

Cultivos de invierno: Informes técnicos de INTA Balcarce 2022

Pablo E. Abbate, Nestor H. Panaggio

Marzo 2023



Cultivos de invierno: Informes técnicos de INTA Balcarce 2022

Compiladores:

Pablo E. Abbate, Néstor H. Pannagio

Diagramación: Federico Miri

Cultivos de Invierno: informes técnicos de INTA Balcarce
2022

ISSN en línea 2953-5115

Vol. 1, Año 1. Marzo 2023

Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce

Ruta 226 km 73,5, (CP 7620) Balcarce, Buenos Aires, Argentina

*Este libro
cuenta con licencia:*



Marzo 2023



**Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria**
Argentina

Estación Experimental
Agropecuaria
Balcarce



Cultivos de invierno: Informes técnicos de INTA Balcarce 2022

Compiladores: P.E. Abbate, N.H. Panaggio

Autores (en orden alfabético)

1. **Abbate, Lucas I.**
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. CABA, Argentina.
abbate.lucas@gmail.com
2. **Abbate, Nicolás F.**
Facultad Ciencias Económica, Universidad de Buenos Aires, CABA, Argentina
abbate.nicolas@gmail.com
3. **Abbate, Pablo E.**
INTA Balcarce. Buenos Aires, Argentina; Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina; Comité de Cereales de Invierno, CONASE, Argentina
abbate.pablo@gmail.com
4. **Ballesteros, Alberto H.M.**
Dirección de Registro de Variedades, INASE, CABA, Argentina; Comité de Cereales de Invierno, CONASE, Argentina
aballesteros@inase.gob.ar
5. **Balzarini, Mónica G.**
Estadística y Biometría, Facultad Ciencias Agrarias, UNC, Córdoba, Argentina; CONICET, Argentina
mbalzari@gmail.com
6. **Berardo, Angel**
Laboratorio Fertilab, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina
aberardo@laboratoriofertilab.com.ar
7. **Biddulph, Thomas B.**
Department of Primary Industries and Regional Development (DPIRD), Australia
ben.biddulph@agric.wa.gov.au
8. **Bonamico, Natalia C.**
Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina
nbonamico@ayv.unrc.edu.ar
9. **Brach, Ana M.**
INTA Reconquista, Santa Fe, Argentina
brach.ana@inta.gob.ar



10. **Cabral Farias, Carlos A.**
INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina
cabralfarias.carlos@inta.gob.ar
11. **Carciochi, Walter D.**
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina; CONICET, Argentina
wcarciochi@mdp.edu.ar
12. **Conti, Verónica A.**
INTA Bordenave, Buenos Aires, Argentina
conti.veronica@inta.gob.ar
13. **Di Pane, Francisco**
Chacra Integrada Barrow, INTA-MDA, Buenos Aires, Argentina
dipane.francisco@inta.gob.ar
14. **Diovisalvi, Natalia**
Laboratorio Fertilab, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina
ndiovisalvi@laboratoriofertilab.com.ar
15. **Echarte, Laura**
INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina; Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina; CONICET, Argentina
echarte.laura@inta.gob.ar
16. **Echeverría, Hernán**
INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina; Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina
echeverria.hernan@inta.gob.ar
17. **Edwards Molina, Juan P.**
INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina
edwardsmolina@gmail.com
18. **Franco, M. Fiorella**
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina; INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina; CONICET, Argentina
franco.fiorella@inta.gob.ar
19. **Gieco, Lucrecia**
INTA Paraná, Entre Ríos, Argentina
gieco.lucrecia@inta.gob.ar
20. **Gonzalez, Lisardo J.**
Criadero Buck, La Dulce, Buenos Aires, Argentina
lgonzalez@bucksemillas.com.ar
21. **Guido, Sergio**
INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina
guido.sergio@inta.gob.ar
22. **INTA Informa**
Gerencia de Contenidos Periodísticos y Editoriales, Dirección Nacional Asistente de Comunicación Institucional, INTA. CABA, Argentina
prensains@correo.inta.gov.ar



23. **Iturralde Elortegui, María del Rosario**
INTA Olavarría, Buenos Aires, Argentina
iturraldeelortegui.m@inta.gob.ar
24. **Lanzillotta, Juan J.**
INTA Pergamino, Buenos Aires, Argentina
lanzillotta.juan@inta.gob.ar
25. **Lewczuk, Nuria A.**
INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina
lewczuk.nuria@inta.gob.ar
26. **Marcovich, Norma E.**
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina;
INTEMA, CONICET, Buenos Aires, Argentina
marcovic@fi.mdp.edu.ar
27. **Martino, Diana L.**
Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina;
actualmente Criadero Buck, La Dulce, Buenos Aires, Argentina
dianamartino@hotmail.com
28. **Miralles, Daniel J.**
Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. CABA, Argentina; IFEVA, CONICET,
Argentina; Comité de Cereales de Invierno, CONASE, Argentina
miralles@agro.uba.ar
29. **Mójica, Claudia J.**
Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba,
Argentina
jmojica@ayv.unrc.edu.ar
30. **Moreyra, Federico**
INTA Bordenave, Buenos Aires, Argentina; actualmente Estudio Agropecuario Sudoeste,
Buenos Aires, Argentina; GEASO CREA, Buenos Aires, Argentina
federicomoreyra@gmail.com
31. **Pontaroli, Ana C.**
INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina; CONICET, Argentina
pontaroli.ana@inta.gob.ar
32. **Prystupa, Pablo**
Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, CABA, Argentina.
prystupa@agro.uba.ar
33. **Reussi Calvo, Nahuel I.**
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires,
Argentina; CONICET, Argentina; Laboratorio Fertilab, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina
nreussicalvo@laboratoriofertilab.com.ar
34. **Ross, Fernando**
Chacra Integrada Barrow, INTA-MDA, Buenos Aires, Argentina
ross.fernando@inta.gob.ar



- 35. Rossi, Ezequiel A.**
Instituto de Investigaciones Agrobiotecnológicas, Universidad Nacional de Río Cuarto,
Córdoba, Argentina; CONICET, Argentina
erossi@ayv.unrc.edu.ar
- 36. Sainz Rozas, Hernán**
INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina; Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional
de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina; CONICET, Argentina
sainzrozas.hernan@inta.gob.ar
- 37. Urcola, Hernán A.**
INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina
urcola.hernan@inta.gob.ar
- 38. Villafañe, Mariana**
Chacra Experimental Miramar, MDA, Buenos Aires, Argentina
mariana.villafanie@gmail.com
- 39. Wyngaard, Nicolás**
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires,
Argentina; CONICET, Argentina
nicowyngaard@hotmail.com

Índice

p. 9 | **Prólogo**

Abbate P.E.

Prospectiva

p. 10 | La ventaja de los avances tecnológicos en el trigo argentino y la desventaja de no clasificar la producción por calidad.

Abbate P.E.

Manejo de factores abióticos

p. 13 | Nuevo mapa de Subregiones trigueras argentinas y de otros cereales invernales 2021.

Abbate P.E., Miralles D.J, Ballesteros A.H.M.

p. 23 | Informe climático de la campaña 2021/2022 en Balcarce.

Lewczuk N., Echarte L., Iturralde Elortegui R.

p. 27 | Efectos del cambio climático sobre el rendimiento de trigo en el norte de Santa Fe en las dos primeras décadas del siglo XXI.

Abbate P.E., Brach A.

p. 36 | Dosis óptima económica de nitrógeno para rendimiento y calidad en cereales de invierno.

Reussi Calvo N., Carciochi W., Wyngaard N., Diovisalvi N., Prystupa P., Sainz Rozas H.

p. 45 | ¿El Nan mejora el diagnóstico de nitrógeno en trigo y cebada?

Reussi Calvo N., Echeverría H., Sainz Rozas H., Berardo A., Diovisalvi N.

p. 50 | Efectos del estrés hídrico y no hídrico sobre el rendimiento de soja intersembra en trigo.

Ross F., Abbate P.E.

Manejo de factores bióticos

p. 52 | Respuesta a la aplicación de fungicida en los cultivares de trigo más rendidores, en las principales subregiones trigueras argentinas.

Abbate P.E., Villafañe M., Di Pane F., Gieco L., Lanzillotta J.J.

p. 54 | Metaanálisis de respuesta en rendimiento de protección foliar del trigo con fungicidas en el sudeste de Buenos Aires.

Edwards Molina J.P.

Mejoramiento genético y evaluación de cultivares

p. 58 | Rendimiento de los cultivares de trigo de ciclo largo vs. ciclo corto en las principales subregiones trigueras argentinas.

Abbate P.E.



- p. 64** | Aportes del mejoramiento genético al cultivo de trigo en el norte de Santa Fe.
Brach A.M., Abbate P.E.
- p. 66** | Grosor de glumas y lemas de trigo y su efecto en la susceptibilidad a heladas en distintos cultivares.
Martino D.L., Abbate P.E., Biddulph T.B., Pontaroli A.C., Marcovich N.E.
- p. 75** | Años de evaluación de cultivares comerciales de trigo pan (*Triticum aestivum* L.) en Argentina.
Mójica C.J., Abbate P.E., Rossi E.A., Balzarini M.
- p. 76** | Optimización de la cantidad de años, localidades y repeticiones para la evaluación de la calidad de cultivares comerciales de trigo pan en Argentina.
Mójica C.J., Abbate P.E., Rossi E.A., Bonamico N.C., Balzarini M.G.
- p. 77** | Años de evaluación en cultivares comerciales de trigo pan argentinos de distintos grupos de calidad y ciclo de crecimiento.
Mójica C.J., Abbate P.E., Balzarini M.G.

Economía

- p. 79** | Análisis de los resultados económicos obtenidos por los cultivos de invierno en la campaña 2021/22.
Guido S., Urcola H.A.

Resultados de la Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan (RET-INASE) en INTA Balcarce

- p. 84** | Características meteorológicas en INTA Balcarce durante la campaña 2021/22.
Abbate P.E.
- p. 88** | Resultados obtenidos en INTA Balcarce, con alta tecnología durante la campaña 2021/22.
Abbate P.E., Cabral Farias C.A.
- p. 99** | Resultados obtenidos en INTA Balcarce, con y sin fungicida durante la campaña 2021/22.
Abbate P.E., Cabral Farias C.A.
- p. 113** | Estabilidad interanual del rendimiento de cultivares de trigo: en la RET-INASE de INTA Balcarce durante las campañas 2019/20 a 2021/22.
Abbate P.E., Mójica C., M. Balzarini.
- p. 123** | Estado sanitario de la red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 12-oct-2021.
Abbate P.E., Franco M.F, Cabral Farias C.A.
- p. 126** | Estado sanitario en la red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 25-oct-2021.
Abbate P.E., Franco M.F, Cabral Farias C.A.



- p. 133** | Estimación del agua útil disponible en el suelo para la red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 15-sep-2021.
Abbate P.E.
- p. 137** | Estimación del agua útil disponible en el suelo para la red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de la CE-MDA Miramar, al 15-sep-2021.
Abbate P.E., Villafañe M.
- p. 142** | Estimación del agua útil disponible del suelo en la red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) del Criadero Buck, al 15-oct-2021.
P.E. Abbate, Martino D.L., González L.J.
- p. 147** | Estimación del agua útil disponible del suelo en la red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, CE-MDA Miramar y Criadero Buck, al 15-oct-2021.
P.E. Abbate, Villafañe M., Martino D.L., Gonzales L.J.
- p. 157** | Situación hídrica y temperatura en la Red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, CE-MDA Miramar y Criadero Buck, hacia el final de la campaña 2021/22.
P.E. Abbate, Villafañe M., Martino D.L., Gonzales L.J.

Desarrollo de páginas web

- p. 166** | AgTech: Calculadora económica online para la protección sanitaria de cultivos de granos.
Abbate P.E., Edwards Molina J.P.
- p. 173** | AgTech: Comparación online del rendimiento de los cultivares de trigo pan evaluados en la RET-INASE de Argentina.
Abbate N.F., Abbate P.E.
- p. 175** | AgTech: Informe online de la Red Argentina de Cebada Cervecera.
Abbate P.E., Abbate N.F., Conti V.A., Moreyra F.
- p. 177** | AgTech: Identificación online de cultivares comerciales de trigo pan argentinos mediante descriptores morfológicos.
Abbate L.I., Abbate P.E., Ballesteros A.H.M.
- p. 179** | AgTech: Diseñan un mapa de probabilidad de daño por heladas tardías.
INTA Informa.
- p. 182** | Tecnología de exportación AgTech: desarrollan un sitio web para comparar rendimientos y calidad.
INTA Informa.

Prólogo

Pablo E. Abbate

Unidad Integrada Balcarce (INTA Balcarce - Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata). Balcarce, Buenos Aires, Argentina.
abbate.pablo@inta.gob.ar; abbate.pablo@gmail.com

Esta publicación está dirigida a profesionales, productores y público general interesado en el cultivo de trigo y otros cereales de invierno. La misma reúne información generada durante las campañas 2020/21 y 2021/22, con la participación de miembros de la Unidad Integrada Balcarce: Estación Experimental Agropecuaria Balcarce del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA Balcarce) y Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Mar del Plata (FCA, UNMDP), junto a profesionales de otras instituciones. La obra cubre una amplia gama temática sobre trigo y cebada, incluyendo el análisis de los avances tecnológicos, la presentación del nuevo mapa de subregiones trigueras de trigo; el análisis de las condiciones meteorológicas, del cambio climático, de los avances del mejoramiento genético en el norte del país, de los resultados económicos; el estudio de atributos relacionados con la susceptibilidad a heladas tardías, de los requerimientos de nutrientes, del manejo de la sanidad, de la cantidad de años necesaria para evaluar cultivares de trigo, del estrés hídrico de soja intersemebrada en trigo; la comparación del rendimiento entre cultivares trigo, su estabilidad, sanidad y calidad, y la presentación de herramientas informáticas (AgTech) para facilitar la elección de cultivares de trigo y de cebada.

La ventaja de los avances tecnológicos en el trigo argentino y la desventaja de no clasificar la producción por calidad

Pablo E. Abbate

Unidad Integrada Balcarce (INTA Balcarce - Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata). Balcarce, Buenos Aires, Argentina.
abbate.pablo@inta.gob.ar; abbate.pablo@gmail.com

Columna publicada por invitación del diario Clarín, sección Rural, 1 de agosto de 2020.

Según puede calcularse de los datos de la Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, entre los años 1980 y 2000 el aumento de rendimiento de trigo en Argentina promedió 39 kg/ha por año. No obstante, en los últimos 20 años, el aumento de rendimiento ascendió a 47 kg/ha por año. ¿A qué factores puede atribuirse este mayor aumento? En primer lugar, en el 2000 comenzaron a introducirse en Argentina cultivares (antes llamados variedades) con sangre francesa de mayor rendimiento. Por otra parte, en esos años comenzó a generalizarse la siembra directa en trigo, lo que permitió una mayor acumulación de materia orgánica (humus) y de agua en el suelo y el abaratamiento de los costos de siembra. Se comenzó a darle más importancia a la fecha de siembra óptima de cada cultivar y a cambiar de cultivar cuando las condiciones meteorológicas obligan a retrasar la siembra. Mediante el uso de mezclas de herbicidas se logró un control de malezas de mayor espectro y más prolongado. Se mejoraron los métodos de diagnóstico de las deficiencias de nutrientes, se reemplazaron las dosis fijas de fertilización por dosis proporcionales al rendimiento esperado y se mejoraron los métodos de fertilización (estado de la maquinaria y de su regulación). Se difundió el control de las enfermedades fúngicas que atacan las hojas, mediante métodos de diagnóstico sanitario, criterios para definir el momento de aplicación de los fungicidas y métodos de aplicación apropiados. Toda esta tecnología disponible es el resultado, planificado o no, del trabajo continuo en investigación y experimentación, pública y privada, a través de los años.

Hacia el final de los años 1990, muchos de los avances tecnológicos mencionados solo estaban disponibles en los países desarrollados y su difusión en Argentina no fue una simple adopción directa. Por ejemplo, la introducción de cultivares franceses, no se trató de la importación de cultivares difundidos en Francia, sino de cultivares evaluados y desarrollados entre criaderos franceses y argentinos para ser introducidos en Argentina. Argentina fue uno de los primeros países en el mundo en alcanzar 90% de siembra directa en trigo, esto requirió del desarrollo de maquinaria y de métodos de diagnóstico de deficiencias de nutrientes que luego fueron adoptados en otros países. El desarrollo tecnológico también incluyó la formación de especialistas en distintos aspectos del cultivo de trigo y de profesionales entrenados en el seguimiento del cultivo, regulación de maquinaria, etc. Hoy puede decirse que, no hay en el mundo tecnología, método o conocimiento que pueda tener un impacto relevante en nuestra producción con el que ya no contemos. Dada la tecnología involucrada en cada grano de trigo cosechado, no se trata de un producto con poco valor agregado, al contrario, el trigo le da tanto valor agregado a

los insumos que utiliza, como la mayoría de las industrias no agropecuarias. De hecho, según el INDEC, el trigo está entre los seis principales complejos exportadores de Argentina y la industria panadera es la principal fuente de empleo manufacturero.

Gracias al aumento de rendimiento, la producción de trigo argentina aumentó su saldo exportable 42% entre los años 2000-2019, respecto de los 20 años previos. Cabe preguntarse si este aumento de rendimiento mejoró el ingreso de los productores. Entre los años 1980 y 2019 el precio del trigo (expresado en moneda constante) decreció 45%, el aumento de rendimiento logrado en los últimos 40 años no alcanzó para compensar esa caída, lo que implicó una caída del ingreso neto de los productores. En definitiva, el beneficio de esta situación se transfirió a los consumidores a través del menor precio del grano o de la recaudación de impuestos. De hecho, el trigo suele ser el alimento humano más barato, lo cual es fácil es constatar al comparar precios en el supermercado ¿algún alimento tiene menor precio por kilo que el trigo?

Argentina dispone de cultivares para producir grano de alta calidad panadera ¿Podría lograrse un mejor precio a través de una mayor calidad panadera? Si, pero el estímulo económico para producir una alta calidad debería llegar antes de la siembra, ya que la elección del cultivar tiene un alto impacto sobre la calidad. Sin embargo, esto solo ocurre para una baja proporción de la producción que se realiza por contrato, en general para molinos locales. La mayor parte del trigo argentino no se clasifica (segrega) por calidad, por lo cual, la mayoría de los productores procuran mejorar el beneficio económico del cultivo a través de un mayor rendimiento manteniendo una calidad entre media y mínima.

¿Podría tener ventaja producir trigo de calidad diferenciada? Si, ya que permitiría ampliar los posibles países compradores del trigo argentino. Argentina es el principal país exportador de trigo de Sudamérica. Excluyendo a Brasil (nuestro principal comprador), los países sudamericanos restantes, importa una cantidad de trigo igual al 120% de la importada por Brasil. Ese trigo llega a Sudamérica desde otros continentes con un flete igual o mayor al que se requeriría para importarlo desde Argentina. Si Argentina ofreciera trigo de la calidad deseada, podría captar esos mercados sin necesidad de rebajar el precio para compensar el costo del flete al exportar a países lejanos. Esta estrategia requiere que en Argentina se segregue su producción de trigo por calidad. Todos los países que exportan con continuidad segregan su producción y ofrecen un menú de calidades estables entre años. Argentina es el único país exportador de trigo que ofrece una calidad pobremente definida y variable entre años, si bien, la calidad promedio sigue considerándose buena. La idea de segregar la producción triguera argentina no es nueva, pero nunca se concretó. A mi entender los argumentos que se esgrimen para no hacerlo no son sostenibles. Todos los países exportadores de trigo logran clasificar su producción ¿por qué Argentina no podría hacerlo?

La ventaja de segregar por calidad también es válida para el trigo de calidad no panadera. Mediante cultivares adecuados se podrían alcanzar rendimientos mucho más altos que los actuales de grano adecuado para productos no panificados. Siguiendo esta estrategia, recientemente Nueva Zelandia alcanzó un nuevo récord mundial de rendimiento a nivel lote: 17.000 kg/ha (el récord de Argentina ronda los 10.000 kg/ha). Estos granos, que no son de calidad panadera, pueden utilizarse como forrajeros o para usos industriales. La inscripción de este tipo de cultivares ha sido desalentada en Argentina mediante objeciones que a mi entender serían arbitrarias ya que no tienen un fundamento legal claro. Sin embargo, no hay motivo para que Argentina no produzca trigo de una amplia gama de calidades a fin de satisfacer la demanda interna y la de los posibles países importadores. De esta manera se podría compensar por medio de un mayor rendimiento la demanda por baja calidad y menor precio, y con un mayor precio el menor rendimiento asociado a alta calidad.

La estrategia de diversificar y segregar la calidad también sería aplicable al caso del trigo transgénico. A pesar de lo que muchas personas creen y difunden, la Revolución Verde que comenzó en los años 1960 no introdujo trigos transgénicos y aun no existen en el mundo cultivares comerciales de ese tipo de trigos. Argentina posee la tecnología para producir cultivares transgénicos con mayor tolerancia a la sequía. Este tipo de transgénicos no debe asociarse al uso de glifosato como en el caso de la soja ya que se trata de la introducción de genes totalmente distintos. Sin duda, la producción comercial de trigo transgénico podría generar problemas de comercialización en un país que no segrega su producción. Pero ¿cuál es la ventaja de no diversificar la producción de trigo? Nuevamente el cuello de botella vuelve a ser una falta de segregación injustificada.

Nuevo mapa de Subregiones trigueras argentinas y de otros cereales invernales 2021

Mapa adoptado por el Comité de Cereales de Invierno (CCI), la Comisión Nacional de Semillas (CONASE) y el Instituto Nacional de Semillas (INASE).

Pablo E. Abbate^{1,5}; **Daniel J. Miralles**^{2,4,5}; **Alberto H.M. Ballesteros**^{3,5}

¹ INTA Balcarce y Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Buenos Aires, Argentina. abbate.pablo@inta.gob.ar; abbate.pablo@gmail.com

² Cátedra de Cerealicultura, Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. CABA, Argentina. miralles@agro.uba.ar

³ Dirección de Registro de Variedades, Instituto Nacional de Semillas (INASE). CABA, Argentina; aballesteros@inase.gob.ar

⁴ IFEVA, CONICET, CABA, Argentina.

⁵ Comité de Cereales de Invierno (CCI) de la Comisión Nacional de Semillas (CONASE), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Argentina.

Versión original 20 de octubre de 2021.

Motivos para actualizar el mapa actual de las subregiones trigueras argentinas

El mapa oficial de la Región triguera argentina comenzó a publicarse a partir del año 1938 (Fig. 1) en cumplimiento de lo establecido en el Inciso C, Art. 26, de la Ley 12252 (Ley de Granos y Elevadores, 1935). Los mapas fueron elaborados y actualizados inicialmente por el Tribunal de Fiscalización de Semillas y luego por la Comisión Nacional de Semillas (CONASE), y publicados en los Consejos de Siembra hasta 1986. La última actualización del mapa se realizó en 1952 (Fig. 2), quedando establecidas 7 Subregiones trigueras, pero sin definir el límite oeste de las Subregiones VN y VS, el límite norte de la Subregión VN y el límite sur de la Subregión VS. Desde entonces el mapa permaneció sin cambios importantes, hasta que al comienzo de la década del 2000 se incorporaron como subregiones el NOA y NEA y se propusieron límites a las Subregiones VN y VS. Estas modificaciones tuvieron varias propuestas, no obstante, muchas de las regiones que desde el punto de vista agroclimático son potencialmente aptas para el cultivo de trigo y otros cereales invernales no están incluidas en los mapas actuales, no existiendo, un único mapa que considere las incorporaciones mencionadas.

Otro problema de los mapas de subregiones disponibles es que los límites de las mismas no coinciden con los límites de los departamentos y partidos (DYP), lo cual dificulta los cálculos de producción y calidad de cada una de las subregiones que fueron definidas originalmente y la elaboración de estadísticas oficiales para cada una de las subregiones donde se siembran trigo y otros cereales de invierno (cebada, trigo fideo, centeno, avena, alpiste).

La falta de coincidencia entre los límites de las subregiones y el de los DYP también dificulta el replanteo del mapa, es decir, la demarcación del mapa en el terreno. Dado que la mayoría de los

límites políticos ya están delimitados en el terreno, la coincidencia entre las subregiones y los límites políticos soluciona ese problema.

Una limitante adicional de los mapas actuales es que solo incluyen las áreas y/o los DYP que tradicionalmente producen trigo, no considerando los restantes DYP en los que se produce o se ha producido trigo, o que tienen la potencialidad de ser productores de trigo, al menos para abastecer el consumo local.

Los límites de las subregiones del mapa actual se trazaron como límites de los núcleos de producción de trigo que se dieron espontáneamente durante la etapa de expansión del cultivo. Por lo tanto, los límites de las subregiones se basaron en un análisis detallado de las variables climáticas y edáficas (precipitación, temperatura, suelo y relieve) que son las que verdaderamente definen las condiciones agroecológicas del cultivo de trigo.

Finalmente, no se dispone de una versión digital de mapa de subregiones de alta resolución ni de una versión compatible con los actuales Sistemas de Información Geográfica Digital (GIS). En síntesis, los motivos para actualizar el mapa de Regiones Trigueras Argentinas (Fig. 2) son:

1. Actualmente no se cuenta con un mapa único de subregiones trigueras, ni se cuenta con un mapa oficial de otros cereales de invierno (cebada, trigo fideo, centeno, avena, alpiste).
2. Los límites de las Subregiones VN, VS, NOA y NEA no están adecuadamente definidos.
3. Las subregiones actuales no coinciden con los límites políticos de los DYP, lo cual dificulta los cálculos de producción y calidad, y la elaboración de estadísticas oficiales para cada una de las subregiones donde se siembra el cultivo de trigo.
4. La falta de coincidencia entre los límites de las subregiones y los límites políticos de los DYP dificulta el replanteo de las subregiones en el terreno.
5. Los mapas actuales no incluyen los DYP que tienen la potencialidad de producir trigo, ni aquellos que fueron productores o que son productores ocasionales.
6. Los límites de las subregiones actuales no se basan en cambios definidos de precipitación, temperatura, suelo o relieve.
7. No se cuenta con una versión digital de alta resolución, ni con una versión en formato vectorial GIS.

Criterios para modificar el actual mapa de subregiones trigueras

Sobre la base de los argumentos detallados en el punto anterior, se describen los criterios que se utilizaron para llevar adelante las modificaciones propuestas:

1. El área cubierta por el nuevo mapa incluyó la Argentina desde el norte del país hasta el sur de Río Negro.
2. Los límites de las nuevas subregiones se hicieron coincidir con los límites políticos de los DYP, en todos los casos.
3. Se estableció un tamaño máximo y mínimo para las nuevas subregiones. Los DYP fueron la unidad básica de las subregiones. Se estableció que el tamaño mínimo de una subregión sea de al menos 5 DYP adyacentes. Este valor es arbitrario y variable en superficie, pero es fácilmente aplicable. El límite máximo se estableció en el tamaño de las Subregiones establecidas en el mapa previo.

4. Se buscó que los límites de las nuevas subregiones coincidan con diferencias de precipitación, temperatura, suelo o relieve. En las regiones Pampeana y Chaqueña, donde las variaciones de relieve son suaves, se buscó que la diferencia dentro de cada subregión no supere: 300 mm de precipitación, 3 °C de temperatura y 3° de latitud. No obstante, cuando dentro de estos límites se encontraron diferencias de suelo o relieve importantes, estas diferencias se utilizaron para establecer los nuevos límites. Para las subregiones serranas y andinas, los principales criterios de zonificación fueron el relieve y las lluvias, ya que la temperatura varía ampliamente con la altura. En todos los casos, se dio prioridad a los límites políticos de DYP sobre las diferencias de clima, suelo y relieve; téngase en cuenta que en varios casos la variación de temperatura y precipitación dentro de un DYP supera los límites deseados.
5. Para tener un mayor ordenamiento de las nuevas subregiones, estas se agruparon según dos criterios:
 - a. Siguiendo los criterios de regionalización del país que se han adoptado con posterioridad al mapa de subregiones de 1952.
 - b. Por la continuidad de su producción en (i) "Permanente", aquellas con producción de más de 200.000 ha en los últimos 10 años, (ii) "Ocasional", aquellas que no cumplen con el criterio establecido de superficie, pero presentan áreas con condiciones agroecológicas favorables como para realizar, al menos, una producción regional si reciben el estímulo económico y social apropiado.
6. Para facilitar la referencia a las nuevas subregiones, a cada una se le asignó un número arábico, un nombre descriptivo (atributo no establecido en mapas anteriores) y una abreviatura nemotécnica alfabética.

