 2014; Carmona et al., 2018).

Recientemente se pudo comprobar que *Berberis* spp., previamente confirmado como hospedante intermediario para *P. tritici*, también lo es para RA, confirmando la reproducción sexual para RA (Jin, 2011; Jiao et al., 2017). Trabajos actuales de Hovmøller et al. (2017) con muestras de campos de 22 países, informaron de la tipificación racial de RA en trigo y triticale, para definir el patrón de interacciones compatibles e incompatibles entre el huésped y el patógeno, en distintas regiones del mundo. En el trabajo, se considera que el fenotipo racial es "virulento" en caso de interacción compatible, conferido por puntajes de tipo de infección "alto" y "avirulento" en caso de incompatibilidad e interacciones conferidas por tipos de infección "baja". En Argentina, este trabajo confirmó la presencia de al menos tres linajes diferentes de RA, PstS13 en el 79% de las muestras remitidas, 13% de PstS14, y 3% de PstS7, con un restante 5% de otras razas a confirmar. El linaje PstS13, de mayor prevalencia en Argentina, demostró ser altamente epidémico, dando lugar a epidemias significativas en Europa desde el 2015 y en Argentina desde 2017. El linaje PstS7 es conocida como la raza Warrior, reconociendo también su presencia en el país desde el 2017 (Carmona et al., 2018), con pérdidas evaluadas en la región litoral que oscilan entre 10 y 70% (Mainez y Formento, 2018).

1.4 Roya del tallo (RT)

Históricamente la roya negra o del tallo (Pgt) fue considerada la enfermedad que mayores pérdidas causaba al trigo (Beddow et al., 2015). Actualmente la exposición a roya del tallo (*Puccinia graminis* var. *tritici*) es moderada en Argentina y la caracterización de los cultivares a esta epifitía no es precisa debido a la ausencia de enfermedad en la mayor parte de América del Sur durante los últimos años (Germán et al., 2007). Esta enfermedad produce pústulas alargadas o lineares de color marrón que luego se oscurecen. El agente causal puede atacar tallos, vainas, hojas, laminas, glumas y aristas, pero su aparición es mucho mayor en tallos. Al principio se presentan como manchas puntiformes, pero a medida que avanza la enfermedad las manchas se tornan salientes, aumentan de tamaño y se alargan, luego se forma una pústula que cuando rompe la epidermis, libera una masa de urediniosporas color rojo, posteriormente las pústulas se oscurecen y dan lugar a otro tipo de fructificación (teleutosoros) que forman esporas color negro (teleutosporas) (Prescott et al., 1986).

1.5 Manchas en trigo

Como problemas sanitarios adicionales en la región triguera I Norte se registran las manchas. La mancha amarilla (MA) es una enfermedad ocasionada por el patógeno *Dreschlera tritici-repentis* (teleomorfo *Pyrenophora tritici-repentis*) cuyos síntomas más comunes se observan en hojas y vainas ocasionando lesiones necróticas con halos amarillentos (Melo et al., 1999). La MA (MA) afecta principalmente el peso de los granos y en ataques intensos puede provocar la pérdida de hojas y un menor número de granos por espiga, y el clima no es limitante para su ocurrencia, desarrollando en un rango de temperaturas entre 18°C y 28°C (Melo et al., 1999), por lo que su infección puede ocurrir en cualquier momento del ciclo del cultivo, incluyendo estadios iniciales, cuando la enfermedad surge del inoculo de la semilla (Carmona, 2003).

El hongo permanece en el rastrojo y las semillas, siendo éstas las principales fuentes de inóculo primario. Otras de las manchas foliares que acompañan en la etapa final de floración del trigo en la región central de Santa Fe es la septoriosis, ocasionada por *Zimoseptoria tritici*, que inicia generalmente como pequeñas áreas descoloridas resultante de la muerte de varias células cercanas al punto de penetración del hongo. Las lesiones son elípticas, levemente acuosas, luego se tornan amarillentas y finalmente necróticas, con la parte central más clara y los bordes de la mancha castaños. En el centro de la lesión necrótica se desarrollan los picnidios, que son estructuras asexuales del hongo que contienen conidios (Mc Donald et al., 2015)

1.6 Manejo integrado de enfermedades en trigo

En el manejo integrado de estas enfermedades, además de aplicar todas las medidas disponibles se debe tomar en consideración la sustentabilidad ecológica, tendiendo como principio a la racionalización en el uso de agroquímicos (Carmona, 2005). Muchas prácticas deben ser tomadas previo a la siembra, como la rotación de cultivos, selección de cultivares resistentes, manejo de la

fertilización, y el tratamiento adecuado de la semilla con fungicidas. Posteriormente, en el cultivo implantado, el diagnóstico correcto y la cuantificación de las enfermedades conformarán la base sobre la cual se tomarán las decisiones de aplicación racional y económica de fungicidas (Carmona, 2005). Las herramientas de manejo de mayor importancia para las enfermedades foliares en trigo corresponden a el manejo genético y a la aplicación foliar de fungicidas.

La genética de la resistencia en *P. triticina* sigue la hipótesis de gen por gen y, por lo tanto, la presencia o ausencia de un solo gen de resistencia del huésped hace que una planta sea resistente o susceptible a una raza de roya foliar con el gen de avirulencia correspondiente (Lan et al., 2017; Wang y Chen 2017). Las razas de RH están evolucionando continuamente y el uso de genes de resistencia permite seleccionar y perpetuar mutantes o variantes existentes a baja frecuencia (Huerta-Espino et al., 2011). Las epidemias de RH generalmente ocurren en un cultivar que contiene un solo gen de resistencia para el cual existe virulencia. Las poblaciones de *P. triticina* en el América del Sur es muy dinámica, lo que lleva a una resistencia de corta duración en cultivares comerciales (Germán et al., 2007). Un gran número de razas están presentes cada año. Las razas prevalecientes cambian con el tiempo, dependiendo del área sembrada para cultivares susceptibles a diferentes razas. En poco tiempo, con pocas excepciones, la resistencia de los nuevos cultivares es superada por las nuevas razas virulentas del patógeno (Huerta-Espinillo et al., 2011). Es por esta razón que la siembra de cultivares resistentes no alcanza como única técnica en el control de epidemias de *P. triticina*.

La fertilización también afecta el comportamiento de las enfermedades foliares en trigo, registrándose menor severidad de patógenos necrótrofos como *D. tritici* cuando la fertilización nitrogenada es balanceada y se realizan aplicaciones de nitrógeno al cultivo (Schierenbeck, 2017). En cambio, los patógenos biótropos como los del género *Puccinia* en trigo, aumentan la severidad ante condiciones de un cultivo con nutrición balanceada, en dosis crecientes de nitrógeno, aumenta el área bajo la curva para *Puccinia* sp. (Fleitas, 2017; Schierenbeck, 2017).

1.7 Control químico de enfermedades

La protección química foliar es una estrategia efectiva en el control de las enfermedades del cultivo de trigo, y desde un punto de vista epidemiológico disminuirá la tasa de infección (Sillon, 2008).

Los fungicidas son sustancias químicas que, aplicados a las plantas, protegen de la penetración y /o posterior desarrollo de los hongos fitopatógenos en sus tejidos (Carmona, 2009). La palabra fungicida puede sugerir que estos compuestos químicos matan todos los tipos de hongos con mayor o menor selectividad, sin embargo, eso no es correcto ya que todavía no se dispone de un único fungicida que mate a todos los hongos indistintamente de sus clasificaciones taxonómicas (Carmona, 2009).

Los fungicidas de mayor difusión para el control de las royas y las manchas en trigo son los triazoles, estrobilurinas y carboxamidas. Los triazoles (CÓDIGO FRAC 3), actúan como inhibidores de la

biosíntesis de ergosterol (erg11/cyp51), en el sitio de la C14 demetilasa. Esta enzima (C14 demetilasa) está involucrada en la conversión del lanosterol, un metabolito esencial en la síntesis de ergosterol. La inhibición de la biosíntesis de ergosterol afecta la permeabilidad de la membrana, principalmente a nivel de retículo endoplasmático y plasmalema. Estos productos son sistémicos por xilema y penetran rápidamente los tejidos jóvenes, comportándose como curativos. Por otro lado, las carboxamidas (CÓDIGO FRAC 7) y estrobilurinas (CÓDIGO FRAC 11) actúan sobre la inhibición de la respiración; las primeras inhiben la fosforilación oxidativa a nivel de la succinato-UQ deshidrogenasa (Complejo II) y son sistémicas, en tanto que las estrobilurinas afectan el transporte de electrones en la respiración mitocondrial a nivel del complejo III en el citocromo bc1 (ubiquinona reductasa) en el sitio Qo (Qoi) y tiene fuerte afinidad por las cutículas cerosas por lo que su difusión es únicamente horizontal dentro de la hoja. Ambos grupos químicos inhiben la producción de ATP (energía disponible para el hongo) durante la respiración (Arregui y Puricelli, 2013).

Con la necesidad de combinar diferentes mecanismos y modos de acción, aumentar el espectro de acción y resolver la posibilidad de resistencia de hongos a las estrobilurinas, la utilización de las mezclas con triazoles durante varios años, y recientemente la incorporación de carboxamidas, marcó un nuevo concepto en la protección química de los cultivos (Carmona, 2009). Para lograr buena calidad de aplicación en el cultivo, se requiere lograr cobertura de 50-70 gotas.cm⁻² en el caso de que el fungicida sea de contacto y de 20-30 gotas.cm⁻² en el caso de que el fungicida utilizado sea sistémico.

De las enfermedades mencionadas, *P.triticina* incrementa generalmente su ataque desde el período de macollaje - espigazón, por lo tanto, este es el momento decisivo para realizar el control químico con fungicidas para esta enfermedad (Socolsky, 2016). En la región sub-triguera I, las aplicaciones entre Z3 y Z4 disminuyen el impacto de esta enfermedad, aumentando la productividad del cultivo (Villar y Cening, 2004; Sillon, 2008). Con respecto a *P. striiformis* la infección de los tejidos verdes puede ocurrir en cualquier momento desde la etapa de una hoja hasta la madurez de la planta, sin embargo, en la zona bajo estudio se registró la aparición muy temprana durante los últimos dos años (Weder et al., 2019).

Alberione et al. (2012) concluyeron en un trabajo de combinación de aplicaciones de fungicidas con variedades de trigo de distinta susceptibilidad a enfermedades que el control en fechas tempranas y en dosis menores independientemente del producto utilizado, resulta ser igualmente eficaz que las aplicaciones en fechas tardías empleando dosis mayores. Las aplicaciones tempranas coincidieron con niveles bajos de severidad y por tal motivo los tratamientos fueron eficaces por su condición de preventivos y también curativos. Algunos autores destacan el mayor control de las aplicaciones tempranas, que funcionan como preventivas en comparación a aplicaciones tardías o dobles

aplicaciones (Donaire et al., 2009). En algunos sistemas productivos, donde las variedades son susceptibles a enfermedades como las royas, sería posible realizar dos aplicaciones de fungicidas, siempre combinando principios activos con diferente mecanismo de acción para reducir la probabilidad de generar resistencia en el patógeno. Por ejemplo, la comparación de una aplicación tardía en Z39 o dos aplicaciones en dos estadios (Z31+Z39) mostró incrementos del rendimiento entre 15 y 23 % por reducir los efectos negativos de la enfermedad (Formento A, 2021)

Durante el encañado y aparición del segundo nudo, las aplicaciones tempranas coinciden generalmente con niveles bajos de severidad y por tal motivo los tratamientos son eficaces por su condición de preventivos y también curativos para bajas tasas de enfermedad (Alberione et al. 2011). Fisiológicamente, en esta etapa se desarrolla el segundo nudo perceptible, indicando el final del macollaje y el inicio y desarrollo de encañazón (Zadocks, 1974), que coinciden con el lapso de período crítico establecido por Fischer, 1984. Durante este período, son importantes las aplicaciones que disminuyen el inóculo de enfermedades que se encuentran en hojas por debajo de la hoja bandera, ya que el 80% de la contribución de fotoasimilados a la espiga, la hacen la hoja bandera y las dos hojas inferiores a la misma (Carmona, 2019).

El manejo integrado de las enfermedades mencionadas, debe considerar también el establecimiento del período crítico, ya que en esta etapa el cultivo debe llegar con la mayor área foliar sana posible para que la absorción de la radiación sea óptima y pueda completarse la formación de flores y el cuaje de granos (Carmona, 2008). El período crítico de protección en el cultivo de trigo, sucede en el lapso que media desde 20 días pre-floración y 10 post-floración. En este período se define el número de macollos que finalmente llegarán a producir espigas, estableciendo el número de espigas por unidad de área, y el número de primordios florales que sobrevivirán dentro de cada una de las espiguillas, obteniéndose como resultado final el número de flores fértiles a floración, las que finalmente luego del cuaje serán establecidas como granos (Fischer, 1984). Desde hoja bandera extendida hasta el inicio de espigado, una aplicación de fungicidas cuidará y preservará el proceso de formación de granos, (llenado de granos), y garantizó una buena producción y con buena cantidad de “grano” (peso específico y peso de mil granos) (Viljanen-Rollinson et al., 2002). Fisiológicamente, en esta etapa es importante proteger la hoja bandera ya que es la principal fuente de fotoasimilados durante la etapa de llenado de granos (Blum, 1985).

RH es eficientemente controlada por mezcla de fungicidas químicos pertenecientes a los grupos de triazoles con estrobilurinas, mezcla QoI + DMI (Sacon, et al., 2019), en la actualidad, existe evidencia de una sensibilidad de reducción cruzada a todos los DMI (triazoles) utilizados para controlar la RH del trigo (Ardium et al., 2012), por esta razón, ya no se recomiendan principios activos dentro de este grupo, aplicados solos. Algunas mezclas con efectividad en el control de *Puccinia triticina* son

azoxystrobin+cyproconazole, propiconazole+cyproconazole, azoxistrobina+tebuconazole, azoxistrobina+cyproconazole (Socolsky, 2016), trifloxystrobina+cyproconazole, trifloxystrobina+cyproconazole+tebuconazole (Donaire et al., 2009), epoxiconazole+pyraclostrobin a diferentes concentraciones de principios activos (Fleitas et al., 2017). También se recomiendan para el control de RH, mezclas que contienen imidazoles como azoxistrobina+tebuconazole+procloraz (Socolsky, 2016), y algunas combinaciones que incorporan carboxamidas, con buenos a excelentes resultados de control como azoxystrobin+izopyrazam (Socolsky, 2016), epoxiconazole+pyraclostrobin+fluxapyroxad (Fleitas et al., 2017).

El control de RA, fue eficaz mediante el uso de fungicidas no penetrantes o protectores, sin embargo, su uso fue limitado por la necesidad de ser aplicados repetidamente y por su ineficacia sobre infecciones establecidas (Line, 2002). La mezcla DMI+QoI (triazoles y estrobilurinas) o las mezclas con SDHIs (carboxamidas) son excelentes opciones porque además de controlar la RA extienden el control a otras enfermedades del trigo (Carmona et al., 2020), trabajos realizados con azoxistrobina+cyproconazole (DMI+QoI) y con fluxapyroxad+epoxyconazole+ pyraclostrobin en diferentes momentos de aplicación, demostraron la efectividad de las mezclas de principios activos de estos dos grupos en el control de RA (Jecke et al. 2019), principalmente en aplicaciones tempranas con bajo nivel de inóculo. Los DMI solos mostraron un alto control de RA, pero su período de persistencia fue más corto que cuando se usaron en mezclas (Carmona et al., 2020), Jecke et al., 2019, mencionan que un triazol solo (tebuconazole) logra un menor control de enfermedades que con respecto a los fungicidas mezclas, incluso para el caso de RA que es la enfermedad de más reciente difusión y que ha estado menos expuesta a las repetidas aplicaciones de fungicidas foliares que se realizan durante el cultivo de trigo. Según Carmona et al. (2020), a diferencia de otras enfermedades del cultivo de trigo, la RA merece una atención especial al decidir el momento de la aplicación del fungicida y la frecuencia de la reaplicación ya que es la enfermedad más destructiva del trigo, y depende de la presión del inóculo, el nivel de resistencia de los cultivares sembrados, el momento de aparición de la enfermedad en el campo y la aparición de un ambiente que predisponga la epidemia. Para el control de MA, primero debe abordarse la sanidad de la semilla y las rotaciones a utilizar, debido a su naturaleza de necrotrofo (Carmona, 2003). En la actualidad, este patógeno, presenta reportes nacionales de resistencia a estrobilurinas (Qoi) y algunos triazoles (DMI) (Carmona, 2019). La utilización de fungicidas en mezclas o multisitio y rotación de modos de acción son las estrategias presentes para preservar la eficiencia de los productos y su vida útil (Aapresid, 2021). Frente al avance de los patógenos que ocasionan manchas en trigo, también se recomiendan utilizar biosoluciones (bioestimulantes e insumos de origen biológico), y complementos de fertilización foliar como estrategias para potenciar la acción de los fungicidas (Aapresid, 2021). Respecto al control químico,

mezclas de DMI+QoI como cyproconazole+azoxistrobina, DMI+SDHI como propiconazole+benzovindiflupir, DMI+SDHI+Qoi como fluxapyroxad+epoxyconazole+pyraclostrobin y de DMI+dos SDHI propiconazole+benzovindiflupir+Pydiflumetofen reportan en la actualidad diferentes niveles de controles de MA, destacándose las mezclas con caboxamidas, y las dobles aplicaciones que implican una aplicación temprana para disminuir el inóculo inicial (Jecke et al., 2020).

La protección química, por lo tanto, debe estar regida por la elección de estrategias que partan del conocimiento de las distintas situaciones epidemiológicas, ya que sólo el conocimiento permitirá solucionar problemas siendo más eficientes en el uso de los recursos (Trucco, 2009), es decir, considerar la aparición y avance de las enfermedades y el estado fenológico del cultivo.

En la sub-región triguera I, donde las condiciones ambientales de mayores temperaturas y humedad que en otras sub-regiones, favorecen la proliferación de enfermedades, desde estadios iniciales del cultivo y donde existen pocas alternativas de cultivos rentables para la misma época (Cordó, 2010). Es necesario disponer de información sobre combinaciones de principios activos y momentos de aplicación que permitan mantener la sanidad del cultivo y aseguren el rendimiento.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar diferentes estrategias de control químico con fungicidas foliares para el manejo de las royas y manchas foliares del trigo en el Centro de la Provincia de Santa Fe.

2.2 Objetivos específicos

- Analizar el progreso epidemiológico de *P. triticina*, *P. striiformis* y manchas foliares, en la comparación de diferentes estrategias.
- Evaluar el impacto sobre el rendimiento de diferentes estrategias de control de enfermedades en el cultivo de trigo.

