

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/359795426>

Perfil sanitario de cereales invernales de cobertura y su rol como fuente de inóculo de enfermedades de trigo en la región semiárida de Córdoba, Argentina – Winter cover crops (cer...

Technical Report · April 2022

DOI: 10.13140/RG.2.2.36680.60160

CITATIONS

0

READS

97

5 authors, including:



Ignacio Erreguerena

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

47 PUBLICATIONS 46 CITATIONS

SEE PROFILE

Perfil sanitario de cereales invernales de cobertura y su rol como fuente de inóculo de enfermedades de trigo en la región semiárida de Córdoba

Erreguerena Ignacio A¹., Cordes Guillermo G²., Rodriguez Ana V¹., Giménez Luis M¹. y Ovando Claudio W².

¹Sección Fitopatología – Grupo Protección Vegetal – EEA INTA Manfredi

²Laboratorio de semillas – Grupo Agricultura de Precisión – EEA INTA Manfredi



*Trabajo incluido y sustentado en el marco del proyecto INTA I130 “Mejoramiento de cereales menores” e I090 “Análisis de patosistemas en los principales cultivos agrícolas y caracterización de sus componentes”

Introducción

En Argentina, con más de un 90% de cultivos en siembra directa, el uso de los cultivos de cobertura (CC) aumentó significativamente en alrededor de un 14% entre 2014-15 y 2018-19; donde más del 40 % son gramíneas (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2019). En la región semiárida de Córdoba (centro) la utilización de cereales invernales como CC (CCinv) entre otros beneficios permite el aprovechamiento del agua a la salida del verano (escasa en el invierno en la región), aumentando o conservando el contenido de materia orgánica en el suelo reduciendo el desarrollo de malezas y la utilización de herbicidas. Entre los cereales de invierno más utilizados como CC en la región se encuentran el centeno (*Secale cereale* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), avena blanca (*Avena sativa* L.), triticale (xTriticosecale Wittm.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) en orden de decreciente en hectáreas sembradas (Aapresid, 2018). La selección de la especie a sembrar depende de varios factores como ciclo de crecimiento (duración), capacidad y velocidad de rebrote, comportamiento frente a estrés hídrico y térmico, así como también a enfermedades y plagas. En tal sentido se ha reportado que el triticale se destaca por su gran adaptabilidad a los diversos ambientes productivos (Donaire y col., 2019). Las fechas de siembra de los CCinv oscilan entre los meses de abril y mayo compartiendo así la eco-región con los cultivos de producción como el trigo.

Varios patógenos pueden parasitar tanto a algunos de los CC más utilizados en Argentina, así como a cultivos extensivos de mayor área sembrada y producción (Erreguerena y col., 2020). Tal es el caso de los mencionados cereales de verdeo invernal y el trigo de producción comercial. Dentro de las enfermedades que más limitan el cultivo de trigo a nivel mundial (Milus et al., 2009) y local se encuentran las provocadas por hongos del género *Puccinia* que provocan las enfermedades conocidas como royas. Estos hongos por su estrategia de vida biotrófica solo pueden sobrevivir de un ciclo agrícola al siguiente en plantas vivas, principalmente de trigo y, en menor medida, de cebada, triticale, centeno y *Phalaris* entre otros cuyas esporas son fácilmente dispersadas por el viento. La presencia de un “puente verde” da lugar a más altas

poblaciones iniciales del patógeno siendo éstas fuente de inóculo para el trigo a producir. Por lo tanto, cuanto más susceptibles sean las plantas voluntarias, donde se incluyen a los CCInv que crecen durante el otoño e invierno, mayor podría ser el riesgo de una epidemia temprana de royas en cultivos invernales como el trigo en condiciones ambientales favorables. Considerando que los niveles de royas en el cultivo de trigo tienden a ser directamente proporcionales a la duración de la epidemia, una epifitía temprana resultaría en niveles más severos provocando grandes pérdidas productivas (Bartimote, 2020). Varias especies de *Puccinia* son compartidas entre cereales de cobertura invernales y los de producción (Erreguerena y col., 2020) como es el caso de *P. striiformis* f sp tritici y *P. graminis* f sp tritici causante de la roya amarilla y roya del tallo respectivamente tanto en trigo y triticale. Estas especies pueden infectar otras especies de gramíneas, aunque en general no llegan a niveles de daños significativos (centeno, cebada entre otras) (Cheng et al., 2016; Hassebrauk, 1965; Tollenaar y Houston, 1967). Por lo que resulta relevante considerar el comportamiento sanitario de ambos cultivos (de cobertura y de producción) y focalizar en la elección de variedades dentro del diseño de una estrategia productiva integral a nivel regional.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue el de evaluar el comportamiento sanitario de variedades de cereales considerados de cobertura de invierno (cebada, centeno y triticale) para la región del centro de Córdoba y su efecto o asociación con el nivel de enfermedades en un trigo de producción cercano.

Materiales y métodos

En lote de experimentación con cereales de invierno la EEA INTA Manfredi (S 31° 51' 30.2", O 63° 44' 34.4") (Características de suelo: pH: 6.9, %MO: 2.76, %Ntotal: 0.18, P: 74 ppm) se implantaron ensayos de variedades de cebada, centeno y triticale bajo condiciones de riego y

secano en siembra directa el 22/06/2021. Cada parcela fue de 6 m de largo por 2.8 m de ancho (entre surco 17,5 cm). El diseño de los ensayos fue en bloques completos aleatorizados (DBCA) con tres repeticiones. Próximo a estos ensayos se implantó un trigo donde se utilizó la variedad Algarrobo (Don Mario®) con las mismas condiciones que los ensayos de variedades. La densidad de siembra se ajustó para cada cereal para lograr 280 plantas/m². Los ensayos se fertilizaron con 22 kg/ha de P y 140 kg de N/ha a inicio de macollaje. La disposición de los ensayos y variedades utilizadas se muestran en la tabla 1, 2 y 3; y figura 1.



