

**EFFECTO DEL CONTROL QUÍMICO DE ENFERMEDADES FOLIARES SOBRE LA
PODREDUMBRE DEL TALLO DE MAÍZ EN HÍBRIDOS COMERCIALES SEMBRADOS
EN FECHAS TARDÍAS**

Trabajo Final de Grado
de la alumna



**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.**

Pergamino, 8 de Octubre del 2018

**EFFECTO DEL CONTROL QUÍMICO DE ENFERMEDADES FOLIARES SOBRE LA
PODREDUMBRE DEL TALLO DE MAÍZ EN HÍBRIDOS COMERCIALES SEMBRADOS
EN FECHAS TARDÍAS**

Trabajo Final de Grado

de la alumna

ANABELA SAMOILOFF

Aprobada por el Tribunal Evaluador

Lic. (Ph.D.) Juliana Iglesias
Evaluador

Ing.Agr. (M.Sc.) Marcelo Ferrer
Evaluador

Ing.Agr. (Ph.D.) Daniel Presello
Evaluador

Ing.Agr. (Dra.) Raquel Defacio
Co-Director

Ing Agr. (M.Sc.) Lucrecia Couretot
Director

**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales,
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires**

Pergamino, 8 de Octubre de 2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme realizar este trabajo y enseñarme que con fe todo es posible.

A mi familia, por estar siempre a mi lado y acompañarme en todos estos años de aprendizaje.

A mi pareja Matias Esequiel Labbate, por haberme ayudado siempre que lo necesité.

A mi directora Ing Agr. Lucrecia Couretot, por su apoyo total y constante en la dirección y orientación de este trabajo.

A mi co-directora Ing Agr. Raquel Defacio, por sus correcciones y aportes a este trabajo final.

A la Doctora Cecilia Díaz, profesora de la Cátedra de Fitopatología de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Tucumán, por su gran colaboración del presente trabajo.

A la Ing Agr. Liliana Parisi, por su gran ayuda y predisposición que recibí en estos años.

A cada uno de los integrantes del Sector Fitopatología de INTA EEA Pergamino, por darme consejos en cada etapa de este trabajo.

A María Jose Beribe del área Estadísticas de INTA EEA Pergamino, por su colaboración en el mismo.

Al Sector Meteorología del INTA EEA Pergamino, por sus aportes al trabajo final.

Este trabajo está dedicado especialmente a mi padre por ser mi guía y fortaleza en cada etapa de mi vida.

ÍNDICE

Resumen	Página 04
Introducción	Página 05
Hipótesis de trabajo	Página 10
Objetivo	
General.....	Página 10
Específicos	Página 10
Materiales y métodos	Página 11
Características del ensayo	Página 11
Evaluación de enfermedades foliares	Página 12
Evaluación de la podredumbre del tallo	Página 14
Determinación del rendimiento.....	Página 16
Análisis estadístico	Página 16
Resultados.....	Página 17
Evaluación de enfermedades foliares	Página 17
Evaluación de la podredumbre del tallo.....	Página 18
Identificación de los agentes causales de la podredumbre del tallo	Página 21
Determinación del rendimiento.....	Página 22
Discusión	Página 25
Conclusiones	Página 29
Bibliografía citada.....	Página 30
Anexos	
Anexo 1	Página 37
Anexo 2	Página 39
Anexo 3	Página 41
Anexo 4	Página 41
Anexo 5	Página 42
Anexo 6	Página 43
Anexo 7	Página 43
Anexo 8	Página 43
Anexo 9	Página 44
Tablas	
Tabla 1	Página 12
Tabla 2	Página 12
Tabla 3	Página 18

Tabla 4	Página 21
Tabla 5	Página 23
Figuras	
Figura 1	Página 13
Figura 2	Página 13
Figura 3	Página 14
Figura 4	Página 15
Figura 5	Página 19
Figura 6	Página 22
Figura 7	Página 23
Figura 8	Página 24

Resumen

En maíces de siembra tardía, el desarrollo de enfermedades foliares predispone a podredumbres de tallo durante el periodo de llenado de los granos. Dentro del manejo de enfermedades de la hoja, el uso de fungicidas constituye una de las principales herramientas de control para reducir la incidencia de las podredumbres basales. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del control químico de enfermedades foliares sobre la degradación fúngica del tallo en híbridos comerciales de maíz sembrados en fecha tardía. El ensayo se sembró el 23 de diciembre de 2014 en Pergamino, provincia de Buenos Aires. El material vegetal consistió de un grupo de seis híbridos comerciales de maíz cuyo criterio de elección fue el comportamiento diferencial a enfermedades foliares con y sin aplicación de fungicida. El diseño experimental del ensayo fue un factorial con dos factores (híbrido y tratamiento foliar) en bloques al azar con cuatro repeticiones. Para el tratamiento foliar con fungicida se utilizó una mezcla química de triazol más estrobilurina (5% de epoxiconazole más 13,3 % de pyraclostrobin, Opera) y la aplicación se realizó el 10 de febrero de 2015. Cada híbrido tuvo su testigo sin aplicar. Se evaluó el porcentaje de severidad de roya común (SRC) y el porcentaje de severidad de tizón foliar del maíz (STF) en R3 y R4, en quince plantas infectadas naturalmente para cada híbrido y tratamiento foliar. Se utilizó la escala diagramática de Peterson para roya común y la escala diagramática de Bleicher para tizón foliar. En R6 se cortaron 5 tallos en competencia perfecta de cada material genético y tratamiento foliar, en las cuatro repeticiones. Se evaluó el grado de degradación de la médula del tallo (GDMT) mediante el uso de la escala de Hines para podredumbre del tallo de la Universidad de Illinois. De las sintomatologías observadas en los tallos se tomaron muestras que se remitieron al laboratorio para la identificación de los agentes causales de la podredumbre basal. Se calculó el rendimiento en kilogramos por hectárea. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el programa estadístico *InfoStat*. Las condiciones climáticas fueron conducentes para el desarrollo de tizón foliar y de roya común, hallándose diferencias estadísticamente significativas entre los híbridos y tratamiento foliar evaluados para STF, SRC y GDMT. Se hallaron diferencias estadísticas significativas en rendimiento para el tratamiento foliar. Se determinó correlación positiva y significativa entre SRC y GDMT y entre STF y GDMT. Las variables STF, GDMT y, en menor medida, SRC se correlacionaron en forma negativa con el rendimiento. *Fusarium graminearum*, *Fusarium verticillioides* y *Colletotrichum graminicola* fueron los principales agentes causales, siendo *Fusarium graminearum* el de mayor prevalencia.

Palabras clave: control químico, enfermedades foliares, podredumbre del tallo, maíz, siembra tardía.

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es una especie gramínea anual y se caracteriza por ser una planta alta y dotada de un sistema radical fibroso. En la República Argentina, es uno de los cultivos extensivos con más hectáreas sembradas, luego de la soja y el trigo (Bert y Satorre, 2012). En la última década, la superficie destinada a la siembra del cultivo de maíz se ha incrementado y en la campaña agrícola 2017/2018 Argentina tuvo una producción de 32,4 millones de toneladas, con un rendimiento promedio de 5980 kilogramos/hectárea y un área sembrada de 6,43 millones de hectáreas (Bolsa de Comercio de Rosario, 2018).

La inclusión del maíz en las rotaciones agrícolas aporta residuos de cosecha voluminosos y de lenta descomposición que mantienen el balance de materia orgánica y, por lo tanto, mejoran la capacidad productiva del suelo (Pedrol *et al.*, 2004).

La siembra del maíz está asociado a altos costos de producción y riesgo climático, por lo que es necesario establecer prácticas de manejo adecuadas que logren reducir las variaciones en los rendimientos (Miranda *et al.*, 2012). En este sentido, la adopción de fechas de siembra tardías de fines de noviembre a principios de enero en la Región Pampeana permiten implantar el maíz en suelos con mayor agua disponible a la siembra y alrededor de la floración, siendo este último el periodo más crítico para la definición del rendimiento (Prot *et al.*, 2011). Si bien las siembras tardías son más afectadas por agentes bióticos, principalmente daño por insectos (Maddonni, 2012; Papucci *et al.*, 2016) la amplia disponibilidad de eventos biotecnológicos para el control de plagas y malezas han contribuido a la extensión de esta práctica.

La decisión de sembrar en fecha tardía resigna el potencial de producción a fin de lograr estabilidad ante condiciones hídricas limitantes (Ballvé y Bert, 2014). En estas fechas de siembra, el cultivo de maíz llega a floración con condiciones de radiación y temperatura favorables, dando lugar a altas tasas de crecimiento y fijación de granos (Andrade *et al.*, 1996; Butzen, 2008). Sin embargo, los niveles de radiación y los registros térmicos disminuyen, en general, durante la postfloración, reduciendo la producción fotosintética en la planta y la fuente de asimilados para el llenado de los granos (Cirilo, 2004). En esta etapa, la presencia de factores ambientales desfavorables produce una movilización de materia seca en los tallos de maíz, debido al desbalance que existe entre

el número de granos fijados y la fuente de carbohidratos disponible para el llenado de los mismos (Andrade *et al.*, 1996).

El cultivo de maíz bajo algún tipo de estrés biótico o abiótico durante la postfloración, como ataque de insectos, enfermedades foliares, sequía, días nublados, alta densidad de plantas y desbalance de nutrientes, predispone a enfermedades de raíz y tallo (Dood, 1980; Carmona *et al.*, 2006; Butzen, 2008; Fantin y Duarte, 2009; Thomison y Pierce, 2012). Ante esta situación, las plantas remobilizan los azúcares o carbohidratos acumulados en la base de los tallos previo a la etapa del llenado para abastecer la intensa demanda de los granos en crecimiento (Nielsen, 2013). Sin embargo, la removilización de carbohidratos es una característica intrínseca de cada material genético (Mortimore y Ward, 1964).

El cultivo de maíz transcurre en siembras tardías por condiciones climáticas favorables para el desarrollo de enfermedades foliares, principalmente de tizón foliar [*Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard and Suggs (anamorfo); *Setosphaeria turcica* (teleomorfo)] y de roya común [*Puccinia sorghi* (Schwien)]. Ambas enfermedades son prevalentes de la zona núcleo maicera (Couretot *et al.*, 2013). Las condiciones predisponentes para estas enfermedades son temperaturas moderadas y periodos prolongados de mojado foliar debido a lluvia o rocío. La roya común se caracteriza por formar pústulas alargadas, pulverulentas y de color herrumbroso oscuro tanto en el haz como en el envés de las hojas. En el interior de las pústulas se desarrollan las uredosporas que luego son reemplazadas por teliosporas oscuras al final del ciclo del cultivo (Formento, 2010). El tizón foliar desarrolla inicialmente manchas aisladas, elípticas y alargadas en las hojas inferiores de color pajizo que con el tiempo se unen llegando a dar un aspecto de quemado por sequía o heladas en materiales susceptibles (De Rossi *et al.*, 2017).

Una de las formas de cuantificar las enfermedades es mediante la severidad. La severidad es una estimación visual en la cual se establecen grados de infección en una determinada planta, sobre la base de la cantidad de tejido vegetal enfermo (Carmona, 2008). La severidad de las enfermedades foliares depende de las condiciones climáticas predisponentes, el material genético sembrado y los biotipos de los patógenos presentes (Couretot *et al.*, 2013). Para la estimación de la severidad se emplean escalas diagramáticas, la más apropiada y usada para tizón foliar es la de Bleicher (1988) y para roya común se emplea la escala de Peterson *et al.* (1948) (Carmona, 2008; Couretot *et al.*, 2012; Cordes *et al.*, 2017).