3. METODOLOGÍA

El trabajo se realizó durante las campañas agrícolas 2018 y 2019, en un lote ubicado en la localidad de San Jerónimo Norte, Departamento Las Colonias, Santa Fe (31° 33' 60.0'' S - 61° 04' 48.6'' W). En un suelo Argiudol típico; Serie Esperanza; con 2% de materia orgánica; 1,18% de carbono orgánico; una relación C/N de 9; pH de 5,6 y un CIC de 13, 2. El lote provenía de una secuencia de cultivo en siembra directa de trigo-soja (Análisis de suelo para años 2018 y 2019 en Tabla I del Anexo). En el año 2018 el cultivo de soja que fue cosechado el 17/05/18, se realizó un control de malezas, el 01/06/18 con los herbicidas glifosato LS 48%, 2,5 l.ha⁻¹ y 7 g.ha⁻¹ de metsulfuron metil WP 70%, la siembra se realizó el 25/06/2018. En el año 2019 el lote provenía del cultivo de soja, cosechado el 13/05/2019, el barbecho se realizó aplicando 2-4 D sal colina 66, 5% 1,5 l.ha⁻¹, glifosato LS 48% 3.l.ha⁻¹ y metsulfuron metil,WP 70% 7 g.ha⁻¹ aplicados el 15/06/19, la siembra se realizó el 30/06/19. El cultivar utilizado, en ambas campañas, fue Klein Fuste de semillero DON MARIO, y la densidad de siembra fue de 120 kg.ha⁻¹, a una distancia entre hileras de 0,17 m. No se realizaron aplicaciones para el control de plagas insectiles en ninguno las dos campañas.

Las aplicaciones de fungicidas se realizaron el 14 de septiembre (Z32) y en la fecha 29 de septiembre (Z39) en 2018 y el 22 de septiembre (Z32) y 6 de octubre (Z39) en 2019. Las condiciones de aplicación para ambos ensayos se presentan en la Tabla 1. El diseño experimental fue de DBCA con 4 (cuatro) repeticiones. Se realizaron 7 tratamientos (Tabla 2), incluyendo mezclas dobles y triples de fungicidas. Las unidades experimentales fueron de 10 m² (2m. de ancho x 5m de largo), con pasillos de 1m de ancho como áreas buffer. Las aplicaciones se realizaron con mochila gas carbónico con una presión constante de trabajo de 4,5 bares, utilizando pastillas cono hueco (TXA 8002 VK) y a una velocidad de 1 km.h⁻¹, el caudal aplicado fue de 120 l.ha⁻¹.

Tabla 1. Condiciones meteorológicas al momento de la aplicación de los tratamientos.

FECHA	Estadío fenológico	HORA INCIO	HORA FINALIZACIÓN	TEMPERATURA °C	HUMEDAD %	VIENTO (km/h)
14/9/2018	Z32	18:00	19:15	21	60	6 km/h SO
28/9/2018	Z39	19:00	20:00	17	65	3 km/h SO
22/9/2019	Z32	18.30	19.30	19	59	2 km/h N
6/10/2019	Z39	18.30	19.30	14	70	6 km/h SO

Tabla 2. Principios activos, dosis y momentos de aplicación que conforman los tratamientos a realizar.

Tratamiento	Principios activos	Dosis (ml.ha⁻¹)	DENOMINACIÓN
T1	Testigo sin aplicación de fungicidas		Testigo
T2	azoxystrobin 20% + cyproconazol 8% (SC) en Z39	400	T+E
T3	propiconazole 25% + benzovindiflupir 4% (EC) en Z39	500	T+C
T4	propiconazole 25% + benzovindiflupir 4% (EC) + pydiflumetofen 20% (SC) en Z39	500+200	T+C+C
T5	azoxystrobin 20% + cyproconazol 8% (SC) en Z32 + azoxystrobin 20% + cyproconazol 8% (SC) en Z39	400+400	(T+E)+(T+E)
T6	azoxystrobin 20% + cyproconazol 8% (SC) en Z32 + propiconazole 25% + benzovindiflupir 4% (EC) en Z39	400+500	(T+E)+(T+C)
T7	azoxystrobin 20% + cyproconazol 8% (SC) en Z32 + propiconazole 25% + benzovindiflupir 4% (EC) + pydiflumetofen 20% (SC) en Z39	400+ (500+200)	(T+E)+(T+C+C)

T: Triazol, E: estrobilurina, C: carboxamida

Se realizó el seguimiento fenológico del cultivo utilizándose la escala de Zadoks y modificada por Tottman y Makepeace (Zadoks et al., 1974; Tottman y Makepeace, 1979). Se registraron las precipitaciones, temperaturas máximas, medias y mínimas, desde la siembra hasta el momento de la cosecha del cultivo de trigo. Los muestreos para determinar incidencia y severidad de las enfermedades se realizaron con frecuencia semanal desde Z2. Se observó en cada parcela 50 macollos al azar, descartándose las hojas senescentes o deterioradas y se contabilizaron en las hojas totalmente expandidas, el número de hojas con al menos 1 pústula de roya o 1 lesión de 2 mm en el caso de manchas. La incidencia se determinó utilizando la siguiente fórmula $I=(N^{\circ}HE/N^{\circ}HT)*100$, donde N°HE es el número de hojas que presentaron al menos 1 pústula de roya o 1 lesión de 2mm en el caso de manchas (Carmona, 2005).

La severidad se determinó utilizando para roya dispersa (Ptr) la escala propuesta por Cobb modificada por Peterson (Stubbs et al., 1986) y la escala diagramática de la Universidad de Washington para roya estriada o amarilla (Pst) (Mahmoud et al., 2015). Para manchas foliares la severidad se estimó sin uso de escalas diagramáticas, según el área foliar afectada.

Con los datos de porcentaje de severidad, se calculó el Área Bajo la Curva del Progreso de las Enfermedades (ABCPE), aplicando el modelo propuesto por Campbell y Madden (1990) según la fórmula: $n-1 \text{ ABCPE} = \sum [(x_{i+1} + x_i) / 2] (t_{i+1} - t_i)$ $i=1$ Dónde: x_i es la proporción de la enfermedad en la i -ésima observación; $t_{i+1} - t_i$ es el tiempo entre dos lecturas; i es el número de observaciones, y n es el número de evaluaciones. Con los resultados obtenidos de ABCPE, se calculó el porcentaje de control de las enfermedades de cada tratamiento, relacionando el ABCPE de los tratamientos con fungicidas y el ABCPE del testigo (Couretot et al. 2020) con la fórmula de Abbott (1925), donde $\% \text{ eficacia control} = (\text{severidad en testigo} - \text{severidad con fungicida}) / (\text{severidad en testigo}) * 100$.

En Z91 se realizó la evaluación del número de espigas.m⁻² mediante el recuento de las espigas de 4 surcos centrales de cada unidad experimental (5 metros lineales). La cosecha se realizó cortando las espigas de los cuatro surcos centrales de cada unidad experimental y posterior trilla con cosechadora estática profesional. De cada parcela se obtuvo el rendimiento (kg.ha⁻¹), peso de 1000 granos y número de granos.m⁻².

El análisis estadístico se realizó mediante la comparación de medias, utilizando el análisis la varianza (ANOVA) y el test de mínimas diferencias LSD ($\alpha \leq 0,05$), con el programa Infostat (Di Rienzo et al., 2013). También se realizó la correlación de Pearson entre los porcentajes de control de las diferentes enfermedades con los parámetros de productividad con el programa Infostat (Di Rienzo et al., 2013). El coeficiente de Pearson indica la correlación entre dos variables cuantitativas y refleja el grado en que las variables están relacionadas. Si bien el coeficiente de correlación de Pearson no indica causalidad entre las variables comparadas, expresa el grado o nivel de asociación entre las variables en estudio.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Condiciones ambientales y de aplicación de los tratamientos

La campaña agrícola 2018/2019 se caracterizó por temperaturas relativamente inferiores a la media histórica, contabilizando un total de 12 heladas (Tabla 3). Entre agosto y octubre las temperaturas medias fueron de 14,6°C, y con posterioridad a floración las temperaturas máximas presentaron un rango de 25°C a 34°C, con promedio de 28°C, lo que permitió un llenado de granos completo, sin problemas de senescencia anticipada por efecto de golpes de calor (Figura 1). En 2019 se registraron 10 heladas (Tabla 3), y las temperaturas medias fueron de 12°C para el mismo período, con un promedio de temperaturas máximas durante llenado de granos de 23°C (Figura 2). La Figura 1 y 2 presentan el rango de temperaturas (mínimas, medias y máximas) y la humedad relativa ambiente durante el desarrollo de los ensayos en 2018 y 2019 respectivamente.

En la Figura 3 se registran las precipitaciones mensuales históricas y de cada campaña agrícola bajo estudio.

Con respecto a precipitaciones el ciclo 2018 se caracterizó por un registro superior al histórico en la etapa desde macollaje a floración del cultivo (agosto a octubre), por el contrario, en el ciclo 2019 las precipitaciones permitieron una buena implantación del cultivo, pero posteriormente a la siembra se registraron lluvias por debajo del 70% de la media histórica, que impactaron negativamente en el desarrollo del cultivo (Figura 3).

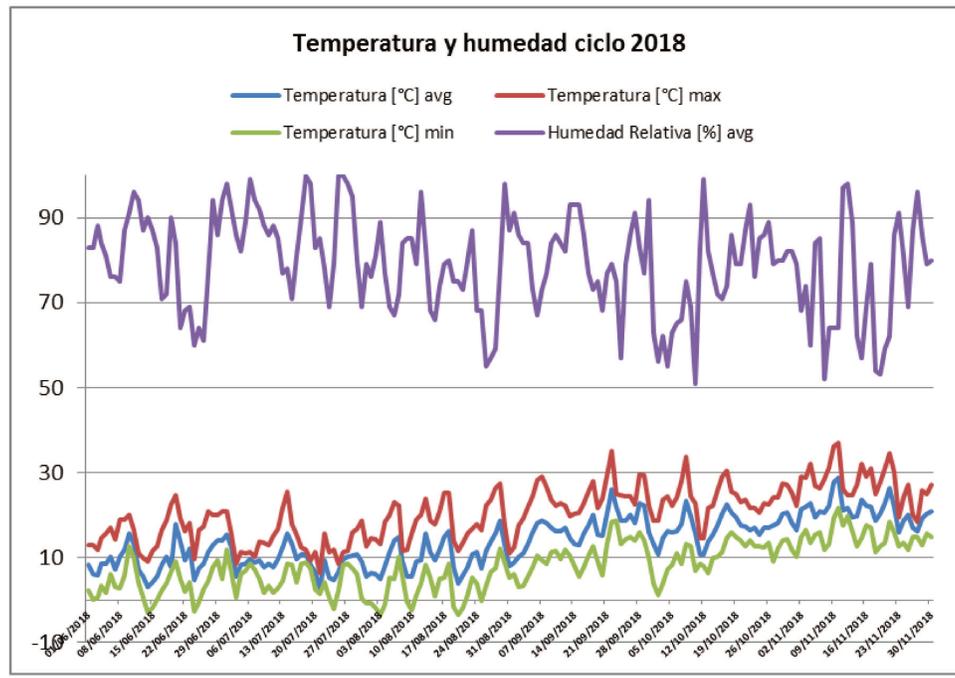


Figura 1. Ciclo 2018. Temperaturas máximas, medias y mínima durante la etapa de desarrollo del cultivo.
Fuente: Facultad de Ciencias Agrarias, UNL.

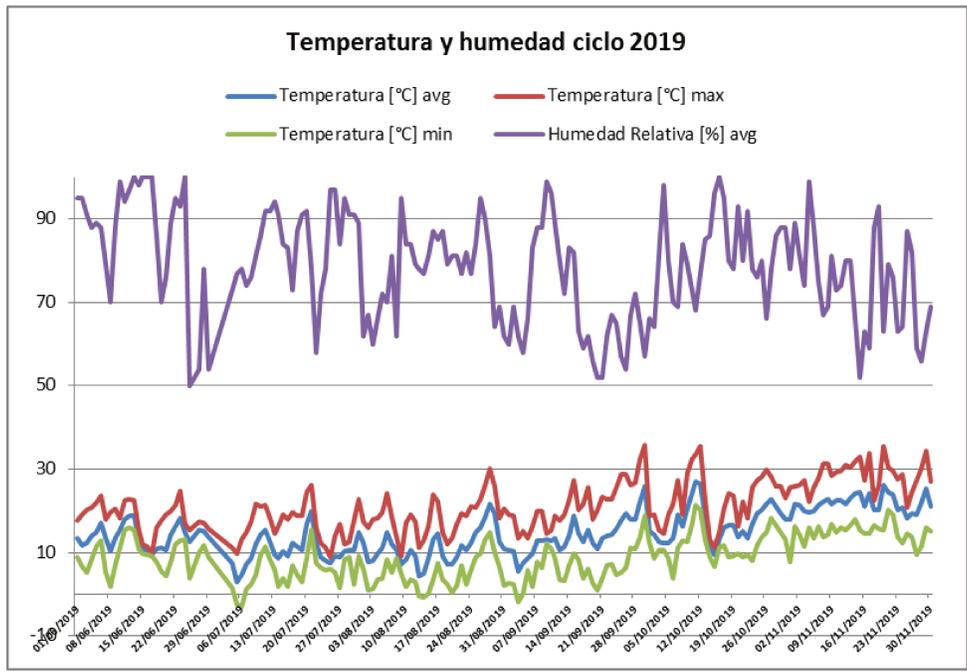


Figura 2. Ciclo 2019. Temperaturas máximas, medias y mínima durante la etapa de desarrollo del cultivo.
Fuente: Facultad de Ciencias Agrarias, UNL.

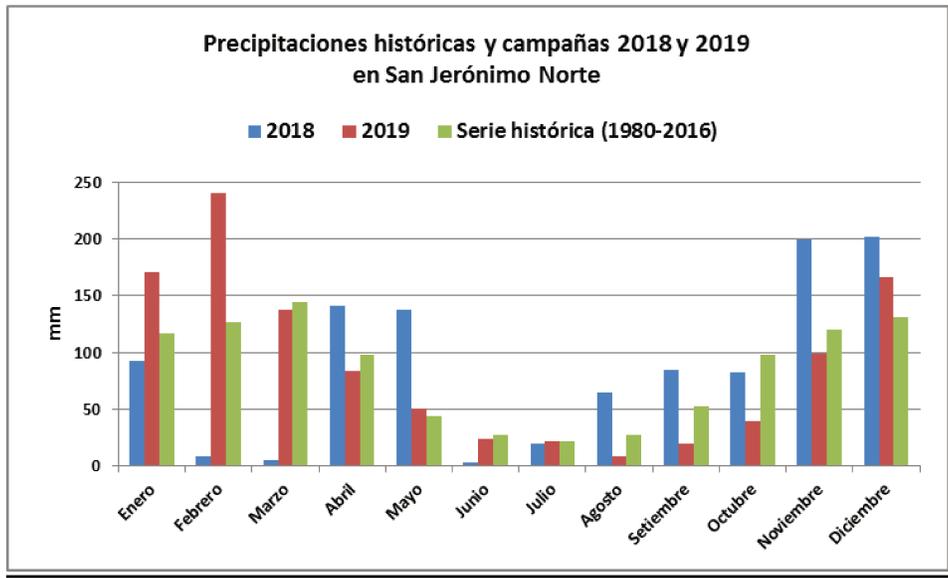


Figura 3. Precipitaciones históricas y de ciclos 2018 y 2019. Fuente: Registro de la Comuna de San Jerónimo Norte.

Tabla 3. Fecha de ocurrencia de heladas para ambos ciclos agrícolas y estados fenológicos de cultivos.

Fechas heladas 2018	EF. 2018	Fechas heladas 2019	EF. 2019
15/6/2018		8/6/2019	
16/6/2018			SIEMBRA 30/6/2019
23/6/2018		6/7/2019	Z1.1
24/6/2018		7/7/2019	Z1.1
	SIEMBRA 25/6/2018	13/7/2019	Z1.2
5/7/2018	Z1.2	14/7/2019	Z1.2
6/7/2018	Z1.2	27/7/2019	Z1.3
7/7/2018	Z1.2	3/8/2019	Z2.0
2/8/2018	Z2.2	16/8/2019	Z2.3
3/8/2018	Z2.2	17/8/2019	Z2.3
4/8/2018	Z2.2	5/9/2019	Z2.4
9/8/2018	Z2.3		
18/8/2018	Z2.4		

4.2 Progreso de roya amarilla (RA)

En relación al año de evaluación y entre los tratamientos propuestos para la variable no existe interacción en el Área bajo la curva de severidad de RA ($p=0,83$). A continuación, se desarrollan las variables patométricas incidencia y severidad para RA (Figura 4a, b y c).



Figura 4 a y b: Detalles de pústulas de RA en trigo. **Figura 4c:** planta de trigo con signos de RA.

La incidencia en todos los tratamientos para los dos años de evaluación, fue estadísticamente significativa e inferior al testigo durante los 49 días de observación (Figura 5.a y 5.b; Tabla 2 y 4 del Anexo). Hasta los 14 días después de la aplicación (DDA), los tratamientos simples, que no se aplicaron en Z32, acompañan a la curva del testigo, ya que el progreso de las enfermedades es similar en todas las parcelas sin aplicación. Los valores de incidencia y de severidad de los tratamientos aplicados en Z32 disminuyen rápidamente. Luego de realizada la aplicación en Z39 (a los 14 DDA en Z32), se observó una disminución de la incidencia de RA en todos los tratamientos con fungicida, diferenciándose estadísticamente dos grupos de tratamientos: por un lado, los tratamientos con una única aplicación en Z39 (T+E Z39; T+C Z39 y T+C+C Z39) con valores finales de incidencia entre 40 y 60% según tratamiento, y por otro, los tratamientos con doble aplicación, en Z32 y Z39 (T+E Z32+T+E 39; T+E Z32 + T+C Z39 y T+E Z39+T+C+C Z39) con valores finales inferiores al 25%, para ambos años. A su vez, los tratamientos con una sola aplicación se diferenciaron entre sí siendo el tratamiento de T+C Z39 el que menor incidencia presentó en ambos años y los tratamientos dobles no se diferenciaron entre sí estadísticamente, y el menor porcentaje de incidencia lo presentó el tratamiento de T+E Z32+ T+C Z39 para ambos años (promedio 13%).