Figura 1. Disposición de los ensayos y vista panorámica de los mismos (septiembre) en la EEA INTA Manfredi, Córdoba (S 31° 51' 30.2", O 63° 44' 34.4").

Desde la siembra los ensayos fueron suplementados con riego por aspersión a razón de 10mm (1h 30min) cada tres días a excepción de días con eventos de lluvias hasta el llenado de grano

inclusive. El porcentaje de cobertura de suelo en macollaje (Z23) se midió mediante imágenes digitales (Patrignani, y Ochsner, 2015) tomadas a 1.5 m de altura sobre el centro de cada parcela con tres repeticiones. Se evaluó la incidencia (I) de veinte hojas (n de hojas enfermes/hojas totales*100) y severidad (S) de síntomas de las diversas enfermedades semanalmente desde macollaje (Z23). Se calculó la intensidad (Int) y el área bajo la curva del progreso de cada enfermedad (ABCPE) entre evaluaciones (Madden et al. 2007). La escala de evaluación de severidad varió según enfermedad encontrada: manchas por Saari- Prescott (1975) modificada y royas (roya amarilla - *Puccinia striiformis*, roya anaranjada – *P. triticina*, roya del tallo-*P. graminis*) por Peterson et al. (1948). Para estudiar el efecto de los CC sobre el trigo se evaluaron las enfermedades de trigo en veinte puntos tomados al azar en un área de aproximadamente 2500 m². El 15/12/21 se cosecharon los ensayos con cosechadora experimental de microparcels y se determinó el rendimiento (kg) por hectárea corregido por humedad de grano, peso de mil granos (PMG) (Count-A-Pack, SeedBuro Equipment Company) y humedad (GAC500 XT, Dickey-john). Se analizaron los datos mediante el análisis de la varianza (ANoVA), se realizó el método de comparación de medias de LSD Fischer y análisis correlación de Pearson (r) con el programa estadístico INFOSTAT® (UNC, Córdoba, Argentina). Los gráficos de contorno (X e Y) y regresiones fueron realizados en el programa estadístico SigmaPlot (Systat Software Inc., Alemania). Las variables meteorológicas se obtuvieron de la estación meteorológica automática de la EEA Manfredi (SIGA INTA www.siga2.inta.gov.ar/#/data) y dirección de vientos (grados) a lo largo de la campaña se obtuvieron de la base de datos P.O.W.E.R NASA (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>).

Resultados

- Condiciones ambientales

Las condiciones climáticas que atravesaron los cultivos fueron las características de la región con las lluvias concentradas entre primavera-otoño y temperaturas que no difirieron del promedio histórico (Figura 2 A y B). Cabe destacar que en el caso de las precipitaciones el mes de noviembre presento un exceso de alrededor de 80mm y en diciembre una merma de 40 mm con respecto al histórico.

