

Red de estrategias de protección en cebada cervecera 2023

Junio 2024

Ariel Jesús Faberí, Bárbara Carpaneto, Marina Montoya, Lucrecia Couretot
Anabela Samoiloff, Ana Storm, Germán González,
Mariana Villafañe, Ignacio Erreguerena



Proyecto Nacional Disciplinario 075 INTA 2023-2028
Integración, validación y optimización de herramientas para contribuir a la innovación y sostenibilidad de la protección vegetal

Proyecto Estructural 012 INTA 2023-2028
Intensificación Sostenible de la Agricultura Extensiva en la Región Pampeana

Participantes

Ing. Agr. Ariel Jesús Faberi (FCA-UNMdP, Unidad Integrada Balcarce)

Ing. Agr. Bárbara Carpaneto (INTA, Unidad Integrada Balcarce)

Lic. Marina Montoya (INTA, Unidad Integrada Balcarce)

Ing. Agr. Lucrecia Couretot (EEA INTA Pergamino)

Ing. Agr. Anabela Samoilloff (EEA INTA Pergamino)

Ing. Agr. Ana Storm (Asesora privada)

Ing. Agr. Lic. Germán González (EEA INTA Bordenave)

Ing. Agr. Mariana Villafañe (Asesora privada)

Lic. Cs. Biol. Ignacio Erreguerena (EEA INTA Manfredi)

Agradecimientos:

A todo el personal de apoyo.

A las empresas participantes.



Estación Experimental
Agropecuaria
Balcarce

Introducción

La REPECC (red de estrategias de protección en cebada cervecera) es una actividad desarrollada en el marco del Proyecto Nacional Disciplinario 075 INTA 2023-2028 "Integración, validación y optimización de herramientas para contribuir a la innovación y sostenibilidad de la protección vegetal" y el Proyecto Estructural 012 INTA 2023-2028 "Intensificación Sostenible de la Agricultura Extensiva en la Región Pampeana Región Pampeana", en la cual se evaluó por cuarto año consecutivo la eficacia de diferentes estrategias con fungicidas aplicados a las semillas y foliares para el control de enfermedades en una variedad de cebada susceptible a las mismas.

Participantes:

- » INTA: estaciones experimentales de Balcarce, Bordenave, Pergamino
- » Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP
- » Profesionales independientes para las localidades de Corone Dorrego y Miramar
- » Empresas vinculadas a fitosanitarios (proveedoras de insumos y recursos presupuestarios)

Objetivo: evaluar la eficacia de control de enfermedades de diversas estrategias con fungicidas y aportar al estudio de características poblacionales de los diferentes patógenos como el nivel de sensibilidad a fungicidas.

Materiales y métodos

Los ensayos incluidos en la REPECC 2023 se realizaron en cinco sitios de la provincia de Buenos Aires (Balcarce, Miramar, Bordenave, Dorrego y Pergamino), que representan diferentes ambientes productivos. En cada localidad se implantó un ensayo comparativo de rendimiento (ECR) en lotes con antecedentes del cultivo, en un diseño en bloques completos aleatorizados con tres/ cuatro repeticiones. Cada parcela estuvo constituida por 7 a 9 surcos de 6 m de largo cada uno, sembradas con la variedad Andreia (variedad de referencia por superficie sembrada en el país).

En la REPECC se diagramaron estrategias (E) de protección sanitaria (combinación de tácticas) mediante la integración de diversos productos (Tabla 1). Los tratamientos testigos fueron sin fungicida (SF), y testigo de bajos insumos (curasemilla sin carboxamida de mayor frecuencia de uso y una sola aplicación foliar sin carboxamidas).

Las aplicaciones de fungicidas foliares en cada localidad se realizaron en dos momentos, en los estadios fenológicos Z32/Z33 y en Z39/Z40, aproximadamente. Para las aplicaciones se utilizaron mochilas pulverizadoras de CO₂ con pastillas de cono hueco 80015, a una presión de 2 bares, con volumen de 110 a 120l/ha.

Se realizaron tres evaluaciones: en estadio de pleno macollaje (previo Z23), entre el primer y segundo tratamiento foliar (Z45 aproximadamente) y la última luego de la segunda aplicación de fungicida foliar (Z80 aproximadamente). Para la evaluación de enfermedades, se observaron las plantas en un metro lineal en el surco central de cada parcela. En cada monitoreo se determinaron los niveles de incidencia (nº de hojas enfermas/hojas totales evaluadas*100) y severidad (cobertura de manchas promedio de hojas evaluadas en macollaje y hoja bandera y en las dos inferiores en los estadios avanzados). La eficacia de control (EC) se calculó utilizando la severidad de la siguiente forma:

$$EC (\%) = [(severidad \text{ en el testigo} - severidad \text{ en la estrategia}) / severidad \text{ en el testigo}] * 100.$$

En madurez fisiológica se determinó el rendimiento. Se calculó la respuesta en rendimiento como la diferencia de rendimiento entre la parcela de cada estrategia dentro de cada bloque y el rendimiento del testigo del mismo bloque.