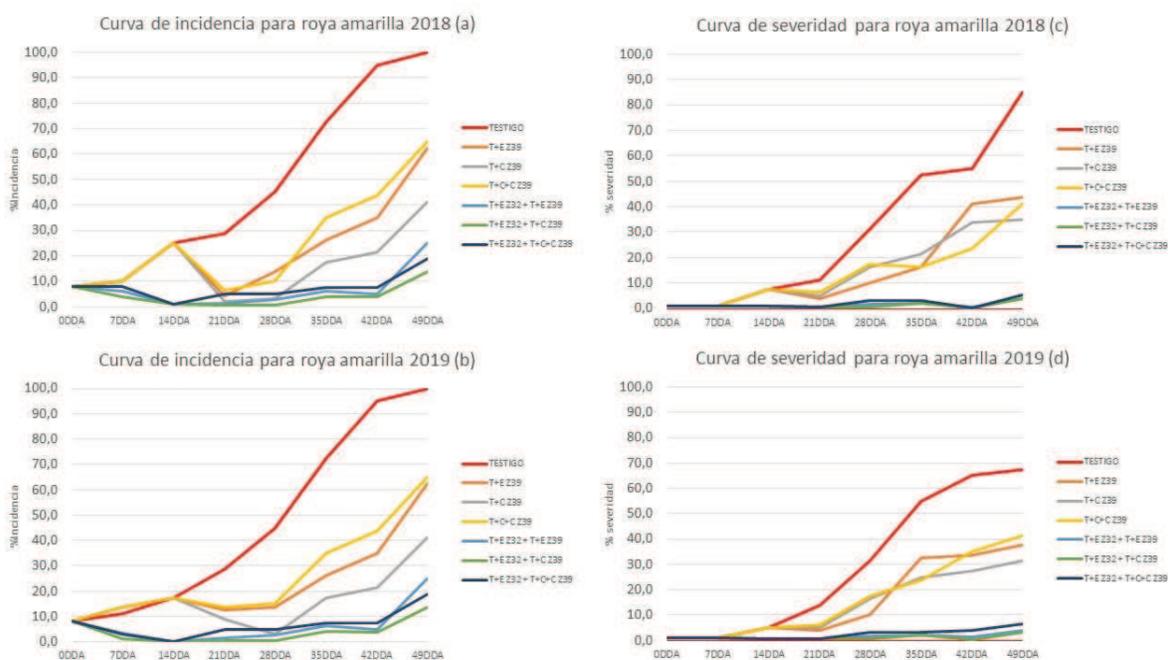


Figura 5. Curva de progreso de la incidencia (a y b) y la severidad (c y d) de RA durante los años 2018 y 2019.

Con respecto a la severidad, existen diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos (Figura 5.c y 5.d, Tabla 3 y 5 del Anexo). Todos los tratamientos presentaron menor severidad y las diferencias se presentan entre los tratamientos simples (T+E Z39; T+C Z39 y T+C+C Z39) y dobles (T+E Z32+T+E 39; T+E Z32 + T+C Z39 y T+E Z39+T+C+C Z39), con una tendencia que se

mantiene hasta el final de las evaluaciones, en ambos años. Los tratamientos simples (T+E Z39; T+C Z39 y T+C+C Z39) alcanzaron una severidad final de 35 y 43% para 2018 y de 31 y 41 % para 2019, mientras que los dobles (T+E Z32+T+E 39; T+E Z32 + T+C Z39 y T+E Z39+T+C+C Z39) se mantuvieron por debajo del 7% en lo que respecta a ambos años. Dentro de los tratamientos simples, se diferenció T+C Z39 de los demás con menor valor de severidad y no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos dobles.

La curva de progreso de enfermedad (ABCPE) calculadas a partir de las variables patométricas incidencia y severidad, en todos los casos tuvo diferencias estadísticas significativas entre testigo y los tratamientos, y entre tratamientos, registrándose los menores valores para los tratamientos con dobles aplicaciones de fungicidas y aquellos que incluyen benzovindiflupir+azoxistrobina en la mezcla (T+C Z39 en la aplicación simple y T+E Z32+T+C Z39 en la aplicación doble) (Tabla 4).

Tabla 4: ABCPE para RA, ciclos 2018 y 2019.

TRATAMIENTO	ABCPE INCIDENCIA 2018	ABCPE SEVERIDAD 2018	ABCPE INCIDENCIA 2019	ABCPE SEVERIDAD 2019
Testigo	2311 a	1410 a	2268 a	1450,75 a
T+E Z39	1046 c	655,38 b	1078 c	745,5 b
T+C Z39	723,63 d	560,88 b	744,63 d	685,13 b
T+C+C Z39	1167,25 b	623 b	1226,75 b	781,38 b
T+E Z32 + T+E Z 39	273 ef	63 c	246,75 ef	68 c
T+E Z32 + T+C Z 39	170,63 f	54,25 c	146,13 f	45 c
T+E Z32 + T+C+C Z 39	331,63 e	83,13 c	289,63 e	110,75 c

*Valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según test de LSD para $\alpha \leq 0,05$.

Las infecciones causadas por *P. striiformis f. sp. tritici* (RA) se restringen a un rango de 5-12° C (Lyon et al., 2017; Chen, 2013), aunque hay evidencias de la existencia de cepas adaptadas a temperaturas superiores (Ali et al., 2014; Carmona et al., 2018).

Las condiciones ambientales en ambos años, el 2018 y el 2019, permitieron que se cumplan los requerimientos mínimos para el desarrollo de la enfermedad, en cuanto a temperaturas, en donde el óptimo para la germinación de esporas promedia entre 10 y 12°C, las temperaturas óptimas para la infección son en promedio entre 7 y 15°C, y la temperatura óptima para el desarrollo promedia entre 12-18°C (Carmona et al., 2017).

La RA fue la enfermedad predominante, cuya incidencia y severidad presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el testigo general. La RA se cita en ambas campañas

como la enfermedad predominante en cultivares de trigo susceptibles, de la región Centro y Sur de Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos y norte de Buenos Aires (Carmona y Sautua, 2018)

A partir de la primera semana de mediciones, los tratamientos aplicados en Z32, lograron reducir significativamente el progreso de RA con respecto al testigo. Las royas en general siempre han sido bien controladas con fungicidas en condiciones de campo en comparación con otros patógenos de características epidemiológicas similares (Oliver, 2014).

En este trabajo, los tratamientos con aplicaciones tempranas (Z32), se realizaron con un nivel bajo de RA, siendo todas las estrategias planteadas efectivas en el control de infecciones tempranas. Varias recomendaciones actuales, se basan en la detección temprana de las primeras pústulas (desde macollaje), para realizar adecuadamente un control químico puntual del patógeno y obtener la máxima protección del rendimiento (Carmona et al., 2020). Durante las etapas iniciales del cultivo de trigo, las aplicaciones son importantes dado que disminuyen el inóculo de enfermedades que se encuentran en hojas por debajo de la hoja bandera, ya que el 80% de la contribución de fotoasimilados a la espiga la hacen la hoja bandera y las dos hojas inferiores a la misma (Carmona, 2019). Estudios realizados por Viljanen-Rollinson et al. (2002) señalan que las aplicaciones preventivas realizadas en macollaje, en ausencia de la enfermedad son las más adecuadas para cultivares muy susceptibles.

En este trabajo, los tratamientos dobles, aplicados en Z32 y en Z39 lograron mantener bajas las ABCPE para incidencia y severidad para RA, diferenciándose del testigo de los tratamientos con una sola aplicación en Z39. El estado Z39 coincide con el período crítico del cultivo establecido por Fischer (1984), y resulta el criterio de aplicación para una gran cantidad de autores con el fin de proteger la hoja bandera (Wegulo, 2015; Turner, et al. 2016; Eurowheat, 2020).

El criterio de reaplicación en Z39 y de aplicar tratamientos únicos en Z39 respondió a la necesidad de determinar, si ante la emergencia de la hoja bandera, el cultivo presentaba mejor comportamiento frente a una enfermedad previamente controlada (tratamientos realizados en Z32) y sin controlar, repitiendo los criterios utilizados comúnmente en la región bajo estudio (Sillon y Magliano, 2017).

Según la bibliografía, existen controversias acerca del momento oportuno para realizar el control de la RA en trigo: algunos autores recomiendan realizar controles “ante los primeros síntomas” (Eurowheat, 2020), otros tienen en cuenta incidencia o severidad para definir la aplicación de fungicidas (Carmona et al., 2019), y también hay quienes priorizan el efecto del hospedador, teniendo en cuenta el estado fenológico del cultivo (Wan et al., 2004; Singh et al., 2016; Boshoff et al., 2003). Algunos umbrales de incidencia y severidad utilizados en la región son los propuestos por Carmona et al (2019) y por Bal (2014), de de 10-20% de incidencia foliar y de 1% de severidad en elongación del tallo (Carmona y Sautua, 2017). En este trabajo, las aplicaciones de Z32 se hicieron por debajo de el umbral de control (8% incidencia y 1% de severidad para ambos años) y las aplicaciones únicas

en Z39 se hicieron por encima del umbral (25% incidencia y 7,5% severidad para el año 2018, y 17,5% incidencia y 7,5% severidad para el año 2019).

En la actualidad, la visión fitocéntrica es la más adoptada en el control de enfermedades en trigo ya que considera el estado fenológico del cultivo para mantener las hojas del estrato superior sanas (Poole y Arnaudín, 2014), lo que conlleva realizar las aplicaciones de fungicidas en estado de hoja bandera (Viljanen-Rollinson et al., 2002).

Por otro lado, Young et al. (2003) afirman que, aunque las hojas del estrato inferior no contribuyan significativamente al rendimiento, actúan como fuente de inóculo de la enfermedad para las hojas superiores. Esta afirmación coincide con lo analizado en este trabajo, en donde las aplicaciones en Z32 sirvieron para disminuir el inóculo de las hojas que se sitúan por debajo de la hoja de la espiga, y al momento de la emergencia de la hoja bandera, la planta se encuentra con menores niveles de enfermedad.

Considerando la epidemiología de la RA, ésta es una enfermedad policíclica que depende fundamentalmente de la tasa de desarrollo, donde el número de uredinios esporulantes en las hojas inferiores es una medida de importancia de la transferencia de inóculo hacia las hojas superiores (Young et al., 2003). En la visualización de las curvas de progreso de los testigos de este trabajo (Figura 5a, 5b, 5c y 5d), queda evidenciada la velocidad de avance de la enfermedad cuando las condiciones son predisponentes para que pueda desarrollarse. Esta es una de las razones por la cual las aplicaciones realizadas en Z32 con bajo nivel de enfermedad lograron ABCPE menores que el resto de los tratamientos. En este sentido, Braithwaite et al. (1998) señalan que el momento de inicio de la RA es el factor más crítico para definir el momento de aplicación del fungicida, aún más que la etapa fenológica *per se*, precisamente por el aporte como inóculo de la enfermedad. Consideraciones semejantes son propuestas por Carmona et al. (2004) quienes afirman que el momento de aplicación es significativamente más importante que la combinación de principios activos. Estos autores sugieren que en las aplicaciones realizadas en situación de inicio epidémico todos los productos fungicidas fueron efectivos; sin embargo, los tratamientos aplicados más tarde sólo controlaron a las enfermedades en su curva de desarrollo ascendente y fueron menos efectivos. Resultados similares se encontraron en trabajos efectuados en la provincia de Santa Fe (Sillon et al., 2015 a). Alberione et al. (2011), concluyeron en un trabajo de combinación de aplicaciones de fungicidas con variedades de trigo de distinta susceptibilidad a enfermedades, que el control en fechas tempranas y en dosis menores independientemente del producto utilizado, resulta ser igualmente eficaz que las aplicaciones en fechas tardías empleando dosis mayores. Las aplicaciones tempranas coincidieron con niveles bajos de severidad y por tal motivo los tratamientos fueron eficaces por su condición de preventivos y también curativos.

En el caso de las dobles aplicaciones, las ABCPE de incidencia marcaron diferencias estadísticas entre las mezclas con y sin carboxamidas, coincidiendo con los resultados de Erreguerena et al. 2018, donde concluyen que las carboxamidas predisponen a una reducción de los niveles de RA, pero el incremento en rendimiento depende de los ingredientes activos que componen la mezcla.

Con respecto a los resultados, tanto en tratamientos simples como dobles, se destacaron en el control de RA, las estrategias que incluyeron carboxamidas. En este sentido, Jecke et al., (2019) destacan la importancia de la incorporación de las carboxamidas en las mezclas para mejor control de RA. Asimismo, Alvarelos et al. (2018) también encontraron que las carboxamidas podrían haber ayudado a reducir los niveles de RA utilizando en sus cálculos la severidad final.

Carmona y Sautua (2018), encontraron en un trabajo de estrategias, que las diferencias entre dobles aplicaciones que tienen en sus mezclas DMI o triazoles, se deben a que estos últimos, mostraron un alto control de RA, pero su período de persistencia fue más corto que cuando se usan en mezclas con estrobilurinas o carboxamidas. Además, los DMI pueden detener nuevas infecciones por la RA, pero no pueden controlar de manera eficiente las infecciones mayores de 1 semana o más, que se convertirán en estrías necróticas (Carmona et al., 2020).

4.3 Progreso de roya de la hoja (RH)

Existe interacción entre el año de evaluación y los tratamientos propuestos para la variable Área bajo la curva de severidad de RH ($p \leq 0,0001$). En el año 2018, la RH se desarrolló en el estadio fenológico Z4 (vaina engrosada) del cultivo, mientras que durante el año 2019 la enfermedad se detectó en Z55 (espigado). Debido a ello los resultados se analizarán por separado para la variable año por tratamiento. A continuación, se desarrollan las variables patométricas para RH (Figura 6 a y b).



Figura 6 a y b: Roya de la hoja (*Puccinia triticina*) en trigo.

Las primeras pústulas de RH se observaron a 28 DDA de Z3.2 para el año 2018 (Figura 7a y 7b), donde todos los tratamientos se diferenciaron del testigo (Tabla 6 del Anexo), mientras que los

tratamientos con dobles aplicaciones y aquellos con carboxamidas en su composición en Z39, se mantuvieron sin enfermedad. A los 35 DDA, todos los tratamientos se diferenciaron estadísticamente del testigo, con dos tratamientos que no presentaron enfermedad: T+C Z39 y T+E Z32+ T+C Z39. A 42 DDA todos los tratamientos se diferenciaron significativamente del testigo, presentando una incidencia menor al 3% los tratamientos con doble aplicación (T+E Z32+ T+E Z39; T+E Z32+ T+C Z39; T+E Z32+ T+C+C Z39) y los que incluían carboxamidas en aplicaciones únicas (T+C Z39; T+C+C Z39).

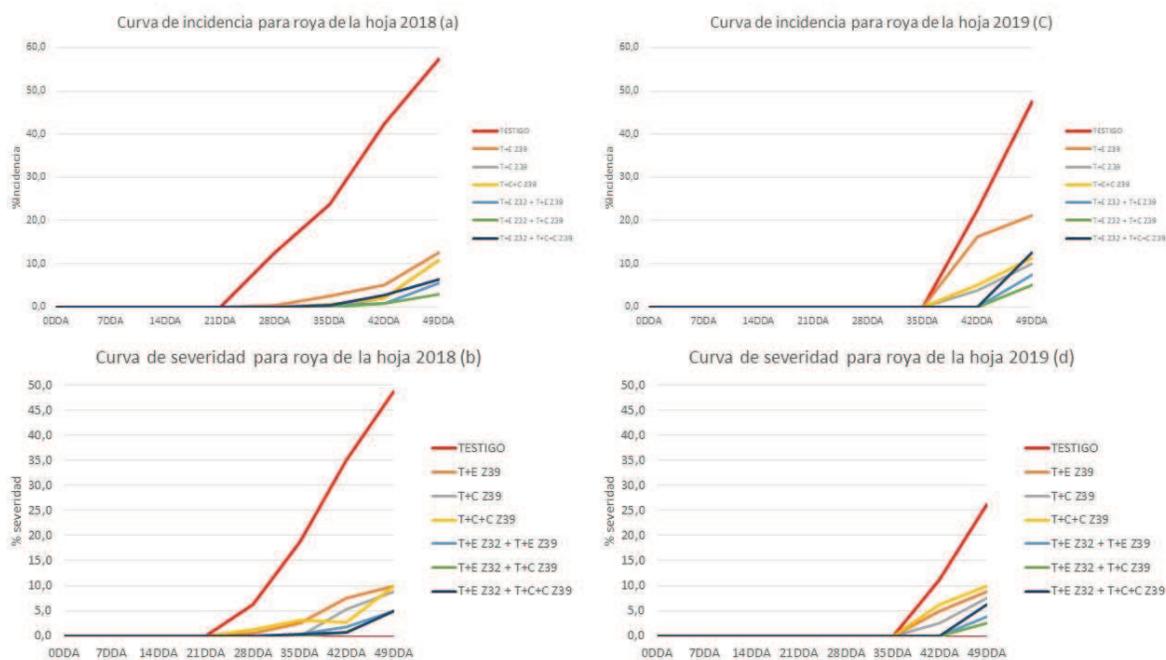


Figura 7. Curva de progreso de la incidencia (a y b) y la severidad (c y d) de RH durante los años 2018 y 2019.

La figura 7.b indica el progreso de la severidad de RH para el ciclo 2018, cuya evaluación a partir del 28 DDA mostró diferencias significativas entre el testigo y todos los tratamientos, sin diferencias entre estos (Tabla 7 del Anexo). En la última evaluación (49 DDA) se observaron diferencias significativas entre las estrategias de tratamientos con dobles aplicaciones (Z32+Z39) y los tratamientos con una única aplicación en Z39 (T+E Z39; T+C Z39; T+C+C Z39).

Los Figura 7.c y 7.d representan las curvas de progreso de RH en 2019 (Tabla 8 y 9 del Anexo), para incidencia y severidad respectivamente. Como se puede observar, la enfermedad apareció en el cultivo 42 días posteriores a Z32. Tanto en la incidencia final como en la severidad final, todos los

tratamientos se diferenciaron estadísticamente del testigo, con valores inferiores al testigo para ambos parámetros.

A continuación, la Tabla 5 se muestra las distintas áreas bajo la curva de progreso de enfermedad (ABCPE) calculadas a partir de las variables patométricas incidencia y severidad.

Tabla 5. ABCPE de RH en ambos ciclos agrícolas.