Materiales y métodos

Para confeccionar el nuevo mapa se utilizó como base el mapa de división política departamental (en formato vectorial) del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2019).

A partir de los mapas (en formato raster) de precipitación y temperatura mensual del Proyecto Clima de Argentina de INTA (Cravero *et al.*, 2017), se calculó la precipitación acumulada y la temperatura media de abril a diciembre con una resolución de $17.7 \cdot 10^6$ puntos para la superficie mapeada. La precipitación y temperatura durante el verano se descartaron ya que presentan los máximos valores anuales y no coinciden con el ciclo del cultivo de trigo.

El mapa de suelo utilizado (en formato vectorial) correspondió a la versión 9 del mapa de Suelos de la Argentina del INTA (Cruzate *et al.*, 2013) con clasificación de suelos en Orden, Suborden, Gran grupo, Grupo y Subgrupo, basado en la clasificación de Soil Taxonomy 1975.

El relieve se obtuvo del mapa (en formato vectorial) de curvas de nivel SIG-205 del IGN (2012).

Las diferencias de precipitación y temperatura dentro de cada subregión se computaron entre los centroides (centro geográfico) de los DYP para evitar el efecto distorsivo de los valores extremos.

Principales características del mapa propuesto

En dirección vertical (norte a sur) el nuevo mapa (Fig. 3) presenta 4 directrices que establecen límites entre subregiones. La primera directriz está conformada por el Río Paraná, el cual separa

las subregiones chaqueñas de las mesopotámicas. La segunda directriz corresponde a la isohieta de 500 mm que asciende desde el límite oeste de la Pampa Austral hasta el norte del país constituyendo el límite este de la Pampa semiárida (norte, centro y sur) y del Chaco seco (norte y sur). La tercera directriz corresponde a la isohieta de 300 mm, la cual constituye el límite agrícola oeste de la agricultura de secano en la mayor parte del país. Esta isohieta inicia en el límite sur de la Pampa semiárida y establece el límite oeste de la Pampa semiárida (norte, centro y sur). En la provincia de Santiago del Estero, la isohieta de 200 mm se separa marcadamente de la de 300 mm y esta se aproxima a la de 500 mm, por lo cual el límite entre subregiones se estableció entre las isohietas de 200 a 300 mm dependiendo de la división política. La cuarta directriz vertical corresponde al límite este de las subregiones montañosas andinas. Esta directriz se discontinúa en la mitad sur de la provincia de Mendoza debido al ancho de los departamentos de San Rafael y Malargüe.

En dirección horizontal (este a oeste) el nuevo mapa (Fig. 3) tiene límites definidos por más de un factor. La división de las subregiones chaqueñas, mesopotámicas, pampa ondulada y pampa semiárida en norte y sur, sigue los límites de las isotermas. Sin embargo, es importante aclarar que las isotermas no fueron apropiadas como principal criterio de zonificación ante variaciones de relieve pronunciadas (sierras y montañas) debido a que los cambios de temperatura con respecto a la altura predominan sobre los cambios de temperaturas con respecto a la latitud. Por otra parte, en las planicies de las provincias de Buenos Aires y Santa Fe, los cambios en las características edáficas (i.e. suelo) predominan sobre los de temperatura. No obstante, en las regiones Pampeana y Chaqueña se buscó que la diferencia de temperatura dentro de cada subregión no supere los 3 °C. En consecuencia, se pueden mencionar los siguientes niveles crecientes de temperatura a través de las subregiones: (1) las subregiones patagónicas presentan temperatura media menor a 12.5 °C; (2) las subregiones pampeanas más australes (subregiones 5, 10 y 12) presentan temperatura media menor a 13.5 °C; (3) las subregiones pampeanas intermedias (subregiones 4, 6 y 9) presentan temperatura media menor a 14.5 °C, con la Pampa ondulada sur entre 14 y 15 °C; (4) las subregiones pampeanas más al norte (subregiones 2, 7 y 8) presentan temperatura media menor a 18.0°C; (5) las mayores temperaturas en las subregiones chaqueñas están escalonadas comenzando con aproximadamente 19 °C en el Chaco húmedo sur, 20 °C en el Chaco seco sur, 21 °C en el Chaco húmedo norte y 22 °C en el Chaco seco norte, siendo esta última la subregión con mayor temperatura media.

En las provincias de Buenos Aires y Santa Fe, donde los cambios de precipitación y temperatura son suaves, los límites de las subregiones Pampa ondulada, deprimida, subhúmeda sur (arenosa) y austral, se establecieron principalmente en base a diferencias en las características edáficas (Fig. 3). Estas subregiones se corresponden con la zonificación de la Región Pampeana, utilizada actualmente en mapas de suelo, ecología, etc. la cual surgió y fue ampliamente adoptada luego de la actualización del mapa de subregiones tradicional.

Se consideró que el NOA y NEA eran subregiones con variación excesivamente amplia en precipitación y temperatura, por tal motivo, en el nuevo mapa (Fig. 3), el norte del país se ha subdividió en ocho subregiones.

El nuevo mapa (Fig. 3) supera muchas de las limitaciones de los mapas anteriores. Se espera entonces, que el nuevo mapa permita realizar recomendaciones de manejo más precisas y que permita realizar mejores estimaciones de producción y calidad de los cereales de invierno en cada subregión. También se espera que el nuevo mapa permita considerar la posibilidad de ampliar la siembra de estos cultivos a nuevas áreas y de aumentar la continuidad de la producción en las subregiones con producción ocasional, expandiendo la producción regional del cultivo en áreas agroecológicamente adecuadas. Finalmente, se espera que esta el nuevo Mapa de Subregiones sea una mejor guía para estudiantes, productores, asesores y profesionales de distintas

zonas del país vinculados directa o indirectamente con la producción de trigo y otros cereales de invierno.

El mapa presentado fue revisado y consensuado por el Comité de Cereales de Invierno (CCI) asesor de la Comisión Nacional de Semillas (CONASE), constituido por (en orden alfabético): Alberto H.M. Ballesteros (Secretario Técnico), Daniel J. Miralles, Gabriela Tranquilli, Leandro Ortíz, Lisardo González, Leticia Mir, María Rosa Simón, Mario Cattaneo, Mario Scasso, Miguel José Cardós, Néstor Machado, Noemí Fritz, Pablo Campos, Pablo E. Abbate. El mapa fue elevado a la CONASE, organismo que aprobó su adopción el 12 de enero de 2021, según consta en el Acta 478 de dicho organismo.

Agradecimientos

Los autores agradecen la información zonal brindada por (en orden alfabético): Alejandra Weiss (INTA Sáenz Peña, Chaco), Amalia Manlla (INTA Oliveros, Santa Fe), Ana Brach (INTA Reconquista, Santa Fe), Carlos Bainotti (INTA Marcos Juárez, Córdoba), Daniel Gamboa (EEA Obispo Colombes, Tucumán), Fernando Scaramuzza (INTA Manfredi, Córdoba), Lucia Rosetti (INTA Rafaela, Santa Fe), Marcelo Cantarero (UNC, Córdoba), Selsa Balbí (FCA, UNNE, Corrientes).

Los autores agradecen las sugerencias recibidas por los miembros del CCI restantes.

Descripción de los recursos

Los archivos adjuntos contienen el nuevo mapa de Subregiones Trigueras adoptado por el Comité de Cereales de Invierno (CCI), la Comisión Nacional de Semillas (CONASE) y el Instituto Nacional de Semillas (INASE).

El mapa se presenta como imagen digital y como capa de información geográfica (GIS) compatible con las aplicaciones ArcGIS, QGIS y compatibles.

1. Imagen digital: Formato: JPG.
Dimensión: 7015 x 4960 Píxeles.
Profundidad de color: 24 bpp.
Resolución: 600 x 600 ppp.
Tamaños: 2.72 MB (2 856 011 Byte)
2. Capa de información geográfica (GIS)
Formato: ESRI Shapefile.
Tipo de geometría: polígono.
Tipo de objeto espacial: vector.
Codificación: UTF-8.
Sistema de referencia de coordenadas: WGS 84, EPSG:4326.
Sistema de coordenadas: geográficas.
Unidad: grados.
Número de objetos: 27
Campos:
SUB_NUM: Número de la subregión.
SUB_NOM: Nombre de la subregión.

SUB_ABR: Abreviatura de la subregión.
 SUB_TIPO: Tipo de subregión; P, de producción permanente; O, de producción ocasional.
 SUB_ANTER: Subregión en el mapa anterior (1953).
 VERSION: Versión del recurso.

Limitaciones de uso

Libre uso citando correctamente la fuente.

Citación recomendada: Abbate P.E., Miralles D.J., Ballesteros A.H.M. 2021. NUEVO MAPA DE SUBREGIONES TRIGUERAS ARGENTINAS Y DE OTROS CEREALES INVERNALES 2021. Documento PDF. INASE.

Contacto

abbate.pablo@gmail.com; aballesteros@inase.gob.ar

Dirección de Descarga

Descripción del mapa PDF https://t.ly/d6dZ	Mapa como imagen JPG https://t.ly/LFIE	Mapa vectorial GIS ESRI Shapefile https://t.ly/VmNx
		

Puede consultarse un video explicativo realizado por Pampero TV, disponible en <https://t.ly/KfgG>, y un artículo de difusión sobre el nuevo mapa realizado por INTA Informa, disponible en <https://t.ly/fYzI>.

Referencias

Cravero S.A.C., Bianchi C.L, Elena H.J., Bianchi A.R. 2017. *Clima de la Argentina Mapas digitales mensuales de precipitaciones y precipitación menos evapotranspiración potencial: adenda del Atlas Climático digital de la República Argentina. Libro digital, PDF. Ediciones INTA. ISBN 978-987-521-807-9.*

Cruzate G., Gomez L., Pizarro M. J., Mercuri P., Banchemo S. INTA. 2013. *Suelos de la República Argentina, versión 9. <http://www.geointa.inta.gob.ar/>*

IGN (Instituto Geográfico Nacional). 2012. Curvas de Nivel de la República Argentina. Shapefile. <https://www.ign.gob.ar/sig250>.

IGN (Instituto Geográfico Nacional). 2019. Mapa Departamentos de la República Argentina. Shapefile. <https://www.ign.gob.ar/>

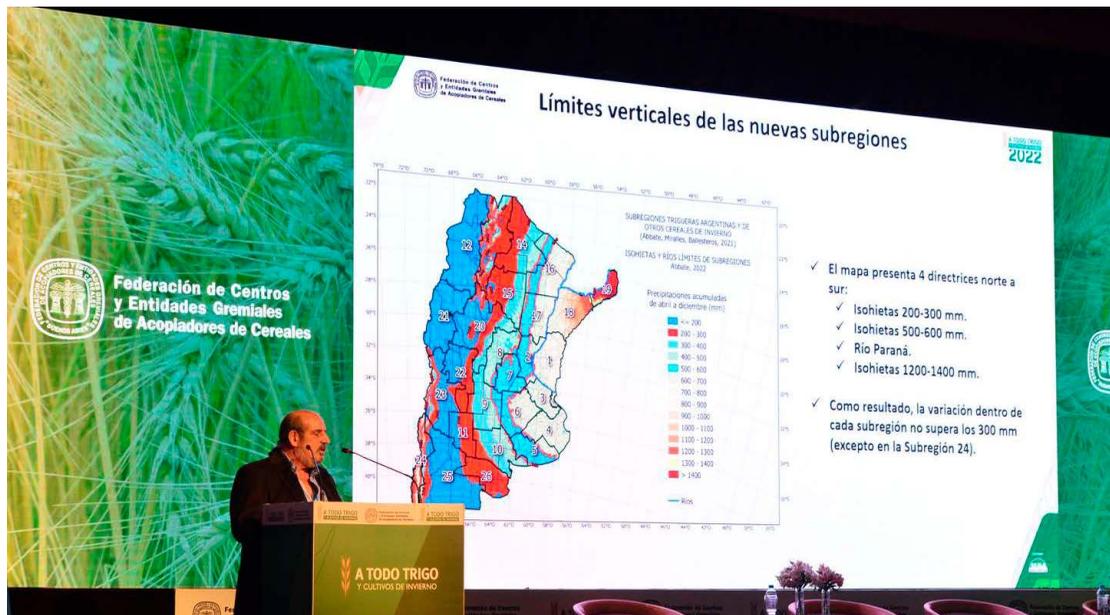


Imagen 1. Presentación del Nuevo mapa de las Subregiones trigueras de Argentina y de otros cereales de invierno en el simposio A Todo Trigo, Mar del Plata 12-may-2022.

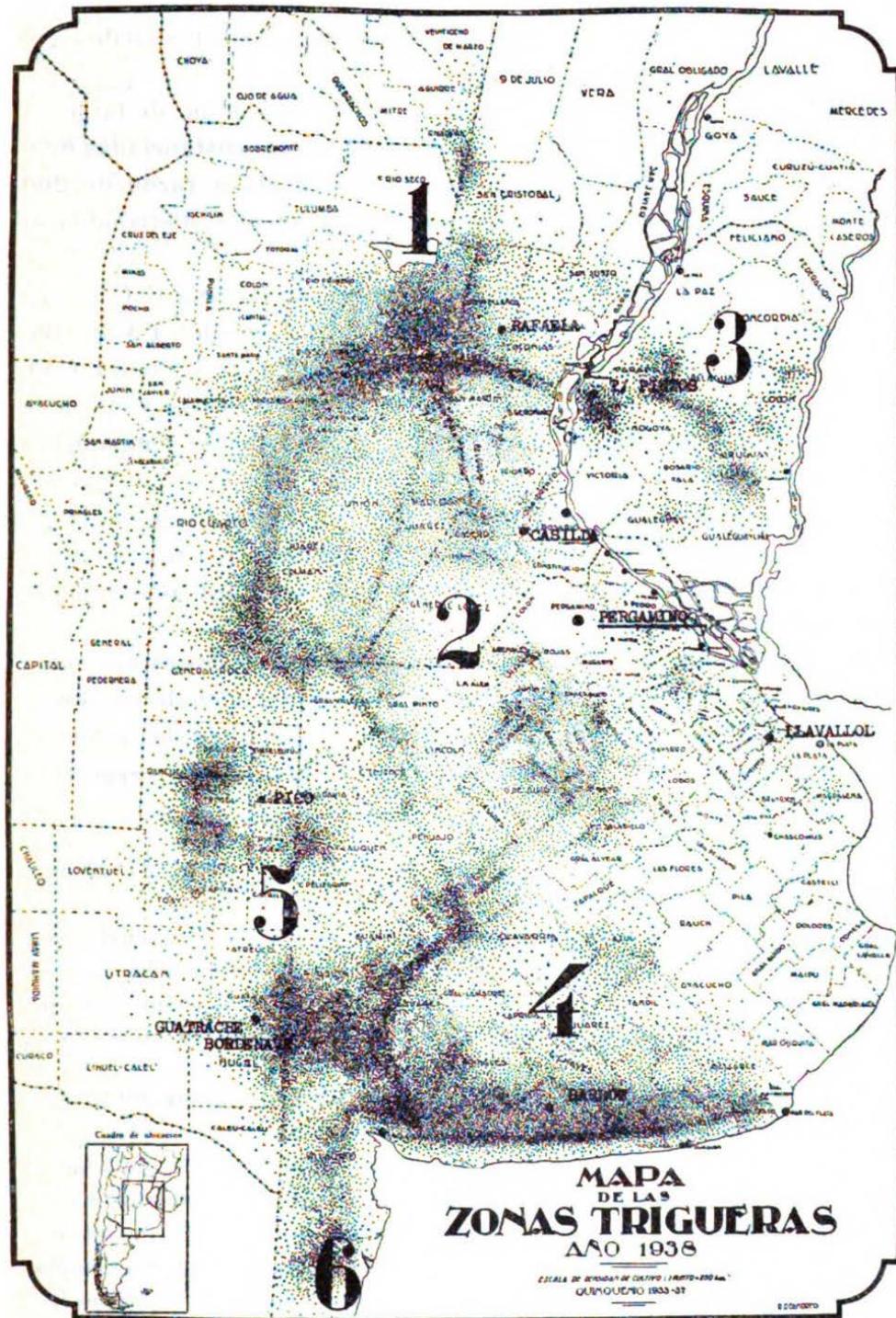
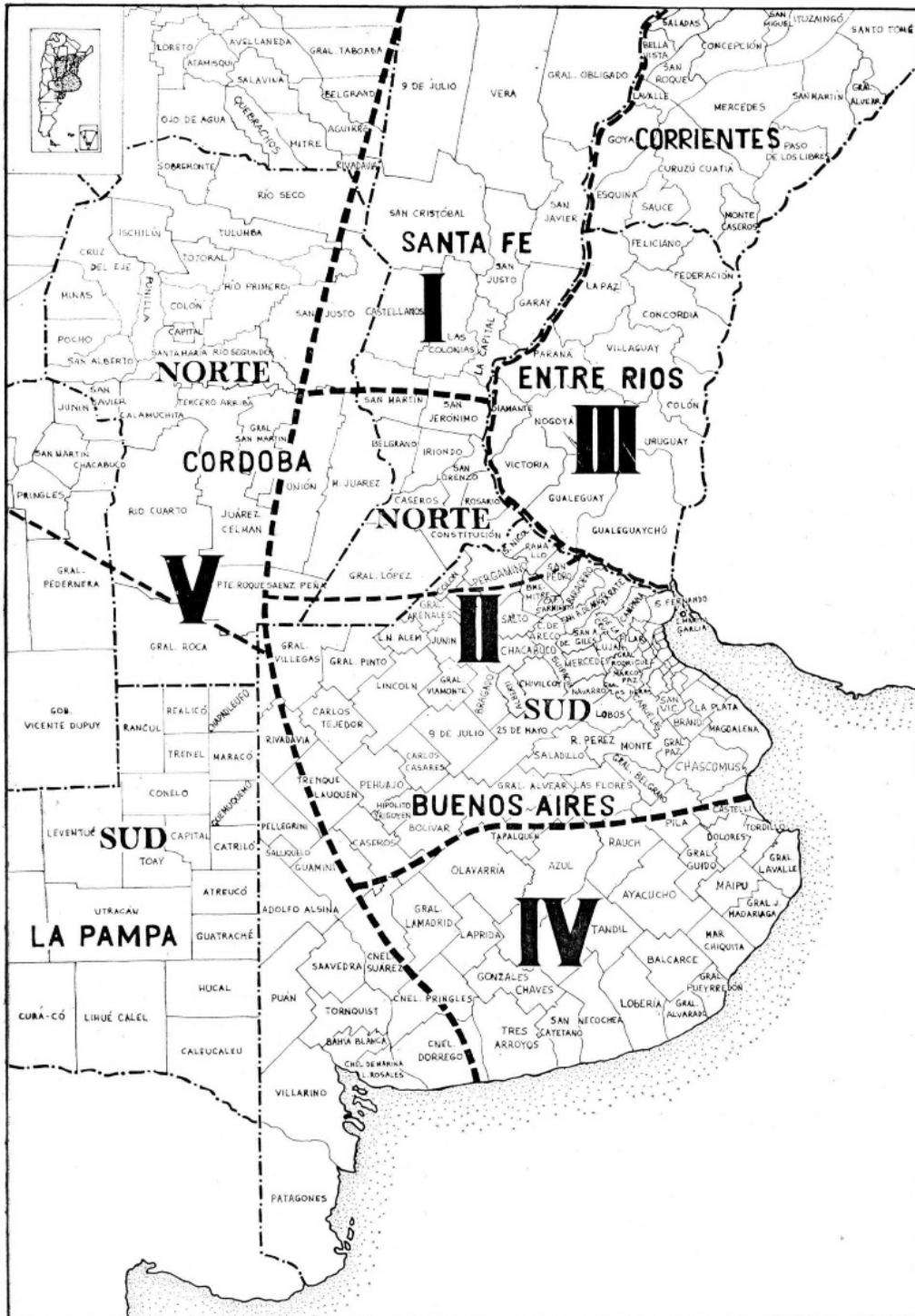


Fig. 1. El primer mapa de la Región triguera Argentina construido en 1938.



A efectos de facilitar al lector la referencia que se hace a las regiones trigueras, se reproduce el mapa respectivo.

Fig. 2. Mapa previo de la Región triguera Argentina, elaborado por el Tribunal de Fiscalización de Semillas en 1952.

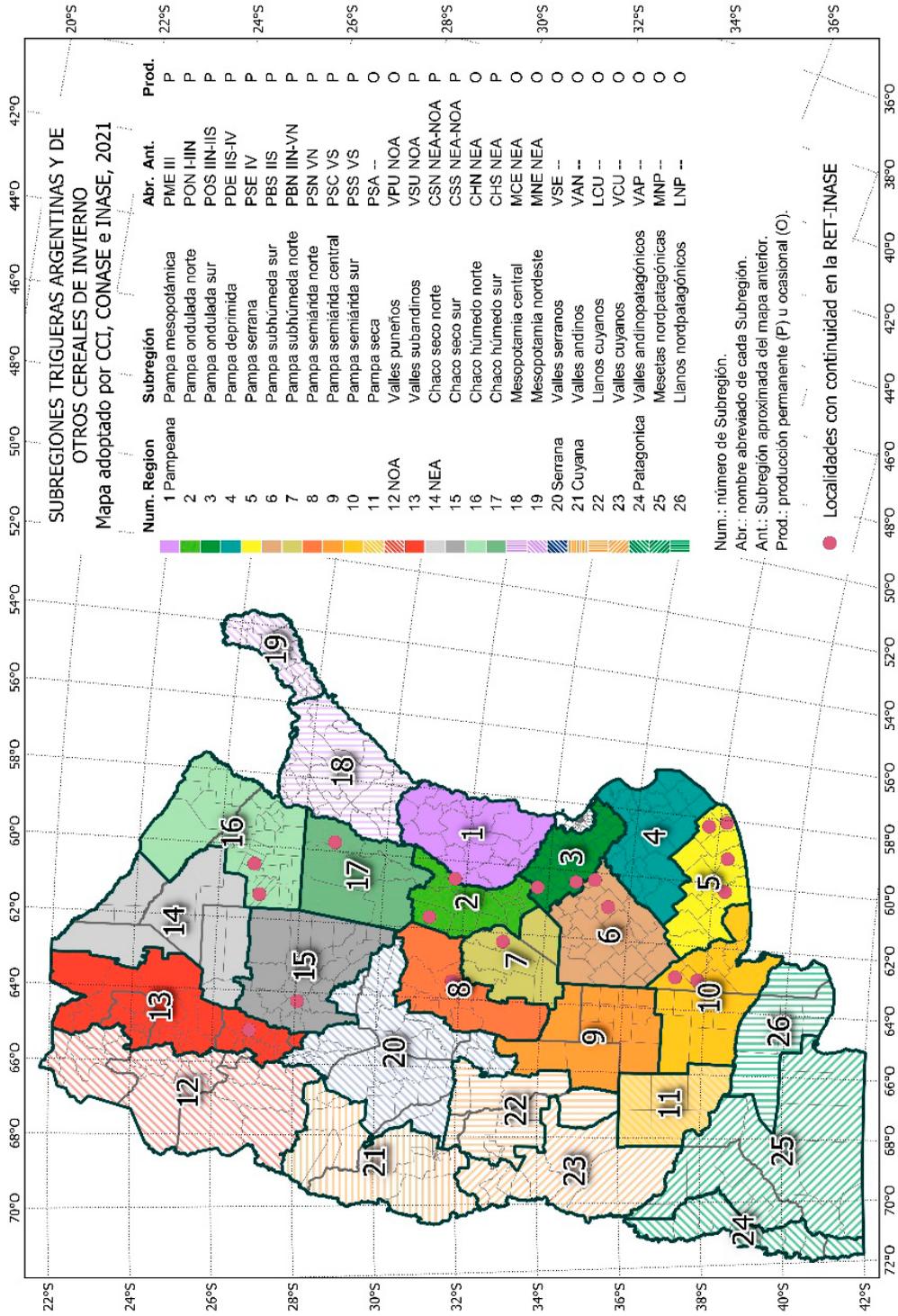


Fig. 3. Nuevo mapa de las Subregiones trigueras de Argentina y de otros cereales de invierno.

Informe climático de la campaña 2021/2022 en Balcarce

Lewczuk N.¹, Echarte L.², Iturralde Elortegui R.³

¹IPADS, INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

²IPADS, INTA Balcarce, CONICET, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

³AER Olavarria, INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

Versión digital, 13 de abril de 2023.

Introducción

Las variaciones climáticas interanuales y estacionales generan una gran variabilidad en los rendimientos de los cultivos. Uno de los fenómenos climáticos que afectan la producción agrícola es El Niño - Oscilación del Sur (ENOS). El Niño/Oscilación del Sur (ENOS) es un fenómeno natural resultado de la interacción entre el océano y la atmósfera en el océano pacífico ecuatorial. Este fenómeno tiene una gran influencia en las condiciones climáticas de diversas partes del mundo.

Este fenómeno es la principal fuente de variabilidad climática a corto plazo a escala interanual, que incluye modificaciones de la circulación de la atmósfera que pueden durar desde varios meses a pocos años. El Niño y La Niña son los componentes oceánicos, mientras que la Oscilación del Sur es el componente atmosférico, y ambos dan origen al término El Niño/Oscilación del Sur. Este fenómeno comprende tres fases: El Niño, La Niña y una fase neutra.

El fenómeno tiene una periodicidad irregular, usualmente ocurre cada dos a siete años, y se declara una fase El Niño/La Niña cuando las temperaturas del mar en el Pacífico oriental tropical aumentan/disminuyen 0.5°C por encima/por debajo del promedio durante varios meses consecutivos (5 trimestres).

Los efectos de esta oscilación sobre nuestro país son diversos y varían dependiendo de la fase, la región y la época del año.

Actualmente nos encontramos en una fase de: **Niña débil**. El enfriamiento en el océano Pacífico ecuatorial se debilitó respecto de los meses previos, aunque aún se mantiene una amplia región con temperaturas inferiores a los normales. Durante junio 2022, el Índice de Oscilación del Sur sigue manteniendo valores acordes a una fase fría.

En el área de Balcarce, no existe un acuerdo del impacto de este fenómeno sobre las condiciones ambientales. Sin embargo, podemos observar en la Fig. 5 que para el trimestre abril-mayo-junio (AMJ) y octubre-noviembre-diciembre (OND) se observa una anomalía negativa entre -10 y -50% de precipitaciones. Se realizó un análisis de correlación entre las precipitaciones observadas desde 1970 hasta 2021 y el IOS (índice de oscilación del sur, valor que estima el grado de intensidad del fenómeno). Los resultados coinciden con los mapas presentados por el Servicio Meteorológico Nacional, donde el trimestre AMJ y OND presentaron correlaciones significativas y negativas (-0.236, $p < 0.05$; -0.270, $p < 0.05$).

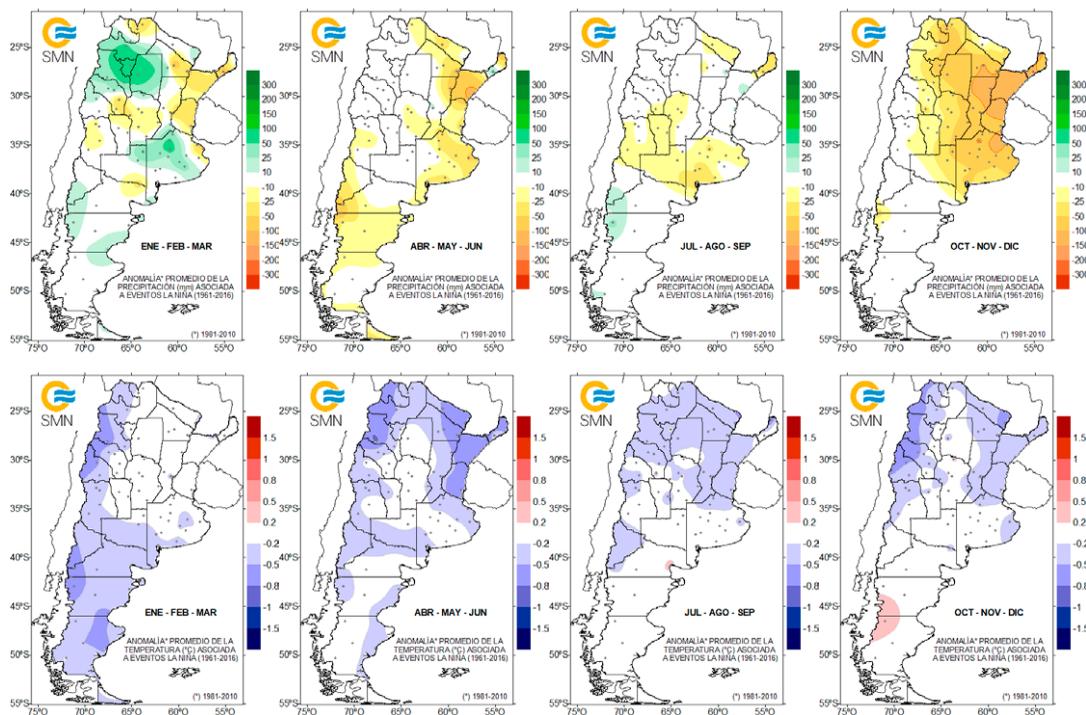


Fig. 5. Mapas de anomalías promedio trimestrales de precipitaciones y temperaturas medias asociadas a eventos Niña. (Servicio Meteorológico Nacional, 2022).