Tabla 1. Descripción de estrategias utilizadas en la Red de Estrategias de Protección de Cebada Cervecera 2023. En las estrategias con fungicida se siguieron las dosis y recomendaciones de los marbetes correspondientes. E10: testigo absoluto. E9: control menor nivel de insumos. *formulados curasemillas utilizados: metalaxil/difenoconazol o Diniconazole-M + Metil tiofanato.

Estrategia	Curasemillas		Primera aplicación foliar		Segunda aplicación foliar	
	Formulado	Ingredientes activos	Formulado	Ingredientes activos	Formulado	Ingredientes activos
E1	Chucaro	Phrotioconazol / Fluoxastrobina / Tebuconazol	Sin fungicida	-	cripton XPRO	Trifloxostrobina / Protiocanazol / Bixafen
E2			Cripton	Trifloxostrobina / Protiocanazol	cripton XPRO	Trifloxostrobina / Protiocanazol / Bixafen
E3	Rovral / Vincent	Iprodione / Flutriafol	Sin fungicida	-	Experimental	Fluidapyr / Protiocanazol /
E4			Experimental	Azoxistrobina / Flutriafol	Experimental	Fluidapyr / Protiocanazol /
E5	Sistiva / premis	Flyxaproxad / Triticonazol	Sin fungicida	-	Orquesta ULTRA	Fluxaproxad / Piraclostrobina / Epoxiconazol
E6			Allegro	Kresoxim-metil / Epoxiconazol	Orquesta ULTRA	Fluxaproxad / Piraclostrobina / Epoxiconazol
E7	Vibrance Gold	Sedaxane / Fludioxonil / Difenoconazol	Sin fungicida	-	Miravis triple pack	Benzovindiflupyr / pidiflumetofen / Propiconazol
E8			Experimental	Experimental	Miravis triple pack	Benzovindiflupyr / pidiflumetofen / Propiconazol
E9	*	-	Sin fungicida	-	Allegro	Kresoxim-metil / Epoxiconazol
E10	SF	Sin fungicida	Sin fungicida	-	Sin fungicida	-

Para el análisis de la información de la incidencia, severidad, EC, rendimiento, respuesta en rendimiento sobre el testigo, se ajustaron modelos de análisis de la varianza con un diseño factorial: localidad * estrategia. Las repeticiones (bloques) se anidaron dentro del factor 'localidad'. Cuando se hallaron diferencias significativas se realizaron las comparaciones múltiples correspondientes utilizando el test de mínimas diferencias significativas (LSD). Para los análisis se utilizó el programa estadístico Infostat®.

Resultados

Condiciones agro-meteorológicas REPECC 2023

Para relacionar las condiciones ambientales con los niveles de enfermedad se muestran las condiciones térmicas e hídricas (precipitaciones) durante los meses de desarrollo del cultivo en 2023 y sus diferencias respecto de los promedios históricos para cada localidad (Tablas 2 y 3).

La temperatura se encontró mayoritariamente similar a los promedios históricos de cada mes en las cinco localidades, principalmente en los meses en los que transcurrió el período crítico del cultivo (Tabla 2). En la mayoría de los casos las diferencias interanuales fueron normales, menores a 1 °C. Los rangos de temperatura óptimos para el desarrollo de las enfermedades que se presentaron en la red son: escaldadura: 8-15 °C, y mancha en red 10-18 °C. En 2023, las condiciones propicias para escaldadura se dieron entre junio y octubre en todas las localidades. Para mancha en red dichas condiciones se dieron a partir de agosto en toda la REPECC.



Condiciones agrometeorológicas:

- » **Temperatura:** *parámetros relativamente normales para el desarrollo de mancha en red principalmente.*
- » **Precipitaciones:** *inicialmente con condiciones húmedas y luego relativamente restrictivo para el desarrollo de una presión de enfermedad elevada.*

Tabla 2. Temperatura promedio mensual (°C) registrada en cada mes de 2023 y por localidad y diferencia de temperatura respecto del promedio mensual histórico (DF_H) DF_H= temperatura histórica en el mes n - temperatura en el mes n de 2023. En rojo o azul se señala cuando las DF_H fueron mayores o menores a 1 °C, respectivamente.

Mes	Balcarce		Dorrego		Miramar		Pergamino	
	2023	DF_H	2023	DF_H	2023	DF_H	2023	DF_H
Junio	9,0	0,0	10,3	1,2	8,0	-0,5	10,0	-0,6
Julio	7,8	-0,3	8,5	-0,6	7,5	-0,2	10,2	0,6
Agosto	10,0	0,4	11,0	0,6	8,5	-0,4	13,0	1,3
Septiembre	8,5	-2,6	10,7	-1,6	10,0	-0,3	13,0	-0,7
Octubre	13,5	-0,3	18,0	2,8	13,0	0,1	23,0	6,0
Noviembre	16,0	-0,9	18,5	0,3	12,8	-2,9	19	-0,9

Tabla 3. Precipitaciones acumuladas (mm) registrada en cada mes de 2023 por localidad y diferencia de precipitaciones respecto del promedio histórico de cada mes (DF_H). DF_H= precipitación histórica en el mes n - precipitación en el mes n de 2023. En azul o rojo se señala cuando las DF_H fueron mayores o menores al promedio histórico, respectivamente.