TRATAMIENTO	ABCPE INCIDENCIA 2018	ABCPE SEVERIDAD 2018	ABCPE INCIDENCIA 2019	ABCPE SEVERIDAD 2019
Testigo	752.5 a	590.63 a	323.75 a	170.63 a
T+E Z39	98 b	108.5 b	188.13 b	65.63 bc
T+C Z39	51.63 c	67.38 bc	61.25 cd	43.75 cd
T+C+C Z39	55,13 bc	84 bc	74,38 cd	78,75 b
T+E Z32 + T+E Z 39	26.25 bc	31.5 cd	26.25 cd	13.13 de
T+E Z32 + T+C Z 39	15.75 c	22.75 d	17.5 c	8.75 e
T+E Z32 + T+C+C Z 39	42.88 bc	24.5 d	43.75 cd	21.88 de

*Valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según test de LSD para $\alpha \leq 0,05$

Para el año 2018, tanto para la variable ABCPE incidencia como para ABCPE severidad, se registraron diferencias estadísticas significativas entre testigo y los tratamientos, y entre tratamientos entre sí. Los menores valores de incidencia de RH se registraron para los tratamientos con dobles aplicaciones de fungicidas (T+E Z32+ T+E Z39; T+E Z32+ T+C Z39; T+E Z32+ T+C+C Z39) y los que incluían carboxamidas en aplicaciones únicas (T+C Z39; T+C+C Z39).

En relación a la severidad, los menores valores se registraron para los tratamientos con doble aplicación (T+E Z32+ T+E Z39; T+E Z32+ T+C Z39; T+E Z32+ T+C+C Z39), diferenciándose de los demás tratamientos.

Para el año 2019, también se registraron diferencias estadísticas significativas entre testigo y los tratamientos, y entre tratamientos entre sí, para ambas variables analizadas. Los menores valores de incidencia se registraron para los tratamientos con dobles aplicaciones de fungicidas y para los tratamientos con carboxamidas en Z39.

Si bien el análisis de ambos años para las variables Área bajo la curva de RH fue analizado de manera separada, debido a interacción entre el año de evaluación y los tratamientos propuestos, el comportamiento estadístico para ambos años fue similar, la interacción estadísticamente significativa se explica a partir de la aparición diferencial de la roya en ambos años.

En este trabajo, la aparición de RH se produjo es estadios fenológicos avanzados del cultivo, para ambos años. No obstante, el momento de aparición de la enfermedad no coincide con los registros

regionales que indican la aparición temprana de RH (Fernandez Moreno, 2007). Según Abebe (2021), para que se inicie el proceso de germinación de las esporas de *P. triticina* se necesitan temperaturas de entre 15 y 20 °C, condición que no ocurrió durante el año 2018 (Figura 1) donde se registraron temperaturas bajas al final del invierno y durante la primavera.

Por otro lado, durante el año 2019, la falta de precipitaciones fue la principal razón por la que la RH apareció en etapas fenológicas adelantadas en el cultivo (Figura 3). Los requerimientos mínimos para el desarrollo de la enfermedad son condiciones de humedad y rocío continuo durante 4 a 8 hs (Abebe, 2021). Trabajos realizados por Schierenbeck et al. (2017) y Fleitas et al. (2017), observaron mayor desarrollo de las infecciones de RH en condiciones húmedas que en períodos más secos.

En este estudio, las respuestas que se obtuvieron con las aplicaciones funcionaron como preventivas, debido a que la enfermedad no presentaba síntomas en este momento. Sin embargo, las ABCPE, tanto de la incidencia como de la severidad, demostraron que las aplicaciones en dos momentos (Z32+Z39) resultaron más efectivas en la disminución de la severidad, que las aplicaciones simples en Z39, aunque la enfermedad haya aparecido con posterioridad a las aplicaciones. Estos resultados coinciden con los encontrados por Fleitas et al, 2017, donde se hicieron aplicaciones de diferentes fungicidas en el estado hoja bandera, y la enfermedad se manifestó en anthesis, con resultados que demostraron diferencias entre el testigo y las aplicaciones, aun cuando la enfermedad se manifestó luego de la aplicación. También coincide con los resultados de Migliorini de Oliveira et al. (2013), donde se utilizaron “cazaesporas” (instrumental específico que permite determinar el período en el que se encuentran las esporas en el ambiente) fluxapyroxa para realizar aplicaciones ante la presencia de inoculo en el ambiente, pero sin presencia de síntomas de la enfermedad en el cultivo, determinando que el retraso de la aplicación del fungicida, aguardando la aparición de síntomas, aumentó considerablemente el nivel de gravedad de la enfermedad.

Respecto de la diferencia entre tratamientos, en todos los casos, se destacan las mezclas que poseen carboxamidas en su composición. Estos resultados, coinciden con los encontrados por Fleitas et al.(2017) en cuyo trabajo se realizaron aplicaciones en Z39 de triazol y estrobilurina versus triazol, estrobilurina y carboxamida y los valores de severidad generados por la triple mezcla fueron significativamente más bajos que el ABCPE de la triple mezcla en relación con el tratamiento de doble mezcla.

Varios autores, recomiendan que, ante las epidemias de roya común de la hoja, se utilicen la mezcla de triazoles con estrobilurinas para lograr controles más eficaces de las royas (Barrol, et al. 2017; Sacon, et al., 2019). La asociación de diversos principios activos ayuda a ampliar el espectro de acción fungicida (Sacon, et al., 2019). Desde la aparición de las caboxamidas, también se recomienda

utilizarlas en mezcla con otros principios activos, debido principalmente a elevada especificidad contra basidiomicetes y mejor control (Arregui y Puricelli, 2013).

En este trabajo, el control de RH fue menor para la mezcla de triazol+estrobilurina cuando se aplicó en Z39, con diferencias significativas con los demás tratamientos. En la actualidad, existe evidencia de una reducción a la sensibilidad a todos los DMI (triazoles) utilizados para controlar la RH del trigo (Ardium et al., 2012). Estos mismos autores cuantificaron la reducción de la sensibilidad a las razas dominantes de RH, a los fungicidas DMI (inhibidores de la desmetilación) y a los QoI (inhibidores de la quinona externa) y corroboraron que existe una reducción en la sensibilidad del agente causal de la roya a diversos fungicidas. Además, la evidencia indica que los fungicidas carboxamidas y estrobilurinas, podrían ejercer cambios fisiológicos en la planta como extensión de GLAD (duración del área verde de la hoja bandera), reducción de la temperatura de la superficie de la hoja y aumento de la eficiencia fotoquímica máxima de PSII (Berdugo et al., 2012 , Ajigboye et al., 2014), por lo que el control sobre los patógenos podría ser mayor debido a un mejor estado de la planta.

Por último, algunos fungicidas penetrantes (estrobilurinas y carboxamidas) tienen acción preventiva o protectora, esto se explica por su mecanismo de acción basado en la inhibición de la respiración mitocondrial, proceso crítico durante la germinación de las esporas (Bartlett et al., 2002 ; Amaro et al., 2020). Además, estrobilurinas y carboxamidas, tienen un período de persistencia más largo que DMI (Triazoles) que, a su vez, demuestran un período de persistencia más largo cuando están en mezcla que cuando se aplican solos (Carmona, et al. 2020).

Los análisis expuestos explican los resultados de este trabajo, en donde para RH, todos los tratamientos fueron realizados antes de la aparición de síntomas de la enfermedad, y se encontraron mejores resultados en las aplicaciones dobles y en las aplicaciones simples los productos que contienen carboxamidas en su mezcla en Z39.

4.4 Progreso de otras enfermedades foliares: manchas

En relación al año de evaluación y entre los tratamientos propuestos para la variable no existe interacción en el Área bajo la curva de severidad de manchas ($p=0,11$). A continuación, se desarrollan las variables patométricas incidencia y severidad para manchas en trigo, provocadas por *Dreschlera tritici repentis* (MA) (Figura 8 a y b) y *Zimoseptoria tritici* (Figura 9).



Figura 8 a y b: MA en trigo.



Figura 9: *Zimoseptoria tritici* en trigo.

En el año 2018, a partir de los 21 DDA, los dos tratamientos que incluyen la triple mezcla de T+C+C (T+C+C Z39 y T+E Z32+T+C+C Z39) se diferenciaron estadísticamente del testigo, pero no entre sí (Figura 10 a y b, Tabla 10 y 11 del Anexo). A partir de 28 DDA todos los tratamientos se diferenciaron del Testigo, pero no entre sí y sostuvieron esta diferencia hasta 42 DDA. En la evaluación del día 42 DDA se presentaron diferencias entre tratamientos, destacándose los tratamientos T+C en Z39, T+C+C Z39 y la doble aplicación de T+E Z32 y T+C+C+ Z39 con el menor porcentaje de hojas afectadas. En la última evaluación (49 DDA), los tratamientos T+C+C Z39 y T+E Z32 y+ T+C+C+ Z39 mantuvieron las diferencias estadísticas con el resto, siendo ambos tratamientos los que incluyen la triple mezcla con la molécula pydiflumetofen en su composición.

El figura 10.b representa las curvas de progreso de manchas en ciclo 2019 para incidencia. Para este año, en Z3.9 no se observaron diferencias en la incidencia de manchas foliares entre los distintos tratamientos (Tabla 12 del Anexo). A 21 DDA de Z3.2, se diferenciaron estadísticamente del testigo los tratamientos que incluyen la triple mezcla (T+C+C), que a su vez presentaron menor incidencia

respecto del resto de los tratamientos, coincidiendo con lo observado en el año anterior. Desde los 28 DDA, el complejo de manchas incluyó Septoriosis de la hoja (SH) que progresó hacia el final del ciclo del cultivo, principalmente en severidad, con diferencias estadísticas entre el testigo y todos los tratamientos.

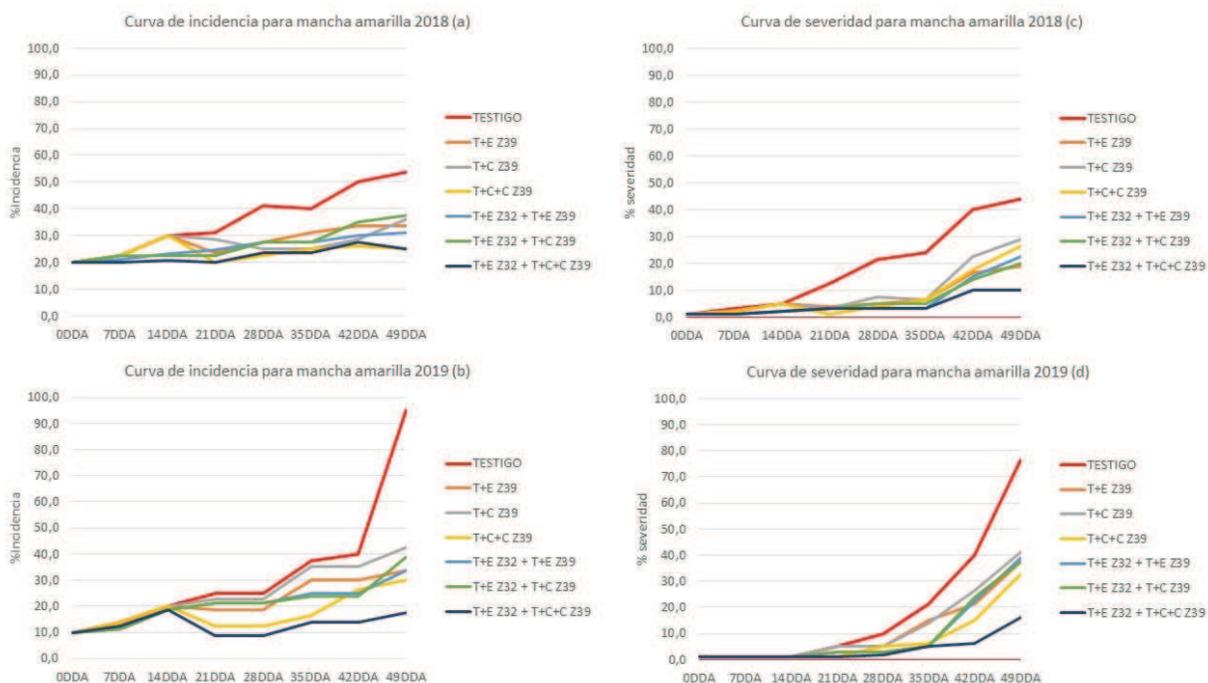


Figura 10. Curva de progreso de la incidencia (a y b) y la severidad (c y d) de manchas foliares durante los años 2018 y 2019.

Para severidad del año 2018 (Figura 10 c, Tabla 11 del Anexo) se registraron diferencias estadísticas significativas entre los tres tratamientos aplicados en Z3.2 y el testigo general hasta 14 días posteriores de la aplicación en Z3.2. A 21 DDA, todas las estrategias en estudio se diferenciaron estadísticamente del testigo, pero no entre sí, manteniendo curvas de progreso semejantes. En la severidad final se destacaron la doble aplicación de T+E Z32 y T+C+C Z39 que mantuvo la menor severidad, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos. En la última evaluación de severidad (49 DDA), los tratamientos de doble aplicación Z32+Z39 se diferenciaron estadísticamente del resto con la menor severidad. El Figura 10.d representa la curva de progreso de severidad para 2019, donde se encontraron diferencias estadísticas entre las aplicaciones realizadas en Z32 y el resto de los tratamientos desde el día 21 DDA (Tabla 13 del Anexo), y donde todos los tratamientos se diferencian del testigo a partir de los 28 DDA. Luego de estas evaluaciones, la doble aplicación de T+E Z32 y T+C+C Z39 mantiene la menor severidad de manchas hasta el final de las evaluaciones.

En el ciclo 2018 el único patógeno que ocasionó manchas fue *Dreschlera tritici* (MA). Tanto en incidencia como en severidad, se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en Z3.2 y el testigo general desde los 21 DDA. Estos resultados se observaron en ambas campañas, coincidiendo con Liaudat (2011) y Cordo (2011), quienes remarcan la importancia de las estrategias de prevención en la aparición de manchas con el uso de mezclas de triazoles y estrobilurinas en etapas tempranas del cultivo (Z32).

Tabla 6: ABCPE para manchas, ciclos 2018 y 2019.

TRATAMIENTO	ABCPE INCIDENCIA 2018	ABCPE SEVERIDAD 2018	ABCPE INCIDENCIA 2019	ABCPE SEVERIDAD 2019
Testigo	1763.16 a	895.13 a	1496.25 a	818.13 a
T+E Z39	1369.38 b	338.63 bc	1063.13 bc	472.5 bc
T+C Z39	1316.88 bc	431.38 b	1216.25 b	511.8 b
T+C+C Z39	1181.25 cd	347.38 bc	848.75 d	322 d
T+E Z32 + T+E Z 39	1257.38 bc	271.25 cd	1010.63 cd	387.63 cd
T+E Z32 + T+C Z 39	1303.75 bc	281.75 cd	1010 cd	392 cd
T+E Z32 + T+C+C Z 39	1107.75 d	192.5 d	630 d	172.38 e

*Valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según test de LSD para $\alpha \leq 0,05$

La Tabla 6 registra las ABCPE elaboradas a partir de los parámetros incidencia y severidad, para ambos ciclos agrícolas. Se presentaron diferencias significativas entre el tratamiento testigo y el resto de los tratamientos. En ABCPE de incidencia para ambos años, la menor ABCPE se obtuvo en los tratamientos con dobles aplicaciones (Z32+Z39) y en el tratamiento de aplicación simple con triple mezcla. Para ambos años, los tratamientos con la triple mezcla no se diferenciaron entre sí ni con los tratamientos de dobles aplicaciones. Respecto de la ABCPE de la severidad, los menores valores se obtuvieron para las dobles aplicaciones (Z32+Z39) en ambos años. En el ciclo 2019 el complejo de manchas fue integrado también por SH, y se destacó significativamente tanto en las aplicaciones simples (Z39) como dobles (Z32+Z39) el uso de la triple mezcla (T+C+C).

En Argentina, y en todo el Cono Sur, se ha registrado en los últimos años un aumento de la incidencia y severidad de la MA del trigo principalmente sobre lotes bajo monocultivo y siembra directa, constituyendo actualmente una de las enfermedades foliares más difundidas (Annone y Carmona, 2000). En este trabajo, en ambos años de ensayo, la enfermedad se manifestó desde el inicio de las evaluaciones, debido principalmente a que la dispersión e infección de *D. tritici repentis* ocurre en un rango amplio de condiciones ambientales. Temperaturas entre 10 a 30 °C y períodos de humedad de 6 a 48 horas satisfacen los requerimientos ambientales para el desarrollo de la enfermedad (Carmona, 2003); por eso la MA ocurre todos los años a diferencia de otras enfermedades como la Fusariosis, que son fuertemente dependientes del ambiente.

Durante 2019 se presentó en el complejo de manchas foliares *Zimoseptoria tritici* y los niveles finales de manchas fueron mayores. En el segundo ensayo, año 2019, se acumuló rastrojo del año anterior, que varios autores en nuestro país marcan como elemento importante a considerar en la sobrevivencia y progreso de manchas (Monterroso et.al, 2006; Donaire et.al, 2011). Por su parte, Velazquez y Formento (2014) mencionan que la incidencia y la severidad de MA correlacionan positivamente con el volumen de rastrojo, y que las rotaciones con antecesor trigo presentan mayor nivel de pseudotecios y mayor incidencia y severidad. Eso explicaría que, en el segundo año de este trabajo, aún con menores precipitaciones, las áreas bajo la curva para manchas fueron levemente mayores al año 2018. Las ABCPE en los parámetros evaluados presentaron diferencias estadísticas significativas en ambas campañas agrícolas entre testigo y tratamientos, destacándose los tratamientos de dobles aplicaciones y los tratamientos con la triple mezcla de triazol y dos carboxamidas. Para manchas, la principal diferencia se encontró en el parámetro incidencia, en donde los tratamientos de triple mezcla (T+C+C Z39 y T+E Z32+T+C+C Z39) lograron mantener la curva de incidencia en valores promedio entre 20 y 30% hasta el final de las evaluaciones (49 DDA), en comparación a los testigos, en donde la incidencia superó el 50% para el año 2018 y el 90% en el año 2019.

Las dobles aplicaciones, que incluyen una aplicación temprana en el ciclo del cultivo (Z32), son efectivas en la reducción de inóculo en las hojas basales, independientemente si la infección llegó a hojas superiores, ya que la enfermedad evoluciona de abajo hacia arriba en el canopeo (Carmona, 2019). Alberione, et al. (2011) concluyen que el control de la MA en trigo en fechas tempranas, resultó ser igualmente eficaz que las aplicaciones en fechas tardías empleando dosis mayores, que, en las fechas tempranas, ya que las aplicaciones tempranas coincidieron con niveles bajos de severidad y por tal motivo los tratamientos fueron muy eficaces.

La aplicación en Z39, tiene como objetivo a proteger al cultivo en su período crítico que, dependiendo de las condiciones ambientales, va desde aproximadamente 3 semanas previas hasta 1 semana posterior a la anthesis (Fischer, 1984). En esta etapa, en Argentina, la principal medida de manejo es la aplicación de fungicidas, combinados en algunos casos con insecticidas, para proteger el estadio de hoja bandera (Miralles et al., 2014).