Condiciones climáticas Balcarce, período julio 2021 – junio 2022

En la Fig. 6, se observan las temperaturas mínimas registradas en el período julio 2021–junio 2022 y el valor de temperatura mínima media del período 1970-2020. Se observa que el patrón estacional durante el período actual es similar al patrón histórico. Los valores de temperaturas mínimas durante el período estival fueron superiores a los valores históricos, con temperaturas mínimas entre 10.9 °C y 15.3 °C (noviembre y enero 2022 respectivamente). A partir de marzo 2022, las temperaturas mínimas descendieron llegando a presentar valores menores a los históricos (-2.1 °C por debajo del valor histórico medio en junio 2022).

En este mismo sentido, podemos observar el número de días con heladas agrometeorológicas (Fig. 7, se considera heladas agrometeorológicas cuando la temperatura en la casilla meteorológica a 1.5 m es igual o menor a 3°C), donde el año 2021 presentó entre 5 y 14 días con heladas en el trimestre JAS, valores esperados según los registros históricos. Pero durante mayo y junio del año 2022, la cantidad de días con temperaturas iguales o menores a 3°C fue 65% y 47% superior al registro histórico.

Las precipitaciones presentaron un patrón similar (Fig. 8). Durante este período julio 2021–junio 2022, se observaron precipitaciones acumuladas inferiores a los valores históricos, excepto en los meses de septiembre 2021 y febrero/marzo 2022. Los meses de mayo y junio 2022 presentaron precipitaciones entre 65% y 92% más bajas que las esperadas según los registros históricos.

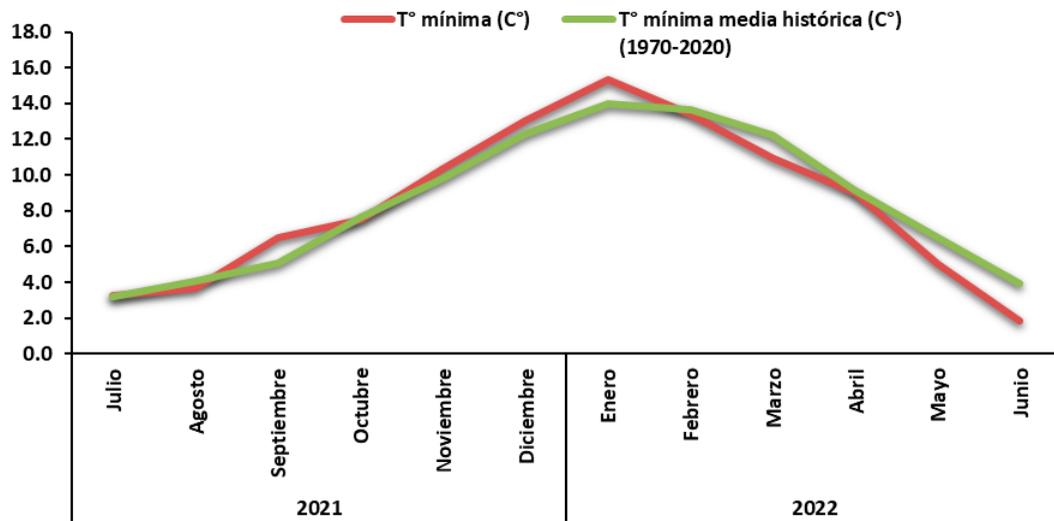


Fig. 6. Temperaturas mínimas diarias registradas en el observatorio de la Estación Agrometeorológica de INTA Balcarce. Valores actuales: julio 2021-junio 2022 (naranja) y valores históricos: 1970-2020 (gris).

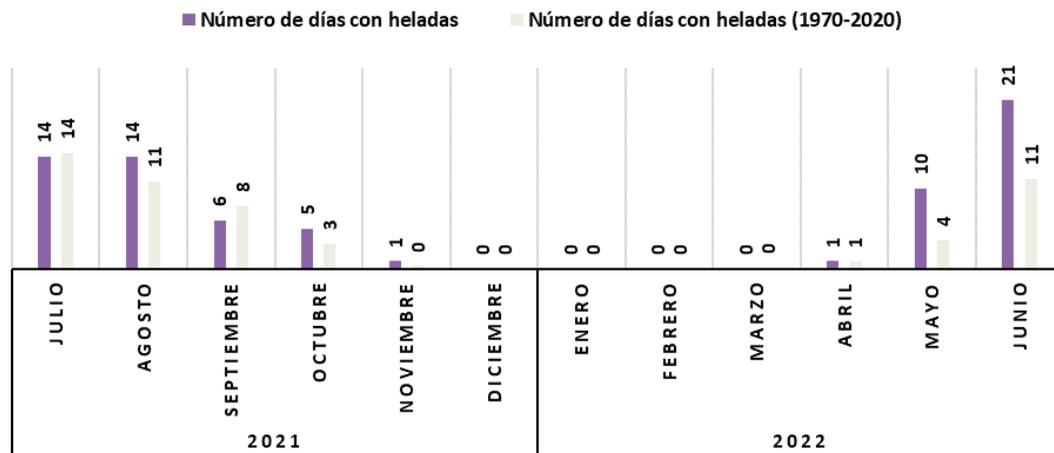


Fig. 7. Número de días con heladas agrometeorológicas ($T < 0.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$) registradas en el observatorio de la Estación Agrometeorológica de INTA Balcarce. Valores actuales: julio 2021 - junio 2022 (naranja) y valores históricos: 1970-2020 (gris).

De esta manera, las condiciones meteorológicas durante el período 2021-2022 se caracterizaron por bajas precipitaciones y temperaturas mínimas bajas que condicionaron los cultivos invernales. En el comienzo de la campaña 2022, el perfil del suelo se mantuvo con limitaciones hídricas, por lo que la siembra de los cultivos de invierno presentó algunas dificultades. Además, el crecimiento de los recursos forrajeros fue escaso debido a la falta de agua y las bajas temperaturas.

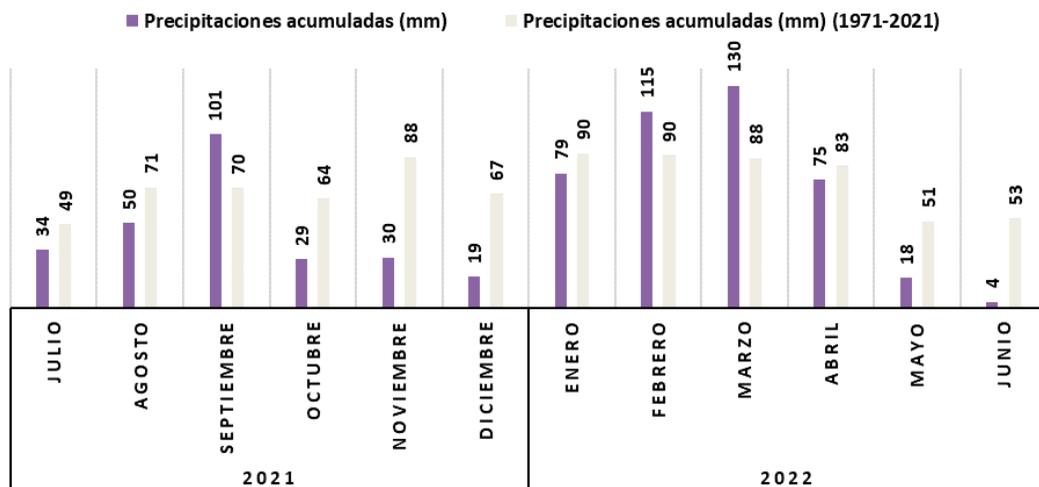


Fig. 8. Precipitaciones diarias acumuladas mensuales entre julio 2021 y junio 2022 (naranja) y precipitaciones acumuladas mensuales históricas (1970-2020) (gris).

Efectos del cambio climático sobre el rendimiento de trigo en el norte de Santa Fe en las dos primeras décadas del siglo XXI

Basado en el artículo de Abbate y Brach. (2020). Efectos del cambio climático y del mejoramiento genético sobre el rendimiento de trigo en el Norte de Santa Fe en las primeras dos décadas del siglo XXI. *Agrotecnia* 29: 5-18. <https://t.ly/8PFL>

Abbate P.E.¹; Brach A.M.²

¹ INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina. abbate.pablo@inta.gob.ar

² INTA Reconquista. Reconquista, Santa Fe, Argentina. brach.ana@inta.gob.ar

Versión digital, 13 de abril de 2023.

Introducción

La superficie sembrada con trigo pan (*Triticum aestivum* L.) en el norte de la provincia de Santa Fe (correspondiente a los departamentos de 9 de Julio, Gral. Obligado, San Javier y Vera) se incrementó sin discontinuidades relevantes desde el año 2007 hasta la actualidad, aumentando de 27.000 ha a 145.000 ha (promedio de las campañas 2016 a 2018; DEAD, 2019). Este último valor representa el 22% de las 660.000 ha agrícolas del norte de Santa Fe y el 14% de la superficie de trigo de la provincia.

La producción de trigo en el norte de Santa Fe se desarrolla en un ambiente de transición entre el clima templado de la región Pampeana y el subtropical de la región Chaqueña. Según los datos registrados en la estación meteorológica de INTA Reconquista durante los últimos 20 años (2000-2019), la precipitación anual varió entre 615 y 1857 mm, de los cuales el 82 % se distribuyen con buena uniformidad desde octubre hasta abril. Si bien entre mediados de otoño e inicios de primavera las precipitaciones son escasas, por lo común alcanzan para recargar a capacidad de campo el perfil del suelo antes del inicio de la siembra de trigo y para mantener un balance de agua positivo hasta mediados de julio. A partir de entonces, aumenta la probabilidad de ocurrencia de estrés hídrico alcanzando su máxima intensidad entre encañazón y espigazón. Posteriormente, la disponibilidad hídrica suele mejorar, pero aumenta la temperatura media y el riesgo de golpe de calor (temperatura máxima > 32°C) durante el llenado del grano. Esta situación climática, no solo reduce el rendimiento del cultivo de manera directa, sino también a través de la menor adopción de tecnologías por parte de los productores. De hecho, en el "Relevamiento de tecnológico agrícola aplicada" que la Bolsa de Cereales está realizando anualmente, al 85 % de la zona se le asignó un nivel tecnológico medio a bajo (Bolsa de Cereales, 2019). El trigo no es el cultivo dominante de la zona; no obstante, su inclusión en la secuencia agrícola es importante porque contribuye a la sustentabilidad del sistema agrícola, ya que brinda cobertura al suelo y aporta rastrojo permite mejorar y preservar las propiedades físicas y químicas del suelo. Además, la producción de trigo le brinda al productor un ingreso financiero al final de la primavera, el cual contribuye a cubrir los gastos de la siembra de los cultivos de verano, principalmente soja.

Otro aspecto favorable de la producción local de trigo es que, la mayor parte, se comercializa a través de acopios zonales y es procesada en molinos locales, agregando valor en origen.

Este artículo es un resumen simplificado del análisis realizado por Abbate y Brach (2021) sobre los cambios climáticos ocurridos en el norte de Santa Fe durante las dos últimas décadas y su posible efecto sobre el rendimiento de trigo.

Materiales y métodos

Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos diarios de los años 1971 a 2018 fueron obtenidos de la estación meteorológica convencional de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Reconquista (29°11' S, 59° 52' O, 50 m s.n.m.), departamento de General Obligado, provincia de Santa Fe, correspondiente al norte de la Subregión triguera I. A partir de esos datos se calculó diariamente el cociente fototermal (Q , MJ m⁻² d⁻¹ °C⁻¹; Fischer, 1985; Abbate, 2017) como el cociente entre la radiación solar (MJ m⁻² d⁻¹) y la temperatura promedio (°C) descontando una temperatura base de desarrollo de 4.5 °C, promediando ambas variables desde 20 días previos y 10 días posteriores a la espigazón. El muestra el efecto combinado de la radiación y la temperatura sobre el número de granos por unidad de superficie y se asoció con este, tanto en localidades de Argentina como del resto del mundo (Lázaro y Abbate, 2012).

La evapotranspiración potencial (*ETP*) se calculó por el método FAO 56 (Allen *et al.*, 1998) a partir de los datos diarios de radiación, temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa (%) y velocidad del viento (m s⁻¹, mediada a 2 m de altura). El déficit de presión de vapor diario ponderado (*DPVp*, kPa) se calculó siguiendo el método de Abbate *et al.* (2004), a partir de las temperaturas máximas y mínimas diarias, y de la correspondiente humedad relativa, ponderando la presión de vapor saturada por $\theta = 0.72$ (valor obtenido por Abbate *et al.* 2004 para la Región Pampeana). En ausencia de estrés hídrico, el *DPVp* se asoció con la eficiencia de uso de la radiación (Kemanian *et al.*, 2004; Cantarero *et al.* 2016). Por otra parte, el *DPVp* se asoció a la eficiencia de uso de agua (Tanner y Sinclair, 1983) y de se han validado relaciones entre estas variables en Argentina (Abbate *et al.*, 2004) y Francia (Ghanem *et al.*, 2020) para distintas condiciones hídricas. Por lo tanto, a partir del *DPVp* se puede estimar el crecimiento del cultivo conociendo la radiación interceptada y la disponibilidad hídrica.

Tanto para los años recientes y los previos, se computó la frecuencia de helada tardía (*FHT*) buscando la fecha de última helada (última fecha del año con temperatura mínima diaria en abrigo meteorológico menor o igual a 0°C) de cada año. Luego se calculó la *FHT* como el porcentaje de años que presentaron la última helada con posterioridad a la fecha de última helada de cada año. Finalmente, la *FHT* se graficó en función de la correspondiente fecha de última helada.

A fin integrar el efecto de las variables meteorológicas medidas y calculadas sobre el rendimiento en grano (*RTO*), a partir de los promedios decenarios se estimó el *RTO* para la serie de años recientes y la serie de años previos, por medio de un modelo estático, construido a partir de la integración de las siguientes relaciones basadas en variables meteorológicas: (i) una ecuación ajustada y validada por Cantarero *et al.* (2016) con datos de Balcarce, Córdoba y Paraná, para estimar el número de granos m⁻² (*NG*) en función del peso seco de las espigas en anthesis y el *DPVp*, (ii) una asociación lineal entre el *NG* y el *Q* ajustada por Lázaro y Abbate (2012) a partir de los datos de Argentina, México y Francia y (iii) una asociación lineal entre el peso por grano (*PG*, mg) y la temperatura promedio durante el llenado del grano, obtenida por Abbate y Lázaro (2010). La temperatura durante el llenado del grano se calculó como el promedio durante los 35

días posteriores a espigazón. El RTO ($t\ ha^{-1}$) estimado se expresó con 14 % de humedad (humedad de comercialización de trigo pan en Argentina, SAGyP, 2004).

El modelo incluyó un factor de estrés hídrico (s) expresado como porcentaje de reducción del peso seco de las espigas en anthesis. Para $s = 0$, el modelo permite estimar el RTO potencial ($RTOp$), es decir, el RTO esperado sin deficiencias hídricas, ni nutricionales, ni limitaciones sanitarias. El $RTOp$ así estimado tuvo una diferencia menor a 2% respecto de los rendimientos obtenidos con $Q > 0.35$ (valores de correspondientes a condiciones naturales), por Brach (2011) en experimentos conducidos en condiciones potenciales en INTA Reconquista. Para $s > 0$, el modelo permite estimar el RTO considerando el efecto depresor del $DPVp$ y s sobre el $RTOp$. El valor de s se estimó a partir de la diferencia entre el RTO promedio observado cada año, en cada época de siembra, en los ensayos de la RET-INASE de INTA Reconquista y el correspondiente $RTOp$ estimado; del valor resultante fue $s = 45$ %. Dado que no toda la diferencia entre el $RTOp$ estimado y el RTO obtenido en los ensayos la RET-INASE de INTA Reconquista se debería al efecto del estrés hídrico, es de suponer que el valor asignado a s fue sobreestimado en alguna medida.

Análisis de los datos

Los datos medidos en la estación meteorológica y las variables calculadas se promediaron cada 10 días (decenos) para facilitar la comparación entre la serie de los 19 años más recientes (2000-2018) respecto la serie de 29 años previos (1971-1999).

Resultados y discusión

De acuerdo con los datos de la estación meteorológica de INTA Reconquista, la de la serie de años recientes (2000-2018) presentó diferencias respecto de la de la serie de años los anterior (1971-1999) (Fig. 9a). No obstante, las fechas para un riesgo de heladas entre 5 y 20 %, tuvo una diferencia menor a 4 días entre las dos series de años (Fig. 9a). Según la curva de los años recientes, para que el riesgo de daño por helada en espigazón sea $\leq 10\%$, esta debería ser posterior al 1-sep.

La temperatura máxima diaria media (Fig. 9b) fue la temperatura que presentó las mayores diferencias entre los años recientes y los anterior. Excepto para los dos primeros decenos de mayo, los valores de los años recientes fueron mayores o iguales que en los años anteriores. Incluso se encontró un aumento de la temperatura máxima diaria, promediada desde 20 días anteriores a 10 días posteriores a espigazón o promediada durante el llenado del grano, a través de los años (1971-2018) de $0.04\ ^\circ C$ por año ($R^2 = 0.12$ y 0.13 , $gl = 46$, $P \leq 0.001$). No obstante, la mayor diferencia entre los años recientes y los anteriores, que correspondió al primer decenos de julio, no superó 10 % ($1.8\ ^\circ C$) y la diferencia promedio durante el período de cultivo de trigo (1-may. a 31-oct.) fue solo 2 % ($0.5\ ^\circ C$) (Fig. 9b). La radiación (Fig. 9c) de los años recientes fue igual o mayor que la de la serie anterior; sin embargo, la diferencia promedio para el período de cultivo de trigo fue de solo 2 % ($0.3\ MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$). El Q (Fig. 9d) presentó la mayor diferencia entre las series de años en el primer deceno de agosto, alcanzando 14 % ($0.07\ MJ\ m^{-2}\ d^{-1}\ ^\circ C^{-1}$); no obstante, esos cambios son de escasa relevancia ya que es poco factible que la espigazón ocurra antes del 1-sep. Para las fechas de espigazón posteriores al 1-sep. la diferencia promedio de Q entre las series de años fue 0 %.

Las diferencias de precipitación (Fig. 9e) entre las series de años fueron oscilantes. En junio y fines de octubre, la precipitación de los años recientes se redujo; sin embargo, considerando todo el período de cultivo de trigo, hubo un aumento de 5 % (32 mm) a favor de los años recién-

tes. Tampoco se encontró una tendencia clara de la precipitación mensual a través de los años (1971-2018); el único mes con asociación estadísticamente significativa fue septiembre ($R^2 = 0.09$, $gl = 46$, $P \leq 0.03$) indicando una reducción de 0.76 mm por año. Con la excepción de unos pocos decenos, la *ETP* (Fig. 9e) de los años recientes fue levemente mayor que la de los años previos, promediando un aumento de 3 % (1 mm acumulado cada 10 días).

El *DPVp* (Fig. 9f) fue la variable meteorológica que presentó la mayor diferencia entre las dos series de años. Hubo solamente cuadro decenos en que los años recientes tuvieron un aumento menor al 5 %. El aumento promedio para el período de cultivo de trigo fue 12 % (0.1 kPa), originado en el aumento de la temperatura combinado con una disminución de la humedad relativa de 4 %. El *DPVp* promediado desde 20 días antes a 10 días después del 1-sep. (fecha óptima de espigazón), fue la variable meteorológica con mayor tasa de cambio a través de los años (1971-2018), aumentando 0.008 kPa por año ($R^2 = 0.15$, $gl = 46$, $P \leq 0.01$). Pudo estimarse que al aumento del *DPVp* de los años recientes le correspondería una caída de 12 % ($0.8 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$) en la eficiencia de uso de agua transpirada.

La Fig. 10 sintetiza el efecto de las variaciones meteorológicas descritas sobre el *RTOp* y el *RTO* bajo un estrés hídrico de 45 %. En la mayor parte de las localidades trigueras de Argentina, el *Q* decrece de invierno a verano; sin embargo, la (Fig. 9d) muestra que en Reconquista el *Q* aumenta hasta 1-sep., fecha para la cual la *FHT* es ≤ 10 % (Fig. 9a), y luego permanece estable. El comportamiento del *Q* en Reconquista es similar al de otras localidades de la ribera del río Paraná como Paraná, Corrientes, Encarnación, y Ciudad del Este (Caviglia *et al.*, 2001; Abbate y Lázaro, 2010). No obstante, si se tiene en cuenta que con el retraso de la fecha de espigazón aumentará la temperatura durante el llenado del grano, es de esperar que el *RTOp* decaiga tal como lo muestra la Fig. 10. Por tal motivo, desde el punto de vista del *RTOp*, la fecha de espigazón óptima será la más próxima a la fecha para la cual la *FHT* es menor o igual a 10 % (u otro valor de riesgo que se quiera adoptar), tal como ocurre en la mayoría de las localidades trigueras. Esta fecha es válida independientemente del ciclo del cultivar. La Fig. 10 muestra que al retrasar la espigazón del 1-sep. al 1-oct., hubo una caída de *RTO* de 18 y 14 kg ha^{-1} por día de atraso ($P \leq 0.01$ y $P \leq 0.04$, respectivamente) al pasar de los años anteriores a los recientes. La Fig. 10 también muestra que, durante septiembre, el *RTOp* de la serie de años recientes resultó 3 % (0.18 t ha^{-1}) menor que el de la serie de años anteriores.

Al considerar el *RTO* estimado con estrés hídrico (Fig. 10) también se encontró una caída al retrasar la espigazón del 1-sep. al 1-oct., la cual resultó similar para los años recientes y anterior, promediando 14 $\text{kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($P \leq 0.01$). Así, desde el punto de vista del *RTO* bajo estrés hídrico, la fecha de espigazón óptima resulta similar a la establecida a partir del *RTOp*, es decir, la correspondiente a la *FHT* es menor o igual a 10 %, ya que esa fecha presenta la mejor combinación de temperatura (Fig. 9b), radiación (Fig. 9c) y *DPVp* (Fig. 9f) para maximizar el *RTO*. Por otra parte, según la Fig. 10, para espigazón entre el 1-sep. y el 1-oct., el *RTO* de los años recientes promedió 16 % (0.50 t ha^{-1}) menos que el de los años anteriores. Esta diferencia, que resultó mayor a la encontrada para el *RTOp*, puede atribuirse al aumento del *DPVp* ya mencionado (Fig. 9f) en los años recientes.

Fischer *et al.* (2014) calcularon que la tasa de aumento de *RTO* de trigo a nivel mundial fue 29.8 kg ha^{-1} por año entre los años 1991 a 2010, valor que resulta igual ($P > 0.05$) al de Argentina entre los años 1971-1999 (Fig. 11) y menor ($P \leq 0.05$) a la de los años 2000-2018 (Fig. 11). Por su parte, en el norte de Santa Fe, la tasa de aumento de *RTO* entre los años 1971-2018 fue menor, 19.8 kg ha^{-1} por año (Fig. 11). Si al *RTO* del norte de Santa Fe se le suma el 16% de pérdida correspondiente a los años recientes en secano, la tasa de aumento llegaría a 41.2 kg ha^{-1} por año valor que iguala estadísticamente ($P > 0.05$) al promedio nacional de los 19 años recientes. No obstante, esta última comparación supondría que el cambio climático afectó solamente al norte de Santa Fe y no al resto de región triguera argentina lo cual es un supuesto poco realista.

Por lo cual, es de suponer que otros factores, además del cambio climático, están limitando el aumento del *RTO* de trigo en el norte de Santa Fe.

Conclusiones

Los datos de la estación meteorológica de INTA Reconquista mostraron que hubo cambios en las principales variables climáticas entre los años recientes (2000-2018) y los previos (1971-1999), durante el período de cultivo de trigo (1-may. al 31-dic.). El cambio más desfavorable fue el aumento del *DPVp* promediado desde 20 días antes a 10 días después del 1-sep. (fecha óptima de espigazón). Estos cambios climáticos afectaron más el *RTO* bajo estrés hídrico que el *RTOp*. En definitiva, pudo estimarse una pérdida de *RTO*, para un nivel de estrés hídrico de 45%, de 16 % entre los años recientes y anteriores por efecto del cambio climáticos. También pudo estimarse que otros factores, además del cambio climático, están limitaron el aumento del *RTO* de trigo en el norte de Santa Fe respecto del promedio de Argentina.

Referencias

- Abbate P.E. 2017. Capítulo 3: Bases ecofisiológicas del manejo del cultivo de trigo en la región pampeana. Manual del cultivo de trigo. Ed. Divito A. y García F. O. Instituto Internacional de Nutrición de Plantas Programa Latinoamérica Cono Sur (IPNI), Acassuso, Buenos Aires, Argentina. 33-52. ISBN: 978-987-46277-3-5.
- Abbate P.E. y Brach A.M. 2020. Efectos del cambio climático y del mejoramiento genético sobre el rendimiento de trigo en el Norte de Santa Fe en las primeras dos décadas del siglo XXI. *Agrotecnia* 29: 5-18.
- Abbate P.E. y Lázaro L. 2010. Estimación del rendimiento potencial de trigo en Paraguay y sus requerimientos de agua y nutrientes. pp 11-29. En: *Del grano al pan*. CAPECO e INBIO. Ed. Kholi M. M., Cubilla L.E. y Cabrera G. Editorial CAPECO/INBIO, Asunción, Paraguay.
- Abbate P.E., Dardanelli J.L., Cantarero M.G., Maturano M., Melchiori R.J.M., y Suero E.E. 2004. Climatic and water availability effects on water use efficiency in wheat. *Crop Science*, 44, 2, 474-483.
- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. y Smith M. 1998. *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements*. Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, Italy, 300 pp.
- Bolsa de Cereales. 2019. Relevamiento de tecnología agrícola aplicada: campaña 2018/19. Bolsa de Cereales, Buenos Aires. <http://www.bolsadecereales.com/descargar-documento2-196/re-taa-84372a6c91d53035d612d39c124bb7fb>. Último acceso, 7-ene-2020.
- Brach A.M. 2011. Validación del cociente fototermal como predictor del rendimiento potencial de diferentes genotipos de trigo en el norte de la provincia de Santa Fe. Tesis Magister, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.
- Cantarero M.G., Abbate P.E., Balzarini S.M. 2016. Effect of water stress during the spike growth period on wheat yield in contrasting weather. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 2, 7, 22-37.
- Caviglia O.P., Abbate P.E., Papparotti O.F., Melchiori R.J. y Barbagelata P.A. 2001. Determinación del rendimiento del trigo en Paraná: una comparación con Balcarce. Actas del V Congreso Nacional de Trigo. Villa Carlos Paz, Córdoba, 25 al 28-sep-2001.