Mes	Balcarce		Dorrego		Miramar		Pergamino	
	2023	DF_H	2023	DF_H	2023	DF_H	2023	DF_H*
Junio	29,7	-24,8	10,6	-32,6	22,0	-39,4	0,9	-35,1
Julio	59,9	10,3	11,0	-30,2	141,0	81,5	48,8	13,8
Agosto	43,0	-26,2	31,1	-10,0	36,0	-27,0	14,8	-27,2
Septiembre	40,0	-27,3	26,0	-27,7	32,0	-24,1	33,6	-21,4
Octubre	52,7	-25,6	12,5	-58,7	30,0	-56,8	20,6	-83,4
Noviembre	81	-9,7	21,5	-57,4	65,0	-17,9	15,5	-86,5

Estrategias de manejo de enfermedades en cebada

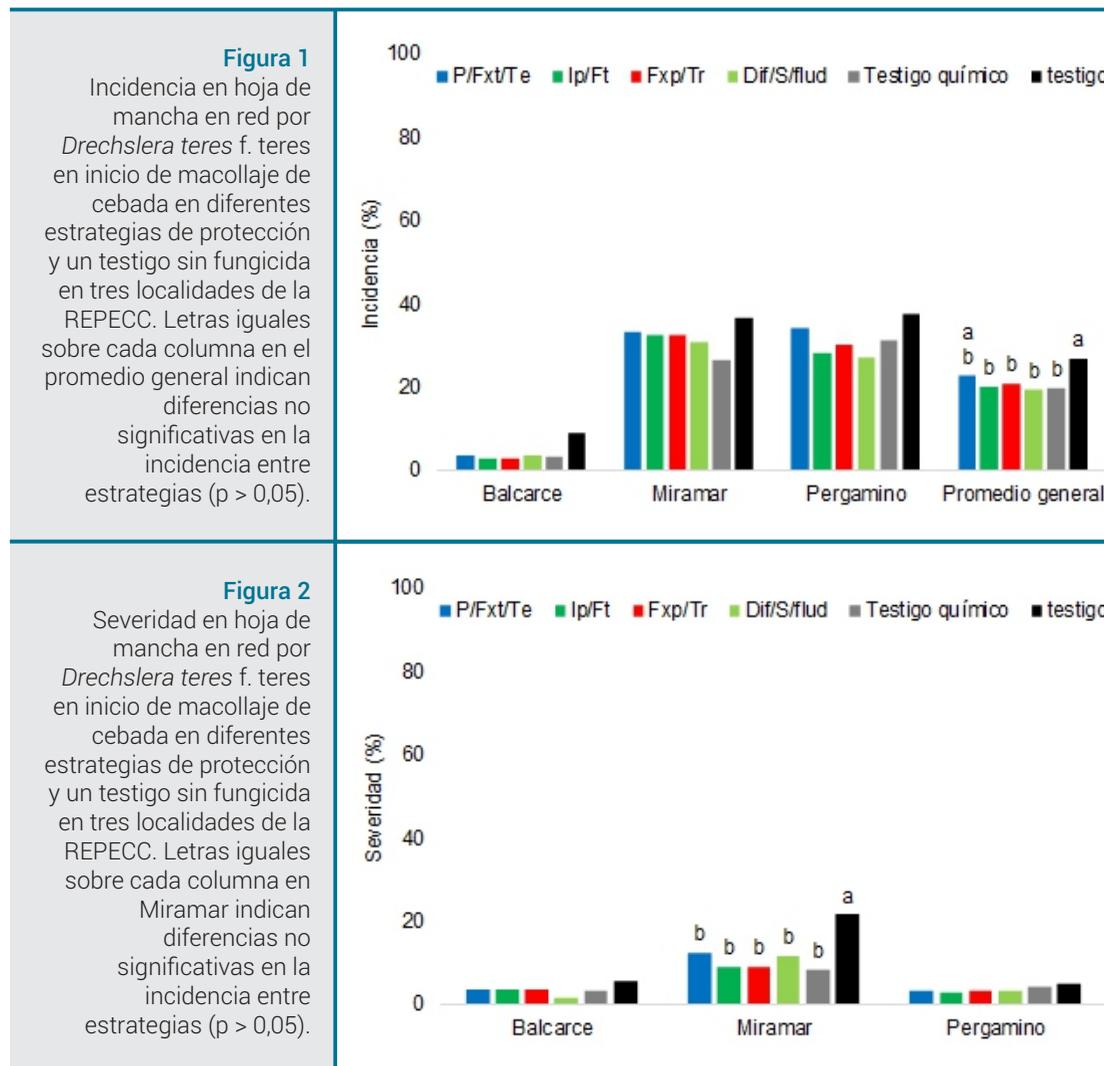
En la mayoría de las localidades la enfermedad prevalente fue mancha en red, sobre la cual se basan los datos presentados en este informe. Escaldadura se observó en niveles bajos en Balcarce, Miramar al inicio del cultivo y en Barrow hasta estadios de encañazón. En Bordenave no se observó nivel significativo de enfermedades en los diversos tratamientos durante la primera etapa del cultivo incluido el testigo sin fungicidas. Debido a la ausencia de enfermedades al momento de la primera aplicación foliar, se decidió no continuar con el ensayo en dicha localidad.