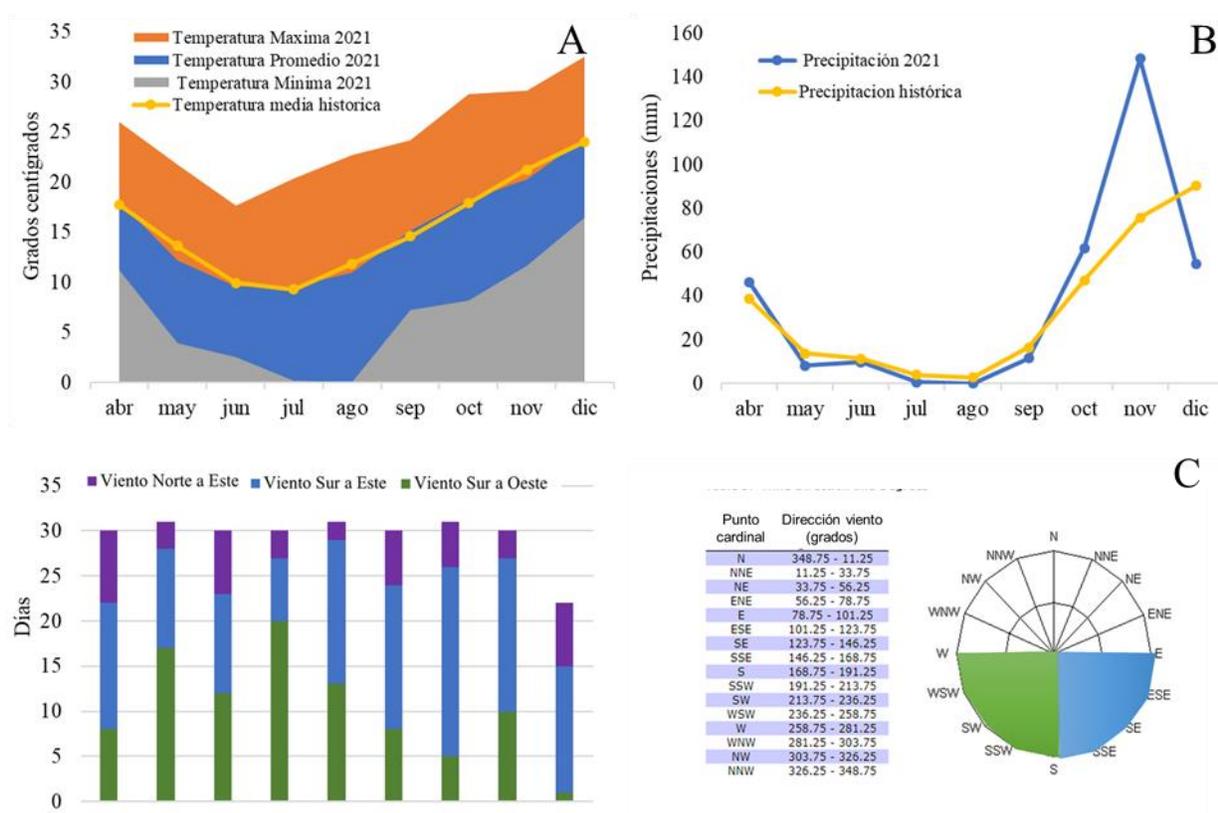


Figura 2. Condiciones climáticas transcurridas en la campaña de cultivos otoño-invernales del año 2021 en Manfredi, Córdoba. A) Temperaturas (C°) media, máxima, mínima y media histórica (2012-2021); B) Precipitaciones (mm) acumuladas mensuales e históricas y C) Dirección diaria (días) del viento acumulada por mes. N: norte, S: Sur, E: este, W: oeste.

En el caso de las temperaturas se destacaron varios eventos de heladas con 11, 14 y 16 días con temperaturas bajo cero en los meses de junio, julio y agosto respectivamente. El daño por heladas se evidenció en el estadio de macollaje pleno, aunque el daño solo afectó la zona apical de las hojas (necrosis) lo que permitió la recuperación de los cultivos. En el caso del ensayo de CCinv en seco se dio de baja dado que el estrés hídrico por falta de agua fue severo (Figura 2 B).

En términos generales durante el otoño e invierno los vientos predominantes fueron los del sur con alternancias entre vientos del sureste y suroeste. En primavera predominaron los vientos del sureste con un leve aumento de los vientos del norte (Figura 2 C).

- *Cebada*

En la tabla 1 se observan los promedios de las variables evaluadas y analizadas para cada una de las variedades de cebada. Las enfermedades fúngicas observadas fueron la roya del tallo (*P. graminis* f sp *hordei*) (RT) y carbón volador (*Ustilago nuda*) (carbón) (Foto 2 C y Foto 1, respectivamente) las cuales se evidenciaron en el estadio de espigazón. En las variedades 73-02 y Ainara se observaron los menores valores de incidencia de RT y Carbón con diferencias significativas con respecto a las demás ($0.95 < R^2 < 0.63$ y $p < 0.05$). La variedad Militza también mostró valores bajos de carbón como las dos antes nombradas. La variedad Andreia fue la más afectada por ambas enfermedades, aunque se lograron reducir cuando se la mezcló con la variedad Montoya aumentando también el porcentaje de cobertura y rendimiento. Esta última fue la que logró la mayor cobertura de suelo en macollaje (96 %). En el caso de la RT en la tabla 1 se evidencia la respuesta diferencial que cada una de las variedades puede aportar desde su comportamiento frente a la enfermedad y cómo la mezcla de variedades en los casos que el

grano no tenga destino de maltería puede ser una alternativa para el manejo sanitario y productivo en un contexto agroecológico.

Tabla 1. Incidencia de enfermedades, cobertura de suelo y variables productivas en variedades de cebada. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Variedad de cebada	Cobertura en Macollaje (%)	I RT (%)	I Carbón	RTO (kg/ha)	PMG (g)
73-02 INTA	84,7c	35a	2a	2973,3a	40,3a
Ainara INTA	80,8b	29,3a	0,5a	4490b	44,5ab
Andreia	67,8a	85c	9b	2890a	44,7b
Andreia + Montoya	81,5b	53,3b	5,3ab	4053b	45,5b
Militza INTA	91,8c	55b	1,3a	2486,a	47b
Montoya	96,1c	25a	4,7ab	2348,3a	45b

I: incidencia, RT: roya del tallo (*Puccinia graminis* f sp *hordei*), Carbón: carbón volador (*Ustilago nuda*), RTO: rendimiento de grano y PMG: peso de mil granos.

En el caso del carbón, en general la incidencia de la enfermedad esta asociada a la acumulación progresiva del patógeno en semilla. La variedad Andreia es una de las más sembradas en el país ocupando en la actualidad el 40 % del área sembrada logrando un máximo de 80 % en el 2018 (Cattáneo y Cortese, 2021). En este contexto *U. nuda* a través de las campañas se ha acumulado en la semilla especialmente en Andreia forzando así la utilización de fungicidas curasemillas específicos para reducir su impacto sobre la producción (Cortese F y Couretot L. comunicación personal, Erreguerena y col, 2021). Cabe destacar que el área sembrada con otras variedades como Montoya u Overture han aumentado notablemente logrando hasta un 20% aunque la diversificación del cultivo sigue siendo escasa.

- Centeno

El centeno es una de las gramíneas más utilizadas como CCinv por su gran tolerancia a heladas y estrés hídrico. Este CCinv también aporta significativamente a la reducción del desarrollo de malezas por la gran volumen de residuos y lenta degradación de estos (Bertolotto y Manzetti, 2017).