- DEAD (Dirección de Estimaciones Agrícolas y Delegaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Argentina). 2019. <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/>. Último acceso, 7-ene-2020.
- Fischer R.A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 105, 447-461.
- Fischer R.A., Byerlee D. y Edmeades G.O. 2014. Wheat. Crop yields and global food security: will yield increase continue to feed the world? ACIAR Monograph No. 158. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. 65-132.
- Ghanem M.E., Kehel Z., Marrou H., Sinclair T.R. 2020. Seasonal and climatic variation of weighted VPD for transpiration estimation. *European Journal of Agronomy*, 113, 125966
- Kermanian A.R., Stökle C.O., y Huggins D.R. 2004. Variability of barley radiation use efficiency. *Crop Science*, 44, 1662-1672.
- Lázaro L. y Abbate P.E. 2012. Cultivar effects on relationship between grain number and photo-thermal quotient or spike dry weight in wheat. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 150, 4, 442-459.
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). 2004. Resolución 1262. Norma de Calidad para la Comercialización de Trigo Pan - Norma XX Trigo Pan. Boletín Oficial de la República Argentina, Primera Sección, Secretaría Legal y Técnica, Dirección Nacional del Registro Oficial, 30550, 6.
- Tanner C.B. y Sinclair T.R. 1983. Efficient water use in crop production: Research or re-research? p.1-27. En: Taylor et al. (ed.) *Limitations to efficient water use in crop production*. ASSA, CSSA, SSSA, Madison, WI.

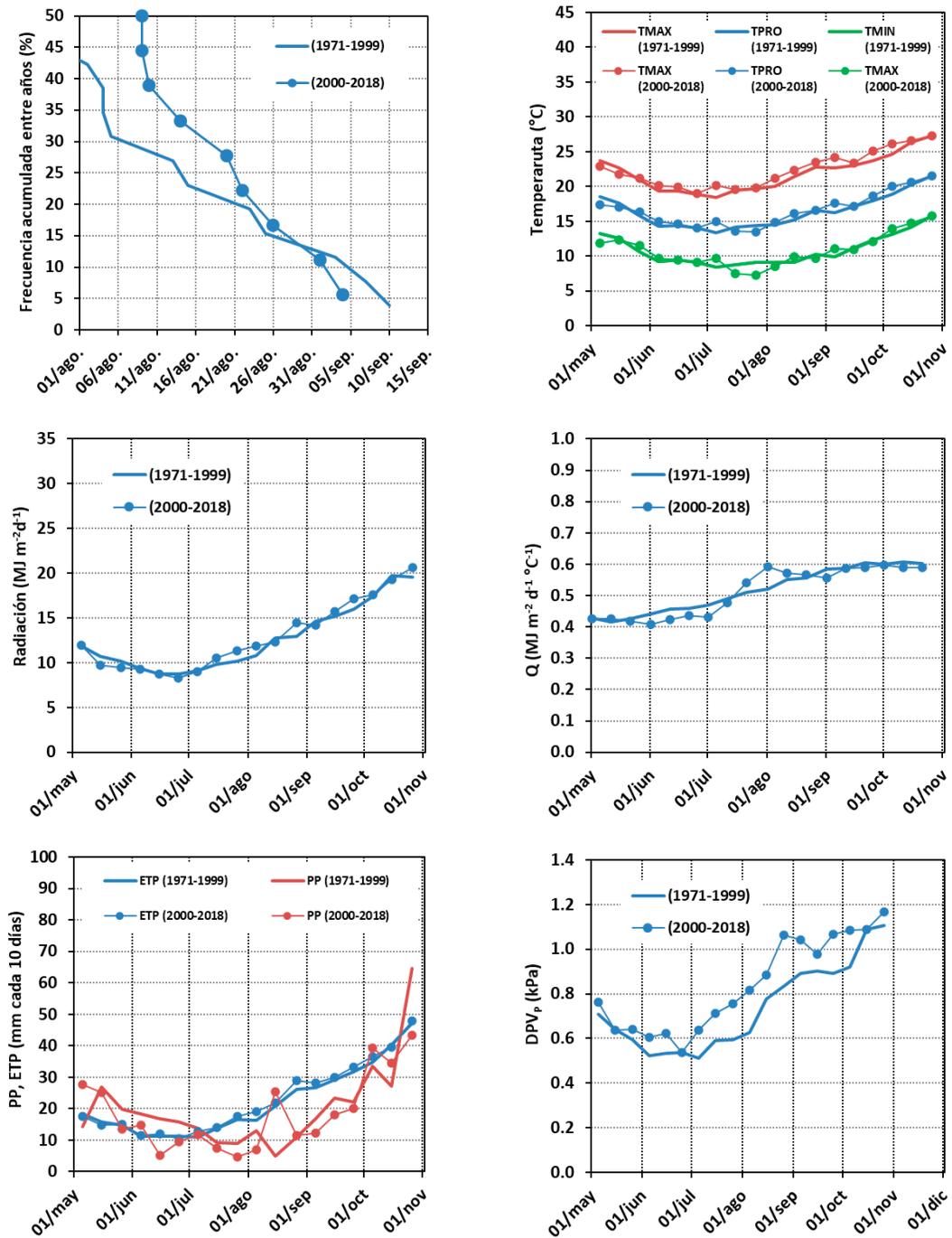


Fig. 9. (a) Frecuencias de helada tardía (temperatura mínima diaria en abrigo meteorológico < 0 °C), (b) temperatura máxima (TMAX), mínima (TMIN) y promedio entre TMAX y TMIN (TPRO) (c) radiación solar, (d) cociente fototermal (Q), (e) precipitación (PP) y evapotranspiración potencial (ETP) calculada por el método FAO 56 y (f) déficit de presión de vapor ponderado (DPV_v); para la serie 1971-1999 (línea lnea) y 2000-2018 (línea con puntos); según datos de la estación meteorológica de INTA Reconquista; datos promediados cada 10 días excepto la frecuencia de heladas. Tomado de Abbate y Brach (2020).

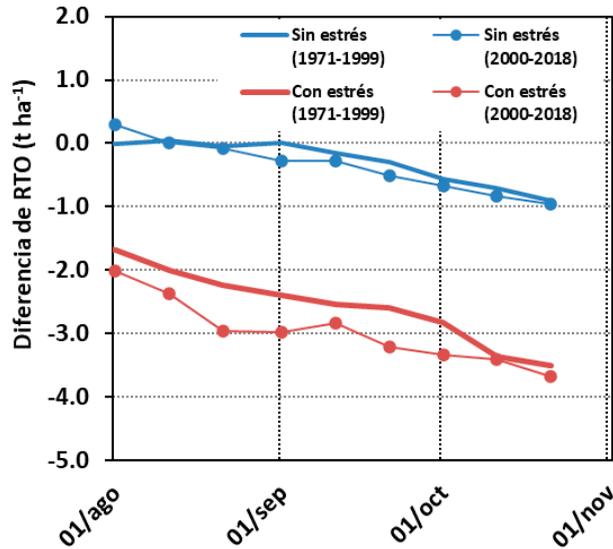


Fig. 10. Diferencia de rendimiento (RTO) de trigo estimado para un cultivo sin estrés hídrico y con un estrés hídrico de 45%, a partir de la temperatura, la radiación y el déficit de presión de vapor, en función de la fecha de espigazón; para la serie de años 1971-1999 (línea llena) y 2000-2018 (línea con puntos); según datos de la estación meteorológica de INTA Reconquista. El de referencia es el estimado para la serie 1971-1999, sin estrés y fecha de floración el 1-sep. Tomado de Abbate y Brach (2020).

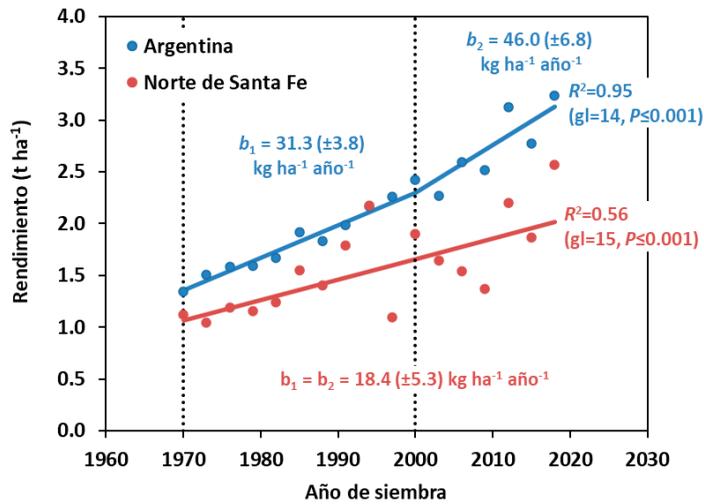


Fig. 11. Evolución del rendimiento de trigo (promedio cada tres años) desde el año 1970 a 2018 para Argentina y el norte de la provincia de Santa Fe (dptos. de Gral. Obligado, 9 de Julio, Vera y San Javier). Las líneas de regresión corresponden a un modelo bilineal con primera fase para el período 1970-1999 y segunda para el período 2000-2018 con pendientes b_1 y b_2 (\pm error estándar); el modelo bilineal no fue significativo para el norte de Santa Fe. Elaborado por Abbate y Brach (2020) a partir de datos de la DEAD (2019).



VII Simposio de Cereales de Siembra Otoño-Invernal
III Encuentro del Mercosur

EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE RENDIMIENTO DE TRIGO EN EL NORTE DE SANTA FE EN LAS PRIMERAS DOS DÉCADAS DEL SIGLO XXI

Abbate P.E.¹; Brach A.M.²



¹ INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina; abbate.pablo@gmail.com.
² INTA Reconquista. Reconquista, Santa Fe, Argentina; brach.ana@inta.gob.ar.

Introducción

- Desde el año 2000, en el norte de Santa Fe hubo incrementos importantes en la superficie y rendimiento (RTO) de trigo, pero la tasa aumento del RTO (19.8 kg ha⁻¹ año⁻¹) fue menor a la registrada a nivel nacional.

Objetivo

- Determinar si en el norte de Santa Fe hubo cambios climáticos que pudieron reducir el aumento de RTO trigo.

Materiales y Métodos

- Se analizaron los datos climáticos de la estación meteorológica de INTA Reconquista para las series 1971-1999 vs. 2000-2018.
- Por medio de un modelo basado en variables meteorológicas (Abbate y Brach, 2020, Agrotecnia 29, 5-18), se estimó el efecto del cambio climático sobre el RTO cuando el nivel de estrés hídrico fue 45% (nivel promedio).

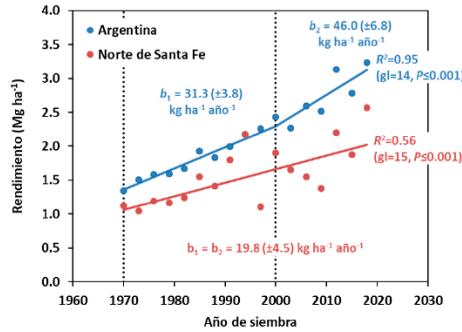


Figura. Evolución del rendimiento de trigo (promedio cada tres años) desde el año 1970 a 2018 para Argentina y el norte de la provincia de Santa Fe (dptos. de Gral. Obligado, 9 de Julio, Vera y San Javier). Las líneas de regresión corresponden a un modelo bilineal con primera fase para el periodo 1970-1999 y segunda para el periodo 2000-2018. Los coeficientes b_1 y b_2 (\pm error estándar), el modelo bilineal no fue significativo para el norte de Santa Fe.

Resultados

- La fecha para que el riesgo de heladas en espigazón sea $\leq 10\%$ se adelantó del 5 al 1-sep.
- El déficit de presión ponderado (DPVp) fue la variable meteorológica que presentó la mayor diferencia (12%) entre las dos series de años.
- Por medio de un modelo basado en variables meteorológicas, se estimó que al aumento del DPVp correspondería una caída de 16% en el RTO cuando el nivel de estrés hídrico fue 45% (nivel promedio).

Conclusiones

- Los datos meteorológicos de serie 2000-2018 presentan características más desfavorables que la serie anterior.
- Pudo estimarse que si el RTO actual fuera 16% mayor, la tasa de aumento del RTO hubiera alcanzado 41.2 kg ha⁻¹ año⁻¹; es decir, se redujo 51%.

Fig. 12. Poster presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021.

Dosis óptima económica de nitrógeno para rendimiento y calidad en cereales de invierno

Reussi Calvo, N.I.^{1,2,3*}, W. Carciochi¹, N. Wyngaard^{1,2}, N. Diovisalvi³, P. Prystupa⁴ y H. Sainz Rozas^{1,2}

¹Unidad Integrada Balcarce (INTA-Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata), RN 226 km 73.5, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

²CONICET.

³Laboratorio Fertilab, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

⁴Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, CABA, Argentina.

*Moreno 4524, (7600) Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. nreussicalvo@laboratoriofertilab.com.ar

Versión digital, 13 de abril de 2023.

Resumen

El diagnóstico de nitrógeno (N) en trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) no contempla la incidencia de la relación insumo:producto sobre el rendimiento y la calidad del grano. El objetivo de este trabajo fue evaluar y comparar la dosis óptima económica (DOE) para rendimiento, proteína (PB) y calibre (CA) en cereales de invierno. Se realizaron un total de 23 experimentos de fertilización nitrogenada en el sudeste bonaerense. Se determinó en presiembrado el contenido de materia orgánica, N-nitrato y nitrógeno incubado en anaerobiosis (Nan) y a cosecha el rendimiento, PB y CA. El déficit o exceso de N respecto de la DOE (dDOE) se calculó como la dosis de N aplicada menos la DOE. El contenido de materia orgánica, N-nitrato y Nan varió entre 39.7 y 65.6 g kg⁻¹; 30.8 a 114.0 kg ha⁻¹ y 39.1 y 110.7 mg kg⁻¹, respectivamente. La DOE fue explicada por la respuesta máxima y el Nan ($r^2 = 0.78$ y 0.36 , respectivamente). Se ajustó un único modelo para predecir el rendimiento relativo (RR) de trigo y cebada ($r = 0.77$), siendo el umbral crítico de 273 kg N ha⁻¹ (N suelo + N fertilizante + N mineralizable). El RR se asoció de forma estrecha con la dDOE ($r^2 = 0.50$ y 0.76 para cebada y trigo, respectivamente). Se determinó asociación positiva entre la PB y la dDOE, siendo la PB de 9.1% en cebada y 10.5% en trigo para dDOE = 0. Además, el CA disminuyó frente al aumento en la dDOE, siendo del 94% para dDOE = 0. En síntesis, la DOE varía según el objetivo de producción (rendimiento y/o calidad), información que debería ser considerada para ajustar la nutrición nitrogenada de trigo y cebada en función de la demanda de la industria.

Introducción

El nitrógeno (N) es el principal nutriente que limita el rendimiento y la calidad del grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.). Para ambos cultivos, el contenido de proteína bruta (PB) es determinante de la calidad, mientras que para cebada se considera también el calibre (CA) de los granos (Briggs, 1998). En general, la industria exige una PB del 11% y que el

85% de los granos tengan un CA mayor ó igual a 2.5 mm (Savin y Aguinaga, 2011). El efecto del N sobre la PB depende de la disponibilidad inicial, la dosis y el momento de aplicación (Orcellet *et al.*, 2015). La fertilización nitrogenada disminuye el CA debido al aumento del número de granos que provienen de macollos secundarios y/o a que se generan más granos en posiciones distales de la espiga que se caracterizan por un menor CA (Magliano *et al.*, 2014). En síntesis, el manejo de la fertilización nitrogenada es fundamental para alcanzar altos rendimientos y adecuada calidad industrial.

El diagnóstico de la disponibilidad de N en cereales de invierno se basa principalmente en la determinación del contenido de nitrato en el suelo (0-60 cm) al momento de la siembra, donde la dosis de fertilizante se define en función de la diferencia entre el umbral crítico (UC) y la disponibilidad de N-nitrato en presiembra (Barbieri *et al.*, 2009; Reussi Calvo *et al.*, 2018). No obstante, estos modelos simplificados no contemplan de forma directa el aporte de N por mineralización, que representa una de las principales fuentes para los cultivos (Echeverría *et al.*, 1994). Para la región Pampeana, Reussi Calvo *et al.* (2018) proponen el empleo del N-amonio producido en incubación anaeróbica (Nan) de muestras de suelo (0-20 cm), dado que se correlaciona estrechamente con el N mineralizable en condiciones de campo. En cereales de invierno, Reussi Calvo *et al.* (2013 y 2018) determinaron que la incorporación del Nan a los métodos de diagnóstico tradicionales mejora la estimación de la respuesta a N.

Los métodos de diagnóstico citados (con o sin Nan) no contemplan la incidencia del costo de los insumos y de su relación con el precio de los granos del cultivo (relación insumo-producto). Alvarez (2008) analizando redes de ensayos de fertilización reportó que la utilización de umbrales de N fijos permitió lograr márgenes netos positivos de la inversión en fertilización sólo en años con relaciones de precios favorables. Además, Barbieri *et al.* (2009) determinaron que fertilizaciones al macollaje permitieron obtener menor dosis óptima económica (DOE) que al momento de la siembra para el cultivo de trigo. Dada la similitud del ciclo y de sus características morfofisiológicas con cebada, se podría inferir que la dinámica del N y los UC serían similares entre cultivos. En línea con lo mencionado, Cossani *et al.* (2012) reportaron que no existieron diferencias en la captura o eficiencia de uso de N entre trigo y cebada bajo condiciones de leve déficit hídrico o de N. En la actualidad, no hay registros de trabajos que determinen la DOE en trigo y cebada para optimizar rendimiento y calidad de los granos. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar y comparar la DOE para rendimiento, PB y CA en cereales de invierno.

Materiales y métodos

Se realizaron 14 experimentos en cebada y 9 en trigo bajo siembra directa, durante los años 2010, 2011, 2012, 2016 y 2018 en lotes con diferente historia agrícola del sudeste bonaerense (desde 37°45' S, 58°17' O hasta 38°40' S, 60°08' O). El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones y los tratamientos evaluados fueron dosis de N, que variaron desde 0 (0N) hasta 300 kg N ha⁻¹ según el sitio experimental. Para que el fósforo (P) y el azufre (S) no sean limitantes se aplicaron a la siembra dosis de 25 y 20 kg ha⁻¹ de P y S, respectivamente. El fertilizante nitrogenado se aplicó al voleo en dos o tres hojas del trigo o cebada bajo la forma de urea (46-0-0). El tamaño de la unidad experimental fue de 30 m² (3 m de ancho por 10 m de largo).

A la siembra, se realizaron muestreos de suelo en superficie (0-20 cm) para determinar el contenido de materia orgánica (MO), pH y Nan, y en el perfil (0-20, 20-40 y 40-60 cm) para N-nitrato. La concentración de N-nitrato se determinó por colorimetría luego de la extracción con KCl (Keeney y Nelson, 1982). Para poder estimar la disponibilidad de N (kg ha⁻¹) en los primeros 60 cm de profundidad se empleó una densidad promedio de 1.2 Mg m⁻³ (Fabrizzi *et al.*, 2005). La

MO se determinó por el método Walkley y Black (Nelson y Sommers, 1996) y el pH en relación 1:2.5 (suelo-agua). Además, el Nan se obtuvo por incubación de la muestra de suelo en anaerobiosis durante 7 días a 40°C (Echeverría *et al.*, 2000). El valor de Nan se transformó a N mineralizable según el modelo propuesto por Reussi Calvo *et al.* (2018).

A cosecha se determinó el rendimiento del cultivo mediante el corte de plantas de 9 surcos al azar de 1 m de longitud (1.8 m²) y las espigas fueron desgranadas en una trilladora estacionaria. El rendimiento se expresó al 14% de humedad. Además, la concentración de N en grano se determinó por el método de Dumas (LECO, 2010). La PB se calculó como el producto de la concentración de N grano por un factor de 5.7 para trigo (Rhee, 2001) y 6.25 para cebada (Savin y Aguinaga, 2011).

Se determinó la DOE para cada sitio empleando la relación de precios histórica de 5.9:1 (Barbieri *et al.*, 2009). Esta relación considera la producción de cebada con destino forrajero. Se definió el tratamiento N_{DOE} como la dosis de N a la DOE. Para sitios sin respuesta al agregado de N la DOE fue igual a 0. El déficit o exceso de N respecto de la DOE (dDOE) se calculó como la diferencia entre la dosis de N aplicada y la DOE (Hawking *et al.*, 2007). Valores de dDOE negativos indican deficiencia y positivos excesos de N. Se determinó la respuesta al agregado de N como la diferencia de rendimiento entre la dosis de N a la DOE y el testigo.

Se realizó análisis de la varianza utilizando el programa Statical Analysis System (SAS Institute, 1988). Cuando las diferencias entre tratamientos fueron significativas se empleó el Test de la diferencia mínima significativa (LSD), con un nivel de probabilidad de 0.05 (SAS Institute, 1996). En cada experimento, se determinó el rendimiento relativo (RR) como la relación entre el rendimiento en grano de un tratamiento dado y el rendimiento promedio máximo. El RR se relacionó con el N disponible (N inicial + N fertilizante + N mineralizable) y la dDOE. El UC fue calculado siguiendo el método propuesto por Correndo *et al.* (2017).

Resultados y discusión

Las precipitaciones registradas durante el ciclo de crecimiento de los cultivos variaron desde 322 mm hasta 570 mm según el sitio y año, siendo el requerimiento hídrico promedio entre 400 y 500 mm. Este nivel de precipitaciones sumado al contenido de humedad a capacidad de campo a la siembra de los cultivos (150 mm hasta 1 m de profundidad) indicaría que la disponibilidad hídrica no habría limitado mayormente el rendimiento.

Los valores de MO, Nan y N-nitrato a la siembra de los cultivos variaron entre 39.7 y 65.6 g kg⁻¹; 39.1 y 110.7 mg kg⁻¹ y 30.8 a 114.0 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabla 1). Estas variaciones pueden atribuirse, principalmente, al efecto de las diferentes historias agrícolas y de manejo de los suelos (Diovisalvi *et al.*, 2014). Valores similares han sido reportados para la región pampeana por Sainz Rozas *et al.* (2011).

El valor promedio de rendimiento, PB y CA para el tratamiento 0N y N_{DOE} se presenta en la Tabla 1. Para cada cultivo, se determinó interacción significativa entre sitio-año y dosis de N para las diferentes variables. Para cebada el rendimiento promedio fue de 5024 y de 6507 kg ha⁻¹ mientras que en trigo fue de 5747 y 7151 kg ha⁻¹ para 0N y N_{DOE}, respectivamente. La PB varío por efecto de la fertilización con N desde 7.3 hasta 12.1% para el cultivo de cebada; y de 8.6 hasta 15.4% para el cultivo de trigo. Además, se observó una disminución promedio del CA desde 95.4 a 93.8% por efecto del N (máximo 97.5% y mínimo 86.7%). Varios trabajos han determinado incrementos de PB (Reussi Calvo *et al.*, 2013; Prystupa *et al.*, 2018) y disminuciones de CA (Magliano *et al.*, 2014) frente a aumentos en la dosis de N. Por otra parte, la DOE varió desde 0 hasta 200 kg N ha⁻¹ según sitio/año/cultivo, la cual fue explicada principalmente por la respuesta a N

($y = 42.6 + 0.05 x$; $r^2 = 0.78$) y en menor medida por el Nan ($y = 246 - 0.199 x$; $r^2 = 0.36$). Similares resultados han sido reportados para el cultivo de maíz por Puntel *et al.* (2019).

Se determinó estrecha asociación entre el RR y el N disponible (N suelo + N fertilizante + N mineralizable) para ambos cereales de invierno, siendo el UC de 264 y 286 kg N ha⁻¹ para cebada y trigo, respectivamente (datos no mostrados). Sin embargo, el UC no difirió entre cultivos. Por lo tanto, se ajustó un único modelo para predecir el RR con un UC de 273 kg N ha⁻¹ (Fig. 13A). Cuando se considera el aporte de N por mineralización, el UC citado se ubica dentro del rango reportado por otros autores (Barbieri *et al.*, 2009 y Reussi Calvo *et al.*, 2018). Considerando la relación insumo:producto, se obtuvo una promisoriosa asociación entre el RR y la dDOE (Fig. 13B), siendo el RR de 90% cuando la dDOE fue igual a 0. Para el 90% de RR el rendimiento máximo promedio fue de 6400 kg ha⁻¹ siendo el requerimiento medio de 43 kg N tn grano⁻¹. Integrando la información de la Fig. 13 A y B sería factible estimar con adecuada precisión la dDOE para rendimiento en cereales de invierno.

En la Fig. 14 se presenta la relación entre la PB y la dDOE para el cultivo de trigo y cebada. Cuando la dDOE fue igual a 0, el contenido de proteína fue de 9.1% en cebada y 10.5% para trigo, sin embargo, el incremento de PB por unidad de dDOE fue igual para ambos cereales de invierno. Prystupa *et al.* (2018) reportaron que la PB en cebada es función de la relación entre la disponibilidad de N y en rendimiento del cultivo. En trigo, Barraclough *et al.* (2010) determinaron que la PB incrementaba frente aumentos en la cantidad de N absorbida por tonelada de grano. Estos resultados evidencian la necesidad de incrementar las dosis de N por encima de la DOE si se pretende producir granos de calidad industrial.

Para finalizar, se observó una disminución en el CA del grano frente al aumento en la dDOE (Fig. 15), siendo el CA del 94% cuando la dDOE fue igual a 0. No obstante, en todos los casos los valores de CA se ubicaron por encima del 85% solicitado por la industria (Savín y Aguinaga, 2011). La débil asociación determinada entre el CA y la dDOE ($r^2 = 0.24$) se explicaría, en parte, porque el CA de los granos no depende solamente de la disponibilidad de N sino también de otras variables edafoclimáticas (Prystupa *et al.*, 2018).

Tabla 1. Variables de suelo y cultivo para los diferentes sitios experimentales. MO = materia orgánica; Nan = N-amonio liberado por incubación en anaerobiosis; DOE = dosis óptima económica; PB = proteína bruta; CA = calibre; ON = testigo y N_{DOE} = dosis de N a la DOE.

Cultivo	Sitio	MO (g kg ⁻¹)	Nan (mg kg ⁻¹)	N-NO ₃ ⁻ (kg ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)		DOE (kg ha ⁻¹)	PB (%)		CA (%)	
					ON	N_{DOE}		ON	* N_{DOE}	ON	N_{DOE}
Cebada	1	52.9	73.7	55.3	4895	6900	115	8.0	8.9	95	89
	2	65.6	110.7	96.6	5495	5495	0	9.0	9.0	95	95
	3	59.2	71.3	59.4	4522	6020	135	8.0	8.5	95	93
	4	40.1	52.0	30.8	3655	5110	145	7.4	8.0	94	93
	5	42.0	44.7	33.4	3850	6900	180	6.9	9.1	95	96
	6	56.6	60.7	45.6	4319	5800	95	7.2	8.4	96	97
	7	51.5	66.3	54.7	5176	6300	70	7.8	8.5	96	96
	8	59.9	52.3	45.2	3097	5600	150	8.2	9.5	93	95
	9	52.3	71.2	55.7	5890	7600	180	8.7	10.6	99	96
	10	62.7	75.2	47.4	6407	7382	120	7.6	8.1	95	94
	11	47.7	39.1	63.3	4305	6958	165	7.8	9.7	97	96
	12	39.7	69.2	73.3	6445	6500	50	8.4	8.4	95	89
	13	49.0	55.9	77.9	6432	7600	100	9.5	10.1	95	92
	14	61.7	66.7	61.2	5852	6933	85	8.8	10.5	95	93
Trigo	15	50.1	54.1	62.1	4700	5000	60	10.9	12.1		
	16	50.3	74.2	84.2	4370	5659	150	9.1	11.1		
	17	50.2	94.1	47.5	7435	8299	110	9.1	9.9		
	18	65.5	77.2	74.3	6783	7202	40	9.3	9.4		
	19	56.7	73.5	78.2	6205	6400	50	8.9	9.7		
	20	65.5	58.4	81.1	6887	9659	162	9.5	11.5		
	21	58.1	62.6	69.3	5174	7800	170	8.6	9.4		
	22	61.2	62.3	114.0	4805	6300	121	9.5	11.0		
	23	49.0	46.4	57.6	5364	8044	200	9.0	9.7		

*Valor de PB estimada para cada valor de DOE.