Las enfermedades foliares afectan al cultivo de maíz debido a la destrucción de los tejidos fotosintéticos, limitando la intercepción de la radiación solar y, de esta manera, la

producción de fotosintatos destinado al desarrollo de estructuras en activo crecimiento. Después de la floración, la producción de carbohidratos es insuficiente para cubrir la demanda de los granos fijados. Es por ello, que la senescencia anticipada de las hojas, a causa de las enfermedades foliares, obliga al cultivo a movilizar las reservas de los tallos y raíces y compensar, de esta manera, el llenado de los granos fijados (Díaz y Juárez, 2011). El menor flujo de carbohidratos hacia las raíces genera un desequilibrio energético haciendo que estos tejidos pierdan su sistema de defensa celular, permitiendo la invasión por microorganismos de suelo y volviéndolas más susceptibles al desarrollo de podredumbres de tallos (Dood, 1980). Según Pronczuck *et al.* (2004), existe relación entre la severidad de las enfermedades foliares y la podredumbre del tallo en el cultivo de maíz. En este sentido, las plantas afectadas por enfermedades foliares se secan prematuramente y, después de antesis, la espiga en desarrollo se convierte en el destino final de los carbohidratos acumulados en los tallos.

Las podredumbres de tallo son consideradas enfermedades de fin de ciclo, ya que se manifiestan después de la floración (Carmona *et al.*, 2006). El momento crítico ocurre cuando se inicia el llenado de la espiga a causa del envejecimiento y muerte de las células de la base del tallo (Alvarado *et al.*, 1980). Los primeros síntomas se inician en tallos verdes, donde los entrenudos inferiores se decoloran, tornándose de amarillos a castaños (Bruni, 1965). En pocos días se observa la senescencia prematura de hojas y los tallos empiezan a perder firmeza por la desintegración de los tejidos internos de la médula (Souza, 2007). Junto a la destrucción de este tejido, se produce la separación del mismo de la superficie interna del tallo, el cual va perdiendo su integridad estructural (Dood, 1980). La caña se vuelve más susceptible al vuelco y quebrado, lo que conduce a pérdidas de rendimiento por llenado incompleto de granos y/o espigas deterioradas por contacto con el suelo húmedo (Malvick, 1995; Fantin y Duarte, 2009).

Los patógenos causales de la podredumbre del tallo son en su mayoría hongos necrotróficos (algunos hemibiotróficos) que sobreviven en restos del cultivo y/o en el suelo y colonizan los tejidos en descomposición (Marinelli *et al.*, 2010). Entre los principales patógenos fúngicos involucrados en el deterioro de la base del tallo se encuentran [*Fusarium graminearum* Schwabe (anamorfo); *Giberella zea* (Schw.) Petch (teleomorfo)], [*Fusarium verticillioides* Sacc. Nirenberg (syn. *Fusarium moniliforme*) (anamorfo); *Giberella moniliformis* (teleomorfo)], *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G. W. Wils; *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton (syn. *Diplodia maydis*) y *Macrophomina phaseolina* (Tasi.) Goid; *Phoma terrestris* (E.M.Hans) (Dood, 1980; White, 1999; Carmona *et al.*, 2006; Jackson *et al.*, 2009; Sillon, 2012; Parisi *et al.*, 2014).

Fusarium graminearum invade y desintegra los tejidos internos de la médula del tallo, dejando los haces vasculares intactos. Estos tejidos presentan coloración rojiza y peritecios de color negro que, en condiciones de clima húmedo y cálido, liberan esporas e inician la infección por raíces y heridas presentes en el tallo. Por el contrario, *Fusarium verticillioides* no presenta peritecios en la superficie del tejido afectado, produciendo desintegración de la médula y formación de micelio rosa-salmón. Este hongo se ve favorecido por clima más seco y cálido que *Fusarium graminearum* (Carmona *et al.*, 2008).

Colletotrichum graminicola forma lesiones negras y brillantes en la superficie externa de los tallos. Este hongo produce estructuras reproductivas llamadas acérvulas con apéndices cortos y negros (setas), los cuales liberan conidios que, en condiciones de tiempo cálido y húmedo, inician los procesos de infección en tallos (Jackson *et al.*, 2009).

Stenocarpella maydis produce lesiones oscuras localizadas en la parte externa del tallo y desintegración de la médula, dejando intactos los haces vasculares. En los entrenudos inferiores del tallo se desarrollan picnidios negros y subepidérmicos que liberan conidios en condiciones de tiempo húmedo y cálido (Fantin y Duarte, 2009).

Macrophomina phaseolina desintegra los tejidos internos de la médula, formando una coloración ceniza y microesclerocios oscuros en el interior de los tallos afectados. Su desarrollo requiere condiciones de clima cálido y seco (Malvick, 1995).

Una forma de cuantificar la podredumbre del tallo en maíz es mediante la evaluación de la degradación de la médula (Mallowa *et al.*, 2015). Para ello, se hace uso de la escala de podredumbre del tallo de la Universidad de Illinois, que mide en forma visual los grados de infección del tejido afectado (Hines *et al.*, 2001).

Bert y Satorre (2012) indican que el uso de híbridos de buen comportamiento a enfermedades foliares, el monitoreo frecuente y el control químico, mediante el uso de fungicidas, son algunas de las prácticas de manejo a tener en cuenta en siembras tardías. En los últimos años, se ha incrementado el uso de fungicidas en maíz debido al aumento de enfermedades foliares y a la escasa disponibilidad de híbridos de buen comportamiento sanitario y de alto potencial de rendimiento. Reis *et al.* (2010) definen a los fungicidas como sustancias de origen natural o sintético que aplicado a las plantas protegen de la entrada y/o posterior desarrollo de hongos patógenos en sus tejidos.

Díaz y Juárez (2011) sostienen que el control químico de los fungicidas es una de las principales herramientas que permiten controlar las enfermedades de la hoja y asegurar las reservas del tallo. Los productos fungicidas más utilizados son los triazoles y estrobilurinas, de cuyas mezclas se obtiene mayor espectro de control sobre los hongos

causantes de las enfermedades foliares (Fantin y Duarte, 2009). Los fungicidas triazoles actúan impidiendo la síntesis de componentes de la membrana celular de los hongos, controlando las fases de crecimiento micelial y esporulación, en tanto que las estrobilurinas son fungicidas que bloquean el transporte de electrones en la cadena mitocondrial y son efectivas en controlar la germinación de esporas y los procesos de infección en hongos (Véras da Costa y Cota, 2009).

Respuestas positivas en rendimiento de 8 a 25% se han obtenido con aplicaciones de fungicidas mezclas de triazoles y estrobilurinas para el control de tizón foliar en siembras de maíz tardío (De Rossi *et al.*, 2010). Sillon (2012) determinó que aplicaciones de estos fungicidas lograron reducir un 50 % el número de plantas afectadas por podredumbre basal. Esta situación se tradujo en una notable mejora del rendimiento, de alrededor de 1500 kilogramos/hectárea respecto al cultivo sin aplicar. Por otro lado, Couretot *et al.* (2012) registraron un menor porcentaje de tallos enfermos en parcelas aplicadas para el control de tizón foliar en siembras de maíz tardío.

En maíces de siembra tardía es importante tener en cuenta el perfil sanitario del híbrido que se va a sembrar, ya que ataques severos de enfermedades foliares predisponen a podredumbres basales durante el llenado de granos. La siembra tardía de un híbrido susceptible a enfermedades de la hoja implicaría la posibilidad de recurrir al uso combinado de fungicidas como herramienta de control de estas enfermedades y reducir la incidencia de podredumbres del tallo.

Hipótesis de trabajo

El control químico de enfermedades de la hoja mantiene el área foliar verde en postfloración en maíces de siembra tardía reduciendo la incidencia de podredumbres de tallo.

Objetivo General

Evaluar el efecto del control químico de enfermedades foliares sobre la degradación del tallo en híbridos comerciales de maíz sembrados en fecha tardía.

Objetivos Específicos

- Evaluar la degradación de la médula del tallo en los híbridos comerciales con y sin aplicación de fungicida foliar.
- Identificar los principales agentes causales de la podredumbre del tallo en maíz.
- Relacionar el rendimiento, las enfermedades foliares y la degradación de la médula del tallo en los híbridos comerciales evaluados con y sin aplicación de fungicidas foliares.

Materiales y métodos

Características del ensayo

El material vegetal consistió de un grupo de seis híbridos comerciales de maíz cuyo criterio de elección fue el comportamiento diferencial a enfermedades foliares, con y sin aplicación de fungicida foliar (Tabla 1). La categorización de los perfiles sanitarios que se describen en la Tabla 1 se confeccionó teniendo en cuenta evaluaciones de campañas anteriores por el Grupo de Fitopatología de la Estación Experimental Agropecuaria Inta Pergamino (EEA Pergamino) y fue utilizado como guía orientativa para este trabajo.

El diseño experimental del ensayo fue un factorial de dos factores, híbrido y tratamiento foliar, seis niveles para el factor híbrido y dos niveles para el factor tratamiento foliar, con cuatro repeticiones en bloques al azar.

El ensayo se sembró el 23 de diciembre de 2014 sobre un suelo Serie Pergamino, Clase I de alta productividad, en el campo experimental de INTA EEA Pergamino, provincia de Buenos Aires. El cultivo antecesor fue soja de primera. La siembra se realizó con una sembradora experimental Baumer de siembra directa a razón de 5 semillas por metro lineal. El tamaño de las parcelas fue de 4 surcos distanciados a 0,70 metros y 6 metros de largo. Se fertilizó a la siembra con fósforo y azufre y en V5-V6 con nitrógeno, lográndose una adecuada disponibilidad de macro y micronutrientes en el suelo.

Para el tratamiento foliar con fungicida, se utilizó una mezcla química de triazol y estrobilurina (5% de epoxiconazole más 13,3 % de pyraclostrobin, Opera, Basf) en la dosis de 750 centímetros cúbicos por hectárea. La aplicación del fungicida se realizó el 10 de febrero de 2015, con una mochila manual de presión constante y un botalón aplicador de 2 metros, provisto de 4 picos de 0,50 metros y pastillas de cono hueco 80015, que permiten asperjar 140 litros por hectárea. El momento de aplicación del fungicida se definió en el estado fenológico V10-V11 cuando el híbrido más susceptible a tizón foliar alcanzó el 2 % de severidad en las últimas tres hojas totalmente desplegadas (Tabla 2). Cada híbrido tuvo su testigo sin aplicar. Las evaluaciones se realizaron en los dos surcos centrales de cada parcela.

La escala fenológica utilizada para describir el desarrollo del cultivo de maíz fue la de Ritchie y Hanway (1982).

Tabla 1. Perfil sanitario orientativo de los híbridos comerciales ensayados y tratamientos foliares aplicados.

Híbrido			Perfil sanitario		Tratamiento foliar	
Empresa	Nombre comercial	Nombre usado en la tesis	Tizón foliar	Roya común	Fungicida	Testigo
DEKALB	DK 670 VT3P	DK 670	Muy susceptible	Moderadamente susceptible	✓	✓
DEKALB	DK 7210 VT3P	DK 7210	Tolerante	Susceptible	✓	✓
SYNGENTA	NK 840 VPtra3	NK 840	Tolerante	Moderadamente resistente	✓	✓
DOW	DOW 508 PW	DOW 508	Tolerante	Susceptible	✓	✓
ARVALES	ARV 2458 HXRR	ARV 2458	Moderadamente resistente	Moderadamente susceptible	✓	✓
NIDERA	AX 887 MG	AX 887	Resistente	Moderadamente resistente	✓	✓

Tabla 2. Estado sanitario inicial de los materiales ensayados al momento del tratamiento foliar.

Severidad (%)	Híbridos					
	DK 670 VT3P	DK 7210 VT3P	NK 840 VPtra3	DOW 508 PW	ARV 2458 HXRR	AX 887 MG
Roya común	5	8	3	8	6	4
Tizón foliar	2	0,5	0,5 HT	0,5 HT	0,5 HT	0,5 HT

Referencias: HT Lesiones cloróticas con centro necrótico de baja a nula esporulación, características de reacciones de resistencia a tizón foliar.

Evaluación de enfermedades foliares

La primer evaluación de las enfermedades foliares se realizó 23 días después de la aplicación del fungicida y fue el 5 de marzo de 2015, en tanto que la segunda evaluación se determinó 41 días después de la aplicación del fungicida y fue el 23 de marzo de 2015, ambas fechas correspondientes a los estados fenológicos R3 y R4, respectivamente. Para ello, se utilizaron las escalas diagramáticas de roya anaranjada de la hoja en trigo (*Puccinia triticina*) de Peterson *et al.* (1948) para determinar el porcentaje de severidad de la roya común (Figura 1) y la escala diagramática elaborada por Bleicher (1988) para tizón foliar en maíz (Figura 2). Los valores de severidad que se analizan corresponden al tercio medio de 15 plantas naturalmente infectadas en los dos surcos centrales de cada parcela, para cada híbrido y tratamiento foliar.