Eficacia de los curasemillas: evaluaciones pre-aplicaciones fungicidas foliares

La incidencia no mostró efecto de interacción entre localidades y estrategias ($p = 0,563$). Si se observó efecto de estrategia ($p = 0,037$), donde la mayoría de los tratamientos con fungicidas presentaron menor incidencia respecto del testigo (Figura 1). También se observó efecto de localidad, con menor presión de enfermedad en Balcarce.

La severidad presentó efecto de interacción entre localidades y estrategias ($p = 0,0365$). En Miramar, la severidad fue menor en las estrategias químicas respecto del testigo (Figura 2). En Balcarce y Pergamino, la severidad fue relativamente baja y no se hallaron diferencias significativas entre estrategias.

En Dorrego no se registraron síntomas de enfermedad en este momento del cultivo y por lo tanto no fue incluida esta localidad en el análisis.



EFECTO CURASEMILLA
 En general, el efecto del curasemillas logra evidenciarse significativamente en los sitios con mayor presión de enfermedad. El uso de curasemillas, con mezcla de mecanismos de acción, con o sin carboxamidas, es una táctica de manejo útil para mancha en red y la elección del formulado comercial dependerá de otros factores.

Eficacia sanitaria de fungicidas foliares

La incidencia en hoja y la eficacia de control (calculado con los porcentajes de severidad), evaluados luego de la primera y de la segunda aplicación de fungicidas foliares presentaron interacción entre localidad y estrategia ($p < 0,05$). Bordenave no se incluyó en el análisis debido a que no se registraron datos en las diferentes repeticiones. Considerando dichas interacciones, se presentan a continuación los resultados de cada variable por cada localidad.

Post aplicación del primer fungicida foliar

La incidencia presentó diferencias entre tratamientos en Balcarce y Pergamino ($p < 0,05$) (Figura 3). En ambas localidades todas las estrategias con fungicidas presentaron menor incidencia respecto de los correspondientes testigos. En general, se observó una menor incidencia en las estrategias que tuvieron aplicación del fungicida foliar, respecto de aquellas que aún no se había realizado la aplicación, observándose diferencias significativas en algunos casos. En Miramar y Dorrego, no se observaron diferencias entre estrategias ($p > 0,05$) (Figura 3).

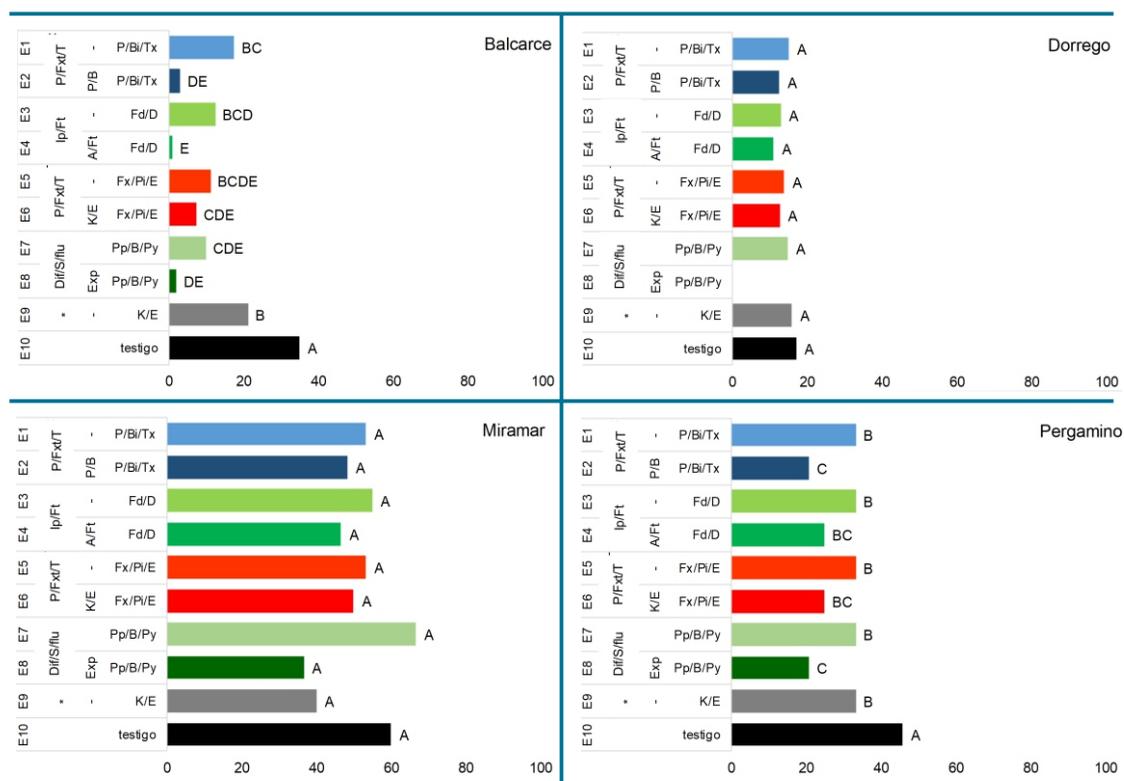


Figura 3

Incidencia en hoja de mancha en red por *Drechslera teres* f. *teres* luego de la primera aplicación de fungicida foliar en cebada en diferentes estrategias de protección (E) y un testigo sin fungicida en cuatro localidades de la REPECC. Letras iguales siguiendo cada columna indican diferencias no significativas entre estrategias en cada localidad (LSD, $p > 0,05$).