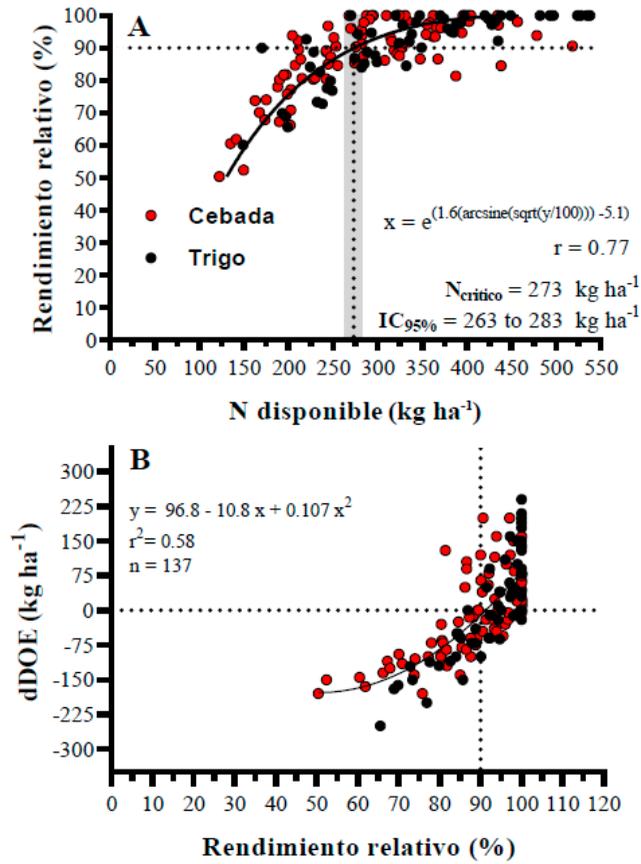


Fig. 13. A) Rendimiento relativo de trigo y cebada en función de la disponibilidad de N (N del suelo a la siembra + N del fertilizante + N mineralizable); y B) diferencia de N disponible a dosis óptima económica (dDOE) en función del rendimiento relativo. La banda vertical gris indica el intervalo de confianza (IC) al 95% para el umbral de N estimado según Correndo *et al.* (2017). Valores de dDOE negativos indican deficiencia y positivos excesos de N.

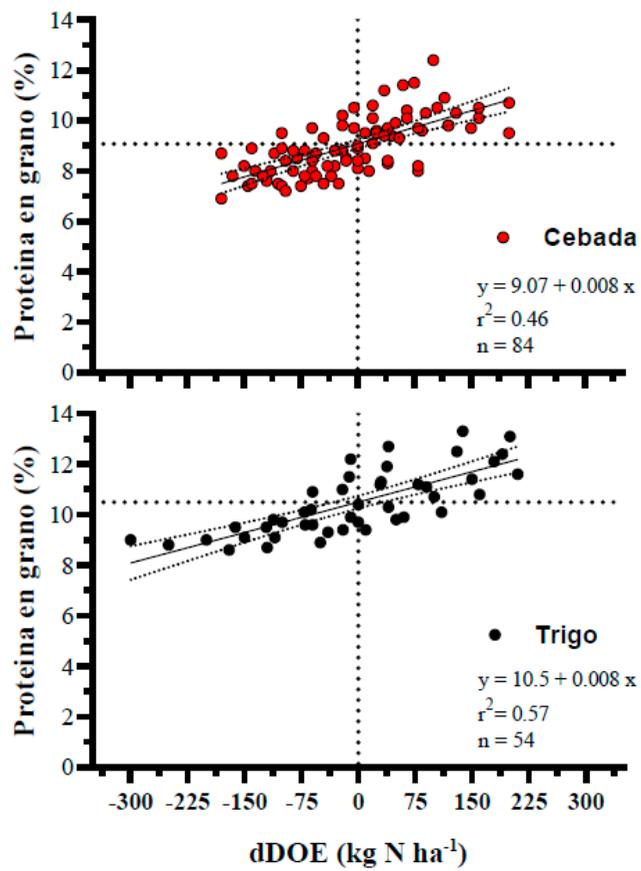


Fig. 14. Proteína en grano en función de la diferencia de nitrógeno a dosis óptima económica (dDOE). Valores de dDOE negativos indican deficiencia y positivos excesos de N.

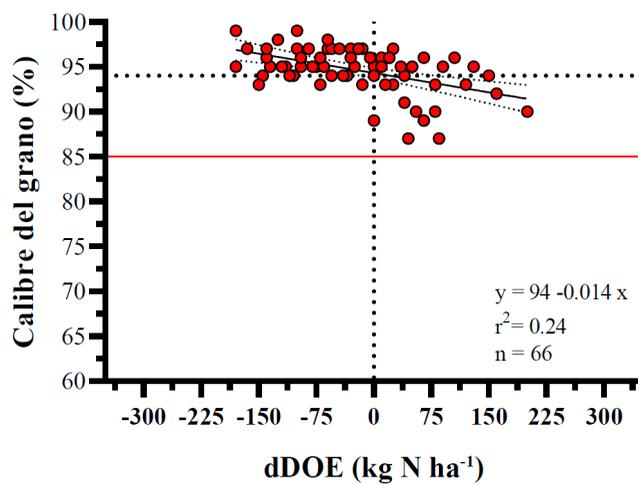


Fig. 15. Calibre del grano en función de la diferencia de nitrógeno a dosis óptima económica (dDOE). Valores de dDOE negativos indican deficiencia y positivos excesos de N. La línea horizontal roja indica el umbral exigido por la industria (Savin y Aguinaga, 2011).

Conclusiones

Se ajustó un único nivel crítico de nitrógeno disponible en suelo para el cultivo de trigo y cebada. Además, se determinaron modelos que permiten predecir la dosis óptima económica para rendimiento, proteína y calibre de los granos en cereales de invierno. Esta información debería ser utilizada para evaluar las necesidades de fertilización en función de la demanda industrial.

Bibliografía

- Alvarez, R. 2008. Análisis de la conveniencia económica de utilizar umbrales fijos para recomendar la fertilización nitrogenada y fosforada de trigo. VII Congreso Nacional de trigo, Santa Rosa, La pampa, 2-4 julio. Conferencia en CD.
- Barbieri, P.A.; Sainz Rozas H.R. & Echeverría H.E. 2009. Dosis óptima económica de nitrógeno en trigo según momento de fertilización en el sudeste bonaerense. *Cien. suelo* 27:115-125.
- Barracough, P.B., Howarth, J.R., Jones, J., Lopez-Bellido, R., Parmar, S., Shepherd, C. E., et al. (2010). Nitrogen efficiency of wheat: genotypic and environmental variation and prospects for improvement. *European Journal of Agronomy*, 33: 1–11.
- Briggs, D.E. (1998). *Malts and malting*. London: Blackie Academic & Professional.
- Correndo, A.A.; Salvaggiotti, F.; García F.O. and F.H. Gutiérrez-Boem. 2017. A modification of the arcsine–log calibration curve for analyzing soil test value–relative yield relationships. *Crop Pasture Sci.* 68:297-304. doi:10.1071/CP16444.
- Cossani, C.M.; Slafer G.A. & Savin R. 2012. Nitrogen and water use efficiencies of wheat and barley under a Mediterranean environment in Catalonia. *Field Crops Res.* 128: 109-118.
- Diovisalvi, N.; Studdert, G.; Reussi Calvo, N.I.; Dominguez, G. & Berardo, A. 2014. Estimating soil particulate organic carbon through total soil organic carbon. *Cienc. Suelo* 32:85–94.
- Echeverría, H., Bergonzi, R. & Ferrari J. 1994. A model to estimate nitrogen mineralization from southeastern Buenos Aires Province soils (Argentina). *Cienc. Suelo* 12:56–62.
- Echeverría H.E., N. San Martín & R. Bergonzi. 2000. Métodos rápidos de estimación del nitrógeno potencialmente mineralizable en suelos. *Cien. Suelo* 18:9-16.
- Fabrizzi, K.P.; F.O. García; J.L. Costa & Picone L.I. 2005. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. *Soil and Tillage Res.* 81: 57-69.
- Hawkins, J.A.; Sawyer, J.E; Barker, D.W. & Lundvall, J.P. 2007. Using relative chlorophyll meter values to determine nitrogen application rates for corn. *Agron. J.* 99:1034-1040.
- Keeney, D.R. & Nelson D.W. 1982. Nitrogen inorganic forms. In: Page, A.L. et al. eds. *Methods of soil analysis. Part 2.* Agron. Monog 9 ASA and SSSA, Madison, WI. pp. 643-698.
- LECO. 2010. Organic application notes. [en línea] <<http://www.leco.com/>> [consulta: agosto de 2016].
- Magliano, P.N.; Prystupa, P. & Gutiérrez-Boem, F.H. 2014. Protein content of grains of different size fractions in malting barley. *Journal of the Institute of Brewing*, 120(4): 347-352.
- Nelson, D.W. & L.E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In *Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods*, ed. D. L. Sparks, 961–1010. Madison, WI: ASA-SSSA.

- Orcellet, J.M.; Reussi Calvo, N.I.; Echeverría H.E.; Sainz Rozas, H.R.; Diovisalvi, N. & Berardo, A. 2015. Eficiencia de uso de nitrógeno en cebada en el sudeste bonaerense: efecto de aplicaciones divididas. *Ci. Suelo* 33 (1): 97-105.
- Prystupa, P.; Ferraris, G.; Ventimiglia, L.; Loewy, T.; Couretot, L.; Bergh, R.; Gómez, F. & Boem, F.G. 2018. Environmental control of malting barley response to nitrogen in the Pampas, Argentina. *Int. J. Plant Prod.*, 12:127-137.
- Reussi Calvo, N.I.; Sainz Rozas, H.; Echeverría, H.E. & Berardo, A. 2013. Contribution of anaerobiosis incubated nitrogen to the diagnosis of nitrogen status in spring wheat. *Agron. J.* 105: 321-328.
- Reussi Calvo, N.I.; Queirolo, I.; Sainz Rozas, H.; Prystupa, P.; Diovisalvi V.; Divito G. & Echeverría H. 2018. ¿Es similar la respuesta de trigo y cebada al aporte de nitrógeno por mineralización? XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo 15 al 18 de mayo, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina. Actas 6 pág.
- Rhee, K.C. 2001. *Determination of total nitrogen: Current protocols in food analytical chemistry*. Texas A&M Univ., College Station.
- Sainz Rozas, H.; Echeverría, H.E. & Angelini, H. 2011. Organic carbon and pH levels in agricultural soils of the Pampa and extra-pampean regions of Argentina. *Cien. Suelo* 29:29-37.
- SAS Institute Inc. 1988. *SAS/STAT Users Guide*. Version 6.03 Edition. Cary, NC.
- Savin, R. & A. Aguinaga. 2011. Los requerimientos de la industria: calidad comercial e industrial y sus determinantes. En: *Cebada cervecera*. D.J. Miralles, R.L. Benech Arnold y L.G. Abeledo (Eds.). Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires. Pp. 207-238.

¿El Nan mejora el diagnóstico de nitrógeno en trigo y cebada?

Nahuel Reussi Calvo^{1,2}, Hernán Echeverría², Hernán Sainz Rozas², Angel Berardo¹ y Natalia Diovisalvi¹

¹ Laboratorio Fertilab, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

² INTA-FCA Balcarce.

E-mail: nreussicalvo@laboratoriofertilab.com.ar

Versión digital, 13 de abril de 2023.

El Nan (N-amonio producido en incubación anaeróbica) ha sido propuesto como un posible indicador del estado de salud del suelo, siendo este un sensible estimador del aporte de N por mineralización el cual representa uno de los principales servicios del agroecosistema. El conocimiento del Nan junto con la disponibilidad inicial de nitrato a la siembra permite mejorar el diagnóstico de las necesidades de N para los cultivos de invierno. Esto contribuirá a hacer un uso más racional de la fertilización nitrogenada y, por ende, minimizar el posible impacto ambiental de dicha práctica.

Introducción

La metodología más difundida para el diagnóstico de la fertilización nitrogenada en trigo y cebada se basa en el empleo de balances simplificados de nitrógeno (N) en los que se determina el contenido de nitrato en suelo (0-60 cm) antes de la siembra o al inicio del cultivo, como único aporte de N del suelo. Esta metodología considera para los cereales de invierno un requerimiento promedio de 30 kilos de N por tonelada de grano, lo que surge de considerar solo el N requerido en planta entera para lograr una tonelada de grano. En otras palabras, no considera las eventuales pérdidas de dicho nutriente del sistema ó que las mismas son de similar magnitud a los aportes de N por mineralización. Por lo tanto, en función del rendimiento que se quiera obtener (rendimiento objetivo) y la disponibilidad inicial de N del suelo, se deberá agregar solo la cantidad de N necesaria para satisfacer los requerimientos del cultivo (Fig. 16). Este tipo de modelos simplificados no contemplan en forma directa el aporte de N por mineralización, el cual representa una fuente importante de N para los cultivos, particularmente en suelos con altos contenidos de materia orgánica (MO) y/o con un uso agrícola menos intensivo.

En los últimos años, se ha avanzado en el conocimiento sobre diferentes métodos para estimar el aporte de N por mineralización. La determinación del contenido de amonio producido en incubación anaeróbica (Nan) de muestras de suelo (0-20 cm) sería un indicador confiable para estimar dicho aporte, el cual a su vez representa uno de los servicios del agroecosistema. El Nan se relaciona con la fracción más activa de la MO y ha sido propuesto como un indicador de calidad o salud del suelo debido a que es un indicador fácil de cuantificar y sensible a los cambios producidos por las prácticas de manejo, sistemas de labranza y uso del suelo (Fig. 17). Es válido mencionar que el estado de salud del suelo depende del balance entre los procesos que contribuyen a su degradación y aquellos que favorecen su recuperación.

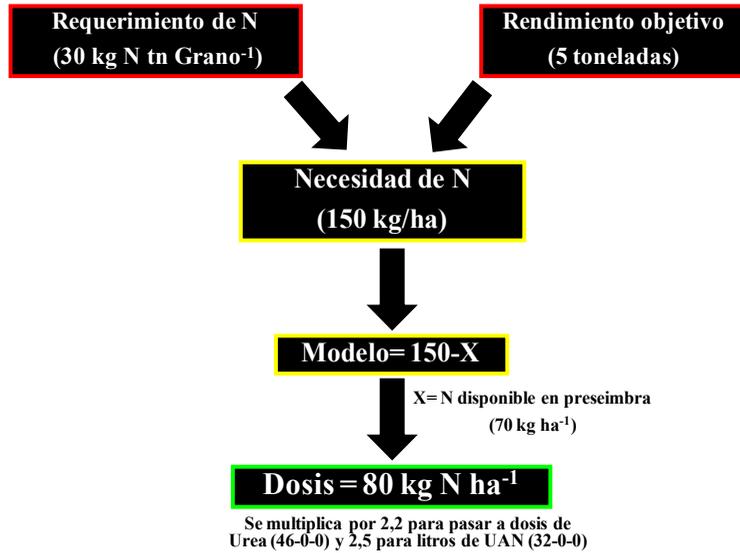


Fig. 16. Diagrama simplificado de diagnóstico de nitrógeno (N) mediante el empleo del modelo tradicional basado solo en la disponibilidad de N en presembrado y el rendimiento objetivo.

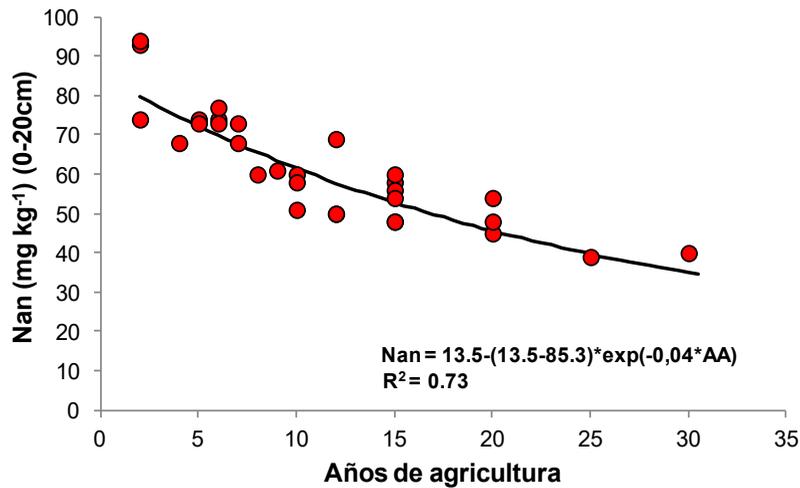


Fig. 17. Concentración de Nan en función de los años con agricultura continua.

En la actualidad, se han determinado valores de Nan muy variables entre zonas (Fig. 18) calificando a los mismos como bajos, medios o altos cuando los valores son <40, de 40 a 80 y >80 ppm, respectivamente. Esto constituye una evidencia de los diferentes potenciales de mineralización de N que poseen los suelos, los cuales deberían ser considerados al momento de ajustar la dosis de N para los cultivos.

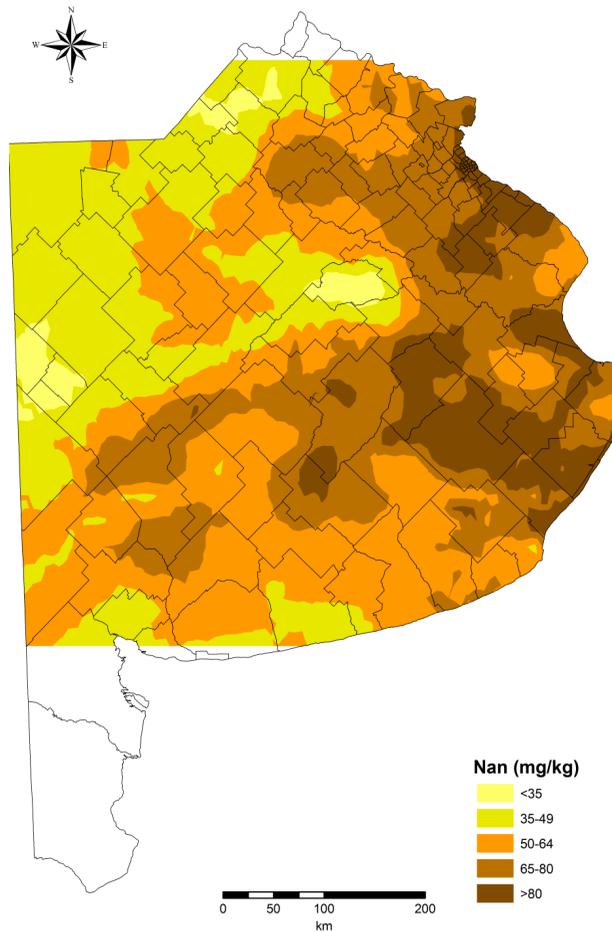


Fig. 18. Niveles promedio de nitrógeno incubado en anaerobiosis (Nan) en el estrato superficial (0-20 cm) de suelos agrícolas de la Provincia de Buenos Aires. n = 6.556.

A partir de la información generada en una amplia red de ensayos de fertilización nitrogenada en trigo (28 ensayos en 5 cinco años) se obtuvo que la determinación del contenido de N-nitrato en presiembra solo explica el 28 % del rendimiento del cultivo. No obstante, cuando se incorporó el Nan, se pudo establecer un modelo que permite estimar razonablemente ($R^2 = 0.66$) el rendimiento del cultivo sin fertilizante:

$$\text{Rendimiento del trigo sin fertilizante (kg ha}^{-1}\text{)} = -1555 + 80.7 * N - 0.38 * N^2 + 47.4 * \text{Nan}$$

donde N = N-nitrato en kg ha⁻¹ (0-60cm) y Nan en ppm (0-20cm).

De esta forma la cuantificación de la disponibilidad de nitrato a la siembra junto con la determinación del Nan mejora sensiblemente el diagnóstico y, por lo tanto, también la estimación de la dosis de N a aplicar, lo cual se explicaría en parte por el diferente potencial de mineralización que existe entre lotes o ambientes dentro de un mismo lote. Esto es debido al efecto del manejo previo y/o de suelo, aspectos que no se contemplan al considerar solamente el contenido de nitrato presente en el suelo en presiembra.

Los resultados de estas investigaciones indicaron también que el requerimiento real de N del fertilizante para producir una tonelada de grano es de 50 y no de 30 kg de N, considerando una eficiencia de recuperación de N del sistema del 60%. Por lo tanto, esta información puede ser empleada para estimar la dosis de N a aplicar, considerando la disponibilidad de nitrato y contenido de Nan en presiembra y el rendimiento objetivo. A modo de ejemplo, en la Fig. 19 se presenta para un suelo con 70 kg N-nitrato a la siembra, el efecto del potencial de mineralización de N estimado con el Nan (bajo, medio o alto, equivalente a 40, 60 y 80 ppm, respectivamente) sobre el rendimiento del cultivo de trigo sin N (Fig. 19a) y la dosis de N requerida (Fig. 19b). En la misma se observa que a medida que el contenido de Nan aumenta también se incrementa el rendimiento del cultivo sin N, y por ende, se reduce la dosis de N a fertilizar para un determinado rendimiento objetivo (Fig. 19).

Por lo tanto, el modelo que contempla el Nan resultó más preciso y realiza un ajuste más real de la fertilización que el modelo que considera sólo al nitrógeno en presiembra, por lo que se evitarían por un lado externalidades indeseables de la práctica de fertilización por aplicaciones en exceso y, por el otro, pérdidas en los rendimientos y en el contenido de proteína en grano por efecto de bajas dosis. Esto último, suele ocurrir con el empleo de los **modelos tradicionales de diagnóstico** de N, principalmente en ambientes o situaciones de elevados rendimientos y/o en suelos con prolongada historia agrícola, donde el aporte de N por mineralización durante el ciclo del cultivo no satisface los requerimientos de los cultivos dando lugar a pérdidas de rendimiento y sobre todo, a contenidos de proteína extremadamente bajos (8 a 9%). Si bien para cebada estos modelos están en vías de desarrollo, al presente no se han determinado grandes diferencias respecto de trigo debido a la similitud en requerimiento y ciclo de ambos cultivos.

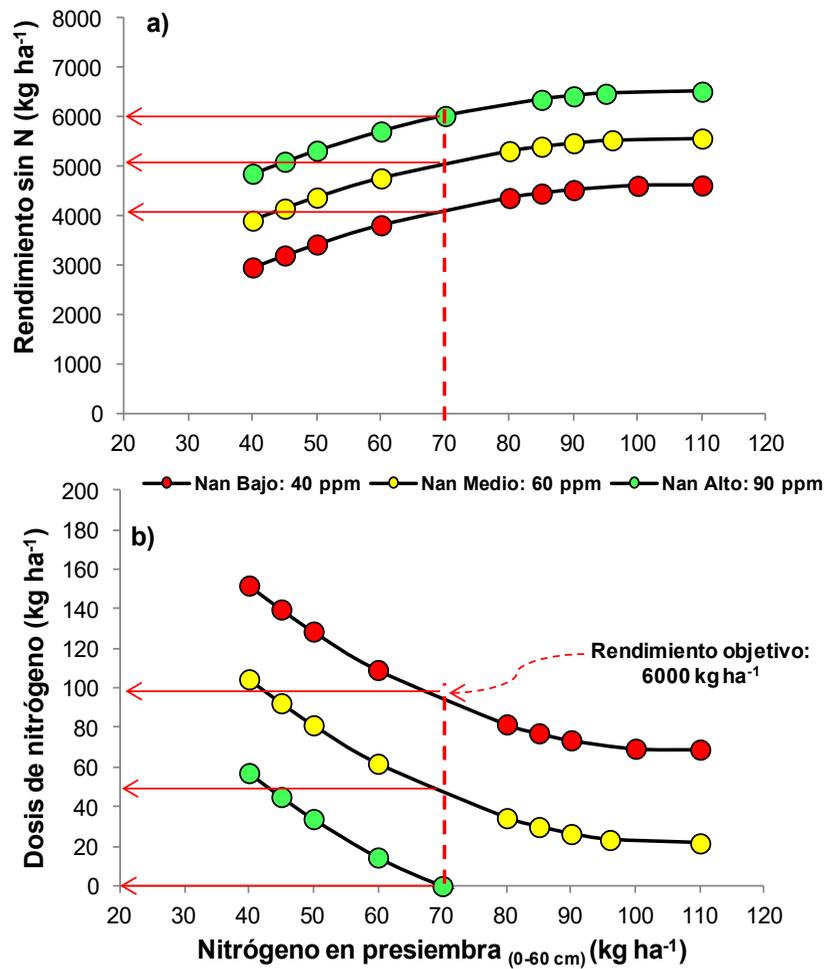


Fig. 19. Disponibilidad de nitrógeno en presiembra y a) rendimiento del cultivo de trigo sin fertilizante y b) dosis de N para un rendimiento objetivo de 6000 kg ha^{-1} , para diferentes contenidos de Nan en suelo.

Efectos del estrés hídrico y no hídrico sobre el rendimiento de soja interseembra en trigo

Resumen presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 2021, basado en el artículo de Ross y Abbate. 2018. *Effects on Soybean Growth and Yield of Wheat-Soybean Intercropping System. Journal of advances in agriculture*, 9, 1498-1510. <https://t.ly/ddp>

Ross F.^{1*}, Abbate P.E.²

¹CEI Barrow, INTA-MDA. Buenos Aires, Argentina.

²INTA Balcarce y Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

* ross.fernando@inta.gov.ar

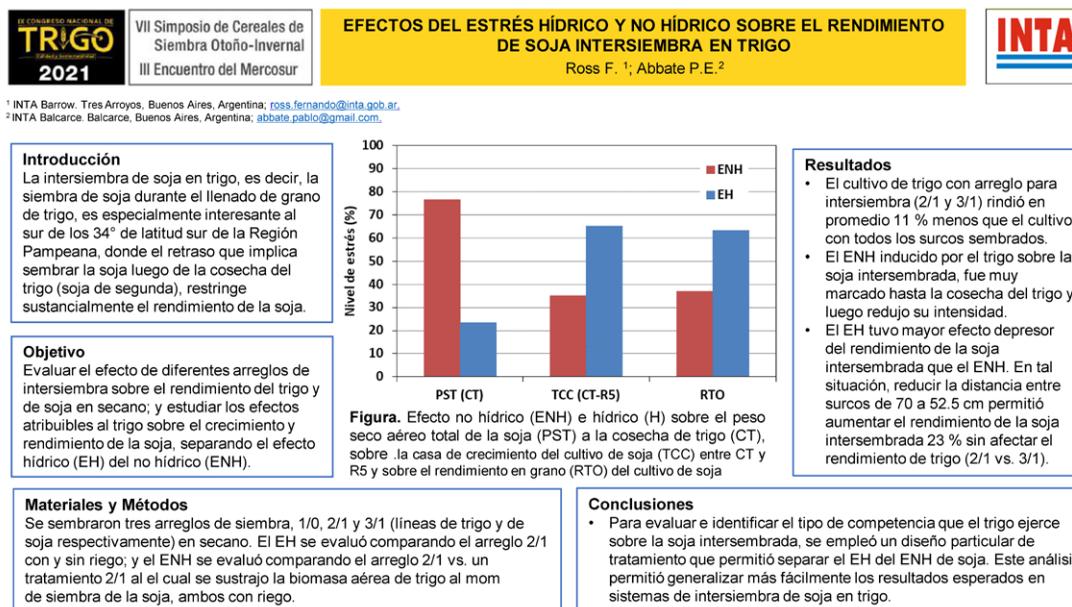


Fig. 20. Poster presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021.