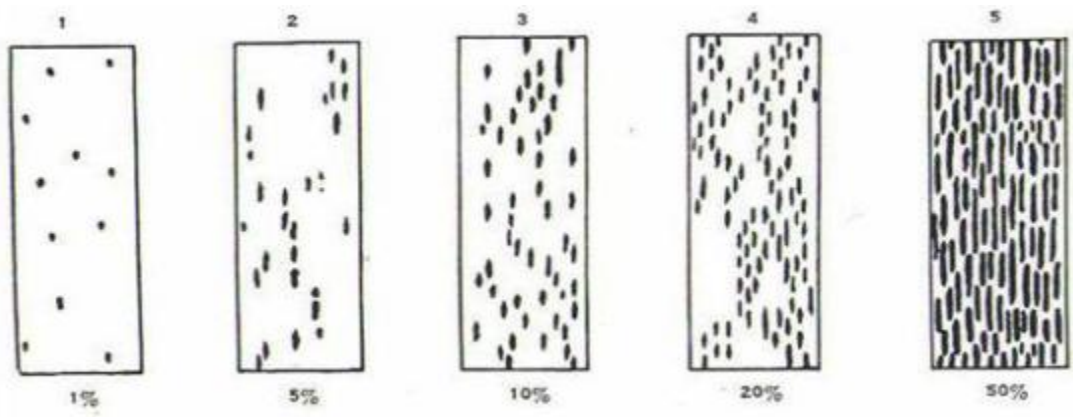


Figura 1. Escala diagramática para evaluar el porcentaje de severidad de roya común del maíz (Peterson *et al.* 1948).

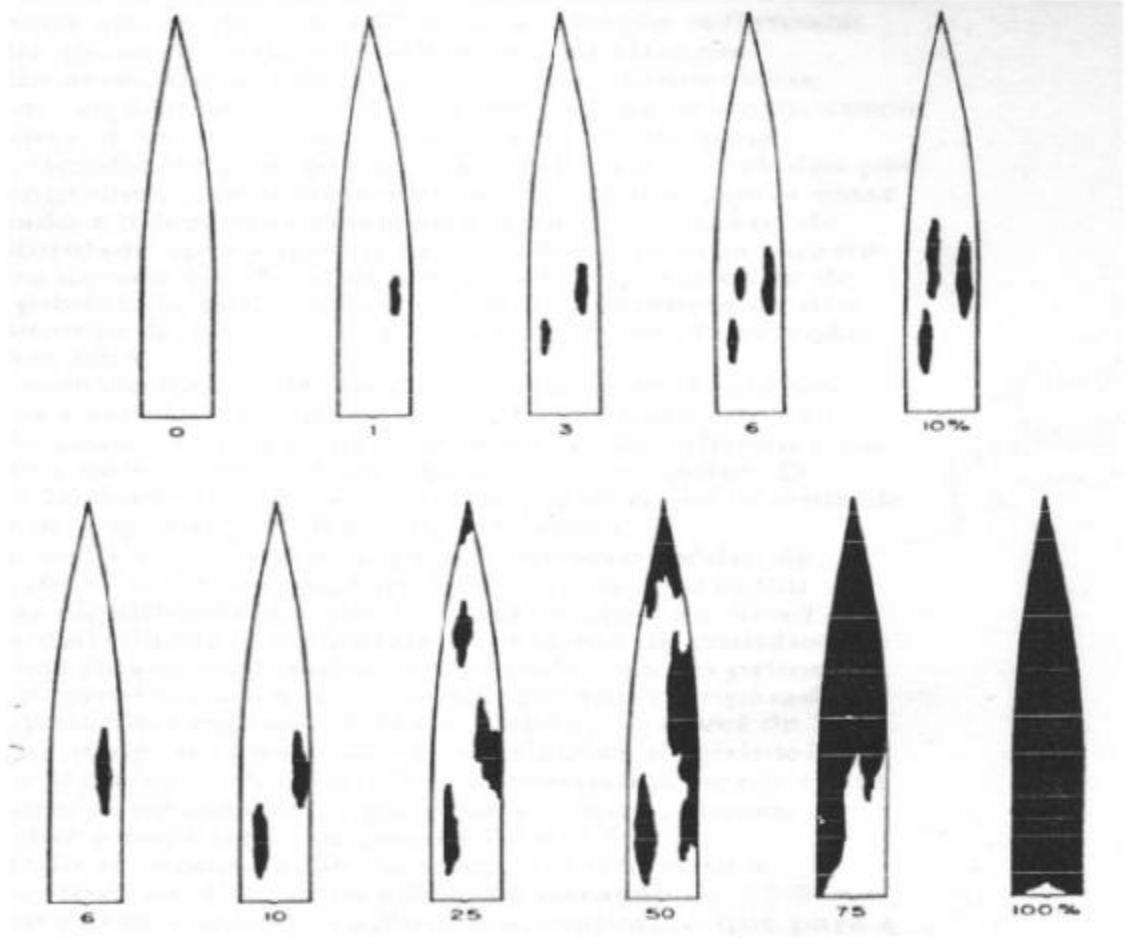


Figura 2. Escala diagramática para evaluar el porcentaje de severidad de tizón foliar del maíz (Bleicher, 1988).

Evaluación de la podredumbre del tallo

En el estadio fenológico R6 se cortaron 5 tallos en competencia perfecta de cada material genético, por tratamiento foliar (con y sin fungicida) y en las cuatro repeticiones, dando un total de 20 tallos por tratamiento. Los tallos fueron seleccionados en los dos surcos centrales de cada parcela, removiendo previamente todas las hojas, las espigas y la panoja a fin de no entorpecer el corte de la caña. Las cañas se partieron longitudinalmente con un cuchillo desde el último nudo apical hasta la base del tallo, uniéndolos dos extremos con cinta de papel (Figura 3).



Figura 3. Corte longitudinal de cañas de híbridos de maíz mediante cuchillo y unión de los extremos con cinta de papel.

Luego, se evaluó el estado sanitario de los tallos cosechados a partir del grado de degradación de la médula bajo infección natural. Para ello, se utilizó la escala de podredumbre del tallo de la Universidad de Illinois (Hines *et al.*, 2001) (Figura 4), en donde:

- 0: Sin síntomas en nudos o médula del tallo por debajo de la espiga.
- 1: Decoloración interna de los nudos del tallo por debajo de la espiga.
- 2: Decoloración interna de los nudos y médula del tallo por debajo de la espiga.
- 3: Separación de la médula por debajo de la espiga.

- 4: Decoloración completa y degradación de la médula entre los nudos y en al menos dos nudos por debajo de la espiga. El tallo permanece en pie.
- 5: Vuelco del tallo por debajo de la espiga por podredumbre basal.



Figura 4. Escala de podredumbre del tallo de la Universidad de Illinois.

Para la identificación de los principales organismos asociados a la podredumbre del tallo, se recolectaron muestras de cañas provenientes de plantas enfermas, las cuales fueron remitidas al laboratorio del Sector Fitopatología de la EEA INTA Pergamino.

El material de campo fue previamente seleccionado y desinfectado con hipoclorito de sodio al 1% para eliminar microorganismos contaminantes. Luego, las porciones de tallos desinfectados fueron secados con papel de filtro estéril y colocados sobre medio de cultivo Agar papa glucosado (APG) en cajas de Petri de 9 centímetros de diámetro. El medio de cultivo utilizado fue previamente esterilizado a 121°C y 1 atmósfera de presión durante 15 minutos.

Las muestras fueron incubadas durante 7 días en cámara a 24°C (+ - 2°C) y alternancia de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad.

Posteriormente, se efectuó la identificación de los hongos a partir de la observación macro y micromorfológica de las colonias en APG, mediante el uso de lupa binocular marca Zeiss modelo Stemi 305 y microscopio. A nivel macroscópico se determinó color y aspecto de las colonias y, a nivel microscópico, las principales estructuras de los hongos

mediante el empleo de claves taxonómicas (Nelson *et al.*, 1983; White, 1999; Leslie y Summerell, 2006).

Determinación del rendimiento

La cosecha del ensayo se realizó en dos etapas: en primer lugar, se cosecharon manualmente las espigas correspondientes a los tallos cortados en R6 que se usaron para la evaluación de la podredumbre basal y, por último, la cosecha de toda la parcela. La misma se realizó el 4 de junio de 2015 sobre los dos surcos centrales de cada parcela mediante una cosechadora experimental automotriz Seedmech. Para el cálculo del rendimiento, se unificaron las muestras provenientes de ambas cosechas teniendo en cuenta el ajuste de la humedad a 14, 5% de cada tratamiento y repetición, mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ REDUCCIÓN DE RENDIMIENTO} = \frac{H_i - H_f}{100 - H_f} \times 100$$

Donde H_i es la humedad del material cosechado, H_f es la humedad de ajuste (14,5%).

El rendimiento se expresó en kilogramos por hectárea.

Análisis estadístico

El efecto del tratamiento foliar y los híbridos sobre las variables severidad de tizón foliar y severidad de roya común se analizó mediante un modelo lineal general y mixto, realizando el análisis de control de supuestos de cada modelo. En los casos en que la varianza de los residuos no resultó homogénea, se ajustó la heterogeneidad en el modelo. Las comparaciones múltiples se realizaron con la prueba LSD Fisher con un nivel de significación igual a 0,05.

La variable grado de degradación de la médula del tallo se analizó mediante una Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para determinar si existían diferencias significativas entre los híbridos y el tratamiento foliar evaluados ($\alpha=0,05$).

La variable rendimiento se analizó mediante un análisis de varianza (ANAVA). Las comparaciones múltiples se realizaron con la prueba de LSD Fisher ($\alpha=0,05$).

Se determinaron correlaciones de Pearson y análisis de componentes principales para encontrar la asociación entre las variables severidad de tizón foliar y severidad de roya común en R4, grado de degradación de la médula del tallo y rendimiento, con los híbridos y el tratamiento foliar como variables clasificatorias.

Para el análisis estadístico de todos los datos se utilizó el programa estadístico *Info Stat* (Di Renzo *et al.*, 2008).

Resultados

Evaluación de enfermedades foliares

Las enfermedades prevalentes durante la campaña de maíz en las que se realizaron las evaluaciones fueron: tizón foliar y roya común. Se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los híbridos y el tratamiento foliar evaluados para las variables porcentaje de severidad de tizón foliar [STF (%)] ($p < 0,0001$) y porcentaje de severidad de roya común [SRC (%)] ($p < 0,0001$ y $p = 0,0012$) en los estadios fenológicos R3 y R4 (Anexo 1).

Para las variables STF y SRC, la aplicación del fungicida disminuyó el porcentaje de severidad medio de ambas enfermedades respecto al tratamiento sin fungicida (testigo) en todos los híbridos evaluados en el ensayo. El híbrido DK 670 presentó el porcentaje de STF más alto en ambos estadios fenológicos, disminuyendo en un 32,25 % la severidad media respecto al testigo sin tratar en R4. Los híbridos DK 7210, DK 670 y ARV 2458 tuvieron los porcentajes más altos de SRC en el estadio fenológico R3 y, en R4, DK 7210, DOW 508, DK 670 y, en menor medida, ARV 2458 presentaron altos porcentajes de SRC sin aplicación de fungicida. La mayor reducción en el porcentaje medio de SRC la presentó el híbrido DOW 508 y fue de 7 %, seguido por DK 7210 con un porcentaje medio de SRC de 5,75 % en R4, luego del tratamiento químico. Los híbridos NK 840 y AX 887 tuvieron menores porcentajes de STF y SRC en ambos estadios fenológicos (Tabla 3) (Anexo 2).

Tabla 3. Valores medios del porcentaje de severidad de tizón foliar y porcentaje de severidad de roya común para los híbridos y tratamiento foliar evaluados en dos estadios fenológicos (R3 y R4).