*formulados curasemillas utilizados: metalaxil/difenoconazol o Diniconazole-M + Metil tiofanato.

En la Figura 4 se observa la eficacia de control (porcentaje) de mancha en red de las diferentes estrategias en cuatro localidades de la REPECC. En este momento, en los tratamientos con número impar se observa solo el efecto del curasemilla, ya que en esta evaluación dichas estrategias no tuvieron aplicación foliar. La mayor parte de las estrategias con fungidas (i.e. curasemilla o curasemilla + primer foliar) lograron tener un porcentaje de control superior al testigo ($p < 0,05$). La estrategia 9, considerada como testigo químico, presentó un nivel de control bajo en tres localidades, no lográndose diferenciar del correspondiente testigo ($p > 0,05$). La eficacia de control aceptable (60 % para enfermedades foliares) se alcanzó en aquellas estrategias que en el momento de evaluación contaban con el efecto del curasemilla y el fungicida foliar (estrategias con número par). En la mayoría de los casos se observó efecto de fungicida foliar ($p < 0,05$). Es decir que comparando las estrategias con el mismo curasemilla, aquellas con fungicida foliar presentaron mayor eficacia de control respecto de aquella sin fungicida foliar.

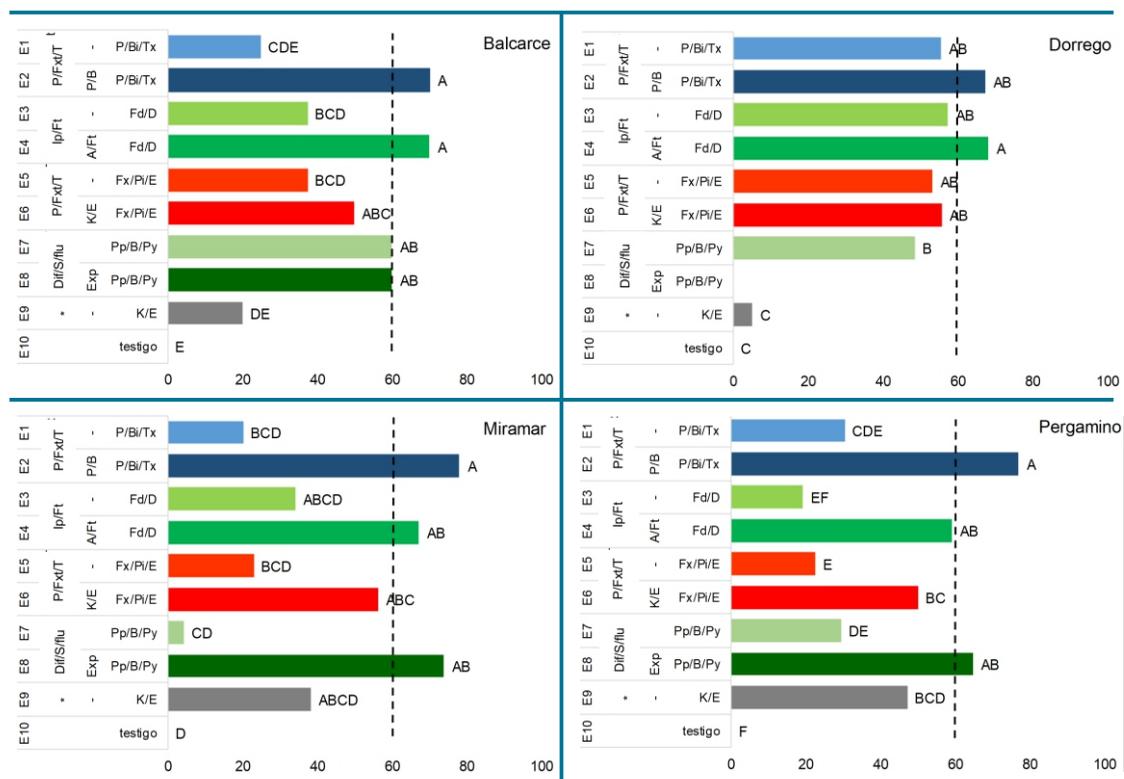


Figura 4

Eficacia de control (%) de mancha en red por *Drechslera teres f teres* en cebada luego de la primera aplicación de fungicidas foliares en diferentes estrategias de protección (E) y un testigo sin fungicida (E10) en cuatro localidades de la REPECC. Línea punteada en cada gráfico indica el 60 % de control como aceptable para manchas foliares. Letras iguales siguiendo cada columna indican diferencias no significativas entre estrategias (LSD, $p > 0,05$).

*formulados curasemillas utilizados: metalaxil/difenoconazol o Diniconazole-M + Metil tiofanato.