La interseembra de soja en trigo, es decir, la siembra de soja durante el llenado de grano de trigo, puede considerarse como una alternativa a los cultivos de cobertura vegetativos, combinando la continuidad de la cobertura verde y la obtención de una cosecha rentable. Esta alternativa es especialmente interesante al sur de los 34° de latitud sur de la Región Pampeana en donde el retraso que implica sembrar la soja inmediatamente luego de la cosecha del trigo (soja de se-

gunda), restringe el rendimiento de la soja. Pocos estudios evaluaron el crecimiento y rendimiento de soja intersebrada en trigo bajo diferentes regímenes de agua, por lo cual no se puede resolver con la información disponible cómo optimizar el arreglo de siembra del sistema y si el sistema óptimo es similar con o sin déficit de agua. Por tal motivo, se realizó un estudio cuyos objetivos fueron: (i) comparar el crecimiento y el rendimiento de dos arreglos de siembra de soja intersebrada en trigo y (ii) separar el efecto del estrés hídrico (EH), originado principalmente por el sombreado que el trigo ejerció sobre la soja, del estrés no hídrico (ENH) inducidos por la competencia por agua entre trigo y soja. Los experimentos se realizaron en INTA Balcarce. El trigo se sembró el 17-jul y el 7-jul el primer y segundo año, con 300 plantas/m². La soja se sembró el 29-nov y el 2-dic el primer y segundo año, con 30 plantas/m². Los tratamientos fueron: (T1) dos surcos de trigo a 17.5 cm y uno no sembrado, con soja intersebrada en surcos distanciados 52.5 cm, sin riego; (T2) tres surcos de trigo a 17.5 cm y uno no sembrado, con soja intersebrada en surcos distanciados 70.0 cm, sin riego; (T3) control de trigo con todos los surcos sembrados a 17.5 cm, sin riego; (T4) similar a T1, pero con riego; (T5) similar a T4 pero eliminado toda la biomasa aérea de trigo inmediatamente antes de la emergencia de la soja. El análisis se basó en la comparación del nivel de EH y ENH, calculados como: $EH = (T4 - T1) / (T5 - T1) \times 100$ y $ENH = (T5 - T4) / (T5 - T1) \times 100$. Si bien hubo diferencias de rendimiento de trigo entre años, en ambos años se observó el mismo patrón entre tratamientos. El cultivo de trigo con ambos arreglos para intersebración rindió 11% menos que el cultivo con todos los surcos sembrados. El tipo de estrés que el trigo le generó a la soja cambió durante el ciclo del cultivo. A la cosecha de trigo, el ENH predominó sobre el EH (77% vs. 23%). Luego de la cosecha del trigo prevaleció el EH, representando el 67% del estrés sobre el rendimiento de soja. En tal situación, un espaciamiento de surco muy reducido exacerbaría el EH y un espaciamiento demasiado amplio podría dejar agua remanente en el entresurco sin ser aprovechada. Los datos obtenidos muestran que reducir la distancia de los entresurcos soja en secano de 70.0 a 52.5 cm permitió aumentar su rendimiento 23% sin afectar el rendimiento de trigo.

Respuesta a la aplicación de fungicida en los cultivares de trigo más rendidores, en las principales subregiones trigueras argentinas

Resumen presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021, basado en el artículo de Abbate P.E., Di Pane F., Villafañe M., Gieco L.C. y Lanzillotta J.J. 2021. Respuesta a la aplicación de fungicida en los cultivares de trigo más rendidores, en las principales subregiones trigueras argentinas. Informe técnico. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/lvBV>

Abbate P.E.^{1*}, Villafañe M.², Di Pane F.³, Gieco L.⁴, Lanzillotta J.J.⁵

¹Ecofisiología y modelado de trigo. INTA Balcarce. Buenos Aires, Argentina.

²Chacra Experimental Miramar. Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA). Buenos Aires, Argentina.

³Grupo de Mejoramiento de Cereales de Invierno, CEI Barrow, INTA-MDA. Buenos Aires, Argentina.

⁴Departamento Mejoramiento. INTA Paraná. Entre Ríos, Argentina.

⁵Grupo Mejoramiento Genético, EEA Pergamino, INTA-CRBAN. Buenos Aires, Argentina.

* abbate.pablo@inta.gov.ar; abbate.pablo@gmail.com



¹INTA Balcarce. Buenos Aires, Argentina; abbate.pablo@gmail.com. ²CEI Barrow, INTA-MDA. Buenos Aires, Argentina; dipane.francisco@inta.gov.ar. ³Chacra Experimental Miramar, MDA. Buenos Aires, Argentina; mariana.villafane@gmail.com. ⁴INTA Paraná. Entre Ríos, Argentina; gieco.lucrecia@inta.gov.ar. ⁵INTA Pergamino. Buenos Aires, Argentina; lanzillotta.juan@inta.gov.ar.

Introducción

El uso de fungicidas en trigo comenzó a incrementarse a partir del año 2000, motivado por la introducción de cultivares de origen francés, más susceptibles a las enfermedades foliares que los cultivares locales. El objetivo del presente trabajo fue comparar el rendimiento (RTO) de los cultivares con RTO más altos tratados con fungicida vs. el de los más destacados sin fungicida.

Materiales y Métodos

Se comparó el RTO de los cultivares más destacados (aquellos que alcanzaron los tres RTO más altos) tratados con fungicida vs. el de los más destacados sin fungicida, en nueve estaciones experimentales, durante los últimos 11 años (2010-2020), a partir de los datos provienen de la Red de Evaluación de Cultivares de Trigo coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (RET-INASE).

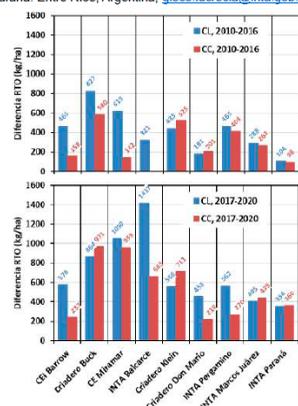


Figura: Diferencia de rendimiento (RTO) entre el promedio de los tres cultivares de mayor RTO con fungicidas y el de los tres de mayor RTO sin fungicidas, en cultivares de ciclo largo (CL) y corto (CC). (a) promedio entre años 2010-2016 y (b) promedio entre 2017-2020, en nueve estaciones experimentales participantes de la RET-INASE, ordenadas por latitud.

Resultados

- Entre 2017 y 2020 hubo un aumento generalizado en la respuesta a la aplicación de fungicida respecto del período 2010-2016, pasando de 337 kg/ha (promedio a través de todas las estaciones y ciclos) a 615 kg/ha. Los mayores aumentos se dieron en las dos estaciones del sudeste bonaerense (INTA Balcarce y CE Miramar), tanto para cultivares de ciclo largo como corto.
- Para los cultivares de ciclo largo, las mayores respuestas se presentaron en tres estaciones del sudeste (INTA Balcarce, CE Miramar y Criadero Buck), con una frecuencia de años con respuesta estadísticamente positiva mayor al 50%.
- Para los cultivares de ciclo corto las mayores respuestas se presentaron en las estaciones Criadero Buck, CE Miramar, Criadero Klein e INTA Balcarce, las cuales no presentan un patrón geográfico definido. INTA Balcarce fue la estación que presentó mayor diferencia de respuesta entre ciclos.

Conclusiones

- Las respuestas encontradas cubrirían el costo de uso de fungicidas en los últimos 4 años (2017-2020), pero solamente en algunos de los años anteriores (2010-2016).
- La respuesta promedio para el período 2017-2020 a través de todas las estaciones y ciclos representó el 11% del rendimiento.

Fig. 21. Poster presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021.

En 1995 comenzó a comercializarse en Argentina el primer fungicida específicamente recomendado para trigo. Pero su utilización se difundió a partir del año 2000, motivado por la introducción de cultivares de origen francés, más susceptibles a las enfermedades foliares que los cultivares locales. Estos cambios en la sanidad del cultivo de trigo y su manejo motivaron la evaluación de cultivares sin y con aplicación de fungicida en la Red de evaluación de cultivares de trigo coordinada actualmente por el Instituto Nacional de Semillas (RET-INASE). En el presente análisis se comparó el rendimiento promedio de los tres cultivares con rendimientos más altos, tratados con fungicida vs. el de los más destacados sin fungicida, en nueve localidades. Los datos aquí analizados provienen de la RET-INASE, obtenidos entre las campañas 2010/2011 y 2020/2021. El análisis involucra todas las estaciones experimentales en que los ensayos se condujeron con y sin aplicación de fungicida y con continuidad histórica en datos (no más de 3 campañas sin datos durante el período considerado). Las estaciones (listadas por orden de latitud), están ubicadas en sudeste bonaerense: Barrow (CEI Barrow), La Dulce (Criadero Buck), Miramar (CE Miramar) y Balcarce (INTA Balcarce), y las otras cinco al norte de las anteriores: Plá (Criadero Klein), Chacabuco (Criadero Don Mario), Pergamino (INTA Pergamino), Marcos Juárez (INTA Marcos Juárez) y Paraná (INTA Paraná). Se encontró que durante los últimos cuatro años (2017-2020) hubo un aumento generalizado en la respuesta a la aplicación de fungicida respecto del período anterior (2010-2016), pasando de 337 kg/ha (promedio a través de todas las estaciones y ciclos) a 615 kg/ha. Este aumento podría deberse a la difusión de la roya amarilla (o estriada), con nuevas razas más virulentas. Los mayores aumentos se dieron en las dos estaciones del sudeste bonaerense (INTA Balcarce y CE Miramar), tanto para cultivares de ciclo largo como corto. Para los cultivares de ciclo largo, las mayores respuestas se presentaron en las tres estaciones del sudeste (INTA Balcarce, CE Miramar y Criadero Buck), con una frecuencia de años con respuesta estadísticamente positiva mayor al 50%. El resto de las estaciones presentaron una diferencia máxima promedio sustancialmente menor y con respuesta estadísticamente positiva en menos del 50% de los años. Para los cultivares de ciclo corto las mayores respuestas se presentaron en las estaciones Criadero Buck, CE Miramar, Criadero Klein e INTA Balcarce, las cuales no presentan un patrón geográfico definido, sugiriendo el efecto dominante de otras enfermedades foliares distintas a la roya amarilla. INTA Balcarce fue la estación que presentó mayor diferencia de respuesta entre ciclos. El costo de uso de fungicidas se vería cubierto con las respuestas encontradas en los últimos 4 años (2017-2020), pero solamente en algunos de los años anteriores (2010-2016). La respuesta promedio para el período 2017-2020 a través de todas las estaciones y ciclos representó el 11% del rendimiento, por lo cual resulta poco esperable que se reduzca el uso de fungicidas en trigo si no se mejora la sanidad genética de los cultivares.

Puede consultarse una versión de difusión sobre este artículo elaborado por INTA Informa, disponible en <https://t.ly/xVp59>

Metaanálisis de respuesta en rendimiento de protección foliar del trigo con fungicidas en el sudeste de Buenos Aires

Juan Pablo Edwards Molina

INTA Balcarce. edwardsmolina@gmail.com

Versión digital, 13 de abril de 2023

Introducción

Por tercer año consecutivo se ejecutó un ensayo de trigo en el sudeste de Buenos Aires con el objetivo de estimar las respuestas de rendimiento de las estrategias de protección foliar con fungicidas. Los ensayos (11 en total) se establecieron en lotes de trigos comerciales con manejo estándar del productor salvo en la aplicación de los tratamientos de fungicidas, los cuales se realizaron con mochila pulverizadora experimental en microparcelas. Buscando representar las distintas estrategias de protección con fungicidas empleadas en el sudeste de Buenos Aires se diseñó el siguiente protocolo.

Tabla 2. Estrategias de protección foliar con fungicidas.

	Z32	Z39	ID
1	-	-	Testigo
2	triazol + estrobilurina	-	rub_Z32
3	triazol + estrobilurina + carboxamida	-	orq_Z32
4	-	triazol + estrobilurina	rub_Z32
5	-	triazol + estrobilurina + carboxamida	orq_Z39
6	triazol + estrobilurina	triazol + estrobilurina + carboxamida	rub_Z32+ orq_Z39

Las estrategias de protección (5 en total) quedaron configuradas por la combinación del **momento de aplicación** (Z32: dos nudos; Z39: hoja bandera expandida) y el **tipo de mezcla del fungicida**: mezcla doble triazol + estrobilurina (Rubric Max ® FMC 0,5 l/ha - epoxiconazole al 10%, 50 g/ha y azoxistrobina al 20%, 100 g/ha); y mezcla triple triazol + estrobilurina + carboxamida (Orquesta Ultra ® Basf 1,2 l/ha - epoxiconazole al 5%, 60 g/ha, piraclostrobina al 8,1%, 97 g/ha y fluxapyroxad al 5%, 60 g/ha).

Tabla 3. Metadata de sitios experimentales

Ensayo	Año	Sitio	Cultivar	Enfermedades Z39 - z65 ¹	Roya Estriada en Z39
2019_BARROW	2019	Tres Arroyos / EEA Barrow	Ciprés	RE-RH	1
2019_LOS_PINOS	2019	Balcarce / Los Pinos	B802	MA-MA	0
2019_MADA	2019	General Madariaga	B802	MA-RH	0
2019_MDP	2019	General Pueyrredon / El Dorado	Buck Saeta	RE-RH	1
2019_NECO	2019	Necochea	B802	MA-MA	0
2019_TANDIL	2019	Tandil	Buck SY211	MA-MA	0
2020_INTA_BCE	2020	Balcarce / EEA Balcarce	MSINTA415	MA-MA	0
2020_LOS_PINOS	2020	Balcarce / Los Pinos	Ceibo	RE-RE	1
2020_PABLO_ACOSTA	2020	Azul / Pablo Acosta	Arrayan	RE-MA	1
2020_UPA	2020	General Pueyrredon / El Dorado	B802	RE-RH	1
2021_BCE	2021	Balcarce / El Verano	B501	MA-MA	0

¹Enfermedades: RE=Roya estriada; RH=roya de la hoja; MA=mancha amarilla

Materiales y métodos

Evaluaciones sanitarias

Se evaluaron enfermedades presentes a los momentos de aplicación y en anthesis (Z65). Para el presente análisis se consideró la enfermedad de mayor incidencia en Z39 y Z65 como criterio de clasificación de cada ensayo, así como también si tuvo presión de roya estriada (*Puccinia striiformis*) entre Z32 y Z39 (Ry=0 ausencia; Ry=1 presencia). Estas variables predictoras / clasificatorias de ensayos son testeadas en los modelos para verificar si efectivamente influyen sobre la variable respuesta.

Rendimiento

Se tomaron manualmente muestras de espigas de al menos 10 m lineales (2 m²) del centro de la parcela efectiva. Se procesaron las mismas con trilladora estática y se determinó la humedad secando en estufa una alícuota de cada muestra. Se calculó el peso de la muestra al 14% de humedad. La respuesta en rendimiento porcentual se calcula según: $(rto_trt / rto_test) \cdot 100$.

Análisis de datos

Se analizaron los datos de rendimiento por medio de meta-análisis multivariado. Esta es una alternativa a un meta-análisis univariado de cada tratamiento de forma independiente ya que permite la síntesis conjunta de múltiples tratamientos correlacionados de ensayos aleatorios. Brevemente, esta técnica permite estimar la media de cada tratamiento ponderada por un peso que se le da a cada ensayo según su varianza.

Resultados

El mejor modelo incluyó a la variable presencia de roya amarilla en pre-despliegue de la HB en interacción con los tratamientos fungicidas ($P = 0.0279$).

Para el caso de ausencia de roya estriada previo al despliegue de HB ($Ry=0$) las respuestas se estimaron entre 3 a 8.36 %. Los tratamientos orq_Z32 y orq_Z39 no tuvieron respuestas significativas, es decir las diferencias no fueron lo suficientemente grandes como para diferenciarse del testigo sin tratar.

Tabla 4. Rendimientos medios en kg/ha de cada tratamiento en cada sitio experimental

Ensayo	Testigo	rub_Z32	orq_Z32	rub_Z39	orq_Z39	rub_Z32+ orq_Z39
2019_BARROW	2466	2571	2676	2810	2820	2919
2019_LOS_PINOS	6506	7356	7364	7108	6997	7045
2019_MADA	6924	7363	7212	7207	6925	7355
2019_MDP	7283	7419	8084	7816	8006	7954
2019_NECO	5960	6253	6141	6131	5972	6444
2019_TANDIL	5435	6028	5965	5916	5735	5810
2020_INTA_BCE	4320	4396	4506	4544	4381	4583
2020_LOS_PINOS	5507	7074	7352	7087	7857	8130
2020_PABLO_ACOSTA	5396	5891	5829	6046	5818	5977
2020_UPA	5192	7285	6895	6448	7124	7511
2021_BCE	5477	5891	5828	5996	5826	6143

Tabla 5. Respuestas estimadas por medio de meta-análisis según presencia de roya amarilla previo al despliegue de HB

Ry	Estrategia	Respuesta en rend. %	Dif. con testigo ¹	IC_inf	IC_sup
0	rub_Z32	7.04	*	0.76	13.72
0	orq_Z32	5.72	NS	-0.18	11.96
0	rub_Z39	6.63	**	1.77	11.73
0	orq_Z39	3.03	NS	-3.6	10.12
0	rub_Z32_orq_Z39	8.36	*	1.21	16.02
1	rub_Z32	14.14	***	-2.6	33.76
1	orq_Z32	16.85	***	0.5	35.85
1	rub_Z39	16.36	***	2.53	32.04
1	orq_Z39	20.48	***	1.56	42.92
1	rub_Z32_orq_Z39	23.75	***	3.9	47.39

¹Códigos de significancia para el test si la respuesta de la estrategia es diferente de 0: 0; '***' 0.001; '**' 0.01; '*' 0.05; '.' 0.1; 'NS' 1

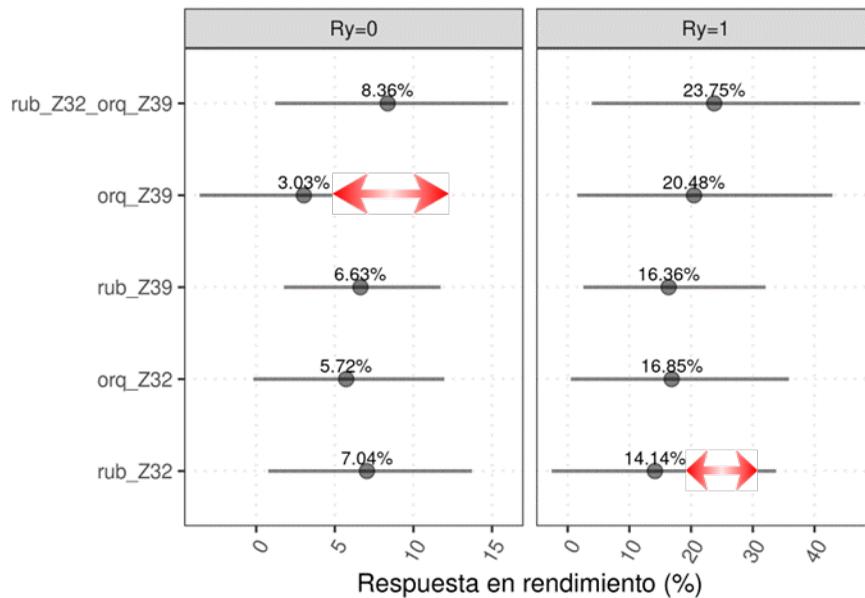


Fig. 22. Respuestas en rendimiento medio (punto) y su intervalo de 95% de confianza (línea horizontal) estimadas con meta-análisis según ausencia (Ry=0) o presencia de roya amarilla (Ry=1) previo al despliegue de HB. La flecha roja indica el tratamiento de aplicación simple que difirió significativamente de la estrategia de doble aplicación.

En presencia de roya estriada previo al despliegue de HB (Ry=1) las respuestas se estimaron entre 14 a 23.7%. Todos los tratamientos se diferenciaron del testigo sin tratar en su respuesta en rendimiento.

En relación a la estrategia de doble aplicación, bajo el escenario Ry=0, el único tratamiento que fue significativamente menor fue orq_Z39 ($P = 0.0021$, flecha roja). En cambio, bajo Ry=1 el tratamiento que tuvo menor respuesta en rendimiento respecto a la doble aplicación fue rub_Z32 con 14% ($P = 0.0399$, flecha roja), y a pesar de las diferencias visible, los otros tratamientos de aplicaciones simples no se diferenciaron de rub_Z32_orq_Z39

Conclusiones

Se observaron diferencias en la magnitud de respuesta en rendimiento a las aplicaciones de fungicidas de acuerdo a la presencia o no de roya estriada previo al despliegue total de HB. Así respuestas de entre 14 a casi 24% fueron calculadas para escenarios con predominancia de roya estriada Z39. En cambio, en escenarios libres de roya estriada y con mancha amarilla como enfermedad predominante estas respuestas no superaron el 10%. El metaanálisis como técnica de síntesis de resultados podría contribuir a la guía de toma de decisión en la protección de cultivos evaluando todas las variables moderadoras como presión de enfermedades (presente estudio), potencial de rendimiento, variables meteorológicas, etc.

Rendimiento de los cultivares de trigo de ciclo largo vs. ciclo corto en las principales subregiones trigueras argentinas

Abbate P.E.

INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina.
abbate.pablo@gmail.com

Versión original 25 de abril de 2021.

Introducción

La pregunta ¿qué cultivares rinden más, los de ciclo largo o los de ciclo corto?, siempre está vigente. Cuando se comparan los rendimientos (*RTO*) de los cultivares de ciclo largo más destacados (aquellos que alcanzaron los tres *RTO* más altos) vs. el de los de ciclo corto, a partir de los datos de la Red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) conducida en INTA Balcarce, se observa (Fig. 23) que durante el predominio de los cultivares con genética mejicana (1970-2000), el *RTO* de los ciclos cortos superaba en la mayoría de los años y en promedio, al de los ciclos largos. Esta situación comenzó a revertirse con la introducción de cultivares con genética de origen francés en el año 2000; el *RTO* de los ciclos largos comenzó a superar el de los ciclos cortos. Incluso, si se consideran los últimos 10 años, la diferencia se fue incrementando gradualmente a favor de los cultivares de ciclo largo.

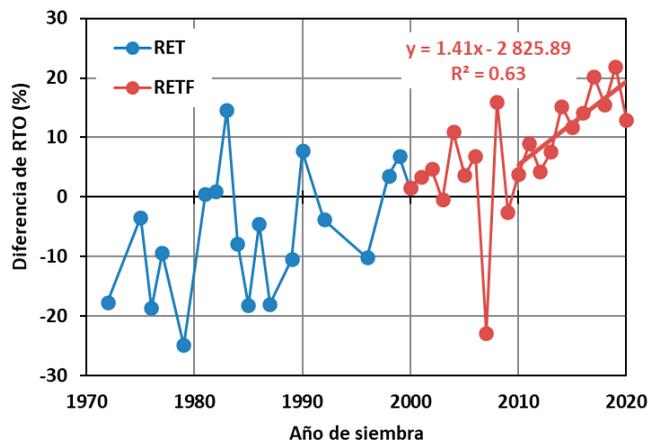


Fig. 23. Diferencia de rendimiento (*RTO*) porcentual entre el promedio de los tres cultivares de mayor *RTO* evaluados en la primera época de siembra (cultivares de ciclo largo) y los de la tercera época (cultivares de ciclo corto), de la Red de evaluación de cultivares de trigo conducida en INTA Balcarce, sin fungicida (RET) y con fungicida (RETF). Cuando la primera o tercera época no fue sembrada, se utilizaron los datos de la segunda y cuarta, respectivamente.

Unas de las preguntas que surge al observar la Fig. 23 es si ocurre lo mismo en otras localidades del sur de la provincia de Buenos Aires o incluso del centro y norte de la región triguera argentina, o si este es un resultado particular de la Balcarce. Existe cierto consenso entre los especialistas de asesores de trigo de Argentina en que el *RTO* de los cultivares de ciclo largo supera al de los cultivares de ciclo corto; sin embargo, desde hace varios años no se realiza una comparación formal que incluya varios años y localidades. El objetivo del presente informe es (1) comparar el *RTO* entre cultivares destacados de ciclo largo y ciclo de corto, y (2) corroborar si la eventual diferencia de *RTO* se está incrementando, en ocho localidades representativas de distintas Subregiones trigueras argentinas, a través de los últimos 10 años.

Materiales y métodos

Los datos analizados provienen de la Red de Evaluación de Cultivares de Trigo coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (RET-INASE), obtenidos entre las campañas 2010/2011 y 2019/2020. El análisis involucra estaciones experimentales seleccionadas por su continuidad histórica en sus datos y por su distribución geográfica. Cuatro de las estaciones están ubicadas en la actual Subregión 5 (ex Subr. IV, Abbate *et al.* 2021): Balcarce (responsable de la conducción de los ensayos P.E. Abbate, INTA Balcarce), Barrow (F. Di Pane, CEI Barrow), La Dulce (L. González *et al.*, Criadero Buck) y Miramar (M. Villafañe, CE Miramar), y otras cinco son representativas de distintas subregiones: Bordenave (V. Conta y F. Moreyra, INTA Bordenave), Plá (Criadero Klein), Marcos Juárez (D. Gómez *et al.*, INTA Marcos Juárez), Reconquista (A. Brach, INTA Reconquista). Los datos originales pueden consultarse en:

<https://www.argentina.gob.ar/inase/red-variedades-de-trigo>

o en:

<https://cultivaresargentinos.com/trigo/>

En cada estación experimental, para cada año, se calculó la diferencia de *RTO* en grano (*DMAX3*) entre ciclos como:

$$\text{Ec.[1]} \quad DMAX3 = (RMAX3_{CL} - RMAX3_{CC}) / RMAX3_{CC} \cdot 100$$

Donde $RMAX3_{CL}$ es el rendimiento de los cultivares de ciclo largo y $RMAX3_{CC}$ es el rendimiento de los cultivares de ciclo corto. El $RMAX3_{CL}$ y el $RMAX3_{CC}$ se calculó como el *RTO* promedio de los tres cultivares de mayor *RTO*, para la primera y tercera época de siembra, las cuales incluyen a los cultivares de ciclo largo y corto respectivamente. Cuando los datos de primera o tercera época no estuvieron disponibles se utilizaron los datos de la segunda y cuarta, respectivamente. En los sitios y años en que se condujeron ensayos con y sin aplicación de fungicida, se les dio prioridad a los datos obtenidos con fungicida. Se consideró el *RTO* promedio de los 3 cultivares de mayor *RTO* porque es de esperarse que ese promedio esté compuesto por cultivares de gran difusión.

Cada experimento individual correspondió a un diseño en bloques completos con 2-4 repeticiones. Este diseño experimental no permite hacer una comparación directa entre cultivares de distinto ciclo ya que cada bloque (repetición) incluye cultivares de solo un ciclo. No obstante, se trata de datos provenientes de experimentos con manejo protocolizado, a partir de los cuales se

puede calcular el error estándar de la media de los tratamientos, por lo cual son la mejor fuente de datos disponible para realizar las comparaciones propuestas. Si la comparación entre ciclos se realiza para varios años es muy poco probable que la falta de aleatorización de todos los cultivares en cada bloque genera un vicio que distorsione las conclusiones. Por lo tanto, el $RMAX3_{CL}$ y el $RMAX3_{CC}$ de cada año en cada estación, se comparó para los 10 años estudiados.

Resultados

En la Fig. 24 se presenta la $DMAX3$ (Ec.[1]) entre cultivares de ciclo largo y corto a través de los últimos 10 años, para cuatro estaciones experimentales del sur de la provincia de Buenos Aires (Subregión 5) y en la Fig. 25 para otras cuatro experimentales de otras subregiones. Puede observarse que la $DMAX3$ fue menos oscilante en Balcarce que el en las otras estaciones. Si bien, en tres de las cuatro estaciones de la Subregión 5 (Balcarce, Barrow y Miramar) predomina las diferencias positivas a favor de los cultivares de ciclo largo, en La Dulce la tendencia no fue evidente (Fig. 24). Tampoco resulta sencillo extraer una conclusión a partir de la simple examinación de la Fig. 25, para las estaciones fuera de la Subregión 5.

Para facilitar el análisis, se calculó para cada sitio, (1) la $DMAX3$ promedio a través de los años y (2) la proporción de años con $DMAX3$ estadísticamente positivas, estadísticamente negativas y no significativas (no distintas a cero) (Fig. 26a). La estación con mayor $DMAX3$ fue la de Barrow (18%), seguida por las de Balcarce, Miramar y Bordenave (13 a 11%), finalmente en Reconquista, La Dulce, Marcos Juárez y Plá se presentaron las menores diferencias (5 a 0%). Entonces, una primera conclusión que surge de la Fig. 26a es que en ninguna estación experimental la $DMAX3$ promedio fue negativa, es decir, a favor de los cultivares de los ciclos cortos, tal como la observada en la Fig. 23 con anterioridad al año 2000. Por otra parte, las estaciones con mayor $DMAX3$ estuvieron ubicadas en el sur de Buenos Aires. Si bien la $DMAX3$ promedio en La Dulce fue baja en comparación con las otras del sur de Buenos Aires (Balcarce, Barrow, Miramar y Bordenave), presentó una alta proporción de años (47 %) con $DMAX3$ estadísticamente positivas (Fig. 26b) indicando que incluso en esa estación predominaron las diferencias a favor de cultivares de ciclo largo. Más al norte, en Marcos Juárez y Reconquista, la proporción de $DMAX3$ positivas (38 y 36 % respectivamente) fue levemente menor que la proporción años con diferencias no significativas (46 y 50 %), pero incluso en estas estaciones los cultivares de ciclo corto no muestran ventaja neta. La única estación en que la proporción de años a favor de los cultivares de ciclo largo fue superada por la de ciclo corto fue Plá (14 vs. 29 %, Fig. 26b), de todas maneras, en esta estación lo preponderante fue la indiferencia entre ciclos (57 % de los años).