Híbridos	Tratamiento foliar	STF (%)		SRC (%)	
		R3	R4	R3	R4
		Medias	Medias	Medias	Medias
DK 670	SF	17,50 A	41,25 A	9,75 AB	10,50 BC
ARV 2458	SF	2,75 C	4,38 C	8,75 B	9,75 C
DOW 508	SF	2,63 C	2,88 E	7,38 C	12,75 AB
DK 7210	SF	2,13 CD	3,75 CD	11,13 A	15,50 A
AX 887	SF	2,00 D	2,75 E	2,00 F	3,00 F
NK 840	SF	1,25 E	3,10 DE	4,00 D	5,75 D
DK 670	CF	7,50 B	9,00 B	5,50 D	6,25 D
ARV 2458	CF	1,13 EF	1,75 F	3,13 E	4,75 DE
DOW 508	CF	1,13 EF	1,63 F	4,38 D	5,75 D
DK 7210	CF	1,00 EFG	1,75 F	8,25 BC	9,75 BC
NK 840	CF	0,75 FG	2,00 F	1,63 F	3,13 EF
AX 887	CF	0,50 G	0,75 G	1,38 F	1,25 G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Referencias: [STF (%)]

Porcentaje de severidad de tizón foliar; [SRC (%)] Porcentaje de severidad de roya común; CF Con fungicida; SF Sin fungicida.

Evaluación de la podredumbre del tallo

En la Figura 5 se presentan gráficos de barras que representan el número de tallos (frecuencias absolutas) evaluados con los grados de degradación de la médula del tallo (GDMT), según la escala de podredumbre de la Universidad de Illinois (0 a 5), para cada híbrido y tratamiento foliar. Respecto a las frecuencias absolutas del tratamiento sin fungicida, se puede apreciar que los híbridos DK 670 y DOW 508 se mostraron más susceptibles a la podredumbre basal, debido al mayor número de tallos con grados comprendidos entre 3 y 4, seguido por los híbridos DK 7210 y ARV 2458. En estos grados de la escala (3 y 4), los tallos exhibieron separación y degradación de la médula. Por el contrario, los híbridos NK 840 y AX 887 mantuvieron la integridad estructural de sus tallos, con grados de podredumbre comprendidos entre 0 y 2.

Cuando se realizó la aplicación del fungicida foliar, los niveles de frecuencias absolutas fueron mayores en las categorías de tallos sanos (escala 1) para todos los híbridos, excepto el híbrido DOW 508 que tuvo un número mayor de tallos en la categoría 2.

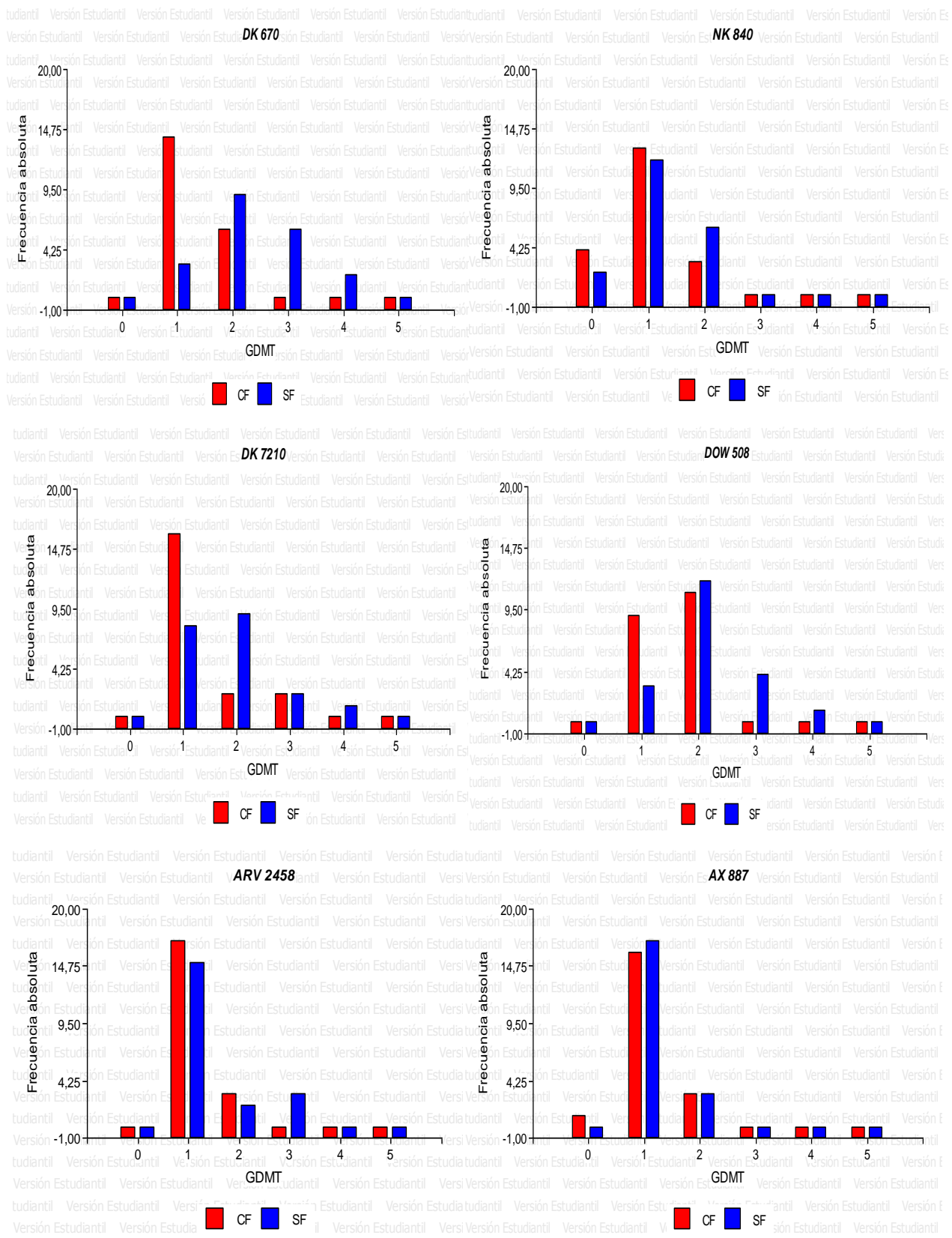


Figura 5. Gráficos de frecuencias absolutas de los tallos evaluados por grado de degradación de la médula del tallo según escala de podredumbre, para cada híbrido y tratamiento foliar. Referencias: GDMT Grado de degradación de la médula del tallo; CF Con fungicida; SF Sin fungicida.

La variable grado de degradación de la médula del tallo fue analizada mediante un análisis no paramétrico de Kruskal Wallis para los factores híbridos y tratamiento foliar.

Luego, como prueba posterior, para evaluar diferencias entre tratamientos se realizaron comparaciones de a pares entre las medias de los rangos según lo postulado por Conover (1999).

Para dicho análisis estadístico, se utilizó un nivel de significancia de 0,05.

A partir de los datos de la Tabla 4, realizada a través de la prueba de Kruskal Wallis se visualiza que hubo diferencias estadísticamente significativas para la variable GDMT entre los híbridos evaluados con y sin aplicación de fungicida foliar ($p < 0,0001$) (Anexo 3).

Para esta variable, se pudieron distinguir dos grupos de híbridos diferenciados según tratamiento foliar a través del test de comparaciones de a pares de medias de rangos (Anexo 4). Los híbridos NK 840, ARV 2458 y AX 887 no presentaron diferencias significativas a la aplicación del fungicida foliar para la variable GDMT ($p = 0,1978$; $p = 0,3418$; $p = 0,7275$, respectivamente). Es decir que en estos híbridos la disminución en el grado de degradación de la médula del tallo luego de la aplicación del fungicida foliar no fue estadísticamente significativa. En cambio, los híbridos DK 670, DOW 508 y DK 7210 presentaron diferencias significativas a la aplicación del fungicida foliar para la variable GDMT ($p = 0,0001$; $p = 0,0075$; $p = 0,0202$, respectivamente). En estos híbridos la disminución en el grado de degradación de la médula del tallo luego de la aplicación del fungicida foliar fue estadísticamente significativa. La reducción en el GDMT del híbrido DK 670 aplicado con fungicida foliar respecto al testigo (sin fungicida) fue de aproximadamente de 44,68 %, 27,90 % para el híbrido DOW 508 y de 27,77 % para el híbrido DK 7210 (Anexo 5).

Tabla 4. Valores medios de grado de degradación de la médula del tallo para los distintos híbridos evaluados con y sin aplicación de fungicida foliar.

Variable	Híbrido	Tratamiento foliar	Medias	Desvío Estándar	Medianas	Promedio rangos	p
GDMT	NK 840	CF	0,95	0,60	1,00	79,90 A	<0,0001
GDMT	AX 887	CF	1,10	0,45	1,00	91,15 A	
GDMT	AX 887	SF	1,15	0,37	1,00	94,90 AB	
GDMT	ARV 2458	CF	1,15	0,37	1,00	94,90 AB	
GDMT	NK 840	SF	1,20	0,62	1,00	103,30 AB	
GDMT	DK 7210	CF	1,30	0,66	1,00	104,50 AB	
GDMT	DK 670	CF	1,30	0,47	1,00	110,80 ABC	
GDMT	ARV 2458	SF	1,40	0,75	1,00	111,95 ABC	
GDMT	DOW 508	CF	1,55	0,51	1,00	137,30 BC	
GDMT	DK 7210	SF	1,80	0,83	2,00	149,58 CD	
GDMT	DOW 508	SF	2,15	0,75	2,00	180,38 D	
GDMT	DK 670	SF	2,35	0,88	2,00	187,35 D	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Referencias:

GDMT Grado de degradación de la médula del tallo; CF Con fungicida; SF Sin fungicida.

Identificación de los agentes causales de la podredumbre del tallo

En las muestras de tallos evaluadas en laboratorio se aisló *Fusarium graminearum*, *Fusarium verticillioides*, y *Colletotrichum graminicola* como los principales agentes causales de la podredumbre del tallo en maíz, siendo *Fusarium graminearum* el organismo causal más prevalente en las muestras analizadas (Figura 6).

Las colonias de *Fusarium graminearum* se caracterizaron por su rápido crecimiento en medio de cultivo APG y la formación de abundante micelio de color rosado (6 A). Los macroconidios fueron relativamente delgados y casi rectos de 5 a 6 septos y la célula apical fue cónica mientras que la célula basal presentó forma de pie (6 B).

Fusarium verticillioides desarrolló en medio APG colonias de color blanco y micelio de crecimiento medio (6 C). Los microconidios fueron abundantes y de forma ovoide con base trunca, en cadenas o falsas cabezas. Los macroconidios estuvieron ausentes (6 D).

Las colonias de *Colletotrichum graminicola* se caracterizaron por formar un micelio de color gris oscuro en el medio de cultivo (6 E). A nivel microscópico, se identificaron acérvulas oscuras con setas circulares negras y conidios hialinos, unicelulares y curvos (6 F).