Tabla 2. Incidencia de enfermedades, cobertura de suelo y variables productivas en variedades de centeno. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Variedades de Centeno	Cobertura en Macollaje (%)	I RT (%)	I RH (%)	S RH (%)	Int RH	RTO (kg/ha)	PMG (g)
Don Edwald INTA	62,2a	78,3a	10a	1,2a	0,18a	1997,3c	22,93a
Don Jose INTA	88,7b	90a	25a	1,4a	0,66a	1514,67a	25,07a
Ricardo INTA	66,9a	100a	9a	0,7a	0,13a	1722,2b	35,4b

I: incidencia, S: severidad, RH: roya de la hoja (*Puccinia triticina*), RT: roya del tallo (*Puccinia graminis* f sp *secalis*), RTO: rendimiento de grano y PMG: peso de mil granos.

Las enfermedades observadas en el centeno fueron la RT (*P. graminis* f sp *secalis*) y roya de la hoja (*P. triticina*) (RH) (Foto 2 A y foto 3 A, respectivamente). Esta última se observó en muy bajos niveles (incidencia y severidad menor al 25 y 1,5 % respectivamente) alrededor del estadio de espigazón mientras que la RT se observó en estadios más avanzados (llenado) con un rápido desarrollo de la epifitía. Esto probablemente asociado al aumento de temperaturas y lluvias en los meses de octubre y noviembre (Figura 1 A y B) que favorecen el desarrollo de este patógeno. Entre las variedades analizadas no se observaron diferencias significativas en los niveles de enfermedades ($0.64 < R^2 < 0.44$; $p > 0.05$). La incidencia de la RT fue la variable de enfermedad que más se asoció negativamente con el rendimiento, aunque no significativamente

($r=-0.48$, $p=0.2$). La variedad Don Edwald INTA se diferenci6 significativamente alcanzando un rendimiento de hasta 1997 kg/ha ($p<0.05$).

- *Triticale*

Para el cultivo de triticale como CCinv el 6rea sembrada se ha incrementado en los 6ltimos a6os por las bondades ya descritas previamente y el aumento en la disponibilidad de nuevas variedades de doble prop6sito y producci6n de granos (Donaire y col, 2019). Aunque, por otro lado, desde que la roya amarilla del trigo (Foto 3 C) representa una de las mayores limitantes sanitarias para la producci6n, la implementaci6n del cultivo de triticale como CCinv se ha cuestionado por ser hospedante de esta enfermedad. La roya amarilla fue la 6nica enfermedad observada en las variedades de triticale evaluadas en nuestros ensayos (Foto 3 B), aunque se evidenciaron diferencias significativas en su comportamiento sanitario ($0,95>R^2>0,8$; $p<0,05$).

Tabla 3. Incidencia (%), severidad (%) e intensidad de enfermedades, cobertura de suelo y variables productivas en variedades de triticale. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p<0.05$).

Variedades de triticale	Cobertura Macollaje (%)	IRA (Z31)	SRA (Z31)	IntRA (Z31)	IRA (Z59)	SRA (Z59)	IntRA (Z59)	ABCPE IRA	ABCPE SRA	Escala de Cobb	RTO (kg/ha)	PMG (g)
Barbol INTA	80,9d	7a	7,17b	0,42a	60b	10,6b	6,3b	603b	160,1b	MS-MR	3944b	40,1a
Concor INTA	64,1b	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	-	1444,4a	35,1a

Don Hugo INTA	58a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	-	1667,7a	36,1a
Espinillo INTA	71,6b	16b	18,3c	3,1b	93,3c	16,7c	15,7c	984c	315,5c	S	3277,3b	37,2a
Ona INTA	58,4a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	-	3000b	36,5a

I: incidencia, S: severidad, Int: intensidad, ABCPE: área bajo la curva del progreso de la enfermedad, RA: roya amarilla (*Puccinia striiformis*), RTO: rendimiento de grano y PMG: peso de mil granos.

Las variedades destacadas por su tolerancia a roya amarilla fueron Concor, Don Hugo y Ona INTA. Por el contrario, en Barbol y Espinillo INTA se observaron signos de la enfermedad desde estadios tempranos (inicio de macollaje y elongación de tallo) llegando a niveles considerablemente elevados en espigazón (Tabla 3). Cabe destacar que Barbol tuvo una respuesta intermedia frente a la enfermedad comparado con Espinillo que fue el más susceptible. En el caso del rendimiento, éste no se vio afectado por la presencia de la enfermedad. El nivel de cobertura logrado y un ciclo más largo en la variedades Barbol, Espinillo y Ona INTA serían algunas de las variables que mayormente incidieron para que éstas logaran los mayores rendimientos (3000-3944 kg/ha).



Foto 1. Carbón volador de la cebada (*Ustilago nuda*).



Foto 2. Roya del tallo (*Puccinia graminis*) en centeno (*P. graminis* f sp *secalis*) (A), trigo (*P. graminis* f sp *tritici*) (B) y cebada (*P. graminis* f sp *hordei*) en llenado de grano.