Post aplicación del segundo fungicida foliar

Luego de la segunda aplicación de fungicidas foliares la incidencia fue muy elevada en Miramar y no se hallaron diferencias significativas entre estrategias ($p = 0,2838$) (Figura 5). En Dorrego, la incidencia fue menor y tampoco se hallaron diferencias entre estrategias. En Balcarce y Pergamino se observaron diferencias en la incidencia entre estrategias ($p < 0,05$). En ambas localidades la mayoría de las estrategias presentaron menor incidencia respecto del correspondiente testigo (Figura 5). En Pergamino, donde la incidencia fue relativamente menor respecto de Balcarce, no se observaron diferencias entre la mayoría de las estrategias químicas. En Balcarce, se observó menor incidencia en las estrategias con dos aplicaciones respecto a las estrategias con una sola aplicación.

La eficacia de control presentó diferencias significativas entre estrategias en tres de las cuatro localidades ($p < 0,05$). En Dorrego, no se hallaron diferencias significativas entre estrategias debido a que la severidad fue muy baja en la mayoría de ellas (severidad promedio 2,6 %). En Pergamino no se observaron mayores diferencias entre estrategias, con eficacia de control superior al umbral de 60 % en casi todas. En Balcarce y Miramar, si bien no se observaron diferencias entre una o dos aplicaciones, solo las estrategias con dos aplicaciones foliares presentaron eficacia de control por encima del umbral.

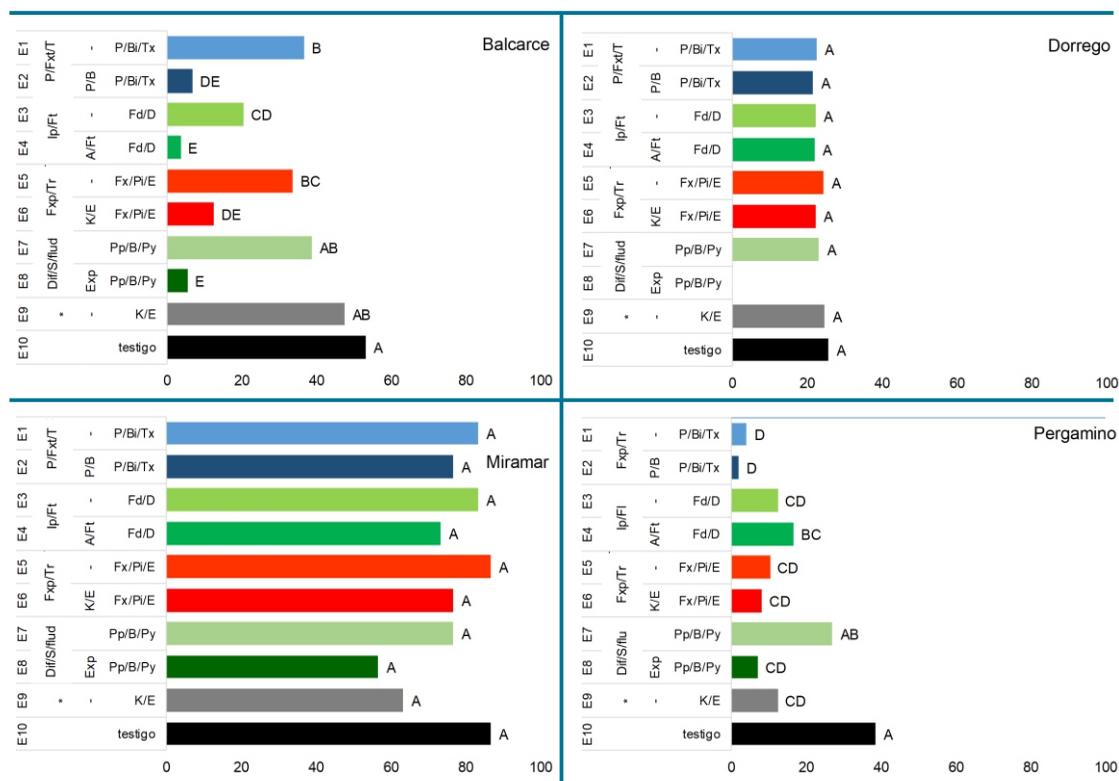


Figura 5

Incidencia en hoja de mancha en red por *Drechslera teres* f. *teres* luego de la segunda aplicación de fungicida foliar en cebada en diferentes estrategias de protección (E) y un testigo sin fungicida en cuatro localidades de la REPECC. Letras iguales siguiendo cada columna indican diferencias no significativas entre estrategias dentro de cada localidad (LSD, $p > 0,05$).

*formulados curasemillas utilizados: metalaxil/difenoconazol o Diniconazole-M + Metil tiofanato.

EFFECTO SANITARIO DE FUNGICIDAS FOLIARES

En la REPECC 2023, se evidenciaron efectos sanitarios similares a la REPECC 2020, 2021 y 2022, si bien los valores absolutos pueden diferir entre años.

La primera aplicación de fungicidas foliares en situaciones de estrés hídrico podría ser prescindible en las estrategias que incluyen curasemillas con efecto protector sistémico en la planta.

La presión de enfermedad define el nivel de respuesta de cada estrategia, observándose diferentes efectos de estrategias entre localidades.

La doble aplicación de fungicida foliar logra una eficacia de control aceptable en la mayoría de los ambientes, pero en ocasiones no se hallan marcadas diferencias entre una y dos aplicaciones.