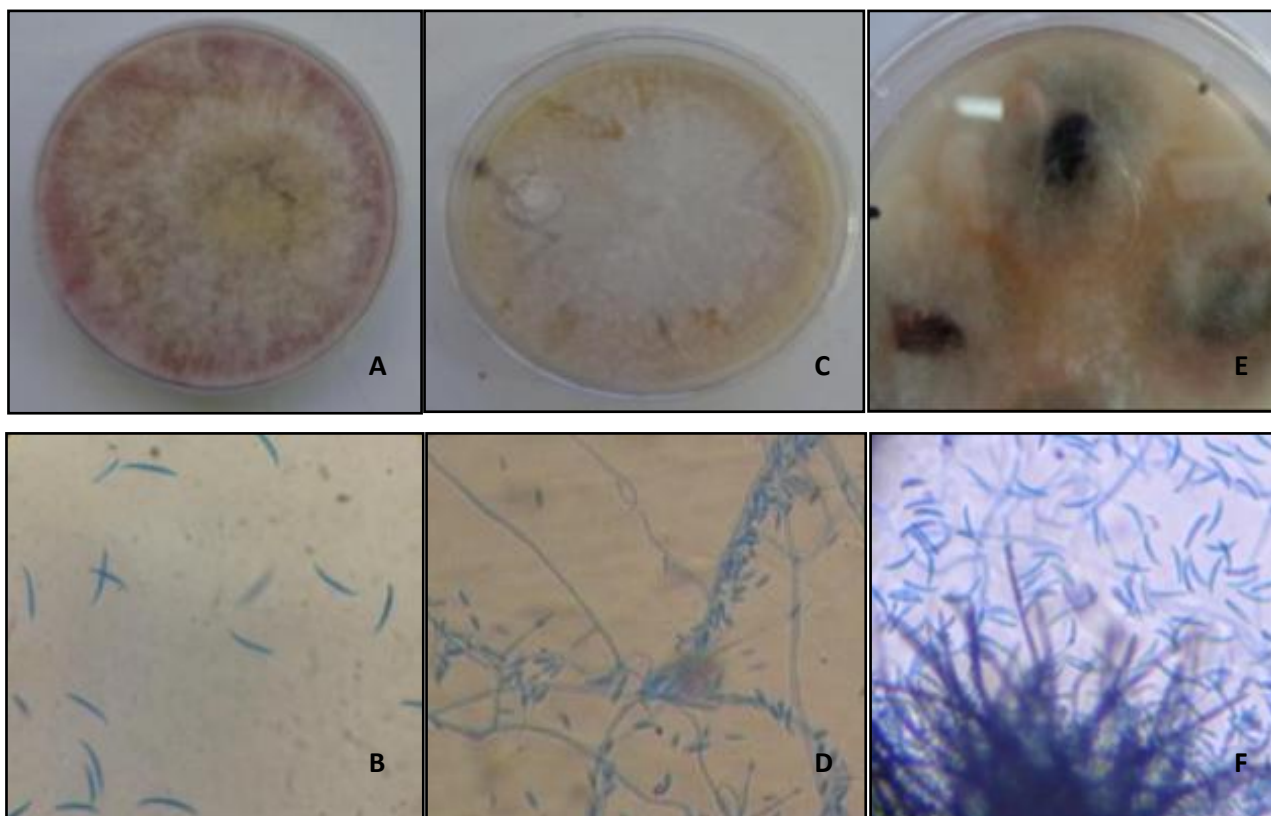


Figura 6. Diagramas de los principales organismos causales de la podredumbre del tallo en maíz, se indica las colonias en APG (A, C y E) y estructuras de los hongos en tinción con colorante Gueguén. (B, D y F). Se detalla: Colonias de *Fusarium graminearum* (A), *Fusarium verticillioides* (C) y *Colletotrichum graminicola* (E). Macroconidios de *Fusarium graminearum* (B), microconidios de *Fusarium verticillioides* (D) y setas y conidios de *Colletotrichum graminicola* (F).

Determinación del rendimiento

No se hallaron diferencias estadísticas significativas para rendimiento en grano entre los híbridos evaluados en el ensayo ($p=0,3559$). Se determinaron diferencias estadísticamente significativas en rendimiento para el tratamiento foliar ($p=0,0007$) (Anexo 6). La aplicación del fungicida foliar arrojó 969,2 kilogramos por hectárea promedio a favor de todos los híbridos respecto al tratamiento sin fungicida (Tabla 5) (Anexo 7).

Si bien las diferencias estadísticas no fueron significativas entre los híbridos para el rendimiento en grano, luego de la aplicación del fungicida el híbrido DK 670 presentó la mayor diferencia en rendimiento, seguido por los híbridos AX 887 y ARV 2458 comparado con el testigo sin tratar. Los híbridos DK 7210 y DOW 508 exhibieron respuestas medias en rendimiento al tratamiento con fungicida. Por el contrario, NK 840 tuvo el menor incremento de rendimiento producto de la aplicación del fungicida (Figura 7).

Tabla 5. Valores medios de rendimiento (kilogramos/hectárea) para el tratamiento foliar evaluado.

Tratamiento foliar	Rendimiento (Kg/ha)
CF	11738,94 A
SF	10769,74 B
Media	11254
DMS ($\alpha=5\%$)	538,1
CV %	8

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Referencias: CF Con fungicida; SF Sin fungicida.

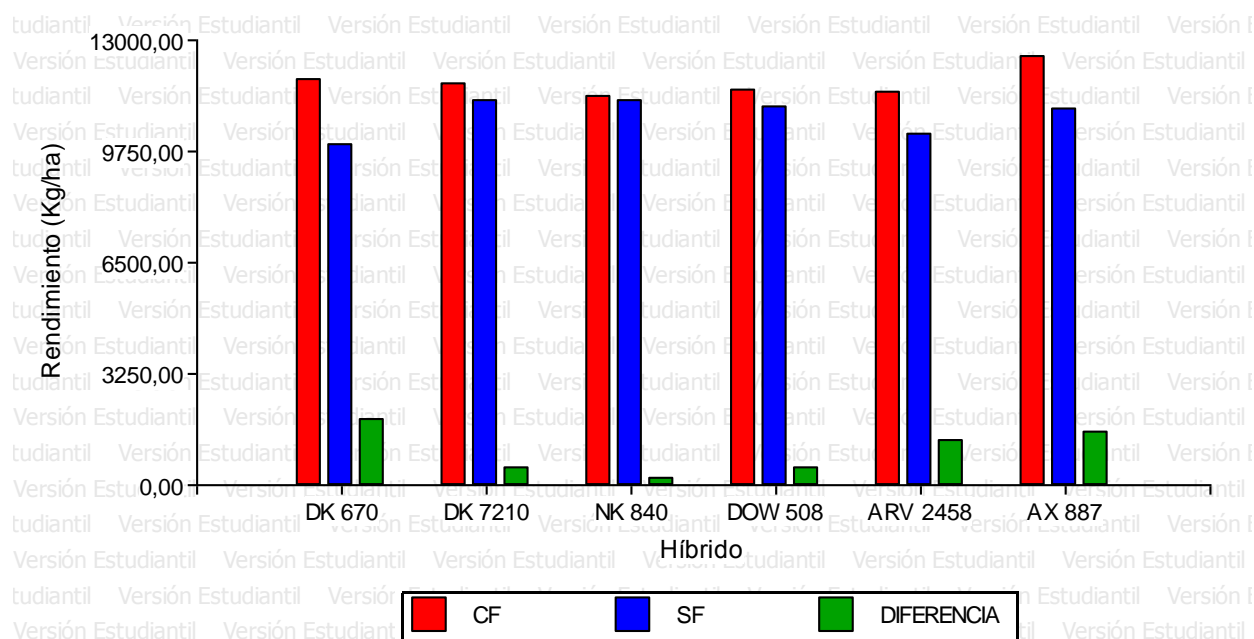


Figura 7. Valores medios de rendimiento (kilogramos/hectárea) entre los híbridos y el tratamiento foliar evaluados en el ensayo. La respuesta en rendimiento corresponde a la diferencia entre el tratamiento con fungicida y el tratamiento sin fungicida. Referencias: CF Con fungicida. SF Sin fungicida

Para determinar la asociación entre las variables severidad de roya común (SRC), severidad de tizón foliar (STF) en R4, grado de degradación de la médula del tallo (GDMT), y rendimiento, se realizaron correlaciones de Pearson y análisis de componentes principales. A través de los resultados obtenidos de la matriz de correlación y las probabilidades de relación entre las variables, se apreció correlación positiva y significativa entre las variables SRC y GDMT ($r=0,75$, $p=0,0052$) y entre las variables STF y GDMT ($r=0,64$, $p=0,0239$). Es decir, que aquellos híbridos que presentaron mayor severidad de enfermedades foliares podrían ser más susceptibles a las podredumbres de

tallo. A su vez, las variables STF, GDMT y, en menor medida, SRC se correlacionaron en forma negativa con el rendimiento (ángulos mayores a 90°). Dichas correlaciones no fueron estadísticamente significativas (Anexo 8).

El análisis de componentes principales se visualizó a través de un gráfico bidimensional integrado por dos componentes principales (CP1 y CP2). La sumatoria de las dos primeras componentes principales (CP1 y CP2) explicó el 82,4 % de la variabilidad total de los datos (Figura 8).

En la Figura 8 se puede visualizar que los híbridos DK 7210 y DOW 508 fueron los más susceptibles a SRC, en tanto que el híbrido DK 670 tuvo el porcentaje más alto de STF. Estos híbridos susceptibles a las enfermedades foliares presentaron mayor GDMT. Como respuesta a la aplicación del fungicida foliar, los híbridos DK 670, AX 887 y ARV 2458 presentaron altos incrementos de rendimiento en grano comparado con el testigo, seguido por DK 7210 y DOW 508. El híbrido NK 840 tuvo el menor incremento de rendimiento en grano como resultado de la aplicación del fungicida.

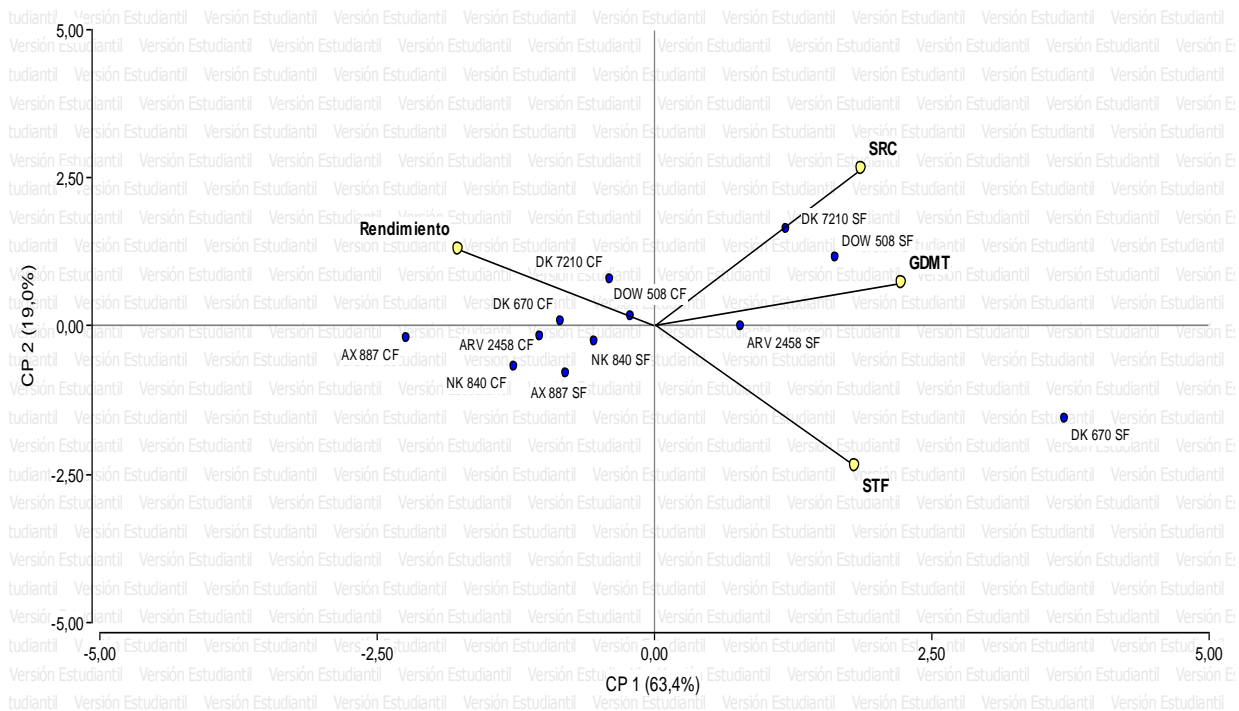


Figura 8. Biplot resultante del análisis de componentes principales de las variables grado de degradación de la médula del tallo, severidad de tizón foliar y severidad de roya común en R4 y rendimiento, con los híbridos y tratamiento foliar como variables clasificatorias. Referencias: GDMT Grado de degradación de la médula del tallo. STF Severidad de tizón foliar. SRC Severidad de roya común. CF Con fungicida. SF Sin fungicida.