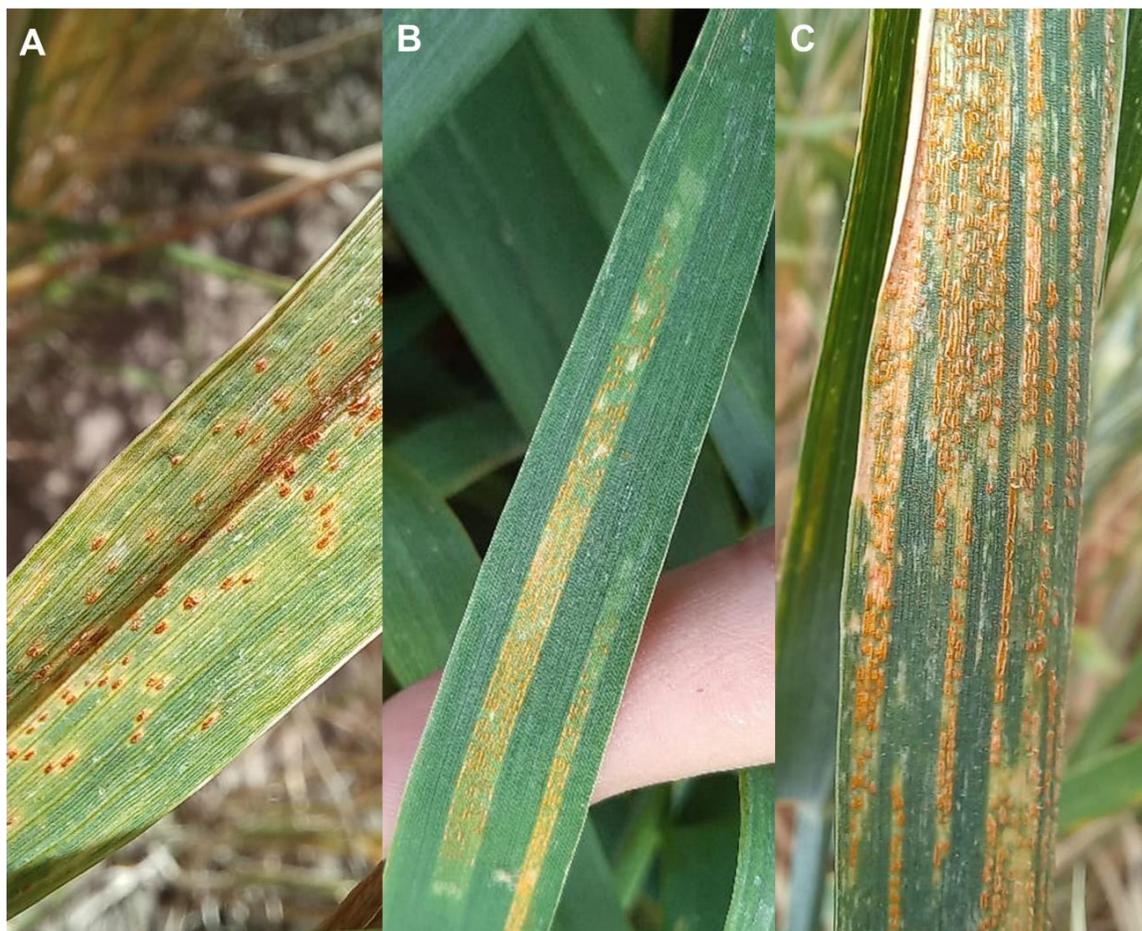


Foto 3. Roya de la hoja (*Puccinia triticina*) en centeno (A) y roya amarilla (*P. striiformis* f sp *tritici*) en triticale (B) y trigo (C) en llenado de grano.

- *Rol epidemiológico de cereales de cobertura de invierno en las enfermedades de trigo*

Para describir el posible efecto de los CCinv como fuentes de inóculo de enfermedades de trigo se evaluaron las mismas a diversas distancias de los CCinv en diferentes momentos del ciclo de ambos cultivos. En el caso de roya amarilla se hizo especial énfasis en la combinación triticale-trigo por compartir las mismas especies y formas especiales de los patógenos. En la figura 3 se observa el desarrollo de la roya amarilla (incidencia) en triticale (Espinillo INTA) y en

trigo a lo largo de las diferentes evaluaciones y distancias a la considerada fuente de inoculo (Triticale). Puede observarse que el inicio de la epifitia de RA en triticales fue entre 15 y 20 días previo al inicio en trigo alcanzando niveles significativamente mayores en todas las evaluaciones ($p < 0,05$) (Figura 3).