Otra característica de la $DMAX3$, observada en Balcarce (Fig. 23), es que esta se fue incrementando gradualmente a favor de ciclos largos en los últimos 10 años. Para corroborar si este fue un fenómeno propio de los datos de INTA Balcarce o de carácter más general, se calculó la regresión entre la diferencia de RTO a través de los años, entre los años 2010 y 2019, para el resto de las estaciones estudiadas. En la Fig. 27 puede apreciarse que el R^2 para INTA Balcarce fue el más alto y el único estadísticamente significativo, entre las estaciones consideradas. Por lo cual, no hay motivos para sostener que la $DMAX3$ se estuvo incrementando de manera generalizada; este aumento estaría ocurriendo en Balcarce solamente. Para el resto de las estaciones parecería que la $DMAX3$ se consolidó entre el año 2000, a partir de la introducción de la genética de origen francés, y el año 2010.

Conclusiones

En este informe se indagó si la diferencia de *RTO* a favor de los cultivares de ciclo largo observada en la RET-INASE de INTA Balcarce se dio en otras estaciones experimentales y si esa diferencia se incrementó gradualmente durante los últimos 10 años.

Luego de comparar los datos de *RTO* provenientes de la RET-INASE, correspondientes a los tres cultivares de ciclo largo de mayor *RTO* con el de los tres cultivares de ciclo corto de mayor *RTO*, a través de 10 años, en ocho localidades, se puede concluir que en las cinco estaciones experimentales del sur de la provincia de Buenos Aires (Balcarce, Barrow, Miramar, La Dulce y Bordenave) los cultivares de ciclo largo aventajaron a los cultivares de ciclo corto ya que presentan un *RTO* estadísticamente mayor en una mayor proporción de años. Más al norte, en las estaciones de Marcos Juárez, Reconquista y Plá, la ventaja de los cultivares de ciclo largo es menor; sin embargo, incluso en estas localidades los cultivares de ciclo corto no presentaron una ventaja neta, en todo caso lo preponderante fue la indiferencia entre ciclos.

Cuando se comparó la evolución de la diferencia de *RTO* durante los últimos 10 años, se encontró que la única estación en que la diferencia se estuvo incrementando consistentemente en los últimos años fue INTA Balcarce. Para el resto de las estaciones parecería que la diferencia de *RTO* ya estaba consolidada en el año 2010.

Agradecimientos

A Guillermo A. Divito (AAPRESID), Dina L. Martino (Criadero Buck) y Alberto H.M. Ballesteros (INASE) por sus sugerencias.

Referencias

Abbate P.E., Miralles D.J., Ballesteros A.H.M. 2021a. Nuevo mapa de Subregiones Trigueras Argentinas y de otros cereales invernales. Documento PDF. INASE. <https://t.ly/cZbJ>

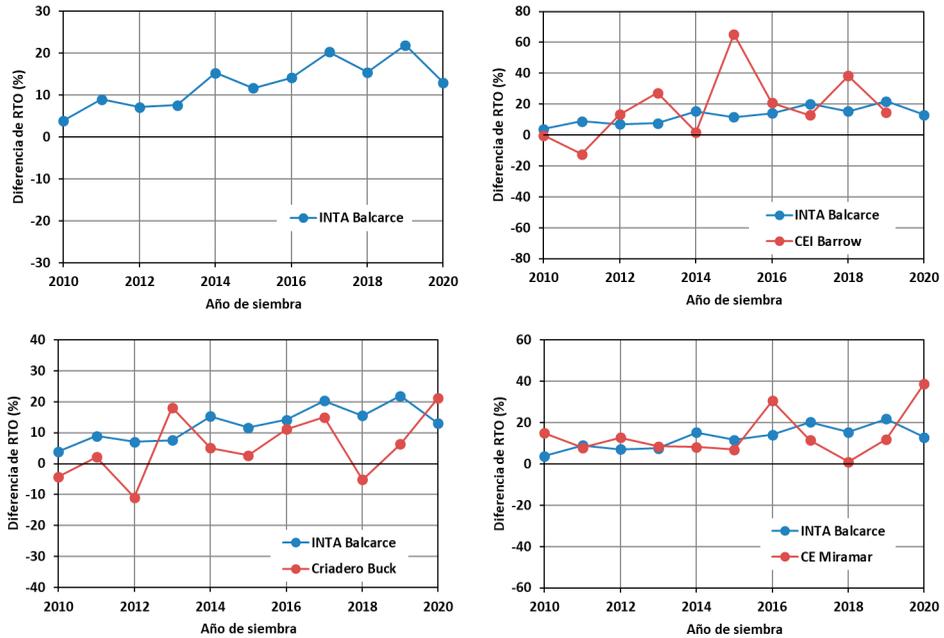


Fig. 24. Diferencia de rendimiento (*RTO*) entre ciclo largo y corto, calculada a partir del rendimiento de los tres cultivares de mayor rendimiento de cada ciclo (Ec.[1]), entre los años 2010 a 2019, en cuatro estaciones experimentales de la Subregión 5 (ex subr. IV), participantes de la RET-INASE.

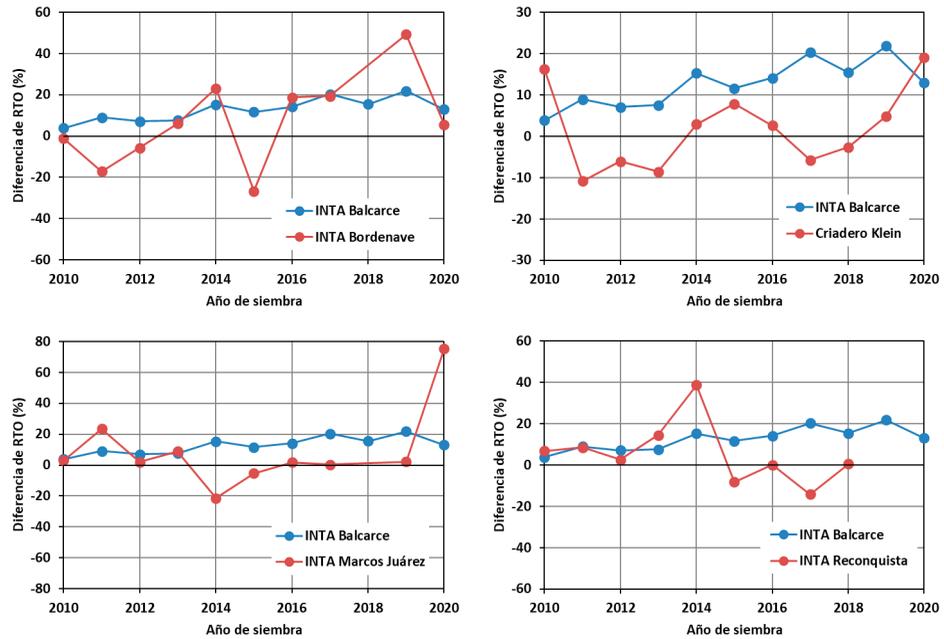


Fig. 25. Diferencia de rendimiento (*RTO*) entre ciclo largo y corto, calculada a partir del rendimiento de los tres cultivares de mayor rendimiento de cada ciclo (Ec.[1]), entre los años 2010 a 2019, en cuatro estaciones experimentales representativas de subregiones distintas a la Subregión 5 (Subr. 6, 7, 10 y 17), participantes de la RET-INASE.

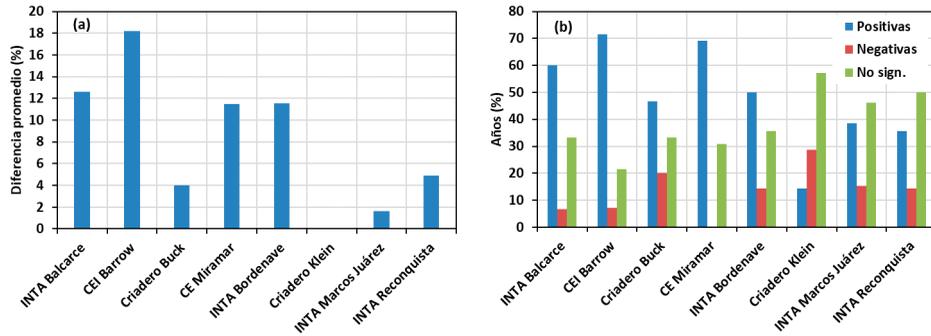


Fig. 26. (a) Diferencia de rendimiento (*RTO*) entre ciclo largo y corto, calculada a partir del rendimiento de los tres cultivares de mayor rendimiento de cada ciclo (Ec.[1]), promedio a través de años 2010 a 2019 y (b) porcentaje de años con diferencias de *RTO* entre cultivares de ciclo largo y corto, significativamente positivas a favor de los ciclos largos, estadísticamente negativas (diferencia a favor de los cultivares de ciclo corto) y no significativas (sin diferencias entre ciclos), en ocho estaciones experimentales representativas de distintas subregiones trigueras de Argentina, para los datos provenientes de la RET-INASE.

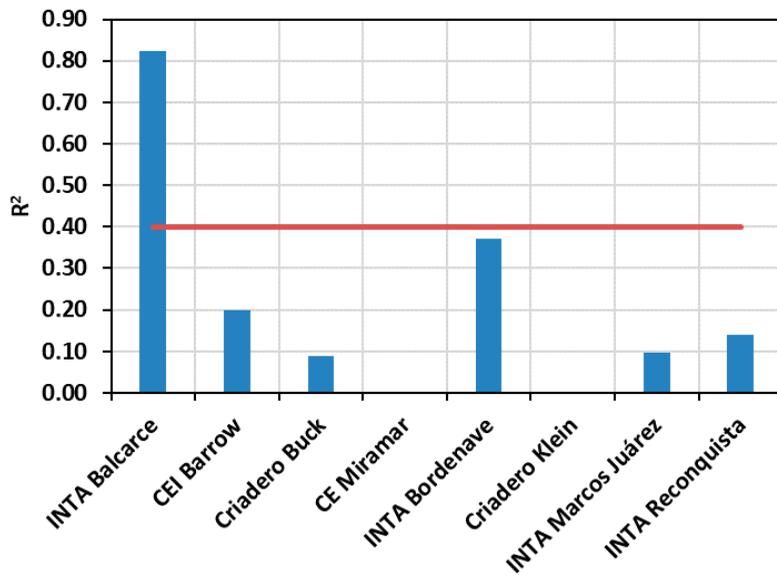


Fig. 27. Coeficiente de determinación (R^2) de la asociación entre (y) la diferencia de rendimiento entre cultivares de ciclo largo y corto (calculada a partir del rendimiento de los tres cultivares de mayor rendimiento de cada ciclo, Ec.[1], a partir de los datos provenientes de la RET-INASE) y (x) los años 2010 a 2019, para ocho estaciones experimentales representativas de distintas subregiones trigueras de Argentina; la línea horizontal corresponde al R^2 crítico por debajo del cual el R^2 resulta estadísticamente no significativo.

Aportes del mejoramiento genético al cultivo de trigo en el norte de Santa Fe

Brach A.M.^{1*}, Abbate P.E.²

¹INTA EEA Reconquista. CC 1, Ruta Nacional 11, km 773. Reconquista. Santa Fe. Argentina.

²INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

* brach.ana@inta.gov.ar

Resumen presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021.



VII Simposio de Cereales de Siembra Otoño-Invernal
III Encuentro del Mercosur

APORTES DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO AL CULTIVO DE TRIGO EN EL NORTE DE SANTA FE

Brach A.M.¹; Abbate P.E.²



¹INTA Reconquista, Reconquista, Santa Fe, Argentina; brach.ana@inta.gov.ar; ²INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina; abbate.pablo@gmail.com.

Introducción

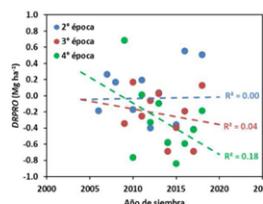
En los últimos 20 años (2000-2019), se registró un incremento importante en la superficie y el rendimiento (RTO) de trigo en la región, pero la tasa de aumento del RTO fue un 35 % inferior a la registrada a nivel nacional. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto del mejoramiento genético del trigo en el norte de Santa Fe

Materiales y Métodos

Se analizó el RTO de los ensayos de la Red de Trigo (RET-INASE) de INTA Reconquista de las campañas 2004 a 2018. Para estimar el aumento del RTO atribuible al aporte del mejoramiento genético a través de los años (avance genético), el RTO promedio y el máximo de cada experimento, se expresó como la diferencia respecto del RTO promedio de 2-3 cultivares testigos que estuvieron presentes en la misma época de siembra en todos los años

Resultados

No se observó un aumento de las diferencias de RTO promedio y/o máximo respecto de los testigos, a través de los años. Las pendientes de las rectas ajustadas para cada fecha de siembra estuvieron muy lejos de resultar estadísticamente distintas de cero ($R^2 \leq 0.26$).



Conclusiones

No se encontró evidencia de avance genético continuo en los últimos 10 años en los cultivares de ciclo largo y 13 años para los de ciclo intermedio y corto. No obstante, se identificaron cultivares comercializados actualmente de RTO destacado, independientemente de su año de introducción

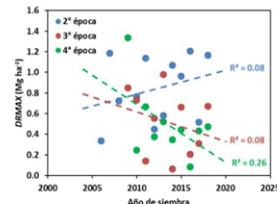


Figura 1. Diferencia entre el RTO promedio (Fig izquierda) y el RTO máximo (Fig derecha), respecto del rendimiento de los cultivares testigos. Las líneas punteadas no fueron significativas ($P > 0.05$)

Fig. 28. Poster presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021.

La inclusión de trigo en el sistema agrícola del norte de Santa Fe, es relevante ya que contribuye con la conservación de los recursos del agroecosistema, le brinda al productor un ingreso previo a la siembra de los cultivos de verano y genera una mayor actividad comercial local abasteciendo a acopios y molinos locales, agregando valor en origen. En los últimos 20 años (2000-2019), se registró un incremento importante en la superficie y el rendimiento (RTO) de trigo en la región, pero la tasa de aumento del RTO fue un 35 % inferior a la registrada a nivel nacional. Si bien la oferta de cultivares comerciales tiene un alto recambio, la mayor parte de los cultivares con mayor difusión y RTO más destacado, fueron inscriptos en el período 2009-2013. Con el objetivo de evaluar el impacto del mejoramiento genético del trigo en el norte de Santa Fe, se analizaron los datos de RTO en las campañas 2004 a 2018, de los ensayos incluidos en la Red de ensayos de

cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Reconquista. En estos ensayos, cada época de siembra, de cada año, constituye un experimento estadísticamente independiente, con los cultivares (tratamientos) dispuestos en un diseño en bloques completos aleatorizados, con tres repeticiones. Para estimar el aumento del *RTO* atribuible al aporte del mejoramiento genético a través de los años (avance genético), el *RTO* promedio y el máximo de cada experimento, se expresó como la diferencia respecto del *RTO* promedio de 2-3 cultivares testigos que estuvieron presentes en la misma época de siembra en todos los años. Si el mejoramiento genético hubiera tenido un impacto continuo y significativo en Reconquista durante el período analizado, debería observarse un aumento de las diferencias de *RTO* promedio y/o máximo respecto de los testigos, a través de los años, i.e. una línea con pendiente positiva. Sin embargo, las pendientes de las rectas ajustadas para cada época de siembra estuvieron muy lejos de resultar estadísticamente distintas de cero ($R^2 \leq 0.26$), por lo cual, no se encontró evidencia de avance genético continuo en los últimos 10 años en los cultivares de ciclo largo y 13 años para los de ciclo intermedio y corto. No obstante, se identificaron cultivares comercializados actualmente de *RTO* destacado, independientemente de su año de introducción. El escaso avance genético logrado en la zona podría deberse a que la incorporación de germoplasma francés, predominantemente en cultivares de ciclo largo, no haya resultado exitosa en el norte de Santa Fe donde los cultivares de ciclo corto se adaptan mejor a la rotación con soja (cultivo predominante). Un mayor avance genético podría impulsar la difusión del trigo para superar el 22% de superficie agrícola del norte de Santa Fe que ocupa actualmente.

Grosor de glumas y lemas de trigo y su efecto en la susceptibilidad a heladas en distintos cultivares

Basado en el artículo de Martino et al. 2021. *Variation in reproductive frost susceptibility of wheat cultivars is not associated with variation in glume and thickness. European Journal of Agronomy. 122, 126-185.*

Martino D.L.^{1,2}, Abbate P.E.¹, Biddulph T.B.³, Pontaroli A.C.^{1,2}, Marcovich N.E.^{2,4}

¹Unidad Integrada Balcarce (INTA Balcarce y Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata), Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

³Department of Primary Industries and Regional Development (DPIRD), Australia.

⁴Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

Versión digital, 13 de abril de 2023.

Introducción

Las heladas en trigo pueden reducir el rendimiento y/o su calidad. Martino y Abbate (2019) confirmaron en cultivos creciendo a campo, en condiciones mínimamente alteradas y ante heladas naturales, que las heladas durante la antesis del trigo son la que producen mayor número de granos abortados. Por esta razón se investigaron características morfológicas de las estructuras florales (Fig. 29) que puedan actuar como barreras físicas al daño por heladas.

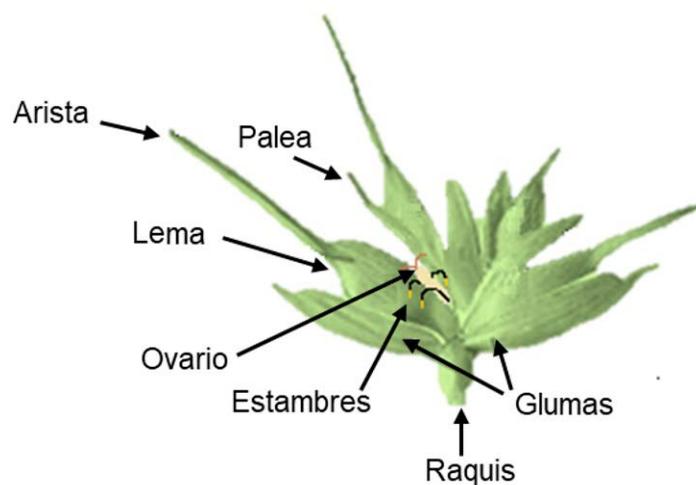


Fig. 29. Espiguilla de trigo. Adaptado de Rawson y Gómez Macpherson (2001).

Una característica de la espiguilla de trigo que podría influir en el daño por heladas y que no ha sido estudiada, es el grosor de las glumas y lemas (GG). Estos órganos brindan protección al ovario y a los estambres de las flores por aislación térmica. Debido a que el flujo de calor por conducción es inversamente proporcional al espesor del área perpendicular a la dirección del mismo, glumas y lemas más gruesas ofrecerían mayor aislación térmica a la flor. Por ello, conocer la variabilidad presente en el GG, sus propiedades térmicas y si ofrecen una ventaja frente al daño producido por heladas, podría resultar de utilidad en la elección y selección de cultivares.

En este artículo se exponen en idioma español y evitando la formulación matemática, los resultados obtenidos por Martino *et al.* (2020) en la evaluación del GG de distintos cultivares de trigo, los tiempos calculados de enfriamiento de los órganos reproductivos de la flor y el comportamiento de diferentes cultivares ante heladas naturales.

Materiales y métodos

Evaluación de la variabilidad del grosor de glumas y lemas

Los datos fueron obtenidos de cuatro experimentos pertenecientes a la Red Nacional de Ensayos Comparativos de Rendimiento de trigo coordinada por el INASE (RET-INASE) en INTA Balcarce conducida con Alta Tecnología, durante las campañas 2012/13 y 2013/14. Los cultivos se mantuvieron libres de malezas, plagas y enfermedades fúngicas, y se aplicó riego para evitar deficiencias hídricas. En cada ciclo de cultivo el GG se evaluó en 11 cultivares de ciclo largo (CL) y en 11 cultivares de ciclo corto (CC) con un tornillo micrométrico digital de ± 0.005 mm de precisión. Los cultivares de cada ciclo se sembraron en experimentos independientes con tres repeticiones de cada cultivar bajo un diseño en bloques completos aleatorizados. Para detectar diferencias entre cultivares se realizó un análisis de varianza (ANVA) para los cultivares de cada ciclo, el cual incluyó el efecto del cultivar, del año, de la interacción cultivar \times año y términos residuales. Las medias de los cultivares fueron comparadas mediante la mínima diferencia significativa (MDS).

Evaluación del efecto del grosor de glumas y lemas sobre el número de granos abortados

Los datos fueron obtenidos en dos experimentos realizados durante los ciclos de cultivo 2014/15 y 2015/16 en INTA Balcarce. Cada experimento contó con tres fechas de siembra dentro de las cuales se aleatorizaron 5-7 cultivares, con dos repeticiones en bloques completos. Las fechas de siembra comenzaron en marzo y se continuaron cada 15 días, con la finalidad de que la floración ocurra entre septiembre y comienzos de octubre, época con alta probabilidad de heladas. Los cultivares argentinos empleados (SY 300, BIOINTA 1005, BIOINTA 1006, ACA 906 y FLORIPAN 100) fueron seleccionados a partir de los experimentos en los cuales se evaluó la variabilidad existente en GG. En las dos últimas fechas de siembra del experimento del año 2015 se incorporaron dos cultivares australianos: WYALCATCHEM y YOUNG, identificados en Australia (Biddulph *et al.*, 2015) como altamente susceptible y de alta tolerancia a heladas, respectivamente.

En de cada fecha de siembra, luego de un evento de helada posterior a la espigazón, se marcaron en cada parcela al menos 15 espigas en un estado fenológico de referencia (E_R), definido por la presencia de la espiga completamente emergida con anteras comenzando a perder el color verde. En este estado la espiga se encuentra aproximadamente a 4 días antes de anthesis y presenta la máxima susceptibilidad a heladas (Martino y Abbate 2019). Luego de la madurez

fisiológica del grano, se cosecharon las espigas y en el 50 % de las espiguillas centrales de cada espiga se determinó el porcentaje de granos fijados en las dos posiciones proximales (las más cercanas al raquis), ya que, en espigas normales esos granos no deberían estar ausentes. Este protocolo permitió evaluar el daño por heladas en distintos cultivares, ya que las espigas comparadas estuvieron en igual estado de desarrollo al momento de la ocurrencia de las heladas a las que estuvieron expuestas.

Para analizar el daño por heladas en cada fecha de siembra, se realizó un ANVA combinado de los experimentos realizados en ambos años, según un diseño en bloques completos con arreglo de parcelas divididas, donde la parcela principal estuvo representada por la fecha de siembra y la subparcela por el cultivar. Las medias de los cultivares fueron comparadas mediante la MDS.

Evaluación de las propiedades térmicas de glumas y lemas

Con el objetivo de conocer las propiedades térmicas de las glumas y lemas, en cada parcela de la segunda y tercera fecha de siembra de los experimentos sembrados en los años 2014 y 2015, se cosecharon 10 espigas en el estado E_r , de las cuales se disectaron el par de glumas + lemas de las espiguillas centrales. A partir de estas muestras se realizaron determinaciones y cálculos de las propiedades térmicas, a fin de estimar el tiempo requerido (t) para que a partir de una temperatura dada inicial y constante en la cara externa de la gluma y una temperatura inicial de la cara interna de la lema, se alcance una temperatura final en la cara interna.

Resultados y discusión

Variabilidad del grosor de glumas y lemas

Tanto en los cultivares de CL como en los de CC se encontraron diferencias de GG entre cultivares, de 43 a 66% dependiendo del año y del ciclo (Fig. 30). La interacción cultivar \times año no fue significativa para ninguno de los dos ciclos, de hecho, el ordenamiento por GG entre los cultivares de los experimentos sembrados en los años 2012 y 2013 se mantuvo en los experimentos sembrados en los años 2014 y 2015 (Fig. 31) reafirmando que las diferencias de GG entre cultivares fueron estables entre ambientes.

Los cultivares más contrastantes para GG fueron SY 110 (390 μm) y BAGUETTE 10 (233 μm) entre los de CL, y BIOINTA 1007 (395 μm) y BIOINTA 1006 (263 μm) entre los de CC (Fig. 30). No se encontraron datos numéricos en la bibliografía para comparar con los valores obtenidos en este estudio. Sin embargo, las diferencias observadas a partir de las imágenes de cortes transversales de glumas publicadas por Araus *et al.* (1993) y Kong *et al.* (2015) sugieren que el GG presentaría cambios entre cultivares y/o ambientes tal como encontramos en esta investigación.

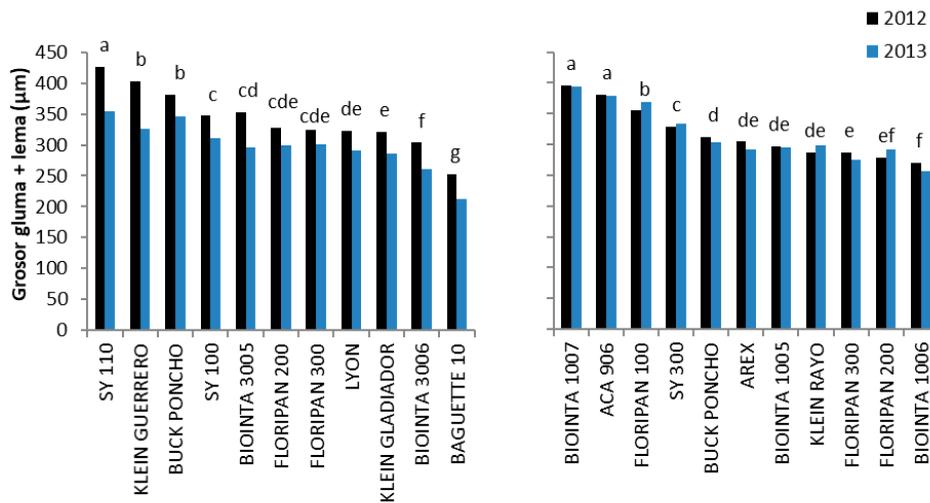


Fig. 30. Grosor de gluma + lema de los cultivares de trigo de ciclo largo (a) y de ciclo corto (b) evaluado a madurez, durante las campañas 2012/13 y 2013/14, en Balcarce, Argentina. Letras iguales indican diferencias no significativas entre cultivares para el promedio de las dos campañas (MDS = 18.1 y 17.8 µm para los cultivares de ciclo largo y corto respectivamente). 1 µm = 0.001 mm.

Efecto del grosor de glumas y lemas sobre el nivel de daño por heladas

En la Tabla 6 se presenta la temperatura mínima y la duración de cada helada a la que estuvieron expuestas las espigas marcadas, en cada fecha de siembra, durante las campañas 2014/15 y 2015/16. En el análisis conjunto de los experimentos se encontró que el nivel de daño difirió entre años, fechas de siembra y cultivares (los cultivares australianos fueron excluidos de este análisis porque no estuvieron presentes en todas las fechas de siembra). De las seis evaluaciones de daño por heladas realizadas (2 experimentos × 3 fechas de siembra), en cuatro de ellas se detectaron diferencias entre cultivares. La interacción cultivar × fecha de siembra no fue significativa y en ambos años el daño decreció de la primera a la última fecha de siembra. La interacción cultivar × año × fecha de siembra resultó significativa debido principalmente a que el daño de BIOINTA 1006, resultó menor en la tercera fecha de siembra del año 2014 (respecto del resto de los cultivares) que en el resto de las evaluaciones (Fig. 31). Pese a las interacciones significativas, SY 300 se destacó por registrar un nivel de daño igual o menor al del resto de los cultivares en todas las evaluaciones (Fig. 31). Contrariamente, ACA 906 y BIOINTA 1005 manifestaron un alto grado de susceptibilidad ya que presentaron mayor o igual nivel de daño que SY 300 en todas las evaluaciones. Biddulph *et al.* (2016) también encontraron cultivares australianos que presentaron mayor tolerancia a heladas en floración (cultivares clasificados como tipo YITPI) y otros de gran susceptibilidad (cultivares clasificados como tipo WYALCATCHEM) y que este comportamiento fue estable entre años. Los cultivares australianos evaluados en Balcarce presentaron el comportamiento esperado de acuerdo a las evaluaciones realizadas en Australia (Biddulph *et al.*, 2015 y Biddulph *et al.*, 2016). El cultivar testigo susceptible (WYALCATCHEM), en las dos evaluaciones en las que estuvo presente, tuvo mayor nivel de daño que el resto de los cultivares. Por su parte, el daño del testigo tolerante (YOUNG), fue menor que el de WYALCATCHEM.