Discusión

En maíces de siembra tardía las condiciones climáticas predisponen al desarrollo de enfermedades foliares. Las precipitaciones frecuentes, las altas horas de mojado foliar y las temperaturas moderadas fueron conducentes para el desarrollo de enfermedades foliares durante la campaña 2014/2015 (Datos Sección Meteorología EEA INTA Pergamino, 2015) (Anexo 9, Figura A1). Las principales enfermedades foliares presentes en el ensayo fueron tizón foliar y roya común, en concordancia con lo demostrado por otros autores (Couretot *et al.*, 2009; Couretot *et al.*, 2013; Couretot *et al.*, 2014). Los niveles de infección obtenidos naturalmente a campo permitieron diferenciar los híbridos ensayados por su susceptibilidad a ambas enfermedades. El híbrido DK 670 fue el más susceptible a tizón foliar, en tanto que los cinco híbridos restantes tuvieron un mejor comportamiento a esta enfermedad en R4. Los híbridos DK 7210, DOW 508, DK 670 y, en menor medida, ARV 2458 fueron los más afectados por roya común, mientras que NK 840 y AX 887 presentaron buen comportamiento frente a ambas enfermedades debido a los bajos porcentajes de severidad registrados en R4. Resultados similares fueron obtenidos por Parisi *et al.* (2015) para dos de los seis híbridos utilizados en el ensayo, los cuales tuvieron un comportamiento similar a estas enfermedades en la campaña 2013/2014.

Los actuales sistemas de producción agrícolas basados en el uso generalizado de la siembra directa, con escasa remoción de residuos de cosecha y la adopción de fechas de siembra tardías en la mayoría de las zonas del núcleo maicero han favorecido el desarrollo de podredumbres de tallo en cultivos de maíz (Sillon *et al.*, 2013; De Rossi *et al.*, 2014).

Dood (1980) determina que las enfermedades foliares predisponen a podredumbres del tallo luego de la floración del maíz, debido a que las plantas afectadas por enfermedades de la hoja disminuyen el área fotosintética y la producción de fotosintatos en la misma y provoca la removilización de las reservas del tallo para abastecer la demanda de los granos fijados. Los resultados de este ensayo indican relaciones altas y positivas entre la severidad de roya común (SRC) y grado de degradación de la médula del tallo (GDMT) y entre severidad de tizón foliar (STF) y grado de degradación de la médula del tallo (GDMT), resultados similares a los obtenidos por Parisi *et al.* (2014). Estos autores registraron relaciones positivas y significativas entre STF y GDMT. Esta información demuestra la importancia del tizón foliar y roya común en materiales susceptibles como enfermedades conducentes al desarrollo de podredumbres basales.

Pronczuck *et al.* (2004) determinaron una relación significativa entre altos niveles de infección por mancha ocular (*Kabatiella zaeae*) y podredumbres de tallo en maíz.

Los híbridos evaluados en el ensayo presentaron un comportamiento diferencial a las podredumbres del tallo bajo infección natural. Los híbridos DK 670, DOW 508, DK 7210 y, en menor medida, ARV 2458 se mostraron más susceptibles a la podredumbre basal, con grados de podredumbre comprendidos entre 3 y 4, en tanto que los híbridos NK 840 y AX 887 mantuvieron la integridad de sus tallos, con escalas de podredumbres comprendidas entre 0 y 2. Estos resultados demuestran que los procesos de removilización de materia seca en los tallos de maíz depende de las características intrínsecas de cada material genético, según lo reportado por Mortimore y Ward (1964) quienes observaron que los tallos con alto contenido de azúcares en madurez fisiológica tenían una alta resistencia a las podredumbres de tallo. Por otro lado, Eslava (2008) indica que la podredumbre del tallo fue mayor en plantas de maíz que tuvieron una excesiva y más temprana removilización de materia seca en los tejidos basales del tallo. Nielsen (2013) enfatiza que la calidad estructural de los tallos puede variar por las características inherentes de los genotipos en asegurar la integridad de las cañas y la resistencia a los procesos de removilización de carbohidratos durante el periodo de llenado de los granos. Teyssandier (2007) indica que la genética de la resistencia para podredumbre de caña es compleja, ya que involucra, además, los procesos fisiológicos que afectan el rendimiento. El comportamiento de un híbrido por calidad de caña depende de la estabilidad de la misma a través de varios años y ambientes donde material es evaluado.

Los principales patógenos causales de la podredumbre basal identificados fueron *Fusarium graminearum*, *Fusarium verticillioides* y *Colletotrichum graminicola*, siendo *Fusarium graminearum* el agente causal más prevalente en las muestras de tallos analizadas. Resultados similares fueron reportados por Marinelli *et al.* (2010) para la región centro sur de Córdoba durante la campaña agrícola 2009/2010. Por otro lado, Parisi *et al.* (2014) obtuvieron resultados similares para la zona norte de la provincia de Buenos Aires durante el ciclo agrícola 2012/2013.

Díaz y Juárez (2011) sostienen que el uso combinado de fungicidas mezcla de triazoles más estrobilurinas constituye una herramienta de manejo fundamental para controlar las enfermedades foliares en híbridos susceptibles y disminuir la incidencia de podredumbres de tallo. Los resultados de este ensayo muestran que la aplicación del fungicida disminuyó el porcentaje de severidad de tizón foliar y de roya común respecto al tratamiento sin aplicar en todos los híbridos evaluados, siendo mayor esta diferencia en

aquellos materiales que tuvieron altos porcentajes de severidad para ambas enfermedades.

El control de enfermedades foliares aumentó la cantidad de tallos sanos en todos los híbridos evaluados, con GDMT comprendido entre 0 y 2. Los híbridos NK 840, ARV 2458 y AX 887 no mostraron reducciones significativas en el GDMT entre los tratamientos con y sin fungicida, posiblemente debido a los bajos porcentajes de severidad de enfermedades observadas en estos híbridos. Mientras que DK 670, DK 7210 y DOW 508 presentaron una reducción significativa en el GDMT luego del tratamiento químico, ya que fueron susceptibles a tizón foliar y a roya común. Estos resultados fueron similares a los demostrados por otros autores (Bradley, 2009; Díaz y Juárez, 2011).

Las variables STF, GDMT y, en menor medida, SRC se correlacionaron en forma negativa y no significativa con el rendimiento, valores similares a los reportados por Parisi *et al.* (2014). Según Wilcoxson (1962) no existe correlación entre las pudriciones basales de los tallos y el rendimiento en maíz. Sin embargo, problemas durante el llenado de los granos genera removilización en los tallos que puede conducir al quebrado y vuelco de plantas y posteriores pérdidas de rendimiento por llenado incompleto de granos y/o espigas deterioradas por contacto con el suelo húmedo. Como el rendimiento en grano del maíz depende de varios factores tales como el genotipo, condiciones climáticas, fertilización, suelo y densidad de plantas, es difícil definir con precisión qué factor/es contribuyen a la reducción del rendimiento en grano (Pronczuk *et al.*, 2014).

Los híbridos evaluados en el ensayo no presentaron diferencias significativas para el rendimiento en grano. Sin embargo, se diferenciaron por su potencial genético en rendimiento luego del tratamiento químico. El híbrido DK 670 tuvo el mayor incremento de rendimiento, seguido por los híbridos AX 887 y ARV 2458, comparados con el testigo sin tratar. A pesar de que los híbridos AX 887 y NK 840 resultaron ser de buen comportamiento a tizón foliar y roya común, el primero presentó alta respuesta en rendimiento, en contraste con el híbrido NK 840 luego de la aplicación del fungicida. Estos resultados serían coincidentes con Levy y Leonard (1990) para tizón foliar y que podríamos hacerlo extensivo a otras enfermedades foliares. Estos autores determinan que la translocación de fotoasimilados y gastos de energía que demanda la infección de enfermedades de la hoja tiene un efecto mayor sobre el rendimiento que lo que se puede explicar por las pérdidas directas del área foliar sana.

La aplicación conjunta de los fungicidas triazoles y estrobilurinas incrementó el rendimiento promedio en 962 kilogramos/hectárea respecto al testigo sin tratar. Valores similares fueron obtenidos por Couretot *et al.* (2013) para la campaña agrícola 2012/2013

quien determinó incrementos medios entre 900 a 2300 kilogramos/hectárea comparado con el tratamiento sin fungicida. En la campaña agrícola 2013/2014, Parisi *et al.* (2015) demostraron que la aplicación de estos fungicidas provocó un incremento de 444 kilogramos /hectárea superior respecto al testigo. De Rossi *et al.* (2010) y Sillon *et al.* (2010) en ensayos de control químico de tizón foliar encontraron controles efectivos y mejoras en los rendimientos de 8 a 20 %.

La siembra tardía de un material susceptible a enfermedades foliares implicaría la posibilidad de recurrir al uso combinado de fungicidas como herramienta de control para reducir la incidencia de las podredumbres de tallo.

Conclusiones

-El control químico de enfermedades de la hoja mantiene el área foliar verde en postfloración en maíces sembrados en fechas tardías reduciendo la incidencia de podredumbres de tallo.

-Los principales patógenos causales de la podredumbre del tallo fueron *Fusarium graminearum*, *Fusarium verticillioides* y *Colletotrichum graminicola*, siendo *Fusarium graminearum* el organismo causal más prevalente en las muestras analizadas.

-Existe correlación positiva y significativa entre SRC y GDMT y entre STF y GDMT.

-Existe correlación negativa y no significativa entre STF, GDMT y, en menor medida, SRC con el rendimiento.

-El efecto del fungicida foliar sobre el rendimiento en grano permitió diferenciar los híbridos evaluados por su potencial genético.

Bibliografía

- Alvarado, L., Basail, J., Bonel, J., Brasesco, J., De Rojas Codromaz, A., Conde, A., Coscia, A., Dagoberto, E., Davidovich, A., De Dios, C., Gomez, G., Illia, M., Luna, J.T., Martinez, P., De Inalbon Melgratti, M., Novello, P., Parisi, R., Puig, R., Rebella, C., De Saluso Rios, M., Rodriguez, M., Senigagliesi, C., Tasi, H., Van Becelaere, R., Velazquez, P., Vicentini, R., Videla, R., Zeljbovich, V., y De Balyk Zaccagnini, M.E. 1980. El cultivo de maíz. INTA. 163 pp.
- Andrade, F.H., Cirilo, A.G., Uhart, S.A., y Otegui, M.E. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Editorial La Barrosa y Dekalb Press. 292 pp. ISBN 987-96163-0-8.
- Ballvé, R., y Bert, F. 2014. Maíz temprano y maíz tardío: ventajas de cada sistema y criterios para la elección y manejo. Revista Cultivar Decisiones. Conocimiento Agropecuario. N°39. Disponible en: http://www.cultivaragro.com.ar/capacitaciones/1_MaizTardio_1389527155.pdf. Consultado: Mayo 2016.
- Bert, F., y Satorre, E. 2012. Sistemas de producción de maíz: maíz temprano y tardío. Revista de Aapresid, Maíz: Manejo 2012. Disponible en: http://www.cultivaragro.com.ar/nota_Bert_Satorre_2012.pdf. Consultado: Mayo 2016.
- Bleicher, J. 1988. Níveis de resistência a *Helminthosporium turcicum* Pass. Em tres ciclos de seleção em milho pipoca (*Zea Mays* L.). Piracicaba, 1988. 130p. Tese (Doutorado)- ESALQ- SP, Brasil.
- Bolsa de Comercio de Rosario. 2018. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/Pages/gea/estimaproducto.aspx>. Consultado: Junio 2018.
- Bradley, C.A. 2009. Effects of foliar fungicides on corn stalk quality. Disponible en: <http://bulletin.ipm.illinois.edu/print.php?id=1185>. Consultado: Junio 2018.
- Bruni, O. 1965. Podredumbre de la raíz y base del tallo del maíz. Informe Técnico N° 49. INTA Pergamino. 13 pp.
- Butzen S. 2008. Monitor corn fields for stalk quality problems. Crop Insights. 18(12): 1-4.