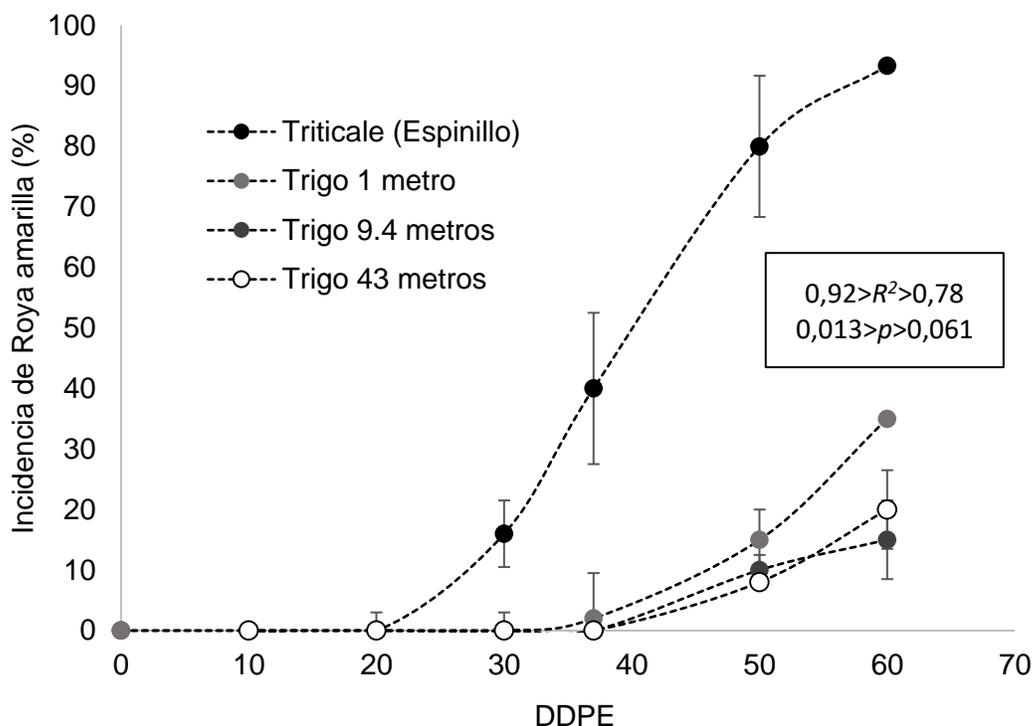


Figura 3. Desarrollo de la epifitia de roya amarilla (incidencia) en triticales y trigo en días después de la primera evaluación (inicio de macollaje) (hasta 60 días). En trigo se muestran los valores promedio de incidencia a 1, 9.4 y 43 metros de distancia al triticales.

En los gráficos de contorno de la figura 4 (A y B) se observan los niveles de roya amarilla en relación con el triticales, postulado como fuente de inóculo. Se observó que a menor distancia (ejes X e Y) al triticales, el nivel de la enfermedad en el trigo fue mayor en los distintos puntos evaluados ($n=20$). Se observó una relación inversamente proporcional (correlación) entre las variables de distancia (X e Y) y entre las variables de enfermedad ($-0,41 < r < -0,78$ y $p < 0,0001$).

Esto sustenta lo observado previamente donde la enfermedad decrece a medida que la distancia al triticale aumenta.

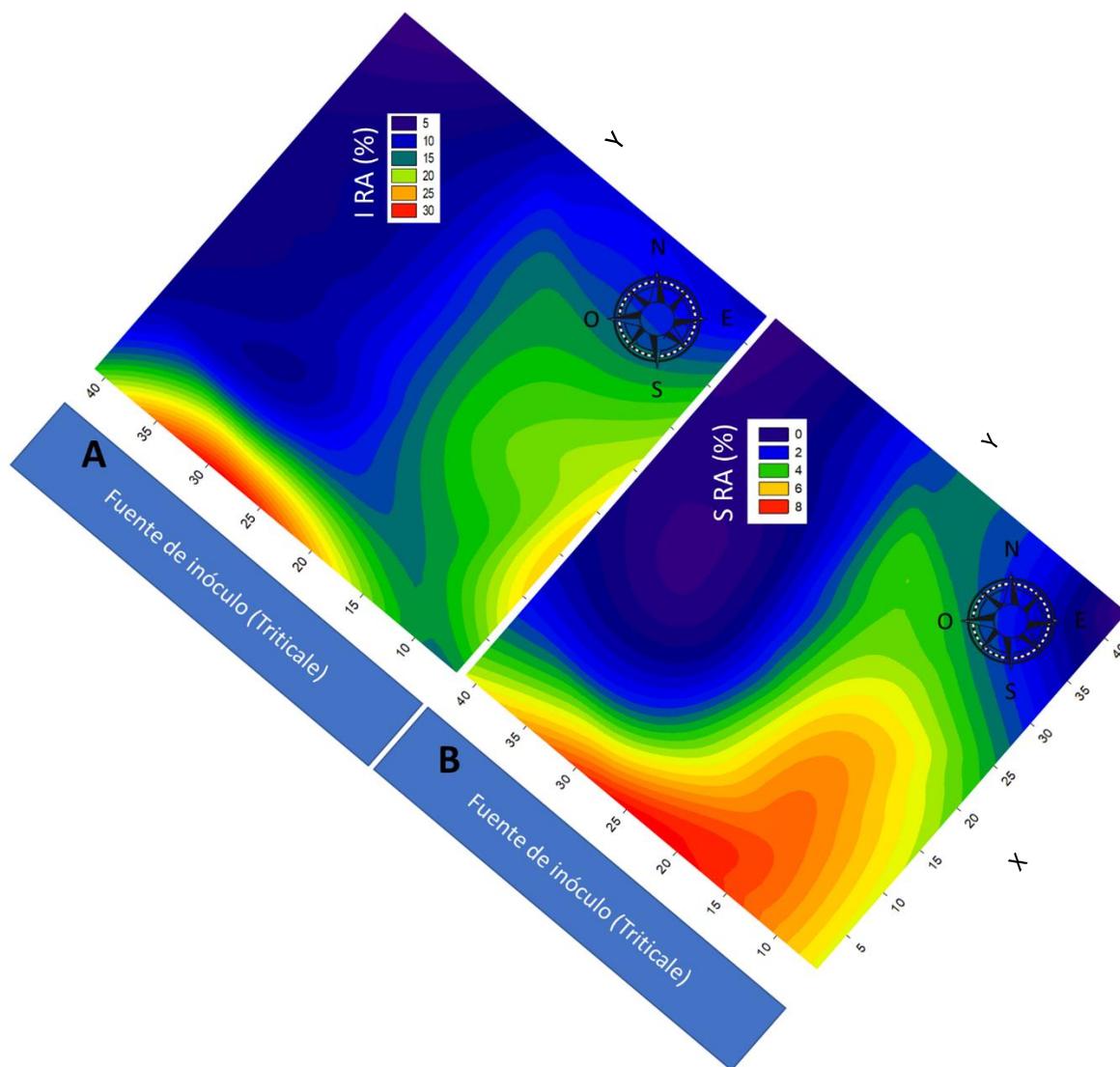


Figura 4. Triticale como fuente de inóculo de roya amarilla (RA) (*Puccinia striiformis* f sp *tritici*) para el trigo. Gráficos de contorno donde se muestra (A) el valor promedio de incidencia (I) y (B) severidad (S) para cada punto (X e Y) evaluado en el trigo en hoja bandera.