Este trabajo, coincide con lo encontrado por Couretot et al. (2018), quienes destacan el control de manchas de los productos que tienen en su mezcla carboxamidas, por sobre el control de los tratamientos de triazoles y estrobilurinas. Otros autores detallan que los tratamientos de la triple mezcla compuesta por propiconazole 25 % + benzovindiflupir 4 % + pydiflumetofen 20 % presentan, en general, menores valores de incidencia y severidad en aplicaciones simples y dobles (Jecke et al., 2019; Battle, 2020). Una de las razones por la cual los tratamientos con carboxamidas fueron más efectivos en el control de manchas puede deberse a que en la actualidad, existe registro de fallas en

el control de este patógeno con algunos fungicidas foliares, como lo expresa Sautua y Carmona (2019) a nivel nacional, quienes determinaron que la mutación G143A otorga resistencia a los fungicidas estrobirulinas en la mayoría de los aislados estudiados. Otros autores también coinciden en que la resistencia generada hacia las estrobirulinas ocasiona las fallas en el control de patógenos que ocasionan manchas en el cultivo de trigo en cuyo trabajo concluye que, de un análisis de 91 cepas del patógenos de diversos lugares del país, la mayoría de los aislados estudiados presentaron la mutación G143A que otorga al patógena resistencia a los estrobilurinas en general (Jorgensen et al., 2007; Tonin, 2017).

4.5 Eficacia de la protección química, y rendimiento.

La Tabla 7 indica las eficacias de control calculadas en base al área bajo la curva de severidad de cada patología, comparada con la del tratamiento testigo, para los ciclos 2018 y 2019; mientras que la tabla 8 detalla los componentes de rendimiento y su productividad, para ambos ciclos.

Tabla 7. Eficacia de control de RA, RH y Manchas foliares basada en del área bajo la curva de severidad para cada enfermedad para los ciclos 2018 y 2019.

Tratamiento	EC% RA 2018	EC% RA 2019	EC% RH 2018	EC% RH 2019	EC% MA 2018	EC% MA 2019
T+E Z39	49 c	48,5 b	81,5 d	61,5 d	62,25 bc	42,25 c
T+C Z39	49 c	52,75 b	88,5 bc	74,5 bc	52 c	37,5 c
T+C+C Z39	53,75 b	46 bc	85,75 cd	54 d	61,25 bc	60,5 b
T+E Z32 + T+E Z39	95,75 a	95,5 a	94,75 ab	92,25 a	69,75 ab	52,25 b
T+E Z32 + T+C Z39	96,25 a	97 a	96,25 a	95 a	68,75 ab	52,25 b
T+E Z32 + T+C+C Z39	94,25 a	92,25 a	96 a	87,25 ab	78,75 a	78,75 a

* Valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según test de LSD para $\alpha \leq 0,05$.

Tabla 8. Rendimiento y sus componentes de rendimiento y productividad para los ciclos 2018 y 2019.

Tratamiento	Nº granos.m2 a cosecha 2018	Rendimiento (kg.ha-1) 2018	Peso de 1000 semillas (gramos) 2018	Nº granos.m2 a cosecha 2019	Rendimiento (kg.ha-1) 2019	Peso de 1000 semillas (gramos) 2018
TESTIGO	8257 b	2625 d	31,5 b	6282 c	1688 c	27,75 c
T+E Z39	8964 b	3441 c	38,5 a	7589 b	2152 b	28,25 c
T+C Z39	8998 b	3562 c	40,25 a	6888 bc	2008 b	29,25 bc
T+C+C Z39	9659 b	3697 bc	38,75 a	7300 b	2202 b	30,25 ab
T+E Z32 + T+E Z39	9689 b	3950 b	41,5 a	8661 a	2653 a	30,75 ab
T+E Z32 + T+C Z39	12033 a	4280 a	35,75 ab	8902 a	2756 a	29,25 bc
T+E Z32 + T+C+C Z39	11386 a	4336 a	38,5 a	9421 a	2920 a	31,75 a

* Valores seguidos de letras distintas indican diferencias estadísticas significativas según test de LSD para $\alpha \leq 0,05$.

En ambas campañas agrícolas, las eficacias de control para RA estuvieron comprendidas entre un 50 y 54% en los tratamientos que incluyeron aplicaciones únicas de fungicidas en Z3.9, destacándose con mayor eficacia la triple mezcla en el 2018 (53,75%) y la mezcla de T+C para el 2019 (52,75%). Por otro lado, los tratamientos con dos aplicaciones de fungicidas presentaron una eficacia de control superior al 90% en ambos años, diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos. Estos resultados coinciden con los encontrados por Alberione et al. (2018), donde en un trabajo con aplicaciones simples y dobles de diferentes combinaciones de fungicidas, que incluían triazoles, estrobilurinas y carboxamidas, los tratamientos de doble aplicación lograron rendimientos de grano más altos que las aplicaciones simples, relacionado principalmente al control de RA. Según Carmona et al. (2019), una sola aplicación de fungicidas en el ciclo del cultivo logra disminuir el ABCPE de severidad de forma eficiente, pero dos aplicaciones en diferente estado fenológico son necesarias para asegurar el incremento de rendimiento del cultivo, cuando la patología más importante es RA. Todos los tratamientos mantuvieron eficacias de control de RH superiores al 80% para el ciclo 2018 (Tabla 7), debido principalmente a que las aplicaciones fueron preventivas y el patógeno se presentó con posterioridad a las aplicaciones de fungicidas. Para el año 2019, las eficacias de control de RH fueron levemente menores debido a que la severidad se incrementó rápidamente al final del ciclo del cultivo. Varios autores han registrado eficacias de control de RH en el orden de una 50 a 100%, obteniendo mejor comportamiento en aplicaciones de triples mezclas que con aplicaciones con dos principios activos (Sillon et al., 2012b; Formento, 2014; Reis y Carmona, 2013). En trabajos zonales también se han observado eficacias de control de RH cercanas al 60% con aplicaciones de mezclas de triazoles, estrobilurinas y carboxamidas en Z3.7 (Magliano et al., 2015).

Por otro lado, en manchas foliares las eficacias de control registradas fueron cercanas al 50 y 60% en 2018 y de 40 a 60% en 2019 para las aplicaciones en Z3.9. Estos resultados coinciden a los mencionados por otros autores para aplicaciones realizadas en el mismo estado fenológico (Annone et al., 2005; Formento, 2014; Sillon et al., 2015b). En tanto que, para dobles aplicaciones, los rangos de eficacia de control para manchas variaron según los ciclos: de 70 a 78% en 2018 y 52 a 78% en 2019. En ambos años, el tratamiento T+E(Z32) + T+C+C(Z39) fue el que presentó mejor control.

Las dobles aplicaciones resultaron más efectivas que aplicaciones únicas para el control de RA y de MA, ya que la primera aplicación en Z32 se realizó con bajo nivel de inoculo, y la aplicación de Z39 protegió la hoja bandera en el período crítico del cultivo.

La aplicación temprana preventiva o curativa cuando el nivel de infestación es aún bajo, asegura que el cultivo llegue a hoja bandera con menor cantidad de inoculo y con mayor área fotosintéticamente activa (Viljanen-Rollinson et al., 2002; Carmona, 2019), aspecto relevante ya que, junto con la hoja bandera, aportan el 80% de los fotoasimilados (Blum, 1985). Además, las aplicaciones en hoja bandera son las más importantes debido a que el período crítico para la determinación del principal componente del rendimiento del trigo, granos por unidad de superficie, abarca los 20 a 30 días antes del 50% de floración y los 10 días posteriores (Fischer, 1985) y por lo tanto, es el momento que el cultivo debe presentar un área foliar sana, capaz de aprovechar la radiación incidente para maximizar el crecimiento y la viabilidad de los granos (Villar et al., 2004).

Las mezclas de principios activos fungicidas es la mejor opción para el control de la RA al incrementar el período de protección, otorgando acción preventiva y curativa, y al mismo tiempo, pudiendo controlar ambas royas (RA y RH) con alta eficiencia (Reis y Carmona (2011) ; Carmona et al. (2019)). En este sentido, Carmona y Sautua (2018) y Jecke (2019), recomiendan que, ante la presencia de RA, se utilicen fungicidas de al menos dos sitios de acción diferentes, para cubrir eventuales apariciones de RH y de MA.

Respecto de la posibilidad de generar resistencia, generalmente el nivel de riesgo de resistencia de los hongos de la roya a las estrobilurinas es bajo, siendo incluso más bajo que los fungicidas triazoles (Oliver, 2014). Sin embargo, debido al uso intenso de fungicidas en el pasado, el riesgo de desarrollo de resistencias debe tenerse en cuenta como una prioridad para desarrollar estrategias sostenibles de control químico (Carmona et al., 2018), sobre todo si consideramos la presencia de RH, la cual ya fue registrada con resistencia a triazoles (Arduim et.al. 2009), y MA, que también presenta fallas en el control con fungicidas foliares (Sautua y Carmona, 2019).

Alvarellos et al. (2018) y Fleitas et al. (2017), encontraron respuestas positivas en el rendimiento cuando se utilizaron carboxamidas para el control de royas en trigo, debido a su elevada especificidad para el control de royas. También se encontró mayor control de las carboxamidas, cuando la

enfermedad principal fue MA (Jecke et al. 2019). Fochesato et al. (2020), mencionan mayor eficiencia e incremento en productividad con el uso de caboxamidas para el control de manchas y royas.

Con respecto a los demás principios activos, Jørgensen y Olsen (2007) mencionan que las estrobilurinas ya tienen declarada la resistencia en las poblaciones de patógenos que causan manchas, y los triazoles, siguen siendo un grupo confiable para el control de estas enfermedades.

Respecto al rendimiento, en el testigo sin aplicación de fungicidas, se obtuvieron 2625 kg.ha⁻¹, y todos los tratamientos se diferenciaron estadísticamente del testigo y entre sí, logrando mayor productividad que el mismo. El aumento de rendimiento, representó para las aplicaciones simples, el 23% para el tratamiento T+E, 26% para T+C y 29% para T+C+C. Con respecto a las dobles aplicaciones, para ese año, el aumento de rendimiento registrado fue de 33% para T+E Z32 + T+E Z39, 38% para T+E Z32 + T+C Z39 y 39% para T+E Z32 + T+C+C Z39.

En el número de granos.m² en 2018 (Tabla 8) solamente se diferenciaron del testigo aquellos tratamientos que incluían carboxamidas en dos aplicaciones: T+E Z32+ T+C Z39 y T+E Z32 + T+C+C Z39 (3776 y 3129 granos.m² más que el testigo, respectivamente). Por otro lado, cuando se analizó el peso de mil granos, todos los tratamientos superaron al testigo. Los tratamientos no presentaron diferencias entre sí.

Para el año 2019, en el rendimiento el testigo logró 1688 kg.ha⁻¹, y todos los tratamientos se diferenciaron del mismo, con mayor rendimiento, con diferencias entre dos grupos, los tratamientos simples en Z39 no se diferenciaron entre sí, pero presentaron menor productividad que los tratamientos dobles. Para las aplicaciones simples, se registró un aumento del rendimiento de 21% para T+E, 16% para T+C y 24% para T+C+C y para las aplicaciones dobles el aumento de rendimiento registrado fue de 36% para T+E Z32 + T+E Z39, 38% para T+E Z32 + T+C Z39 y 42% para T+E Z32 + T+C+C Z39.

En 2019, para número de granos.m² se presentaron diferencias estadísticas entre testigo los tratamientos (excepto T+C Z39), en este parámetro, los tratamientos con dobles aplicaciones lograron mayor número de granos, que los demás tratamientos, T+E Z32+ T+C Z39 y T+E Z32 + T+C+C Z39 (2620 y 3139 granos.m² más que el testigo, respectivamente). En el peso de los granos todos los tratamientos lograron mayor peso que el testigo.

Además de los aumentos de rendimiento relacionados a el control de enfermedades, Smith et al. (2013) encontraron efectos en el incremento del rendimiento de grano de trigo en un 12% con el uso de carboxamidas para el control de enfermedades, pero en su trabajo, no lo asociaron al control de síntomas visibles de la enfermedad, sino a efectos positivos sobre la fisiología de la planta como una mejor eficiencia de uso del agua. Estos efectos fisiológicos también son mencionados por Ajigboye

et al. (2014) quienes asocian el control de enfermedades con la eficiencia del Fotosistema II, en donde el efecto de mezclas de triazoles y estrobilurinas mejoran el intercambio gaseoso de la fotosíntesis e incrementan la tasa de transporte de electrones resultando en aumentos de la biomasa y rendimiento de grano en trigo.

4.6 Correlación de Pearson

Para el año 2018 (Tabla 9), las variables cuya relación mantuvieron significancia estadística fueron el % de Control de RA con el rendimiento (0,51), y el % de control de MA con el rendimiento (0,59). Además de estos parámetros, el número de granos por metro cuadrado se relacionó positivamente con el rendimiento (0,72).

Este análisis de correlación indica que para el año bajo estudio el rendimiento se asoció positivamente al progreso y control de RA y de MA.

Para el año 2019 (Tabla 10), las variables cuya relación mantuvieron significancia estadística fueron % de control de RA con los parámetros rendimiento (0,64), peso de mil granos (0,62) y granos por metro cuadrado (0,5), y % de control de MA con el rendimiento (0,55) y el número de granos por metro cuadrado (0,84).

Tabla 9. Correlación de Pearson para eficiencia de control de las enfermedades y parámetros de productividad año 2018.

Correlación Pearson	Control RA 2018	Control RH 2018	Control MANCHAS 2018	Rendimiento (kg.ha-1)	peso mil (gr)	granos.m22
Control RA 2018	1					
Control RH 2018	0,04	1				
Control MANCHAS 2018	0,39	-0,84	1			
Rendimiento (kg.ha-1)	0,51*	-0,46	0,59*	1		
Peso mil (gr)	0,03	0,00	0,00	-0,08	1	
granos.m22	0,31	-0,29	0,36	0,72*	-0,75*	1

* indica significancia estadística $\alpha \leq 0,05$.

Tabla 10. Correlación de Pearson para eficiencia de control de las enfermedades y Rendimiento año 2019.

Correlación Pearson	Control RA 2019	Control RH 2019	Control MANCHAS 2019	Rendimiento (kg.ha-1)	peso mil (gr)	granos.m22
Control RA 2019	1					
Control RH 2019	0,02	1				
Control MANCHAS 2019	0,33	-0,72	1			
Rendimiento (kg.ha-1)	0,64*	-0,2	0,55*	1		

Peso mil (gr)	0,62*	-0,16	0,36	0,44	1	
granos.m22	0,5*	-0,25	0,64*	0,84*	0,12	1

* indica significancia estadística $\alpha \leq 0,05$.

Estos resultados indican que la enfermedad más importante durante el ciclo del cultivo, en ambos años, fue RA, que condicionó el rendimiento y cuyo manejo fue fundamental para alcanzar buenos valores de productividad. Además, el control y el manejo de MA fue fundamental en ambos años.

Los resultados de este trabajo coinciden con los citados por Jørgensen y Nielsen (1994) para el control de RA, donde reportaron un aumento de rendimiento promedio de 17, 30, 53 y 68% con una, dos, tres o cuatro aplicaciones de una mezcla de triazoles + morfolina (inhibidores de ergosterol) usando diferentes dosis y tiempos, principalmente en el elongamiento del tallo (Z3) y emergencia de la hoja bandera (Z39). La aplicación de fungicidas para el control de RA incrementa el rendimiento entre un 15 y 23% y el peso de mil granos entre un 8 y 10% (Xi et al., 2015); mientras que se observó un 44 a 48% más de rendimiento de grano cuando se realizaron una o dos aplicaciones de fungicidas, respectivamente (Sharma et al., 2016). Por otro lado, Alvarellos et al. (2018) afirman que las carboxamidas reducen los niveles de RA, pero el incremento en rendimiento depende de los ingredientes activos que componen la mezcla, en este sentido Carmona et al. (2020) recomiendan que además de rotar diferentes mecanismos de acción fungicida para el control de enfermedades en trigo (principalmente RA), se utilicen ingredientes fungicidas o principios activos alternativos, entre y dentro el mismo mecanismo de acción fungicida.

Respecto del momento de aplicación Singh et al. (2016) evaluó diferentes fungicidas en diferentes etapas de crecimiento del cultivo de trigo para el control de RA y encontró aumentos de rendimiento en las aplicaciones hechas durante elongación del tallo (Z3), la emergencia de la hoja bandera (Z39), y aplicaciones posteriores recalando la importancia de las aplicaciones tempranas para lograr la protección de la hoja bandera.

En Argentina, Carmona et al. (2019) informó incrementos significativos de rendimiento de hasta 158 y 242% cuando se realizaron una y dos aplicaciones, respectivamente para el control de RA.

Respecto de la correlación positiva entre el control de RA y el peso de los granos, este resultado coincide con Formento (2006), quién registró incrementos de 12,7% en el peso de los granos cuando el control de royas con fungicidas fue mayor al 50% de la severidad. Algunos autores, indican incrementos máximos de hasta 160% con uso de triples mezclas en dobles aplicaciones, determinando que por cada porcentaje de incremento en la severidad de RA la pérdida fue de 74 kg.ha⁻¹ (Couretot, et al 2018). Otros autores coinciden en la preferencia de inclusión de nuevas carboxamidas para eficientizar el control de RA y la productividad, aunque indicando menores diferencias en los rendimientos (Alberione, et al 2018; Jecke, 2019).

En lo que se refiere al control de RH, la aparición tardía de la misma en los dos años de estudio, generó que todas las aplicaciones realizadas, se comportaran como preventivas, y que no pueda hallarse una correlación significativa entre el control de la misma y los parámetros de productividad. En los dos ciclos agrícolas evaluados, las manchas foliares aparecieron temprano y la asociación más fuerte del control de manchas y los parámetros de productividad (rendimiento 0,55 y número de granos por metro cuadrado 0,64) para el año el 2019, indica la relevancia en el control de *Septoria*, ya que la misma solo apareció durante esa campaña (sin aparecer durante 2018). Según Rodríguez-Contreras et al. (2008) la presencia de altos niveles de *Septoria* afecta directamente el ciclo y la productividad del cultivo de trigo, con pérdidas de rendimiento cercanas al 44%, por lo que realizar un buen manejo de la enfermedad es fundamental para disminuir las pérdidas productivas.