Las condiciones ambientales, principalmente desde el punto de vista hídrico, no fueron propicias para que la enfermedad se manifieste en mayores niveles. Por lo tanto, se requiere evaluar el efecto de la doble aplicación con mayor presión de enfermedad en años predisponentes.

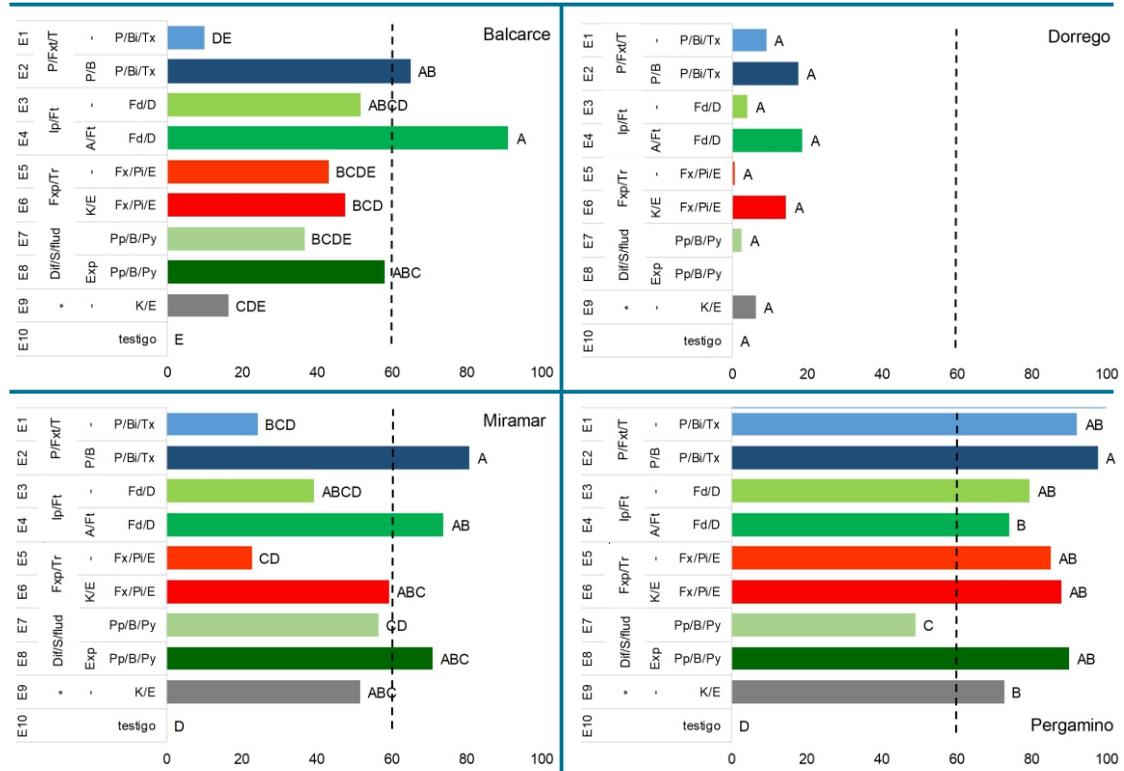


Figura 6

Eficacia de control (%) de mancha en red por *Drechslera teres* f. *teres* en cebada luego de segunda aplicación de fungicida foliar en diferentes estrategias de protección y un testigo sin fungicida (E10) en cuatro localidades de la REPECC. Línea punteada en cada gráfico indica el 60 % de control como aceptable para manchas foliares. Letras iguales siguiendo cada columna indican diferencias no significativas entre estrategias en cada localidad (LSD, $p > 0,05$).

*formulados curasemillas utilizados: metalaxil/difenoconazol o Diniconazole-M + Metil tiofanato.

Eficacia productiva estrategias de protección

En la Figura 7 se presentan los rendimientos y respuestas en rendimiento en las diferentes estrategias. El mayor rendimiento se obtuvo en Miramar, seguido por Pergamino obteniéndose el menor rendimiento en Dorrego similarmente a lo observado en años anteriores. En Dorrego no se observaron diferencias significativas en rendimiento ($p > 0,05$), con respuestas en rendimiento relativamente bajas respecto a las otras localidades. En efecto en dicha localidad es donde se observó la menor presión de enfermedad y pocas diferencias entre estrategias en cuanto a control. En Miramar, si bien la respuesta en rendimiento fue levemente superior en las dobles aplicaciones, coincidiendo con las mayores eficacias de control, no se hallaron diferencias significativas entre tratamientos y el rendimiento fue elevado aún en el testigo (Figura 7). En Pergamino se hallaron diferencias entre estrategias, la mayoría de ellas presentaron mayor rendimiento respecto del testigo ($p < 0,05$), con excepción de dos estrategias con un solo fungicida foliar (E3 y E5) ($p > 0,05$). No se hallaron efectos entre las estrategias que incluyeron el mismo curasemilla y una o dos aplicaciones foliares ($p < 0,05$) similarmente a lo reportado en años anteriores.

En Balcarce no pudo realizarse la cosecha del ensayo debido al fuerte evento de precipitación solida (granizo) ocurrida el 22 de diciembre que llevó a la destrucción casi en su totalidad del ensayo. Los parámetros de calidad de cebada en la REPECC 2023 no fueron determinados.