Por lo tanto, podríamos sugerir que el inóculo proveniente de una epifitia temprana de roya amarilla en el triticale podría estar actuando de fuente de inóculo para un trigo susceptible

cercano donde la dispersión se vería favorecida por la disposición de los cultivos en relación con la dirección de los vientos predominantes de la región. Las fechas de siembra de los cultivos de cobertura de invierno suelen ser previas a los de cereales de producción. Eso implicaría que epifitias más avanzadas en el CCinv por ejemplo de roya amarilla en triticale, representaría una fuente de inóculo aún más significativa o importante que la observada en nuestros ensayos (misma fecha de siembra) por ende un mayor riesgo para el cultivo de producción comercial (trigo).

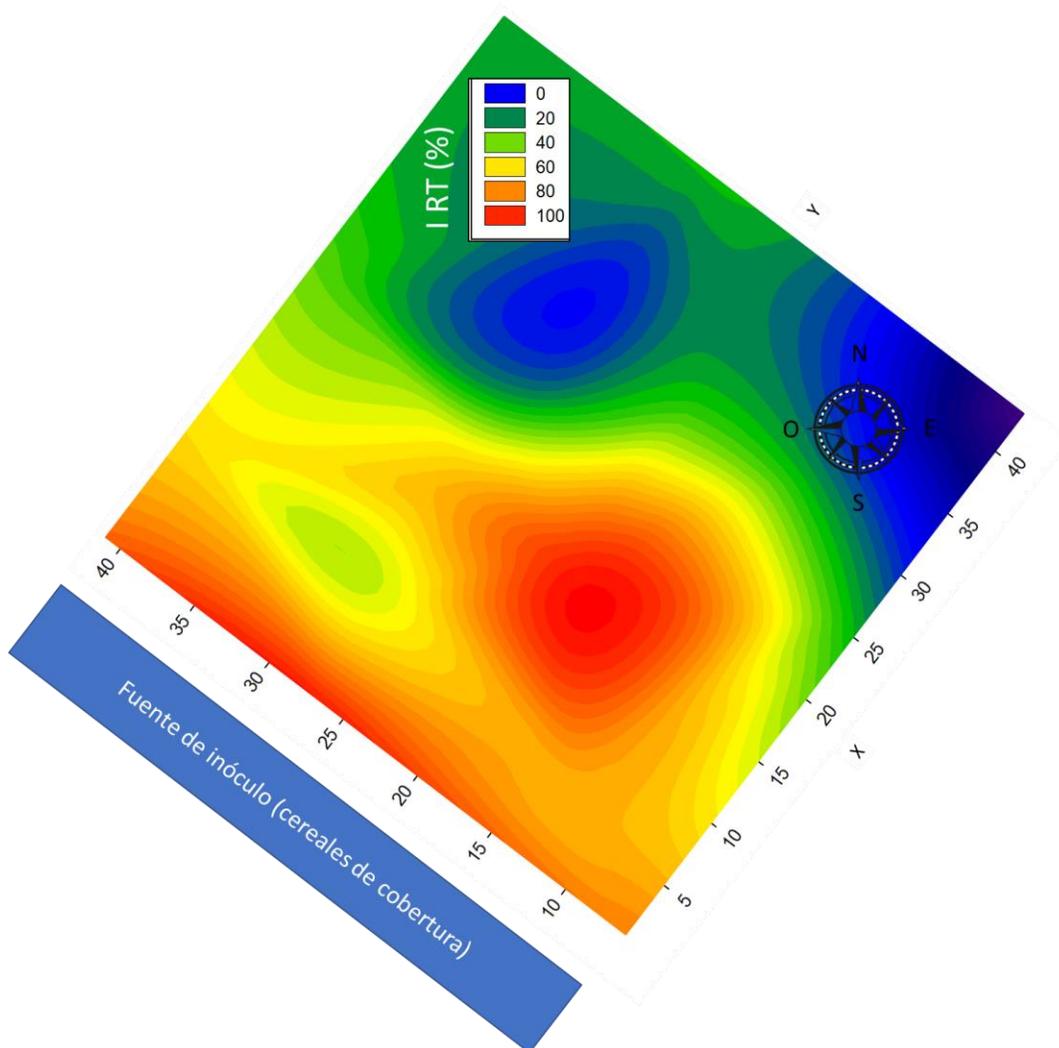


Figura 5. Cereales menores de cobertura (triticale, centeno y cebada) como fuente de inóculo de roya del tallo (RT) (*Puccinia graminis*) para el trigo. Gráficos de contorno donde se muestra el valor promedio de incidencia (I) para cada punto (X e Y) evaluado en el trigo en llenado de grano.