Por otro lado, si se tiene en cuenta que la severidad final de manchas en 2019 fue un 13% superior que el año anterior, los resultados coinciden con Carmona et al. (2006) en ensayos en Santa Fe donde encontró que el componente de rendimiento más afectado por las enfermedades fue el número de granos.m². En el mismo trabajo se destaca que el momento de control ejerció un efecto altamente significativo sobre la incidencia y severidad de todas las enfermedades evaluadas, logrando con una mezcla de triazol y estrobilurina un 10% de incremento en los rendimientos. Sin embargo, otros autores no correlacionan el control medido en severidad con el rendimiento, pero, igualmente, registraron bajo nivel de enfermedades logrados mediando control con fungicidas (Barberis, 2006). En este sentido, cuando se incluyen las carboxamidas en dos aplicaciones, se observan diferencias significativas favorables que impactan en el rendimiento del cultivo (Jecke et al., 2019), como ocurre en este trabajo, en donde para el año 2018 la aplicación de T+E Z32+ T+C Z39 y de T+E Z32+ T+C+C Z39 lograron un aumento del rendimiento del 38 y 39,5% respectivamente, y para el año 2019, las aplicaciones de T+E Z32+ T+C Z39 y de T+E Z32+ T+C+C Z39 lograron un aumento del 38% y de 42% respectivamente.

En nuestra zona, la inestabilidad de la productividad de los cultivos agrícolas, en la mayoría de los años, está relacionada con las condiciones climáticas favorables para la ocurrencia de las enfermedades (Carmona, 2003). Esta amenaza a la sustentabilidad económica ha llevado a que los productores apliquen el manejo integrado de enfermedades (MIE). En este manejo integrado de enfermedades, es de suma importancia considerar la sustentabilidad ecológica, cuyo principio más importante es la racionalización del uso de agroquímicos. Dentro de las prácticas de manejo para lograr el manejo integrado de las enfermedades en trigo, debe incluirse el uso de cultivares resistentes sin homogeneizar la genética a nivel regional, reforzar el sistema de información sanitaria y la capacitación de los técnicos encargados del monitoreo de los cultivos, conocer las adversidades sanitarias y las condiciones predisponentes para manejar en base al sistema y no enfocados en una

visión fitocéntrica (Carmona et al. 2020), asegurar la calidad de aplicación, tomar decisiones en base a un sistema de aplicación racional seleccionando los fungicidas adecuados para el control según patógeno, umbrales (si deben considerarse) y momento del ciclo del cultivo, y seleccionar estrategias que mitiguen el riesgo de aparición de resistencia de patógeno a fungicidas químicos para prolongar las herramientas de manejo en el tiempo. Dentro del manejo integrado de plagas en trigo, la evaluación y cuantificación de las pérdidas de los cultivos y su manejo es fundamental para la generación de sistemas productivos que contribuyan a mejorar la condición de las familias rurales y la seguridad alimentaria mundial (Cerdeira et al. 2017).

5. CONCLUSIONES

- La enfermedad más importante en ambos años fue Roya Amarilla (*Puccinia striiformis*).
- Todas las aplicaciones de fungicidas fueron eficaces en el control de las enfermedades, con diferente efectividad.
- Las dobles aplicaciones en Z32 y Z39 fueron más eficientes en el control de enfermedades, en comparación con aplicaciones únicas en Z39. Para RA las aplicaciones simples presentaron eficiencia de control de 50-54 % promedio y para las aplicaciones dobles, la eficiencia de control fue superior al 90%.
- Las mezclas con carboxamidas presentaron mayor eficacia de control para todas las enfermedades foliares presentes.
- Todos los tratamientos con fungicidas presentaron mayor rendimiento en comparación al testigo.
- Las dobles aplicaciones en Z32 y Z39 presentaron mayor rendimiento que las aplicaciones únicas en Z39. Se cuantificaron 622 y 655 kg/ha más en promedio en las dobles aplicaciones que en las simples, para el año 2018 y 2019 respectivamente.
- Los tratamientos con carboxamidas fueron los que presentaron mayor rendimiento.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aapresid, 2020. Territorializando manejos de royas en trigo. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/blog/territorializado-manejos-royas-trigo>. Acceso: 20/8/2021
- Aapresid, 2021. Estrategias y recomendaciones para controlar las enfermedades foliares. Disponible en: <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/agricultura/estrategias-y-recomendaciones-para-controlar-las-enfermedades-foliares-nid07082021/>. Acceso: 29/9/2021
- Abebe W, 2021. Wheat Leaf Rust Disease Management: A Review. International Journal of Novel Research in Interdisciplinary Studies Vol. 8, Issue 3, pp: (1-14)
- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Ajigboye O., Erik Murchie E., Ray R. 2014. Foliar application of isopyrazam and epoxiconazole improves photosystem II efficiency, biomass and yield in winter wheat. Pesticide Biochemistry and Physiology, Volume 114, 2014, Pages 52-60, ISSN 0048-3575, <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.07.003>.
- Alberione E, Donaire G, Arburua M, 2011. Fungicidas foliares en trigo aplicados en distintos momentos para controlar mancha amarilla y roya anaranjada. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/fungicidas-foliares-en-trigo-aplicados-en-distintos-momentos-para-controlar-mancha-amarilla-y-roya-anaranjada>. Acceso: 13/8/2021
- Alberione E, Donaire G, Baontti CT 2012. Evaluación de momentos de aplicación con dos fungicidas para control de roya anaranjada en trigo. Libro de resúmenes XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. ISBN 978-987-1834-07-5. (450pp). Página 384.
- Alberione E, Donaire G, Salines N, Conde B, Mir L. 2018. Eficiencia de tratamientos con fungicidas frente a Roya Amarilla. Informe de actualización Trigo 2018. ISSN: 2469-2042. Disponible En: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_mj_trigo_actualizacion2018_2.pdf. Acceso: 27/8/2021.
- Ali S, Gladieux P, Leconte M, Gautier A, Justesen AF, Hovmøller MS, Enjalbert J, De Vallavieille-Pope C. 2014. Origin, Migration Routes and Worldwide Population Genetic Structure of the Wheat Yellow Rust Pathogen *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*. PLoS Pathog. 10(1): e1003903. Doi: 10.1371/journal.ppat.1003903

- Amaro A., Baron D., Ono E., Rodrigues J. 2020. Physiological effects of strobilurin and carboxamides on plants: an overview. *Acta Physiologiae Plantarum*. v.42, 4. 2020. <https://doi.org/10.1007/s11738-019-2991-x>
- Annone J. y Carmona M. 2000. Sistema de siembra directa en Argentina: adopción y principales problemas sanitarios. *Proceedings Workshop en Doencas em sistema de plantio direto con enfase em Mancha Foliar e Giberela*, Organizado por Embrapa -Trigo, Procisur - IICA, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, 6-8 de Junio, Brasil 2000
- Annone J., Garcia R., Copia P. 2005. Efecto sinérgico de fertilización nitrogenada y tratamiento fungicida sobre la reducción de síntomas de la mancha amarilla del trigo. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. AAF. Libro de Resúmenes. Trabajo HC-4, pag 246.
- Alvarellos M., Carlon, M., Faberi, A., Errenguerena, N. y Clemente N. 2018. Incorporación de carboxamidas para el control de *Puccinia striiformis* f.sp. tritici “roya amarilla” del trigo. *Revista Agronomía del Noroeste Argentino suplemento Vol 18*. ISSN 0080-2069. Universidad Nacional de Tucumán. Pag 90-91.
- Arduim G., Melo Reis E., Labes Barcellos A., Turra C. 2012. In vivo sensitivity reduction of *Puccinia triticina* races, causal agent of wheat leaf rust, to DMI and QoI fungicides. *Summa phytopathol.* 38 (4) • Dec 2012 • <https://doi.org/10.1590/S0100-54052012000400006>.
- Arregui C, Puricelli E. 2013. *Mecanismos De acción de plaguicidas*. Rosario: UNR Editora. 265 pp. 978-987-05-4191-2
- Bal R. 2014. Efecto de algunos fungicidas y tiempo de pulverización fungicida sobre la roya rayada del trigo . *J. Plant Pest Sci.* 1 , 39–43.
- Babayants O, Babayants L, Gorash A, Vasilev A, Traskovetskaya V, Galaev A. 2015. Physiologic specialization of *Puccinia triticina* Erikss. and effectiveness of Lr-genes in the south of Ukraine during 2013-2014. *Chil. J. Agric. Res.* 75(4): 443-450. Doi:10.4067/S0718-58392015000500009
- Barberis S. 2006. Ensayos de enfermedades foliares en trigo. *Reseña 1999-2005*. XIV Congreso de Aapresid. Momentum. V Simposio de Nutrición Vegetal. Libro de Resúmenes. Pag 301-303
- Bartlett D., Clough J., Godwin J., Hall A., Hamer H., Parr-Dobrzanski B. 2002. The strobilurin fungicides. *Pest Manag. Sci.*, 58 (2002), pp. 649-662, 10.1002/ps.520
- Barrol J., Forte C., Tretin D., Scariot M, Milanese P. 2017. Effectiveness of different fungicide formulations and number of applications in controlling wheat leaf rust. *Summa Phytopathol.* 43 (4) • Oct-Dec 2017 • <https://doi.org/10.1590/0100-5405/174240>

- Battle B., Di Coce B. 2020. Impacto de la aplicación de fungicidas foliares en la supervivencia de macollos y la severidad causada por enfermedades foliares en trigo. Tesis de grado. Repositorio de Universidad Nacional de la Plata. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/113721>. Acceso: 24/8/2021.
- Beddow JM, Pardey PG, Chai Y, Hurley TM, Kriticos DJ, Braun HJ, Park RF, Cuddy WS, Yonow T. 2015. Research investment implications of shifts in the global geography of wheat stripe rust. *Nat.Plants*. 1:15132 Doi: 10.1038/NPLANTS.2015.132
- Berdugo C., Steiner U., Dehne W., Oerke C., Effect of bixafen on senescence and yield formation of wheat. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. Volume 104, Issue 3, 2012, Pages 171-177, ISSN 0048-3575, <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2012.07.010>.
- Blum, A. 1985. Photosynthesis and Transpiration in Leaves and Ear of Wheat and Barley Varieties. *Journal Exp. Bot.* N° 36. 432-440 p.
- Bolsa de Cereales de Rosario. 2019. 20 de julio Trigo: Santa Fe busca duplicar su participación nacional. Nota Campo Litoral. Disponible en: https://www.campolitoral.com.ar/?m=interioryid_um=202648-trigo-santa-fe-busca-duplicar-su-participacion-nacional-informe-de-la-bcr-campolitoral.html. Acceso: 22/07/2019
- Bolsa de Cereales de Rosario. 2020. Estimaciones Nacionales de producción. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/gea/estimaciones-nacionales-de-produccion/estimaciones>. Acceso: 12/08/2021
- Bolton MD, Kolmer JA, Garvin DF. 2008. Wheat leaf rust caused by *Puccinia triticina*. *Mol. Plant Pathol.* 9(5): 563-575. Doi: 10.1111/j.1364-3703.2008.00487.x
- Boshoff W. H. P., Pretorius Z. A, van Niekerk B. D. 2003. Fungicide efficacy and the impact of stripe rust on spring and winter wheat in South Africa. *S. Afr. J. Plant Soil* 20, 11–17. 10.1080/02571862.2003.10634898
- Braithwaite, M., Cromey, M., Saville, D. y Cookson, T. 1998. Effects of fungicide rates and timing on control of stripe rust in wheat. *Proceedings of the 51st New Zealand Plant Protection Conference (Hamilton)*, 66–70.
- Campos PE. 2017. Identificación de razas exóticas de roya amarilla en región triguera Argentina. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/identificacion-de-razas-exoticas-de-roya-amarilla-en-region-triguera-argentina>. Acceso: 17/6/2019.
- Campos PE, Formento N, Couretot L, Alberione E. 2016. Aparición epifítica de roya amarilla del trigo en la región pampeana argentina. Disponible en:

<http://inta.gob.ar/documentos/aparición-epifítica-de-roya-amarilla-del-trigo-en-la-region-pampeana-argentina> Acceso: 17/6/2019.

- Campbell C. L. y Madden L, 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley y Sons, Inc., New York, 532 pp.
- Carmona M, Reis E, Cortese P. 2000. Royas del Trigo. Diagnóstico, epidemiología y estrategias de control. 21 pp.
- Carmona M. 2003. Manejo Integrado de la mancha amarilla del trigo (*Drechslera tritici repentis*). INTA Rafaela- Información técnica de trigo – Campaña 2003. Disponible en: http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/099/misc99_8.pdf. Acceso: 24/8/2021.
- Carmona M.; V. Sugía; E. Jaeggi y E. M. Reis. 2004. Roya de la hoja de trigo (*Puccinia triticina*): estimación de daños y pérdidas, y su relación con el control químico como estrategia racional y económica. *Fitopatología Brasileira* 29: 90.
- Carmona M. 2005. Manual para el manejo integrado de enfermedades de trigo. II Edición. Capital Federal. 61 pp.
- Carmona M. 2009. La importancia del control de plagas en la Agricultura: insecticidas-funguicidas-herbicidas. En Ricci D. La Argentina 2050, la revolución tecnológica del agro. Buenos Aires: Edición Cámara Agropecuaria de Sanidad y Fertilizantes. Pp 486-508.
- Carmona M. y Sautua F. 2017. Roya amarilla del trigo Nuevas razas en el mundo, monitoreo y uso de fungicidas. Disponible en: http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/wp-content/uploads/2016/03/CARMONA-SAUTUA_Roya-amarilla-2017_FAUBA.pdf. Acceso: 17/6/2019.
- Carmona M y Sautua F. 2018. Epidemias de roya amarilla del trigo. Nuevas razas en el mundo, monitoreo y decisión de uso de fungicidas. *Revista Agronomía y Ambiente. Rev. Facultad de Agronomía UBA.* 38 (1): 37-58.
- Carmona M 2019. Evolución en las estrategias para el manejo químico de las enfermedades foliares del trigo. Disponible en: <https://www.asesoragro.com.ar/wp-content/uploads/2019/09/Evolucion-en-las-estrategias-de-enfermedades-foliares-en-trigo-2019-PDF.pdf> . Acceso: 17/6/2019.
- Carmona M, Sautua F, Pérez-Hernández O. 2019. Respuesta de emergencia rápida a las epidemias de roya amarilla causadas por linajes recién introducidos de *Puccinia Striiformis* f. sp. *tritici* en Argentina . *Trop. Plant Pathol.* 44 : 385 10.1007 / s40858-019-00295-y

- Carmona, M., Sautua, F., Pérez-Hernández, O., y Reis, E. M. 2020. Role of fungicide applications on the integrated management of wheat stripe rust. *Frontiers in Plant Science*, 11. 733. doi: 10.3389 / fpls.2020.00733.
- Carretero R.; Bancal M, Miralles D. 2011. Effect of leaf rust (*Puccinia triticina*) on photosynthesis and related processes of leaves in wheat crops grown at two contrasting sites and with different nitrogen levels. *European Journal of Agronomy* 35(4): 237–246.
- Cerda R., Avelino J., Gary C., Tixier P., Lechevallier E., Allinne C. 2017. Primary and secondary yield losses caused by pests and diseases: assessment and modeling in coffee. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5207401/pdf/pone.0169133.pdf>.
- Chen XM. 2005. Epidemiology and control of stripe rust [*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*] on wheat. *Can. J. Plant Pathol.* 27(3): 314-337. Doi: 10.1080/07060660509507230
- Chen X. 2013. Review Article: High-temperature adult plant resistance, key for sustainable control of stripe rust. *Am. J. Plant Sci.* 4(3): 608-627. Doi: 10.4236/ajps.2013.43080
- Chen W, Wellings C, Chen X, Kang Z, Liu T. 2014. Wheat stripe (yellow) rust caused by *Puccinia striiformis* f. sp. *Tritici*. *Mol. Plant Pathol.* 15(5): 433-446. Doi: 10.1111/mpp.12116
- Chen XM, Kang Z. 2017. Introduction: History of Research, Symptoms, Taxonomy of the Pathogen, Host Range, Distribution, and Impact of Stripe Rust. In: Chen, X. M. y Z. Zang editores. *Stripe Rust*. Springer Netherlands. Pp. 1-33. Doi: 10.1007/978-94-024-1111-9.
- Chen X. 2020. Pathogens which threaten food security: *Puccinia striiformis*, the wheat stripe rust pathogen. *Food Security*, 12(2), 239-251.
- Cordó C. 2013. Enfermedades del trigo en Argentina. https://digital.cic.gba.gov.ar/bitstream/handle/11746/8159/11746_8159.pdf-PDFA.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Acceso: 12/8/2021
- Cordó C., Simon M.; Mónaco C., Stocco M., Lampugnani G., Abramoff C., Kripelz N., Alonso N. Paredes E., Navarrete F., Aventin J. 2011. Control químico-biológico de la mancha de la hoja de trigo en el campo. II Congreso Argentino de Fitopatología. AAF. Mar del Plata. Libro de resúmenes ISBN 978-987-544-389-1. Ep-HyS pag 289
- Couretot L.; Magnone G., Samoiloff A., Russian H. 2018. Pérdidas de rendimiento por roya amarilla en trigo y mancha en red en cebada en el norte de la provincia de Buenos Aires. *Revista Agronomía del Noroeste Argentino suplemento Vol 18*. ISSN 0080-2069. Universidad Nacional de Tucumán. Pag 93.

- Couretot L., Pastore M., Curti A., Angelotti P., Samoiloff A., Magnone G., Russian H., Labatte M. 2020. Fungicidas foliares en soja, eficacia en el control y respuesta al rendimiento en tres localidades del Norte de Bs As, y Sur de Santa Fe. Campaña 2018/2019. Repositorio de INTA. Disponible en: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/6509/INTA_CRBsAsNorte_EEAPergamino_Couretot_Lucrecia_Fungicidas_foliares_soja_eficacia_control_enfermedades_respuestas_rendimiento_tres_localidades.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acceso: 27/8/2021.
- Curtis BC, Rajaram S, Gómez Macpherso H. 2002. Bread wheat; Improvement and production. En Curtis, Rajaram, Gómez Macpherso editores. FAO Plant Production and Protection Series. Roma, Italia. 554 pp.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzerini MG; Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Donaire G., Alberione, E., Bainotti, C., Arbuna, M. 2009. Control químico de roya de la hoja en dos cultivares de trigo. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_control_quimico_de_roya_de_la_hoja_en_dos_culti.pdf. Acceso: 13/8/2021
- Donaire G., Bainotti C., Alberione E. 2011. Desarrollo epidemico de mancha amarilla (*Drechslera tritici repentis*) sobre cultivares de trigo pan. II Congreso Argentino de Fitopatología. AAF. Mar del Plata. Libro de resúmenes ISBN 978-987-544-389-1. M-HyS pag 294.
- Eurowheat F. 2020. Umbrales de control para enfermedades. Disponible en: <https://agro.au.dk/forskning/internationale-platforme/eurowheat/wheat-ipm-tools-and-information/control-thresholds-for-diseases/> Acceso: 17/8/2021.
- Erreguerena I, Alvarellos M. Carlon M., Faberi A. y Clemente N. 2018. Incorporación de carboxamidas para el control de *Puccinia striiformis* f. sp. tritici “roya amarilla” en trigo Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/339050690_Incorporacion_de_carboxamidas_para_el_control_de_Puccinia_striiformis_f_sp_tritici_roya_amarilla_en_trigo_-_Incorporation_of_carboxamides_for_the_control_of_Puccinia_striiformis_f_sp_tritici_yellow_ru/citation/download. Acceso: 20/8/2021.
- Fernandez Moreno, J. 2007. ¿Estamos eligiendo bien los momentos de aplicación de fungicidas en trigo? XV Congreso de AAPRESID Reinención y Prospectiva . Libro de Resúmenes y Paneles Pag 395-397.