- Carmona, M. 2008. ¿Cómo medir la Roya Común del Maíz?. Disponible en: <http://studylib.es/doc/285025/%C2%BFc%C3%B3mo-medir-la-roya-com%C3%BA-del-ma%C3%ADz>. Consultado: Junio 2018.
- Carmona, M., Reis, E.M., y Galli, M. 2006. Pudriciones de tallo y raíces en el cultivo de maíz. Revista maíz en siembra directa Aapresid. 86-89 pp. Agosto de 2006.
- Carmona, M.A., Reis, E.M., y Casa, R.T. 2008. Identificación y Manejo de las Principales Enfermedades del Maíz. Ed. Horizonte A. 44 pp.
- Cirilo, A. 2004. Fecha de siembra y rendimiento en maíz. Revista Idia XXI. 4(6): 122-127.
- Conover, W.J. 1999. Practical Nonparametric Statistics. 3ª ed. New York: Wiley.
- Cordes, G.G., Rodríguez, A.V., Ferreyra, L., y Murgio, M. Presencia de Roya Común en híbridos de Maíz. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_roya_comun_en_maiz.pdf. Consultado: Junio 2018.
- Couretot, L. 2009. Panorama sanitario del cultivo de maíz en la zona Norte de la Prov. de Bs As. Campañas 2007/2008-2008/2009. Disponible en: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/sanidad-maiz-en-buenos-aires-t28137.htm>. Consultado: Junio 2018.
- Couretot, L., Parisi, L., Hirsch, M., Ferraris, G., Mousegne, F., y Magnone, G. 2014. Comportamiento sanitario de híbridos de maíz temprano y tardío en la zona norte de la provincia de Buenos Aires. Actas X Congreso Nacional de Maíz. Rosario. 3-5 Setiembre 2014.
- Couretot, L., Parisi, L., Hirsch, M., Suarez, M.L., Magnone, G., y Ferraris, G. 2013. Principales enfermedades del cultivo de maíz en las últimas campañas y su manejo. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_pergamino_principales_enfermedades_del_cultivo_d.pdf. Consultado: Junio 2016
- Couretot, L., Parisi., Ferraris, G.F., y Magnone, G. 2012. Efecto de fungicidas foliares y momento de aplicación sobre la intensidad de tizón foliar y enfermedades de raíz y tallo. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas- San Luis 2012.

- De Rossi, R.L., Giménez Pecci, M.P., Guerra, F.A., Plazas, M.C., Brucher, E., Guerra, G.D., Torrico, A.K., Camiletti, B.X., Maurino, M.F., Barontini, J., Ferrer, M., Lucini, E., y Laguna, I.G. 2017. Enfermedades del maíz de siembra tardía causadas por hongos. Compendio Primer Congreso de Maíz Tardío: El mismo maíz, un nuevo desafío. Disponible en: <http://www.congresomaiztardio.com.ar/el-mismo-maiz-un-nuevo-desaf%C3%ADo.pdf>. Consultado: Junio 2018.
- De Rossi, R.L., Guerra, F.A., Plazas, M.C., Guerra, G.D., Solfanelli, P., y Valenta, C. 2014. Evaluación de la pudrición de espigas y la pudrición de raíces y tallos en 12 híbridos de maíz en dos localidades del centro norte de Córdoba. X Congreso Nacional de Maíz.
- De Rossi, R.L., Plazas, M.C., Bruchner, E., Ducasse, D., y Guerra, G. 2010. El tizón del maíz (*Exserohilum turcicum*): presencia e impacto en el centro norte de Córdoba durante tres campañas agrícolas. Actas IX Congreso Nacional de Maíz, Rosario, Argentina.
- Di Renzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada., y Robledo, C.W. 2008. *InfoStat*, versión 2008, Grupo *InfoStat*, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Díaz, C., y Juárez, J. 2011. Performance de híbridos de maíz frente a stress biótico, tratados con Opera. Trabajo Top Ciencia. Edición 2011. Buenos Aires, Argentina.
- Dood, J.L. 1980. The role of plants stresses in development of corn stalk rots. *Plant Disease*. 64: 533-537.
- Eslava, F., 2008. Análisis del quebrado y vuelco en maíz (*Zea mays* L.) bajo diferentes relaciones fuente/destino durante el llenado de granos. Centro Universitario Mediterráneo, IAP Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad Nacional de Villa María, Villa María, Córdoba. 48 pp.
- Fantin, G.M., y Duarte, A.P. 2009. Manejo de doenças na cultura do milho safrinha. Instituto Agronômico, Campinas, S.P.BRASIL. 98 pp.
- Formento, N. 2010. Enfermedades foliares reemergentes del cultivo de maíz: royas (*Puccinia sorghi* y *Puccinia polysora*), tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y mancha ocular (*Kabatiella zae*). Disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script->

- [tmp-inta-enfermedades-foliare-reemergentes-del-cultivo-d.pdf](#). Consultado: Junio 2018.
- Hines, R., Shaw, J., and White, D. 2001. University of Illinois. Stalk Rot Rating Scale. Disponible en: <http://fyi.uwex.edu/fieldcroppathology/files/2011/03/stalkrotscale.pdf>. Consultado: Junio 2016.
- Jackson, T.A., Rees, J.M., and Harveson, R.M. 2009. Common stalk rot diseases of corn. University of Nebraska. Lincoln Extension. Disponible en: <http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/ec1898.pdf>. Consultado: Junio 2016.
- Leslie, J.F., and Summerell, B.A. 2006. The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell publishing, USA, UK, Australia. 388 pp.
- Levy, Y., and Leonard, K.L. 1990. Yield loss in sweet corn in response to defoliation or infection for *Exerohilum turcicum*. J. Phytopathology. 128: 161-171.
- Maddoni, G.A. 2012. Analysis of the climatic constraints to maize production in the current agricultural region of Argentina- a probabilistic approach. Theoretical and Applied Climatology. 107: 325-345.
- Mallowa, S.O., Esker, P.D., Paul, P.A., Bradley, C.A., Chapara, V.R., Conley, S.P., and Robertson, A.E. 2015. Effect of maize hybrid and foliar fungicides on yield under low foliar disease severity conditions. Phytopathology. 105: 1080-1089
- Malvick, D.K. 1995. Corn stalk rots. Report on plant disease. N°200. University of Illinois. Department of Crop Sciences. Disponible en: <http://ipm.illinois.edu/diseases/rpds/200.pdf>. Consultado: Junio de 2016.
- Marinelli, A., Oddino, C., Garcia, J., Tarditi, L., Ferrari, S., De Eramo, L., Lenardon, J., Palacio, S., Chulze, S., y March, G. 2010. Podredumbre del tallo y raíz del maíz en la región centro sur de Córdoba. Actas IX Congreso Nacional de Maíz, Rosario, Argentina. 223-225 pp.
- Miranda, W., Cirilo, A., Barraco, M., Scianca, C., Lardone, A., y Justo, C. 2012. Análisis de estrategias de manejo y factibilidad climática de maíces de primera y tardío en el noroeste de Buenos Aires. Memoria Técnica 2011-2012. Disponible en: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_mt2012_miranda_analisis_estrategias_manejo.pdf. Consultado: Mayo 2016.

- Mortimore, C.G., and Ward, M. 1964. Root and stalk rot of corn in southwestern Ontario III. Sugar levels as a measure of plant vigor and resistance. *Can. J. Plant Sci.*44: 451-457.
- Nelson, P.E., Toussoun, T.A., and Marasas, W.F.O. 1983. *Fusarium species. An illustrated manual for identification.* The Pennsylvania University Press, University Park and London. 193 pp.
- Nielsen, R.L. 2013. Stress during grain fill: a harbinger of stalk health problems. Disponible en: <http://www.agry.purdue.edu/ext/corn/news/timeless/stalkhealth.html>. Consultado: Junio 2016.
- Papucci, S., González, A., Cruciani, M., Tuttolomondo, G., González, M. 2016. Maíces tempranos versus tardíos. *Cátedra de Sistemas de Cultivos Extensivos- Facultad de Ciencias Agrarias- UNR. Artículo de divulgación, Agromensajes.* 46: 39-45.
- Parisi, L., Couretot, L., Hirsch, M., Fernández, M., y Magnone, G. 2014. Evaluación de enfermedades foliares, de raíz y tallo en un ensayo comparativo de híbridos de maíz de segunda y su relación con el rendimiento. Campaña 2012/2013. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/266908574_EVALUACION_DE_ENFERMEDADES_FOLIARES_DE_RAIZ_Y_TALLO_EN_UN_ENSAYO_COMPARATIVO_DE_HIBRIDOS_DE_MAIZ_DE_SEGUNDA_Y_SU_RELACION_CON_EL_RENDIMIENTO. Consultado: Junio 2018.
- Parisi, L., Couretot, L., Magnone, G., Beribe, M.J., y Gatti, N. 2015. Control de enfermedades foliares en maíz tardío con una mezcla de triazol + estrobilurina sobre cinco híbridos comerciales de diferente perfil sanitario. Campaña 2013/2014. *Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa. Maíz SD.* Agosto 2015. ISSN 1850-0633.
- Pedrol, H., Catellarin, J., Salvagiotti, F. 2004. Sustentabilidad y diversificación de riesgos productivos. Importancia del maíz en la rotación de los cultivos. *Revista Idia XXI.* 4(6):141-144.
- Peterson, R.F., Campbell, F.A., and Hannah, A.E. 1948. A diagramatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal Research.* 26: 495-500.

- Pronczuck, M., Bojanowski, J., and Warzecha, R. 2004. Effect of leaf *Kabatiella zaeae* on stalk rot prevalence and grain yield of maize hybrids *Phytopathology*. 152: 410-415.
- Proot, A., Barraco, M., Scianca, C., y Álvarez, C. 2011. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la densidad de siembra sobre los rendimientos y la eficiencia de uso del agua en maíces tardíos de la pampa arenosa. Memoria Técnica 2010-2011. Disponible en: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-mt2011_proot_efecto_fertilizacion_nitrogenada.pdf. Consultado: Mayo 2016.
- Reis, E.M., Reis, A.C., y Carmona, M. Manual de fungicidas. Controle químico de doenças da plantas. ISBN 97885-7515-464-9 Ed. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Brasil. 226 pp.
- Ritchie, S.W., and Hanway, J.J. 1982. How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service. Special Report N° 48.
- Sillon, M. 2012. Podredumbre de raíz y tallo en maíz: cómo detectarlas, cómo prevenirlas. Revista Aapresid, Maíz: Manejo 2012. Disponible en: <http://www.youblisher.com/p/572989-Maiz-en-SD-2012/>. Consultado: Agosto 2016.
- Sillon, M., Ramos, J., Del Valle, E., Couretot, L., y Fontanetto, H. 2010. Nuevos desafíos en maíz: tizones, PTR y nematodos. Actas del XVIII Congreso de Aapresid. Pág. 1-6. Rosario, 11-13 de Agosto de 2010.
- Sillon, M.R., Magliano, M.F., Nocenti, D., Sobrero, L., y Aznarez, G. 2013. Evolución y prevalencia de podredumbres de raíz y tallo en Santa Fe. Revista Agromercado.
- Souza, J. 2007. Enfermedades del maíz en Entre Ríos. Actualización Técnica maíz, girasol y sorgo. Serie Extensión INTA EEA Paraná. N°44. 80-85 pp.
- Teyssandier, E. 2007. Sanidad en maíz en lo que hace a caña, raíz y producción de micotoxinas. Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa. Maíz SD. Septiembre 2007. ISSN 1850-0633.
- Thomison, P., and Pierce, P. 2012. Drought may increase stalk lodging in corn: Ohio State University. Disponible en: http://www.agprofessional.com/resource_centers/corn/disease/news/Drought-may-increase-stalk-lodging-in-corn-169360086.html. Consultado: Junio 2016.

Véras da Costa, R., Cota, V. 2009. Controle químico de doenças na cultura do milho: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação Circular Técnica Nro 125. Sistema de Integração Lavoura- Pecuária: O modelo implantado na Embrapa Milho e Sorgo. 11 pp.

White, D. 1999. Compendium of corn diseases American Phytopathological Society. 78 pp.

Wilcoxson, R.D. 1962. Stalk rot in relation to yield of corn. *Phytopathology* 52: 416- 418.