En el caso de roya del tallo en trigo se observó una correlación negativa entre la incidencia de la enfermedad y la distancia (eje X) a los diversos cereales de invierno (Eje X) ($r=-0,75$; $p<0.05$) aunque el rápido desarrollo de la epifitía y los altos niveles de incidencia de la RT en el cultivo de trigo saturó el área estudiada encontrándose solo una reducción significativa de la enfermedad entre los 30 y 43 metros de distancia a los CCInv ($R^2=0,92$; $p=0.0017$). Así como en RA, la roya del tallo fue observada con anterioridad en los CCInv en las distintas evaluaciones. Cabe destacar que las formas especiales de *P. graminis* difieren entre los cultivos estudiados en este trabajo (hordei, tritici, secalis) aunque se ha reportado su capacidad de infectar diversos hospedantes dentro de las gramíneas (Cheng y col., 2016) incluidos los evaluados en este estudio.

Conclusiones

En el presente trabajo se evidenció el rol epidemiológico que cumplirían algunos de los CCInv estudiados actuando como fuente de inóculo o “puente verde” de enfermedades compartidas con un cultivo comercial como el trigo. En tal sentido se brinda información con respecto al comportamiento sanitario de los CCInv a las diversas enfermedades sumando un parámetro más a la hora de la elección de la variedad a utilizar en la región del centro de Córdoba. La implementación de variedades de CCInv y de trigo de buen comportamiento será de gran importancia para un planteo integral para una producción más rentable y sustentable. Cabe

destacar que el desarrollo de este tipo de estudios que amplíen el rango de regiones, de cultivos tanto de cobertura como de producción y por ende de patógenos, será necesario e importante para el aporte al diseño de estrategias que ayuden a mitigar el nivel de enfermedades y su impacto sobre la producción (Bartimote, 2020).

Agradecimientos: Los autores quieren agradecer a todas las personas que contribuyeron a la concreción de estos ensayos: Grupo Mejoramiento EEA INTA Bordenave, Grupo Protección Vegetal EEA INTA Manfredi, al Sr. David Luna, David Acevedo y Facundo Ceballos, al Dr. Ricardo Haro, al Ing. Agr. Ezequiel Bigattón, Sección soja, maíz, trigo - EEA INTA Manfredi, Producción Animal - EEA INTA Manfredi y Equipo Asociación Cooperadora de INTA Manfredi.

Referencias:

- Aapresid, 2018. Análisis encuesta cultivos de cobertura en Argentina. <https://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/sites/3/2018/03/Analisis-encuesta-sobre-CC-web.pdf>
- Bartimote, T. 2020. Reduce pests by controlling green bridges. Local Land Services. NSW Government. <https://www.lls.nsw.gov.au/regions/central-west/articles-and-publications/pest-control/reduce-pests-by-controlling-green-bridges>
- Bertolotto M. y Marzetti M, 2017. Cultivos de cobertura – Manejo de malezas problema. Rem Aapresid. <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/2017/09/AAP-Original-Cultivos-de-cobertura.pdf>
- Cattaneo M. y Cortese F. Cebada: Distribución varietal estimada en Argentina (2021). <https://cebadacervecera.com.ar/category/infogral/variedades/>
- Cheng P, Chen XM, See RD. Grass hosts harbor more diverse isolates of *Puccinia striiformis* than cereal crops. *Phytopathology*. 2016;106(4):362–71.
- Donaire, Guillermo; Bainotti, Carlos; Reartes, Fernando; Fraschina, Jorge; Gómez, Dionisio; Alberione, Enrique; Conde, Belén. Evaluación de cultivares de triticale para doble

propósito y producción de granos en INTA EEA Marcos Juárez durante la campaña agrícola 2019. Ediciones INTA.

- Erreguerena IA, Couretot L y Formento N, 2020. En los cultivos de cobertura ¿Se “esconden” los patógenos que afectan a los principales cultivos agrícolas?. Ediciones INTA. <https://inta.gob.ar/documentos/en-los-cultivos-de-cobertura-%C2%BFse-esconden-los-patogenos-que-afectan-a-los-principales-cultivos-agricolas>
- Erreguerena y col., 2021. Informe de Red de Protección e Cebada Cervecera. Año 2020-2021. Ediciones INTA. <https://inta.gob.ar/documentos/red-de-proteccion-de-cebada-cervecera-campana-2020-2021>
- Hassebrauk K. 1965. Nomenklatur, geographische, Verbreitung und Wirtsbereich des Gelbrostes, *Puccinia striiformis* West. Mitt Biol Bundesanst Land-Forstwirsch Berl-Dahl, 116:1–75.
- Madden, L. V., Hughes, G., & Van Den Bosch, F. 2007. The study of plant disease epidemics.
- Milus, E. A., Kristensen, K., and Hovmøller, M. S. 2009. Evidence for increased aggressiveness in a recent widespread strain of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* causing stripe rust of wheat. *Phytopathology* 99:89-94
- Patrignani, A. and Ochsner, T.E., 2015. Canopeo: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. *Agronomy Journal*, 107(6), pp.2312-2320.
- Peterson R. F., Campbell A. B., and Hannah A. E.. A DIAGRAMMATIC SCALE FOR ESTIMATING RUST INTENSITY ON LEAVES AND STEMS OF CEREALS. *Canadian Journal of Research*. 26c(5): 496-500. <https://doi.org/10.1139/cjr48c-033>
- Tollenaar H, Houston BR, 1967. A study on the epidemiology of stripe rust, *Puccinia striiformis* West., in California. *Canadian Journal of Botany* 45: 291-307.