- Figuerola M, Hammond-Kosack KE, Solomon PS. 2018. A review of wheat diseases—a field perspective. *Mol. Plant Pathol.* 19(6): 1523-1536.
- Fischer RA. 1984. Wheat. En Smith, Banda editores. In *Proceedings Symposium on potential productivity of field crops under different environments*. International Rice Research Institute, Los Baños, Philipinas. Pp. 129- 154.
- Fleitas M. C. 2017. Tolerancia de cultivares de trigo a mancha amarilla y roya de la hoja: su impacto en el rendimiento y calidad panadera bajo fertilización nitrogenada y aplicación de fungicidas sistémicos. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. 189 p.
- Fochesarro M., Gallina A., Mezamo M., Steffen P., Facaretto L., Tonin R., Milanese P. 2020. Aplicacao de fungicidas visando o controle de mancha amaela e ferrugem folha em trigo. *Revista técnica científica rural*. Brasil. Disponible en: <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/3132>. Acceso: 27/8/2021.
- Foley JA, Ramankutty N, Brauman KA, Cassidy ES, Gerber JS, Johnston M, Mueller ND; Connel CO, Ray D, West OC, Balzer C, Bennet EM, Sheehan J, Siebert S, Carpenter SR, Monfreda C, Polasky S, Rockstro J, Tilman D, Zaks D. 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature*. 478: 337–342. Doi: 10.1038/nature10452.
- Formento, NA. 2006. Asociación entre severidad de la roya de la hoja en trigo (*Puccinia triticina*) y componentes del rendimiento. XII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Universidad Nacional de Catamarca. Libro de Resúmenes. Pag 320
- Formento AN. 2011. Identificación de roya amarilla de trigo, (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) en Entre Ríos, Argentina. Libro de resúmenes del 2º Congreso Argentino de Fitopatología. AAF. 414 pp. Disponible en: <http://aafitopatologos.com.ar/wp/wp-content/uploads/2014/11/Libro-de-res%C3%BAmenes-2%C2%B0-CAF.pdf>
- Formento, AN. 2014 Enfoque actual de las enfermedades de maíz, trigo, cebada, sorgo y arroz en Argentina. Panel. III Congreso Argentino de Fitopatología. Libro de Resúmenes. AAF. ISBN 978-987-24373-1-2. Pag 125
- Formento AN. 2018. Informe final sobre las enfermedades del trigo en Entre Ríos en el año 2018. Serie Extensión INTA Paraná. 84:1-6. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/informe-final-sobre-las-enfermedades-del-trigo-en-entre-rios-en-el-ano-2018>. Acceso: 1/7/2019

- Formento AN. 2021. Roya estriada del trigo (*Puccinia striiformis* f. sp. tritici): aspectos claves para su manejo. Serie Extensión INTA Paraná N° 87, pág.19-27. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/roya_estriada_del_trigo_puccinia_striiformis_f_sp_tritici_aspectos_claves_para_su_manejo.pdf. Acceso: 12/8/2021
- FRAC, 2021. FRAC Code List ©*2021: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on product labels). Disponible en: https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2021--final.pdf?sfvrsn=f7ec499a_2. Acceso: 20/08/2021
- Germán S, Barcellos A, Chaves M, Kohli M, Campos P, de Viedma L. 2007. The situation of common wheat rusts in the Southern Cone of America and perspectives for control. *Aust. J. Agric. Res.* 58(6): 620-630. Doi: 10.1071/AR06149
- Godfray HCJ, Beddington JR, Crute IR, HaDDAd L, Lawrence D, Muir JF, Pretty J, Robinson S, Thomas SM, Toulmin C. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science.* 327(5967): 812-818. Doi: 10.1126/science.1185383
- Hovmøller MS, Rodriguez-Algaba J, Thach T, Justesen AF, Hansen JG. 2017. Report for *Puccinia striiformis* race analyses and molecular genotyping 2017. Global Rust Reference Center (GRRC), Aarhus University, Denmark. Disponible en: http://wheatrust.org/fileadmin/www.grcc.au.dk/International_Services/Pathotype_YR_results/Summary_of_Puccinia_striiformis_race_analysis_2017.pdf
- Huerta-Espino J, Singh RP, German S, McCallum BD, Park RF, Chen WQ, Goyeau H. 2011. Global status of wheat leaf rust caused by *Puccinia triticina*. *Euphytica.* 179(1): 143-160. Doi:10.1007/s10681-011-0361-x
- Jecke F. y Mousegne F. 2019. Alternativas de control químico para roya amarilla del trigo. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pergamino_alternativas_de_control_quimico_para_la_roya_amarilla_del_trigo.pdf. Acceso: 20/8/2021
- Jiao M, Tan C, Wang L, Guo J, Zhang H, Kang Z, Guo J. 2017. Basidiospores of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici succeed to infect barberry, while urediniospores are blocked by non-host resistance. *Protoplasma.* 1-10. Doi: 10.1007/s00709-017-1114-z
- Jin Y. 2011. Role of *Berberis* spp. as alternate hosts in generating new races of *Puccinia graminis* and *P. striiformis*. *Euphytica.* 179(1): 105-108. Doi: 10.1007/s10681-010-0328-3
- Jørgensen L., Nielsen B. 1994. Control of yellow rust (*Puccinia striiformis*) on winter wheat by ergosterol inhibitors at full and reduced dosages. *Crop Prot.* 13, 323–330. 10.1016/0261-2194(94)90045-0

- Jørgensen L. y Olsen L. 2007. Control of tan spot (*Drechslera tritici-repentis*) using cultivar resistance, tillage methods and fungicides. *Crop Protection*. Volume 26, Issue 11. Pages 1606-1616, ISSN 0261-2194, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.01.009>.
- Kolmer J. 2013. Leaf rust on wheat: pathogen biology, variation and host resistance. *Forest* 4 (1): 70-84. Doi: 10.3390/f4010070
- Kolmer J, Chen X, Jin Y. 2009. Diseases which Challenge Global Wheat Production-The Wheat Rusts. En: Carver BF editor. *Wheat: Science and Trade*. Hoboken, NJ: Wiley Press. Pp. 89-124. doi:10.1002/9780813818832.ch5
- Lan C, Randhawa MS, Huerta-Espino J, Singh RP. 2017. Genetic analysis of resistance to wheat rust. In: Periyannan S editor. *Methods in Molecular Biology*. New York, NY: Humana Press. Pp 137-149.
- Liaudat J., Castro A., Schalamuk S., Simon, M. 2011. Influencia de la mancha de la hoja sobre la concentración de proteínas en tres partes de la espiga de trigo. II Congreso Argentino de Fitopatología. AAF. Mar del Plata. Libro de resúmenes ISBN 978-987-544-389-1. M-HyS pag 309
- Lyon B, Broders K. 2017. Impact of climate change and race evolution on the epidemiology and ecology of stripe rust in central and eastern USA and Canada. *Can. J. Plant Pathol.* 39(4): 385-392. Doi:10.1080/07060661.2017.1368713
- Magliano F., Sillon M., Valetto L., Martinotti J., Nocenti D., Sobrero L. 2015 a. Retraso del momento de infección de manchas foliares en cultivos de trigo y cebada con el uso de tratamientos de semillas con fluxapyroxad. Congreso TopCiencia LASE 2015. Mendoza. 27-30 de Julio. BASF. Trabajo N° 3.
- Mahmoud AF, Hassan MI, Amein KA. 2015. Resistance potential of bread wheat genotypes against yellow rust disease under Egyptian climate. *Plant Pathol. J.* 31(4): 402-413. Doi: 10.5423/PPJ.OA.12.2014.0127.
- Mainez H, Formento AN. 2018. Roya estriada y roya de la hoja: pérdidas de rendimiento en el cultivo de trigo en Paraná (Entre Ríos). INTA EEA Paraná. Serie Extensión INTA Paraná. 82:29-32. Disponible en: https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_ser_exten_82_2018_mainez_h_y_formento_a_29-32_0.pdf. Acceso: 26/8/2019
- Mainez H, Formento NA, Cabada S. 2018. Roya estriada: comportamiento de variedades de trigo en Paraná (Entre Ríos). INTA EEA Paraná. Serie Extensión INTA Paraná. 82:23-27. Disponible en:

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_ser_exten_82_2018_mainez_h_y_otros_23-27.pdf. Acceso: 1/7/2019.

- March G, Oddino C, Marinelli A. 2010. Manejo de enfermedades de los Cultivos según parámetros epidemiológicos. INTA y UNRC. 194 pp.
- McDonald MC, McDonald BA, Solomon PS. 2015. Recent advances in the Zymoseptoria tritici-wheat interaction: insights from pathogenomics. *Front. Plant Sci.* 6:102. Doi: 10.3389/fpls.2015.00102
- Mc Callum BD, Seto-Goh P, Xue A. 2016. Physiologic specialization of Puccinia triticina, the causal agent of wheat leaf rust, in Canada 2010. *Can. J. Plant Pathol.* 38 (4): 440-447. Doi: 10.1080/07060661.2016.1261047
- Melo ER, Barreto D, Carmona M. 1999. Patología de semillas en cereales de invierno. Rhône-Poulenc Agro Argentina, Buenos Aires, Argentina. 93 pp.
- Migliorini de Oliveira G., Dionizio Pereira D., Moraes de Camargo L., Gonçalves Balan M., Giovanetti Canteri M., Igarashi S, Grigoli Abi Saab O. Controle da ferrugem da folha do trigo (Puccinia triticina) em diferentes momentos de aplicação de fungicida. *Arq. Inst. Biol., São Paulo*, v.80, n.4, p. 436-441, 2013. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/aib/a/KvWQ7Z6HdDRrSL7xkfjbPKp/?lang=ptyformat=pdf>. Acceso: 20/8/2021
- Miralles D., González F., Abeledo L., Serrago R., Alzueta I., García G., de San Caledonio R., Lo Valvo P. 2014. Manual de trigo y cebada para el Cono Sur : procesos fisiológicos y bases de manejo . - 1a ed. - Buenos Aires : Orientación Gráfica Editora, 2014. 56 p. ; 16x23 cm. ISBN 978-987-1922-07-9
- Molfese E. 2016. Caracterización de la calidad de trigo-pan en el sur bonaerense. Ediciones INTA 2016. ISBN: 978-987-512714-0. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_calidad_trigo_pan_15_mar2017.pdf. Acceso: 7/9/2021.
- Monterroso L., Oyesqui L., Petersen M., Urbina J., Esteva J., Ferrari J. 2006. Incidencia y severidad de mancha amarilla ante distintas cantidades de rastrojo de trigo infectado. XII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Universidad Nacional de Catamarca. Libro de Resúmenes. Pag 193.
- Mora-Aguilera G, Campbell CL. 1997. Chapter 11: Multivariate Techniques for selection of epidemiological variables. In: *Exercises in Plant Disease Epidemiology* Francl y Neher editors. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA. Pp. 51-58.

- Prescott JM, Burnett PA, Saari EE, Ransom JK, Bowman J, De Milliano WAJ, Bekele GT. 1986. Wheat diseases and Pest a guide for field identification. <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1110/13397.pdf>. Acceso: 26/8/2019.
- Poole N, Arnaudin M. 2014. El papel de los fungicidas para el manejo eficaz de enfermedades en los cultivos de cereales . Poder. J. Plant Pathol. 36 , 1–11. 10.1080 / 07060661.2013.870230
- Oliver RP. 2014. Una reevaluación del riesgo de que los hongos de la roya desarrollen resistencia a los fungicidas . Parásito. Manag. Sci. 70 , 1641-1645. 10.1002 / ps.3767
- Reis E., y Carmona M. 2013. Classification of fungicides. In: Fungicides: Classification. Role in Disease Management and Toxicity Effects. pp 91-104. Editorial Nova Science Publishers, Inc. 400 Oser Avenue, Suite 1600 Hauppauge, NY 11788.
- Rodriguez contreras H., Villaseñor M G., Leyva Mir G., Huerta-Espino J., Sandoval-Islas S., Santos-Posadas H. 2008. Effect of Septoria tritici on rainfed wheat yield in rainy environments of the Central Highlands of México. Agrocienca vol.42 no.4 México may./jun. 2008. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952008000400006- Acceso: 27/8/2021.
- Sacon D., Netto A., Gallina A., Silvestrini Tonello E. y Milanese P. 2019. Association of multisite and site-specific fungicides in the control of Puccinia triticina and its effects on wheat yield. Communications in Plant Sciences. 9. 10.26814/cps2019015.
- Sautua F. y Carmona M. Confirmación de la resistencia a fungicidas del agente causal de la mancha amarilla del trigo (Drechslera tritici-repentis). 2019. Disponible en: <https://www.crea.org.ar/wp-content/uploads/2019/07/Confirmaci%C3%B3n-de-resistencia-de-Drechslera-tritici-repentis-24-june-def.pdf>. Acceso: 24/8/2021.
- Sharma R., Nazari K., Amanov A., Ziyayev Z., Jalilov A. 2016. Reduction of winter wheat yield losses caused by stripe rust through fungicide management. J. Phytopathol. 164, 671–677. 10.1111/jph.12490
- Schwessinger, B. 2017. Fundamental wheat stripe rust research in the 21st century. New Phytol. 213(4): 1625-1631. Doi: 10.1111/nph.14159
- Schierenbeck M. 2017. Impacto de la mancha amarilla y roya de la hoja en la dinámica del nitrógeno en cultivares de trigo con diferente tolerancia, bajo aplicación de fertilización nitrogenada y fungicidas. Tesis para obtener el título académico de Doctor de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. 256 p. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/65853> (19/09/2018)

- Sillon M, Herzog L, Astegiano E, Mora-Aguilera G. 2002. "Enfermedades foliares en trigo. Relación entre síntomas en hoja superior y severidad total". XI Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Universidad Nacional de Río Cuarto. Actas de Resúmenes. Pp. 32
- Sillon M. 2008. Pautas de manejo de las enfermedades del trigo: Aplicamos fungicida en Z3.9 ó esperamos. Revista Técnica especial en SD, Trigo y Cebada. AAPRESID. Pp. 221-226.
- Sillon M, Buemo M, Weder E, Gianinetta G, Meyer M, Magliano F. 2012 b. Efecto del control químico con isopyrazam sobre el comportamiento de las enfermedades foliares de trigo durante el ciclo agrícola 2011/2012. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Universidad Nacional de Santa Luis. Libro de Resúmenes p315. Potrero de Funes, San Luis. 3-5 de octubre.
- Sillon, M. 2015. Desafíos fitosanitarios actuales y futuros. Revista Horizonte A. Año 11. N° 75 ISSN 1668-3072. p38-44.
- Sillon M, Magliano MF, Valetto L, Martinotti J. 2015. Manejo de roya negra del tallo en cultivos de trigo de Santa Fe. Horizonte A. 70: 6-10. Disponible en: <https://horizonteadigital.com/manejo-de-roya-negra-del-tallo-en-cultivos-de-trigo-de-santa-fe-ciclo-20142015/>
- Sillon M., Magliano F., Bardella E., Sobrero L. Nocenti D., Martinotti J., Valetto L., Presser, C. 2015b. Estudios de eficacia de fluoxistrobin en el control de enfermedades foliares de trigo, soja y maíz. XV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe. 6-8 de octubre. Libro de Resúmenes ISSN 2451-8069. Trabajo – PV-83. Pag.254
- Sillon M. 2017a. Capítulo VI: Protección del cultivo de trigo contra enfermedades. En: Sobre M y Satorre E (eds). Trigo, su rol en los sistemas de producción agrícola. ed. Buenos Aires: AACREA. Pp. 104-105.
- Sillon M. 2017b. La roya amarilla acecha al trigo en la región. Edición impresa Septiembre 2017. Disponible en: <http://nuestroagro.com.ar/printedEditionNote.aspx?id=7485>. Acceso: 1/7/2019.
- Sillon M y Magliano MF. 2017. Las tres royas se dieron cita en Santa Fe. Disponible en: <https://www.agrositio.com.ar/noticia/188506-las-tres-royas-se-dieron-cita-en-santa-fe>. Acceso: 1/7/2019.
- Sillon M, Magliano MF. 2017. Evaluación del Progreso de Roya de la Hoja, Roya Amarilla o Lineal y Mancha Amarilla en las variedades de trigo del ensayo. Disponible en: [http://diario.afascl.coop/afarpt/Gacetilla%2031-WEB%20\(4\).pdf](http://diario.afascl.coop/afarpt/Gacetilla%2031-WEB%20(4).pdf) Acceso: 1/7/2019.