EFECTO PRODUCTIVO DE ESTRATEGIAS DE PROTECCIÓN

Las estrategias de protección planteadas aportan al rendimiento del cultivo de cebada en aquellos casos donde las condiciones fueron más propicias para el desarrollo de mancha en red. Las estrategias con curasemillas y una sola aplicación de fungicida foliar protegen al cultivo de manera adecuada y aportan al rendimiento, no requiriendo de una segunda aplicación bajo condiciones no predisponentes desde el punto de vista hídrico.

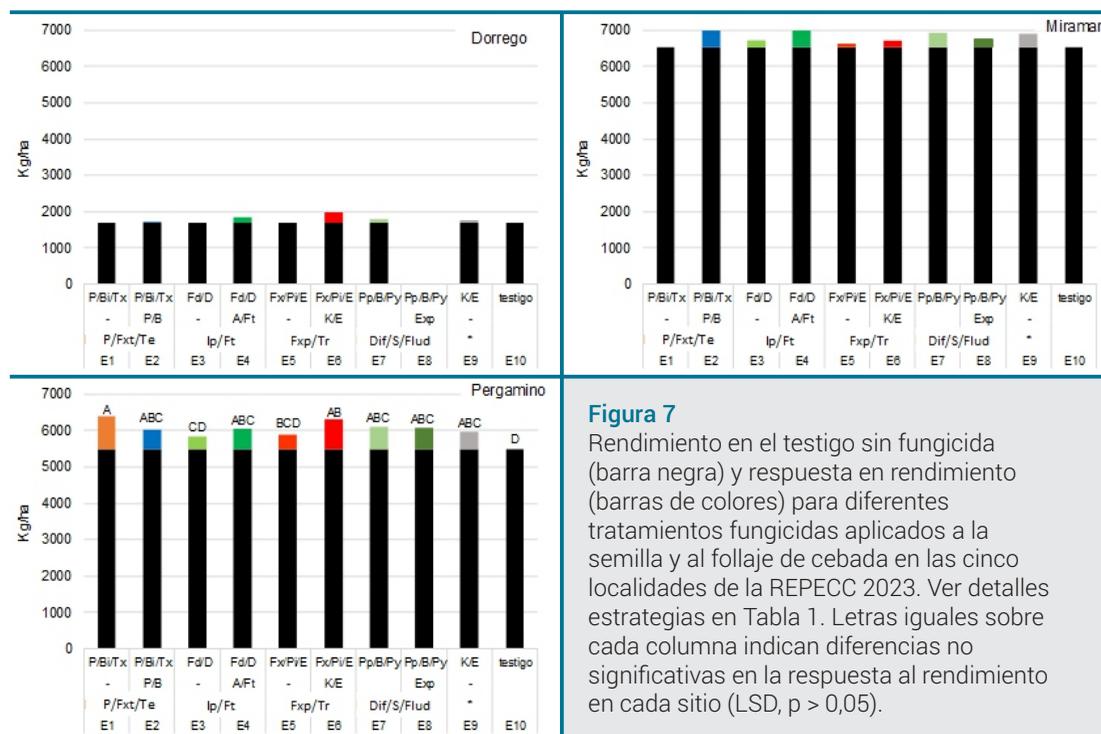


Figura 7
Rendimiento en el testigo sin fungicida (barra negra) y respuesta en rendimiento (barras de colores) para diferentes tratamientos fungicidas aplicados a la semilla y al follaje de cebada en las cinco localidades de la REPECC 2023. Ver detalles estrategias en Tabla 1. Letras iguales sobre cada columna indican diferencias no significativas en la respuesta al rendimiento en cada sitio (LSD, $p > 0,05$).

Consideraciones finales

Similarmente a las ediciones anteriores de la REPECC, las lluvias en el ciclo agrícola 2023 estuvieron por debajo de los promedios históricos, de manera muy acentuada en la última campaña. La mancha en red continuó siendo la enfermedad más importante en todas las localidades y la escaldadura se observó en algunas localidades del sur, pero sin niveles relevantes para el análisis.

Los tratamientos de semilla, con variaciones entre los formulados comerciales, demostraron protección adecuada del cultivo de cebada hasta inicio de macollaje.

Las aplicaciones tempranas de fungicidas fueron efectivas, logrando cierto aporte a la sanidad respecto de aquellas con curasemillas sistémicos. Si bien se obtuvieron mayores porcentajes de control con una segunda aplicación, en varias situaciones la incidencia y el porcentaje de control no se diferenciaron entre una o dos aplicaciones. En general, no hubo diferencias entre las estrategias con una o con dos aplicaciones, comparando aquellas de diferentes empresas.

En síntesis, todas las estrategias fueron eficientes en el control de mancha en red en los ambientes con mayor presión de enfermedad. Las respuestas sanitarias y productivas no fueron de relevancia debido al efecto restrictivo por escasas lluvias.

Las estrategias con diferentes productos formulados continúan siendo eficientes con la posibilidad de rotación de los mismos. Debe continuarse con una evaluación continua de la eficacia para detectar pérdidas de sensibilidad tempranas que permitan conservar las tecnologías disponibles.