Anexo

Anexo 1. Modelo lineal general y mixto para la variable porcentaje de severidad de tizón foliar (STF [%]) en R3, entre los factores híbrido y tratamiento foliar.

Variable dependiente: STF (%)

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0
48	104,07	132,57	-34,04	1,73	0,98

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	844,52	<0,0001
híbrido	5	73,32	<0,0001
trat.foliar	1	137,65	<0,0001
híbrido:trat.foliar	5	13,62	<0,0001

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	677,97	<0,0001
híbrido	5	73,32	<0,0001
trat.foliar	1	118,37	<0,0001
híbrido:trat.foliar	5	13,62	<0,0001

Modelo lineal general y mixto para la variable porcentaje de severidad de tizón foliar (STF [%]) en R4, entre los factores híbrido y tratamiento foliar.

Variable dependiente: STF (%)

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0
48	133,56	162,06	-48,78	3,85	0,98

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	690,55	<0,0001
híbrido	5	61,11	<0,0001
trat.foliar	1	208,78	<0,0001
híbrido:trat.foliar	5	27,45	<0,0001

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	919,70	<0,0001
híbrido	5	61,11	<0,0001
trat.foliar	1	120,20	<0,0001
híbrido:trat.foliar	5	27,45	<0,0001

Modelo lineal general y mixto para el variable porcentaje de severidad de roya común (SRC [%]) en R3, entre los factores híbrido y tratamiento foliar.

Variable dependiente: SRC (%)

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0
48	137,89	166,39	-50,94	1,51	0,94

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	1837,55	<0,0001
híbrido	5	120,62	<0,0001
trat.foliar	1	191,04	<0,0001
híbrido:trat.foliar	5	11,50	<0,0001

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	1816,6	<0,0001
híbrido	5	120,62	<0,0001
trat.foliar	1	141,21	<0,0001
híbrido:trat.foliar	5	11,50	<0,0001

Modelo lineal general y mixto para el variable porcentaje de severidad de roya común (SRC [%]) en R4, entre los factores híbrido y tratamiento foliar.

Variable dependiente: SRC (%)

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0
48	182,58	211,08	-73,29	1,9	0,89

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	684,75	<0,0001
híbrido	5	61,10	<0,0001
trat.foliar	1	78,28	<0,0001
híbrido:trat.foliar	5	5,14	0,0012

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	890,20	<0,0001
híbrido	5	61,10	<0,0001
trat.foliar	1	79,74	<0,0001
híbrido:trat.foliar	5	5,14	0,0012

Anexo 2. Comparaciones de medias entre los factores híbridos y tratamiento foliar para la variable porcentaje de severidad de tizón foliar (STF [%]) en R3**STF (%) - Medias ajustadas y errores estándares para híbrido*trat.foliar**

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

híbrido	trat.foliar	Medias	E.E.				
DK 670	SF	17,50	0,87	A			
DK 670	CF	7,50	0,87		B		
ARV 2458	SF	2,75	0,24			C	
DOW 508	SF	2,63	0,19			C	
DK 7210	SF	2,13	0,27			C	D
AX 887	SF	2,00	0,15				D
NK 840	SF	1,25	0,14				E
ARV 2458	CF	1,13	0,24				E F
DOW 508	CF	1,13	0,19				E F
DK 7210	CF	1,00	0,27				E F G
NK 840	CF	0,75	0,14				F G
AX 887	CF	0,50	0,15				G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Comparaciones de medias entre los factores híbridos y tratamiento foliar para la variable porcentaje de severidad de tizón foliar (STF [%]) en R4****STF (%) - Medias ajustadas y errores estándares para híbrido*trat.foliar**

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

híbrido	trat.foliar	Medias	E.E.				
DK 670	SF	41,25	1,92	A			
DK 670	CF	9,00	1,92		B		
ARV 2458	SF	4,38	0,28			C	
DK 7210	SF	3,75	0,32			C	D
NK 840	SF	3,10	0,22				D E
DOW 508	SF	2,88	0,28				E
AX 887	SF	2,75	0,25				E
NK 840	CF	2,00	0,22				F
DK 7210	CF	1,75	0,32				F
ARV 2458	CF	1,75	0,28				F
DOW 508	CF	1,63	0,28				F
AX 887	CF	0,75	0,25				G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Comparaciones de medias entre los factores híbridos y tratamiento foliar para la variable porcentaje de severidad de roya común (SRC [%]) en R3

SRC (%) - Medias ajustadas y errores estándares para híbrido*trat.foliar

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

híbrido	trat.foliar	Medias	E.E.			
DK 7210	SF	11,13	0,45	A		
DK 670	SF	9,75	0,76	A	B	
ARV 2458	SF	8,75	0,35		B	
DK 7210	CF	8,25	0,45		B	C
DOW 508	SF	7,38	0,43			C
DK 670	CF	5,50	0,76			D
DOW 508	CF	4,38	0,43			D
NK 840	SF	4,00	0,22			D
ARV 2458	CF	3,13	0,35			E
AX 887	SF	2,00	0,33			F
NK 840	CF	1,63	0,22			F
AX 887	CF	1,38	0,33			F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Comparaciones de medias entre los factores híbridos y tratamiento foliar para la variable porcentaje de severidad de roya común (SRC [%]) en R4

SRC (%) - Medias ajustadas y errores estándares para híbrido*trat.foliar

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

híbrido	trat.foliar	Medias	E.E.			
DK 7210	SF	15,50	1,32	A		
DOW 508	SF	12,75	0,85	A	B	
DK 670	SF	10,50	0,95		B	C
DK 7210	CF	9,75	1,32		B	C
ARV 2458	SF	9,75	0,65			C
DK 670	CF	6,25	0,95			D
DOW 508	CF	5,75	0,85			D
NK 840	SF	5,75	0,68			D
ARV 2458	CF	4,75	0,65			D E
NK 840	CF	3,13	0,68			E F
AX 887	SF	3,00	0,34			F
AX 887	CF	1,25	0,34			G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 3. Prueba de Kruskal Wallis entre los factores híbrido y tratamiento foliar para la variable grado de degradación de la médula del tallo (GDMT)

Variable	Híbrido	Tratamiento foliar	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
GDMT	ARV 2458	CF	20	1,15	0,37	1,00	94,90	56,93	<0,0001
GDMT	ARV 2458	SF	20	1,40	0,75	1,00	111,95		
GDMT	AX 887	CF	20	1,10	0,45	1,00	91,15		
GDMT	AX 887	SF	20	1,15	0,37	1,00	94,90		
GDMT	DK 670	CF	20	1,30	0,47	1,00	110,80		
GDMT	DK 670	SF	20	2,35	0,88	2,00	187,35		
GDMT	DK 7210	CF	20	1,30	0,66	1,00	104,50		
GDMT	DK 7210	SF	20	1,80	0,83	2,00	149,58		
GDMT	DOW 508	CF	20	1,55	0,51	1,00	137,30		
GDMT	DOW 508	SF	20	2,15	0,75	2,00	180,38		
GDMT	NK 840	CF	20	0,95	0,60	1,00	79,90		
GDMT	NK 840	SF	20	1,20	0,62	1,00	103,30		

Anexo 4. Comparaciones de a pares entre las medias de los rangos (Conover, 1999) entre los factores híbrido y tratamiento foliar para la variable grado de degradación de la médula del tallo (GDMT)

Híbrido	Tratamiento Foliar	Medias	Ranks				
NK 840	CF	0,95	79,90	A			
AX 887	CF	1,10	91,15	A			
AX 887	SF	1,15	94,90	A	B		
ARV 2458	CF	1,15	94,90	A	B		
NK 840	SF	1,20	103,30	A	B		
DK 7210	CF	1,30	104,50	A	B		
DK 670	CF	1,30	110,80	A	B	C	
ARV 2458	SF	1,40	111,95	A	B	C	
DOW 508	CF	1,55	137,30		B	C	
DK 7210	SF	1,80	149,58			C	D
DOW 508	SF	2,15	180,38				D
DK 670	SF	2,35	187,35				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 5. Comparaciones de a pares entre las medias de los rangos (Conover, 1999) entre el factor tratamiento foliar particionado por híbrido para la variable grado de degradación de la médula del tallo (GDMT)

Híbrido	Variable	Tratamiento foliar	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
ARV 2458	GDMT	CF	20	1,15	0,37	1,00	19,28	0,44	0,3418
ARV 2458	GDMT	SF	20	1,40	0,75	1,00	21,73		

Híbrido	Variable	Tratamiento foliar	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
AX 887	GDMT	CF	20	1,10	0,45	1,00	20,08	0,05	0,7275
AX 887	GDMT	SF	20	1,15	0,37	1,00	20,93		

Híbrido	Variable	Tratamiento foliar	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
DK 670	GDMT	CF	20	1,30	0,47	1,00	13,80	13,14	0,0001
DK 670	GDMT	SF	20	2,35	0,88	2,00	27,20		

Tratamiento foliar	Medias	Ranks	
CF	1,30	13,80	A
SF	2,35	27,20	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Híbrido	Variable	Tratamiento foliar	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
DK 7210	GDMT	CF	20	1,30	0,66	1,00	16,75	4,12	0,0202
DK 7210	GDMT	SF	20	1,80	0,83	2,00	24,25		

Tratamiento foliar	Medias	Ranks	
CF	1,30	16,75	A
SF	1,80	24,25	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Híbrido	Variable	Tratamiento foliar	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
DOW 508	GDMT	CF	20	1,55	0,51	1,00	16,13	5,6	0,0075
DOW 508	GDMT	SF	20	2,15	0,75	2,00	24,88		

Tratamiento foliar	Medias	Ranks	
CF	1,55	16,13	A
SF	2,15	24,88	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Híbrido	Variable	Tratamiento foliar	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	H	p
NK 840	GDMT	CF	20	0,95	0,60	1,00	18,45	1,23	0,1978
NK 840	GDMT	SF	20	1,20	0,62	1,00	22,55		

Anexo 6. Análisis de la varianza para la variable rendimiento (kg/ha) entre los factores híbrido y tratamiento foliar.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (Kg/ha)	48	0,47	0,25	8,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23949413,7	14	1710672,41	2,11	0,0389
híbrido	4652313,86	5	930462,77	1,15	0,3559
repetición	3444952,95	3	1148317,65	1,42	0,2558
trat. foliar	11272154,6	1	11272154,6	13,89	0,0007
híbrido*trat. foliar	4579992,27	5	915998,45	1,13	0,3646
Error	26780162,7	33	811520,08		
Total	50729576,4	47			

Anexo 7. Comparaciones de medias entre tratamiento foliar para la variable rendimiento (Kg/Ha).

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=538,16569

Error: 857770,0380 gl: 46

Trat. foliar	Medias	n	E.E.	
CF	11738,94	24	189,05	A
SF	10769,74	24	189,05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 8. Matriz de correlación entre las variables grado de degradación de la médula del tallo (GDMT), porcentaje de severidad de tizón foliar (STF [%]), porcentaje de severidad de roya común (SRC [%]) y rendimiento (kg/ha), utilizando híbridos y tratamiento foliar como variables clasificatorias.

Matriz de correlación/Coeficientes

	rendimiento	GDMT	STF	SRC
rendimiento	1,00			
GDMT	-0,49	1,00		
STF	-0,47	0,64	1,00	
SRC	-0,41	0,75	0,27	1,00

Matriz de correlación/Probabilidades

	rendimiento	GDMT	STF	SRC
rendimiento				
GDMT	0,1061			
STF	0,1200	0,0239		
SRC	0,1883	0,0052	0,3940	

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	2,54	0,63	0,63
2	0,76	0,19	0,82
3	0,57	0,14	0,97
4	0,14	0,03	1,00

Autovectores

Variables	e1	e2
Rendimiento	-0,46	0,33
GDMT	0,58	0,18
STF	0,47	-0,62
SRC	0,49	0,69

Anexo 9. Figura A1. Precipitaciones expresadas en milímetros (Pp), horas de mojado foliar (HMF) y temperaturas medias (T Media) desde enero a abril de 2015 en INTA EEA Pergamino. Datos Sección Meteorología INTA EEA Pergamino.