- Singh V. K, Mathuria, R. C., Gogoi R., Aggarwal R. (2016). Impact of different fungicides and bioagents, and fungicidal spray timing on wheat stripe rust development and grain yield. *Indian Phytopath.* 69, 357–362.
- Smith J., Grimmer M., Waterhouse S., Pavelet 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.
- Socolsky L. 2016. Alternativas de control químico de roya anaranjada (*Puccinia triticina*) del trigo en la región semiárida pampeana. [PhD Thesis]. [Santa Rosa] Universidad Nacional de La Pampa. Disponible en http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/rdata/tesis/a_socalt957.pdf. Acceso: 26/8/2019.
- Stubbs, R. W. (1985). Stripe rust. In A. P. Roelfs y W. R. Bushnell (Eds.), *The cereal rusts* (Vol. II, pp. 61–101). Orlando: Academic Press. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7296138/>. Acceso: 20/8/2021
- Stubbs R, Prescott, J, Saari, E y Dubin, H. 1986. Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. Disponible en: <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/3577/21034.pdf?sequence=1>. Acceso: 26/8/2019.
- Terrile I., Couretot L. y Samoilof, A. 2019. Panorama y comportamiento sanitario de variedades de trigo en la zona norte de la provincia de Buenos Aires, campaña 2018. Disponible: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pergamino_panorama_y_comportamiento_sanitario_de_variedades_de_trigo_en_la_zona_norte_de_la_provincia_de_bs._as._campana_2018.pdf. Acceso 17/6/2019.
- Tonin R., Melo Reis E., Avozani A. 2017. Reduction in the in vitro sensitivity of *Drechslera tritici-repentis*, isolated from wheat, to strobilurin and triazole fungicides. *Summa Phytopathol.* 43 (1). <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2160>.
- Tottman, D y R. Makepeace. 1979. An explanation of the decimal code for the growth stages of cereals, with illustrations. *Annals of App. Bio.* 93:221-234.
- Trucco, V. 2009. Argentina: futuro de la agricultura sustentable y mitos argentinos. Cap 11 en: *La Argentina 2050, la revolución tecnológica del agro*. CASAFE. ISBN 978-987-1563-00-5. pag 486-508
- Turner S., Stougaard B., Bohannon B. 2016. Stripe rust fungicide trials for winter and spring wheat at NWARC. Disponible

- en: <http://agresearch.montana.edu/nwarc/presentations/documents/04rust.pdf> . Acceso: 20/8/2021
- USDA. 2020. United States Department of Agriculture. Informe de Junio 2020. Disponible en: <http://www.granar.com.ar/nota.asp?cid=56970>. Acceso 17/6/2020.
- Velazquez P y Formento A. 2014 Relación entre volumen de rastrojo de trigo, numero de pseudotecios y niveles de mancha amarilla. III Congreso Argentino de Fitopatología. Libro de Resúmenes. AAF. ISBN 978-987-24373-1-2. Trabajo Ep-HyS-33 Pag 288
- Villar J y Cecing C. 2004. Control químico de la roya de la hoja en trigo. Momentos de aplicación. Disponible en : http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/101/trigo2004_n8.pdf. Acceso: 5/9/2019
- Viljanen-Rollinson, S., Parkes R, Armour T., y Cromey M.(2002). Fungicide control of stripe rust in wheat: protection or eradication. N. Z. Plant Prot. 55, 336–340. doi: 10.30843/nzpp.2002.55.3902
- Wan A., Zhao Z., Chen X., He Z., Jin S., Jia Q., et al. . (2004). Wheat stripe rust epidemic and virulence of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in China in 2002. Plant Dis. 88, 896–904. 10.1094/PDIS.2004.88.8.896
- Wand M. y Chen X. 2017. Stripe rust resistance. In: Stripe Rust. Springer Netherlands pp 353-558
- Wellings C. 2011. Global status of stripe rust: A review of historical and current threats. Euphytica, 179, 129–141.
- Wegulo S. 2015. Stripe Rust Confirmed in Nebraska; Scout Wheat Fields for Early Disease Detection. Disponible en: <https://cropwatch.unl.edu/wheat-stripe-rust> . Acceso: 20/8/2021
- Weder E., Canepa C, Gianinetto G, Berrone G., Meyer M., Sillon M y Magliano MF. 2019. Ensayos de variedades de trigo, campañas 2016-2019, Gacetilla del Departamento Técnico de Agricultores Federados Argentinos N°31, Mayo 2019. Página 13.
- Xi K., Kumar K., Holtz M. D., Turkington T. K., Chapman B. (2015). Understanding the development and management of stripe rust in central Alberta. Can. J. Plant Pathol. 37, 21–39. 10.1080/07060661.2014.981215
- Young C, Paveley N, Vaughan T, Thomas J, Lockley K. 2003. Predicción de epidemias de roya amarilla (*Puccinia Striiformis*) en el dosel superior del trigo a partir de observaciones de enfermedades en las hojas inferiores . Plant Pathol. 52 , 338–349. 10.1046 / j.1365-3059.2003.00848.x
- Zadoks J, Chang T, Konzak C. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. Weed Research 14:415-421

ANEXO

Tabla 1: Valores de análisis de suelo obtenidos previo a la siembra del cultivo para el año 2018 y 2019. Laboratorio “La Quinta”

Fertilidad	AÑO 2018 Valor	AÑO 2019 Valor
Materia Orgánica- gr %	2,39	2,42
Carbono- gr%	1,39	1,45
Nitrógeno Total -gr%	0,12	0,15
Nitrógeno de nitratos-ppm NNO ₃	12,2	13,4
Fosforo (Bray 1)- ppm	16,1	15,9
Azufre- ppm SO ₄	8,8	8,6
Ph	6,24	6,36
CE- mS/cm	0,35	0,36
Precipitación acumulada a la siembra en 1 metro profundidad	173 mm	184 mm

Tabla 2: ROYA AMARILLA INCIDENCIA 2018

Tratamiento	0DDA	7DDA	14DDA	21DDA	28DDA	35DDA	42DDA	49DDA
TESTIGO	8,0 a	10,0 a	25,0 a	28,8 a	45,0 a	72,5 a	95,0 a	100,0 a
T+E Z39	8,0 a	10,0 a	25,0 a	4,3 bc	13,8 b	26,3 c	35,0 b	62,5 b
T+C Z39	8,0 a	10,0 a	25,0 a	2,0 bc	3,0 d	17,5 d	21,3 c	41,3 c
T+C+C Z39	8,0 a	10,0 a	25,0 a	6,5 b	10,0 bc	35,0 b	43,8 b	65,0 b
T+E Z32 + T+E Z39	8,0 a	6,0 c	1,0 b	1,5 bc	2,8 d	6,3 e	5,0 d	25,0 c
T+E Z32 + T+C Z39	8,0 a	3,8 d	1,0 b	0,5 c	0,5 d	4,0 e	3,8 d	13,8 de
T+E Z32 + T+C+C Z39	8,0 a	8,0 b	1,0 b	5,0 bc	5,0 d	7,5 e	7,5 d	18,8 de

Tabla 3: ROYA AMARILLA SEVERIDAD 2018

Tratamiento	0DDA	7DDA	14DDA	21DDA	28DDA	35DDA	42DDA	49DDA
TESTIGO	1,0 a	1,0 a	7,5 a	11,3 a	31,3 a	52,5 a	55,0 a	85,0 a
T+E Z39	1,0 a	1,0 a	7,5 a	4,0 b	10,0 cd	16,3 b	41,3 b	43,8 b
T+C Z39	1,0 a	1,0 a	7,5 a	5,0 b	16,3 bc	21,3 b	33,8 c	35,0 b
T+C+C Z39	1,0 a	1,0 a	7,5 a	6,3 b	17,5 b	16,3 b	23,8 d	41,3 b
T+E Z32 + T+E Z39	1,0 a	1,0 a	0,8 b	0,5 c	1,8 e	2,0 c	0,5 e	4,0 c
T+E Z32 + T+C Z39	1,0 a	1,0 a	1,0 b	0,5 c	0,5 e	2,0 c	0,3 e	4,0 c
T+E Z32 + T+C+C Z39	1,0 a	1,0 a	1,0 b	0,5 c	3,0 de	3,0 c	0,3 e	5,3 c

Tabla 4: ROYA AMARILLA INCIDENCIA 2019

Tratamiento	0DDA	7DDA	14DDA	21DDA	28DDA	35DDA	42DDA	49DDA
TESTIGO	8,0 a	11,3 a	17,5 a	28,8 a	45,0 a	72,5 a	95,0 a	100,0 a
T+E Z39	8,0 a	13,8 a	17,5 a	12,5 b	13,8 b	26,3 c	35,0 b	62,5 b
T+C Z39	8,0 a	13,8 a	17,5 a	8,8 bc	3,0 c	17,5 d	21,3 c	41,3 c
T+C+C Z39	8,0 a	13,8 a	17,5 a	13,8 b	15,0 b	35,0 b	43,8 b	65,0 b

T+E Z32 + T+E Z39	8,0 a	3,3 b	0,0 b	1,5 d	2,8 c	6,3 e	5,0 d	25,0 d
T+E Z32 + T+C Z39	8,0 a	1,3 b	0,0 b	0,5 d	0,5 c	4,0 e	3,8 d	13,8 de
T+E Z32 + T+C+C Z39	8,0 a	3,0 b	0,0 b	5,0 cd	5,0 c	7,5 e	7,5 d	18,8 de

Tabla 5: ROYA AMARILLA SEVERIDAD 2019

Tratamiento	0DDA	7DDA	14DDA	21DDA	28DDA	35DDA	42DDA	49DDA
TESTIGO	1,0 a	1,0 a	5,0 a	13,8 a	31,3 a	55,0 a	65,0 a	67,5 a
T+E Z39	1,0 a	1,0 a	5,0 a	4,0 b	10,0 cd	32,5 b	33,8 b	37,5 bc
T+C Z39	1,0 a	1,0 a	5,0 a	5,0 b	16,3 bc	25,0 bc	27,5 b	31,3 c
T+C+C Z39	1,0 a	1,0 a	5,0 a	6,3 b	17,5 b	23,8 c	35,0 b	41,3 b
T+E Z32 + T+E Z39	1,0 a	1,0 a	0,8 b	0,5 c	1,8 e	2,0 d	1,5 c	4,0 d
T+E Z32 + T+C Z39	1,0 a	1,0 a	0,5 b	0,5 c	0,5 e	2,0 d	0,3 c	3,0 d
T+E Z32 + T+C+C Z39	1,0 a	1,0 a	0,5 b	0,5 c	3,0 de	3,0 d	4,0 c	6,5 d

Tabla 6: ROYA DE LA HOJA INCIDENCIA 2018

Tratamiento	0DDA	7DDA	14DDA	21DDA	28DDA	35DDA	42DDA	49DDA
TESTIGO	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	12,5 a	23,8 a	42,5 a	57,5 a
T+E Z39	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,3 b	2,5 b	5,0 b	12,5 b
T+C Z39	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 b	0,0 c	2,0 b	10,8 bc
T+C+C Z39	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 b	0,5 bc	2,0 b	10,8 bc
T+E Z32 + T+E Z39	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 b	0,3 c	0,8 b	5,5 bc
T+E Z32 + T+C Z39	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 b	0,0 c	0,8 b	3,0 c
T+E Z32 + T+C+C Z39	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 b	0,3 c	2,8 b	6,3 bc

Tabla 7: ROYA DE LA HOJA SEVERIDAD 2018

Tratamiento	0DDA	7DDA	14DDA	21DDA	28DDA	35DDA	42DDA	49DDA
TESTIGO	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	6,3 a	18,8 a	35,0 a	48,8 a
T+E Z39	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,5 b	2,5 b	7,5 b	10,0 bc
T+C Z39	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 b	0,0 b	5,3 b	8,8 c
T+C+C Z39	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	1,3 b	3,0 b	2,8 b	10,0 bc
T+E Z32 + T+E Z39	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 b	0,3 b	1,8 b	5,0 c
T+E Z32 + T+C Z39	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 b	0,0 b	0,8 b	5,0 c
T+E Z32 + T+C+C Z39	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 b	0,3 b	0,8 b	5,0 c

Tabla 8: ROYA DE LA HOJA INCIDENCIA 2019

Tratamiento	0DDA	7DDA	14DDA	21DDA	28DDA	35DDA	42DDA	49DDA
TESTIGO	0,0 a	22,5 a	47,5 a					
T+E Z39	0,0 a	16,3 b	21,3 b					
T+C Z39	0,0 a	3,8	10,0 c					
T+C+C Z39	0,0 a	5,0 cd	11,3 c					
T+E Z32 + T+E Z39	0,0 a	0,0 d	7,5 c					
T+E Z32 + T+C Z39	0,0 a	0,0 d	5,0 c					

T+E Z32 + T+C+C Z39	0,0 a	0,0 d	12,5 bc					
---------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---------

Tabla 9: ROYA DE LA HOJA SEVERIDAD 2019

Tratamiento	0DDA	7DDA	14DDA	21DDA	28DDA	35DDA	42DDA	49DDA
TESTIGO	0,0 a	11,3 a	26,3 a					
T+E Z39	0,0 a	5,0 b	8,8 bc					
T+C Z39	0,0 a	2,5 bc	7,5 bcd					
T+C+C Z39	0,0 a	6,3 b	10,0 c					
T+E Z32 + T+E Z39	0,0 a	0,0 c	3,8 cd					
T+E Z32 + T+C Z39	0,0 a	0,0 c	2,5 d					
T+E Z32 + T+C+C Z39	0,0 a	0,0 c	6,3 bcd					

Tabla 10: MANCHAS INCIDENCIA 2018

Tratamiento	0DDA	7DDA	14DDA	21DDA	28DDA	35DDA	42DDA	49DDA
TESTIGO	20,0 a	22,5 a	30,0 a	31,3 a	41,3 a	40,0 a	50,0 a	53,8 a
T+E Z39	20,0 a	22,5 a	30,0 a	23,8 abc	27,5 b	31,3 b	33,8 bc	33,8 b
T+C Z39	20,0 a	22,5 a	30,0 a	28,8 ab	25,0 b	25,0 b	28,8 d	36,3 b
T+C+C Z39	20,0 a	22,5 a	30,0 a	20,0 c	22,5 b	25,0 b	26,3 d	25,0 b
T+E Z32 + T+E Z39	20,0 a	21,3 a	23,3 b	24,5 abc	27,5 b	27,5 b	30,0 cd	31,3 bc
T+E Z32 + T+C Z39	20,0 a	22,5 a	22,5 b	22,5 bc	27,5 b	27,5 b	35,0 b	37,5 c
T+E Z32 + T+C+C Z39	20,0 a	20,0 a	20,8 b	20,0 c	23,8 b	23,8 b	27,5 d	25,0 c

Tabla 11: MANCHAS SEVERIDAD 2018

Tratamiento	0DDA	7DDA	14DDA	21DDA	28DDA	35DDA	42DDA	49DDA
TESTIGO	1,0 a	3,0 a	5,0 a	12,5 a	21,3 a	23,8 a	40,0 a	43,8 a
T+E Z39	1,0 a	2,0 ab	5,0 a	4,0 b	5,0 bc	6,3 b	16,3 bc	18,8 b
T+C Z39	1,0 a	2,5 ab	5,0 a	3,0 b	7,5 b	6,3 b	22,5 b	28,8 bc
T+C+C Z39	1,0 a	2,0 ab	5,0 a	1,0 b	4,0 bc	6,5 b	17,5 bc	26,3 b
T+E Z32 + T+E Z39	1,0 a	1,0 b	2,0 b	3,0 b	3,0 c	3,0 b	15,0 bc	22,5 b
T+E Z32 + T+C Z39	1,0 a	1,0 b	2,0 b	3,0 b	5,0 c	5,0 b	13,8 c	20,0 bc
T+E Z32 + T+C+C Z39	1,0 a	1,0 b	2,0 b	3,0 b	3,0 c	3,0 b	10,0 c	10,0 c

Tabla 12: MANCHAS INCIDENCIA 2019

Tratamiento	0DDA	7DDA	14DDA	21DDA	28DDA	35DDA	42DDA	49DDA
TESTIGO	10,0 a	13,8 a	20,0 a	25,0 a	25,0 a	37,5 a	40,0 a	95,0 a
T+E Z39	10,0 a	12,5 a	20,0 a	18,8 b	18,8 b	30,0 ab	30,0 ab	33,8 b
T+C Z39	10,0 a	12,5 a	20,0 a	22,5 ab	22,5 ab	35,0 a	35,0 ab	42,5 b
T+C+C Z39	10,0 a	13,8 a	20,0 a	12,5 c	12,5 c	16,3 cd	26,3 bc	30,0 bc
T+E Z32 + T+E Z39	10,0 a	11,3 a	18,8 a	21,3 ab	21,3 ab	25,0 b	25,0 bc	33,8 b
T+E Z32 + T+C Z39	10,0 a	11,3 a	18,8 a	21,3 ab	21,3 ab	23,8 bc	23,8 bc	38,8 b
T+E Z32 + T+C+C Z39	10,0 a	12,5 a	18,8 a	8,8 c	8,8 c	13,8 d	13,8 c	17,5 c

Tabla 13: MANCHAS SEVERIDAD 2019

Tratamiento	0DDA	7DDA	14DDA	21DDA	28DDA	35DDA	42DDA	49DDA
TESTIGO	1,0 a	1,0 a	1,0 a	5,0 a	10,0 a	21,3 a	40,0 a	76,3 a
T+E Z39	1,0 a	1,0 a	1,0 a	5,0 a	5,0 b	15,0 b	21,3 bc	37,5 b
T+C Z39	1,0 a	1,0 a	1,0 a	5,0 a	5,0 b	13,8 b	26,3 b	41,3 b
T+C+C Z39	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 c	5,0 b	6,3 c	15,0 cd	32,5 b
T+E Z32 + T+E Z39	1,0 a	1,0 a	1,0 a	3,0 b	3,0 b	5,0 c	22,5 bc	38,8 b
T+E Z32 + T+C Z39	1,0 a	1,0 a	1,0 a	3,0 b	3,0 b	5,0 c	23,8 bc	37,5 b
T+E Z32 + T+C+C Z39	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 c	1,8 b	5,0 c	6,3 d	16,3 b

AGRADECIMIENTOS:

A mi director Dr. Roberto Scotta y mi co-directora Ms.Sc Alejandra Lutz, por ayudarme a transitar este camino y apoyarme en la realización de mi tesis, y por permitirme invertir el tiempo de mi cargo en la cátedra de Sanidad Vegetal, para mis proyectos de realización profesional.

A mi tribunal, por el tiempo dedicado en realizar las correcciones y sugerencias.

A la Ing.Agr. Margarita Sillon, docente de esta Universidad, por brindarme los datos de sus investigaciones como asesora privada, por transmitirme su enseñanza en fitopatología para poder realizar las evaluaciones y la interpretación de resultados. También le agradezco el tiempo y la paciencia, guiandome en las actividades de campo y en la redacción de este Proyecto.

A Syngenta Agro por permitirme utilizar resultados de ensayos privados de eficacia de productos.

A las tres personas que me ayudaron a hacer posible este Proyecto y su escritura: Ms. Sc Alejandra Lutz, que pasó horas escribiendo conmigo y que reviso muchas veces mi Proyecto, al Ing. Agr. José Menegon por la ayuda en la realización de las tareas de campo y a la Ing. Agr. Ma. Inés Stegmayer por ayudarme a redactar y corregir esta tesis.

Por ultimo quiero hacer el agradecimiento más importante: a mi familia, mi marido Roberto y mis hijos, Santiago y Federico, por aguantarme muchas horas fuera de casa y apoyarme en la realización de este Proyecto y de todos los que emprendo.

Y quiero agradecer, pero sobre todo dedicarle este logro a mis viejos, a mamá y a papá, porque sin ellos, no hubiese podido llegar a cumplir este objetivo (por sus horas dedicadas al cuidado de mis hijos), pero por sobre todas las cosas, por enseñarme a no bajar los brazos, a seguir frente a todas las adversidades. Este logro es para ustedes mamá y papá.