Tabla 6. Fecha, temperatura mínima (T_{min}) y duración de temperaturas menores a -1.5 C (DUR , min) de cada helada, durante las campañas 2014/15 y 2015/16, en Balcarce, Argentina. Los valores de temperatura y duración reportados corresponden a mediciones realizadas a la intemperie, a la altura de las espigas (1 m).

2014/15			2015/16		
Fecha helada	T_{min}	DUR	Fecha helada	T_{min}	DUR
16-sep.-2014	-2.3	315	14-sep.-2015	-1.9	45
26-sep.-2014	-3.0	180	17-sep.-2015	-4.4	465
27-sep.-2014	-4.7	540	18-sep.-2015	-1.7	225
02-oct.-2014	-4.8	565	30-sep.-2015	-2.3	195
11-oct.-2014	-2.7	225	04-oct.-2015	-2.3	150
			10-oct.-2015	-2.0	30
			11-oct.-2015	-2.5	275
			17-oct.-2015	-1.0	0

Si bien se observaron diferencias entre cultivares tanto en la susceptibilidad a heladas como en el GG, no se encontró asociación entre estas variables (r entre -0.42 y 0.41 , Fig. 31). Por lo tanto, no se encontraron motivos para atribuir al mayor GG una ventaja ante la ocurrencia de heladas a campo, al menos, para el rango de GG evaluado.

La variación entre cultivares en el daño por heladas, es decir, el desvío estándar entre cultivares (DE), difirió entre los ambientes de evaluación. La mayor variación se presentó en los ambientes con heladas de severidad intermedia, ya que, con heladas severas o leves, tal como ocurrió en la primera fecha de siembra del año 2014 y en la tercera del 2015 (Fig. 31), todos los cultivares tendieron a igualar el nivel de daño. Esto resultó así incluso aunque se le descuenta al DE el error estándar de la media. Por lo tanto, los ambientes con severidad intermedia son los mejores ambientes para seleccionar cultivares por su susceptibilidad a heladas y en los que los productores encontrarían mayores diferencias entre cultivares. De cualquier manera, puede esperarse que los agricultores se beneficien de los cultivares con menor susceptibilidad a las heladas de severidad intermedia, ya que a nivel lote, las diferencias topográficas suelen dar lugar a un gradiente de heladas de severas a leves ocurriendo al mismo tiempo.

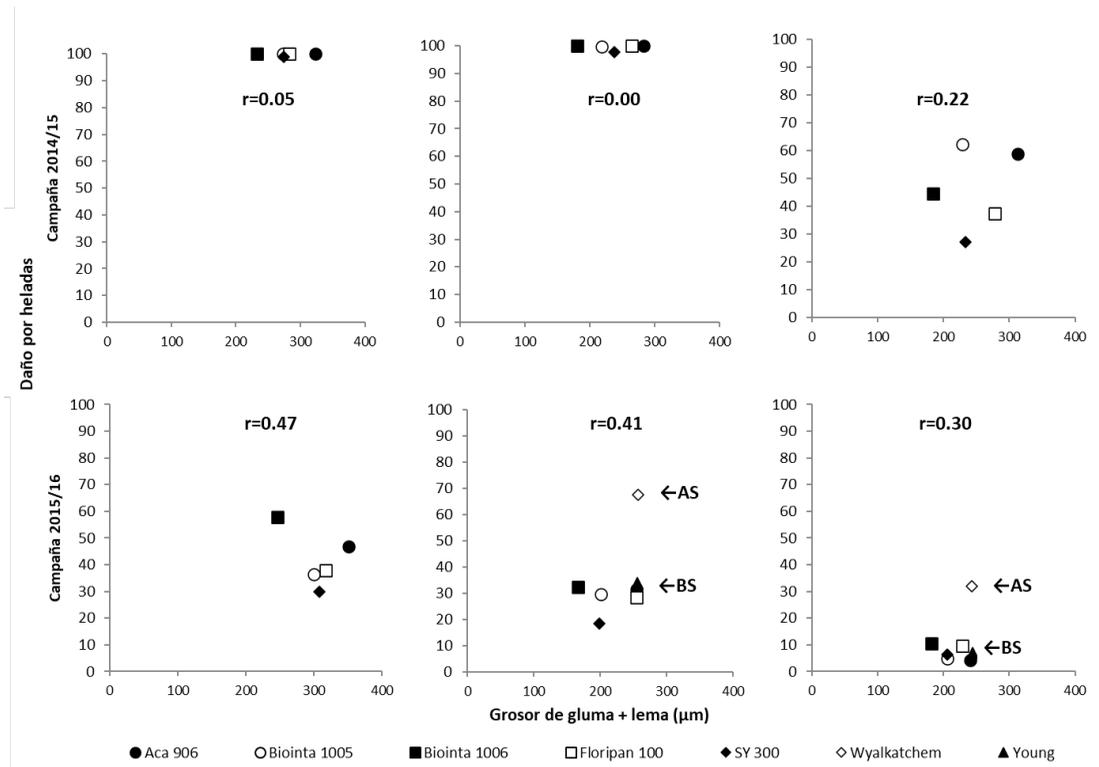


Fig. 31. Relación entre el daño por heladas (expresado como porcentaje de granos abortados en las dos posiciones proximales del 50% de las espiguillas centrales en espigas identificadas en la etapa ER, ver Materiales y métodos) y espesor de la gluma + lema en tres fechas de siembra, para cinco cultivares de trigo argentinos y dos australianos (testigos de alta (AS) y baja (BS) susceptibilidad, presentes solamente en la campaña 2015/16), evaluados en Balcarce durante las campañas 2014/15 y 2015/16. Se muestra el coeficiente de correlación de Pearson (r) para cada relación. $1 \mu\text{m} = 0.001 \text{ mm}$.

Efecto del grosor de glumas y lemas en la transferencia de calor

En la Tabla 7 se presentan las propiedades térmicas de cada cultivar y el tiempo calculado para que la temperatura de la cara interna de la lema descienda de $0 \text{ }^\circ\text{C}$ a $-2.99 \text{ }^\circ\text{C}$ cuando la temperatura de la cara externa de la gluma es $-3 \text{ }^\circ\text{C}$. El t mostró una asociación significativa con todas las variables a partir del cual se calculó. La asociación entre el t y el GG fue positiva (Tabla 7).

El t calculado (Tabla 7) mostró diferencias entre cultivares, ACA 906 en la tercera fecha de siembra de 2014 presentó el valor máximo, siendo de 15.0 s y el mínimo correspondió a BIOINTA 1006 en la segunda fecha de siembra de 2015 (3.4 s). Sin embargo, el máximo estimado resultó muy bajo para generar una ventaja práctica en la tolerancia a heladas ya que la duración de las heladas que producen daño sobre el número de granos es de al menos 36 minutos (Martino y Abbate 2019). Sin embargo, la estimación presentada en la Tabla 7 no incluye el efecto de la fase gaseosa existente entre la cara interna de la lema y los órganos reproductivos, la cual ofrecería una protección adicional al enfriamiento. Considerando un espacio gaseoso entre la lema y los órganos reproductivos de 1-2 mm (mediciones realizadas sólo en algunas espigas de los experimentos realizados en este estudio), el tiempo de enfriamiento de los órganos reproductivos alcanzaría un promedio de 11 a 22 min, el cual tampoco tendría un efecto práctico relevante.

Con una fase gaseosa de 1 mm entre la cara interna de la lema y los órganos reproductivos, se estimó que cada 100 μm extras de GG, el t aumentaría 6 min. Usando los mismos supuestos, con una fase gaseosa de 2 mm (100 % mayor), cada 100 μm extras de GG, el t aumentaría 11 min (83 %). Por lo tanto, se puede conjeturar que el rol de la fase gaseosa sería más relevante que el efecto del GG debido a su menor conductividad térmica y mayor grosor. Sin embargo, incluso con 2 mm de fase gaseosa la protección lograda es incompleta ya que sería necesario un GG de 1438 μm , 6 veces mayor al GG promedio, para proteger completamente contra la duración promedio de una helada en floración en Balcarce (2.5 hs).

Si la conductividad de la gluma + lema ofrece la poca aislación térmica estimada en la Tabla 7, cabe preguntarse si la mayor tolerancia a la helada que se le atribuye a la espiga de trigo en estados previos a la espigazón puede explicarse por estar protegida por la vaina de la hoja bandera o se debe a algún otro mecanismo. Si la estimación del tiempo de enfriamiento realizada para la espiga (Tabla 7) se modifica adicionando el efecto de la vaina de una hoja bandera de 200 μm de espesor (Araus *et al.*, 1986) y se utiliza un valor de GG de 228 μm (valor promedio de todos los cultivares, fechas de siembra y ciclos de cultivo) y de fase gaseosa entre la lema y la flor de 2 mm, el tiempo estimado de enfriamiento pasa de 22 min a 43 min. Esta duración adicional reduciría la probabilidad de que las espigas estén expuestas a la duración crítica de las heladas para producir daño (Martino y Abbate 2019). Por lo cual se puede esperar que cultivares de trigo con anthesis anterior a la espigazón (similar a lo que ocurre en cebada) presenten menor susceptibilidad a heladas tardías.

Conclusión

En este estudio se confirmó la variación en la susceptibilidad a las heladas de cultivares australianos y se encontró una variación entre cultivares argentinos, mayor que la de los australianos. Se cuantificó la variabilidad existente en el GG entre cultivares comerciales de trigo, encontrando que las diferencias en GG entre cultivares se mantuvieron estables a lo largo de los años. Sin embargo, las diferencias en susceptibilidad a las heladas encontradas entre cultivares en condiciones de campo no se asociaron con diferencias en GG. El tiempo de enfriamiento de los órganos reproductores se asoció positivamente al GG; sin embargo, las diferencias de tiempo estimadas resultaron demasiado pequeñas para generar una protección adicional relevante contra las heladas. Además, se identificó que las heladas de severidad intermedia son las más adecuadas para evaluar y seleccionar cultivares por su susceptibilidad. Se necesitarán más investigaciones para confirmar si el aumento del espacio gaseoso entre la cara interna de la lema y la flor puede conferir una protección adicional a las heladas.

Tabla 7. Grosor de la gluma + lema (GG), el tiempo de transferencia de calor (t) y coeficiente de correlación de Pearson (r) entre el t y el GG, de cinco cultivares evaluados en el estado ER (ver materiales y métodos), en dos fechas de siembra, durante las campañas 2014/15 y 2015/16, en Balcarce, Argentina. El cálculo de r fue realizado suponiendo que la fracción sólida de la gluma + lema está compuesta por igual proporción de fibra que carbohidratos, que el espacio gaseoso está ocupado por dióxido de carbono y vapor de agua en partes iguales, que la fracción líquida es agua pura y que la temperatura de la cara interna de la lema desciende de 0°C a -2.99 °C cuando la temperatura de la cara externa de la gluma es -3 °C constante. Letras iguales indican diferencias no significativas entre cultivares (MDS = 23 μ para , 3 s para).

Fecha de siembra	Cultivar	2014/15		2015/16	
		GG (μm)	t (s)	GG (μm)	t (s)
2°	ACA 906	282 a	12.0 a	255 a	8.5 a
	BIOINTA 1005	218 b	8.8 b	201 b	5.4 bc
	BIOINTA 1006	180 c	4.8 c	167 c	3.4 c
	F100	265 a	7.8 b	254 a	8.0 ab
	SY 300	237 b	9.3 b	199 b	5.5 bc
	r	0.83*	1.00*	0.94*	1.00*
3°	ACA 906	312 a	15.4	241 a	6.9 ab
	BIOINTA 1005	229 c	10.0 b	206 b	7.6 a
	BIOINTA 1006	185 d	5.8 c	182 c	4.2 c
	F100	278 b	9.8 b	229 a	6.3 abc
	SY 300	234 c	8.1 bc	206 b	5.2 bc
	r	0.89*	1.00*	0.65*	1.00*

* Diferencia significativa (P ≤ 0.05).



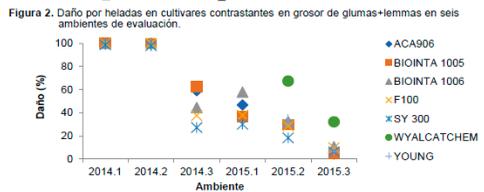
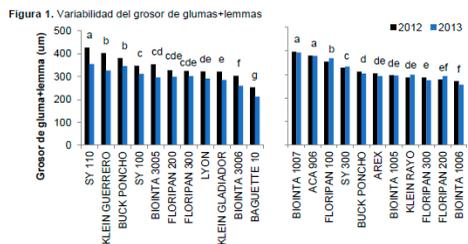
VII Simposio de Cereales de Siembra Otoño-Invernal
III Encuentro del Mercosur

Variabilidad del grosor de glumas y lemmas y su efecto en la susceptibilidad a heladas en cultivares de trigo pan

Martino, D.L.^{1,2}; Abbate, P.E.¹; Biddulph, T.B.³; Pontaroli, A.C.^{1,2}; Marcovich, N.E.^{2,4}



¹Unidad Integrada Balcarce: INTA Balcarce y Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP, Balcarce, Argentina.
²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.
³Department of Primary Industries and Regional Development (DPIRD), South Perth, Australia.
⁴Facultad de Ingeniería UNMDP, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
 *Actualmente Buck Semillas S. A. dianamartino@hotmail.com.ar



Introducción

El grosor de las glumas y lemmas de trigo (GG) podría influir en el daño por heladas sobre la flor de trigo. Objetivos: (i) determinar, en cultivares argentinos de trigo pan, la variabilidad existente en GG, (ii) cuantificar el nivel de susceptibilidad a heladas de cultivares con distinto GG en base a la proporción de granos abortados en condiciones de campo y ante heladas naturales, y (iii) verificar, si las eventuales diferencias en GG generan diferencias en la tolerancia a heladas.

Materiales y Métodos

El GG se evaluó en 22 cultivares en dos ciclos de cultivo. El nivel de susceptibilidad a heladas se evaluó en 5-7 cultivares contrastantes en GG durante otros dos ciclos de cultivo. Además, se midieron las propiedades térmicas de las glumas y lemmas y se estimó la transferencia de calor a través de ellas.

Resultados

Se detectaron diferencias significativas en GG entre cultivares (Fig. 1). A medida que aumentó el GG, el lado interno del lema se enfrió más lentamente; sin embargo, las diferencias en la susceptibilidad a heladas de los cultivares no se asociaron con la variación en el GG. Resultados destacables de este estudio: (i) existen diferencias de susceptibilidad a heladas entre cultivares comerciales argentinos (Fig. 2) y (ii) los ambientes con heladas de severidad intermedia son los más aptos para evaluar el comportamiento de los genotipos ante heladas.

Conclusiones

Existen diferencias en la susceptibilidad a heladas entre cultivares de trigo argentinos. Futuras investigaciones serán necesarias para comprender la base fisiológica de la variación a la susceptibilidad y para realizar una caracterización más amplia de los cultivares de trigo argentinos.

Fig. 32. Poster presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021.

Bibliografía

- Araus, J.; Alegre, L.; Tapia, L.; Calafell, R. 1986. Relationship between leaf structure and gas exchange in wheat leaves at different insertion levels. *Journal of Experimental Botany*. 37 (9): 1323-1333.
- Araus, J.; Brown, H.; Febrero, A.; Bort, J.; Serret, M. 1993. Ear photosynthesis, carbon isotope discrimination and the contribution of respiratory CO₂ to differences in grain mass in durum wheat. *Plant, Cell & Environment*. 16 (4): 383-392.
- Biddulph, B.; March, T.; Ogonnaya, F.; Belford, B.; Knights, S. 2015. GRDC National Frost Initiative. *Crop Updates*.
- Biddulph, B.; Nicol, D.; March, T.; Laws, M.; Eckermann, P.; McGowan, P.; Diffey, S.; Cullis, B.; Richard; Macallum; Leske, B.; Eglinton, J. 2016. Rankings cereal varieties for frost susceptibility using frost values with the complexity of TOS. 2016 GRDC Grain Research Updates.
- Kong, L.; Sun, M.; Xie, Y.; Wang, F.; Zhao, Z. 2015. Photochemical and antioxidative responses of the glume and flag leaf to seasonal senescence in wheat. *Frontiers in plant science*. 6: 358.
- Martino, D. & Abbate, P. 2019. Frost damage on grain number in wheat at different spike developmental stages and its modelling. *European Journal of Agronomy*, 103, 13-23.
- Rawson, H. & Macpherson, H. 2001. *Trigo regado: manejo del cultivo*. FAO, Italia. 106 p.

Años de evaluación de cultivares comerciales de trigo pan (*Triticum aestivum* L.) en Argentina

Resumen presentado en el 18° Congreso Latinoamericano de Genética. Valdivia, Chile, 5 a 8-oct-2021.

Mójica C.J.¹, Abbate P.E.², Rossi E.A.¹, Balzarini M.³

¹INIAB (UNRC-CONICET), Argentina.

²INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

³Estadística y Biometría, FCA, UNC. UFYMA (INTA-CONICET).

jmojica@ayv.unrc.edu.ar

Las evaluaciones multianuales de rendimiento permiten comparar el desempeño de cultivares comerciales para identificar cuáles se adaptan mejor a un ambiente objetivo. Establecer la cantidad de años de ensayo necesaria para una buena comparación de cultivares de trigo pan es un aspecto que requiere revisión periódica. El objetivo de este trabajo fue determinar la mínima cantidad de años de ensayos necesarios para detectar la superioridad de rendimiento de una proporción determinada de cultivares en ambientes de interés. Se trabajó con datos de la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) para seis localidades de distintas subregiones trigueras, considerando los manejos con y sin fungicida, y la primera y tercera época de siembra, correspondientes a cultivares de ciclo largo y corto, respectivamente. Se estimaron componentes de varianzas mediante REML a partir de dos métodos: incluyendo todos los cultivares evaluados (en promedio, 30) o sólo los 10 cultivares de mayor rendimiento de cada año. Mediante curvas características de operación, se calculó la cantidad de años de evaluaciones necesaria para alcanzar una potencia >90% para identificar diferencias de rendimiento en al menos 1/3 de los cultivares. Los resultados revelaron que para una estimación confiable se requieren al menos 4 años de ensayos por ambiente, sin diferencias por manejo o por ciclo de los cultivares. No hubo diferencias entre los dos métodos evaluados para calcular varianzas. La metodología usada para identificar el número de años a evaluar es sencilla y factible de extender a ensayos multiambientales de otras especies.

Optimización de la cantidad de años, localidades y repeticiones para la evaluación de la calidad de cultivares comerciales de trigo pan en Argentina

Resumen presentado en 50° Congreso Argentino de Genética. UNNE, Corrientes, 2 a 5-oct-2022.

Mójica C.J.*^{1,2}, Abbate P.E.³, Rossi E.A.², Bonamico N.C.² y Balzarini M.G.^{4,5}

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela para Graduados, Universidad Nacional de Córdoba, (FONCYT-UNC), Córdoba, Argentina.

²Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA Balcarce), Buenos Aires, Argentina.

⁴Facultad de Ciencias Agropecuarias, Estadística y Biometría, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

⁵UFyMA, INTA-CONICET, Argentina.

*jmojica@ayv.unrc.edu.ar

La selección de cultivares superiores requiere optimizar la generación de la base de datos sobre la cual se realizará el análisis comparativo de cultivares. El objetivo del presente trabajo fue determinar la cantidad mínima de años, localidades y repeticiones necesaria para la evaluación de la calidad en la Red de evaluación de cultivares comerciales de trigo pan de Argentina (RET-INASE). En el periodo 2014-2019, se evaluaron 131 cultivares comerciales de trigo pan, en 10 localidades de la región triguera argentina. Las variables analizadas fueron peso hectolítrico (PH), concentración de proteína del grano (PROT), concentración de gluten húmedo (GH), W alveográfico (W), volumen de pan (VOL), estabilidad farinográfica (EF), rendimiento de harina (RH) y contenido de cenizas (CEN). Se calcularon componentes de varianza que fueron usadas para determinar el mínimo número de años de evaluación para obtener una estimación precisa de la calidad, a través de curvas de operación. También se estimó el número de localidades y repeticiones dentro de los ensayos requeridos para obtener una heredabilidad de 0.75. Los resultados indican que para GH, PROT y CEN se requieren al menos tres años de evaluación en una sola localidad, cuatro para W y cinco para PH, VOL, EF y RH. Tres localidades en un año son necesarias para GH, W, CEN, VOL y RH, y cuatro o más para PH, PROT y EF. Dos repeticiones por ensayo son suficientes, excepto para PROT y CEN que precisan cuatro y tres, respectivamente. Estos resultados permitirán realizar un mejor monitoreo de la calidad en la RET-INASE.

Años de evaluación en cultivares comerciales de trigo pan argentinos de distintos grupos de calidad y ciclo de crecimiento

Resumen presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021.

Mójica C.J.*¹, Abbate P.E.², Balzarini M.G.^{3,4}

¹Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nacional 36, km 601, Río Cuarto, Argentina.

²INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

³Facultad de Ciencias Agropecuarias, Estadística y Biometría. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.

⁴CONICET, Argentina.

* lecoomojica@gmail.com



VII Simposio de Cereales de Siembra Otoño-Invernal
III Encuentro del Mercosur

AÑOS DE EVALUACIÓN EN CULTIVARES COMERCIALES DE TRIGO PAN ARGENTINOS DE DISTINTOS GRUPOS DE CALIDAD Y CICLO DE CRECIMIENTO

Mójica, C.J.*; Abbate, P.E.²; Balzarini, M.G.^{3,4}

¹Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nacional 36, Km 601, Río Cuarto, Argentina.
²INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina.
³Facultad de Ciencias Agropecuarias, Estadística y Biometría. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
⁴CONICET, Argentina.
* lecoomojica@gmail.com



Introducción

El objetivo: determinar la cantidad mínima de años de ensayos para detectar la superioridad de rendimiento en cultivares de trigo pan según grupos de calidad y ciclos de crecimiento en ensayos con uso de fungicida.

Materiales y Métodos

- Base de datos RET-INASE: ensayos con fungicida, de primera y tercera época de siembra (ciclo largo y corto, respectivamente).
- Se estimó las componentes de varianzas para (1) el conjunto de cultivares y (2) particionando los cultivares por grupo de calidad.
- Se compararon 3 métodos:
 - 1) Curvas características de operación,
 - 2) Repetitividad genética (H), y
 - 3) Error Estándar porcentual (6%)

Resultados

Los resultados se presentan en las tablas 1, 2 y 3.

Tablas: (1) Porcentaje de localidades con potencia de prueba > 90%, (2) Repetitividad genética, y (3) Error estándar (6%), para la 1ª y 3ª época de siembra, para cada grupo de calidad (GC) y para el conjunto de los cultivares.

Epoca	1					3				
	3	4	5	3	4	5	3	4	5	
Años	3	4	5	3	4	5	3	4	5	
GC-1	90	100	100	90	100	100	90	100	100	
GC-2	70	100	100	80	100	100	70	100	100	
GC-3	80	100	100	60	100	100	80	100	100	
Todos	80	100	100	70	100	100	80	100	100	

Epoca	1					3				
	3	4	5	3	4	5	3	4	5	
Años	3	4	5	3	4	5	3	4	5	
GC-1	0,15	0,19	0,22	0,22	0,26	0,30	0,15	0,19	0,22	
GC-2	0,22	0,27	0,30	0,23	0,28	0,31	0,22	0,27	0,30	
GC-3	0,23	0,28	0,33	0,20	0,24	0,28	0,23	0,28	0,33	
Todos	0,22	0,27	0,32	0,19	0,23	0,27	0,22	0,27	0,32	

Epoca	1					3				
	3	4	5	3	4	5	3	4	5	
Años	3	4	5	3	4	5	3	4	5	
GC-1	5,71	4,94	4,42	5,45	4,72	4,22	5,71	4,94	4,42	
GC-2	6,83	5,92	5,29	6,33	5,48	4,90	6,83	5,92	5,29	
GC-3	6,58	5,69	5,09	6,07	5,26	4,70	6,58	5,69	5,09	
Todos	6,76	5,85	5,24	6,31	5,46	4,89	6,76	5,85	5,24	

Conclusiones

Los resultados revelaron que no hubo diferencias entre los métodos evaluados al calcular varianzas y que para una estimación confiable del rendimiento se requieren al menos 4 años de ensayos para un ambiente determinado, sin diferencias entre ciclos y grupos de calidad.

La información generada debería contribuir a mejorar las redes de ensayos multianuales conducidas para caracterizar el rendimiento de los cultivares de trigo de Argentina.

Fig. 33. Poster presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021.

Los ensayos multianuales permiten evaluar el rendimiento de los cultivares incluyendo el efecto de las interacciones entre éstos y el ambiente. Al elegir la cantidad de años necesaria para realizar una comparación potente, rara vez se tienen en cuenta las diferencias en duración de ciclo y calidad del cultivar. El objetivo de este trabajo fue determinar la cantidad mínima de

años de ensayos para detectar la superioridad de rendimiento en cultivares de trigo pan según grupos de calidad y ciclos en ensayos con uso de fungicida. Se trabajó con datos de la Red de Evaluación de cultivares de Trigo (RET-INASE), para cinco localidades de diferentes subregiones trigueras, con aplicación de fungicida, considerando la primera y tercera época de siembra, correspondientes a cultivares de ciclo largo y corto, respectivamente. Las componentes de varianza genotípicas, de interacción y residual se estimaron mediante modelos lineales mixtos vía REML para (1) el conjunto de cultivares y (2) particionando los cultivares por grupo de calidad. La mínima cantidad de años se calculó por tres métodos (1) mediante curvas características de operación se calculó la cantidad años de evaluaciones necesaria para alcanzar una potencia >90% al identificar diferencias de rendimiento (Montgomery, 2012, Design and Analysis of Experiments); (2) calculando la repetitividad genética (Fehr, 1987, Principles of cultivars development) y (3) mediante el error estándar ($\delta\%$) de la diferencia porcentual entre la media de un genotipo y la media de una cantidad especificada de cultivares controles (Patterson, 1977, J. Agric. Sci. Camb, 89, 239-245). La repetitividad genética presentó diferencias entre ciclos de crecimiento con mayores valores para los ciclos largos. Para los cultivares de ciclo largo, el grupo de calidad 1 presentó los menores valores de repetitividad y los mayores se presentaron en el grupo de calidad 3. En cambio, para los cultivares de ciclo corto, los menores valores de repetitividad se correspondieron con el grupo de calidad 3 y los mayores al grupo 2. El $\delta\%$ presentó valores levemente mayores para los ciclos largos tanto para el conjunto de los cultivares como al particionarlos en grupos de calidad. Los grupos de calidad 1 y 2 presentaron los valores extremos de $\delta\%$ en ambos ciclos, siendo mayores y menores, respectivamente. En síntesis, los resultados revelaron que no hubo diferencias entre los métodos evaluados al calcular varianzas y que para una estimación confiable del rendimiento se requieren al menos 4 años de ensayos para un ambiente determinado, sin diferencias entre ciclos y grupos de calidad. La información generada debería contribuir a mejorar las redes de ensayos multianuales conducidas para caracterizar el rendimiento de los cultivares de trigo de Argentina.

Análisis de los resultados económicos obtenidos por los cultivos de invierno en la campaña 2021/22

Guido S., Urcola H.A.

INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

Versión original mayo de 2022

Introducción

En la campaña 2021/22 se sembraron alrededor de 127.800 hectáreas de cultivos de invierno en el territorio Mar y Sierras de la EEA Balcarce, que comprende los partidos de Balcarce, Lobería, Necochea y Tandil (Fig. 34). Esta superficie se encuentra un 39% por debajo del promedio de las últimas 5 campañas (208.813 ha).

En la Fig. 35 se presentan las precipitaciones ocurridas en el periodo julio-diciembre que corresponden el desarrollo de los cultivos de trigo y cebada de ciclo intermedio. Las lluvias registradas durante la última campaña fueron 23% menores al promedio de las 5 campañas anteriores (353 mm/año).

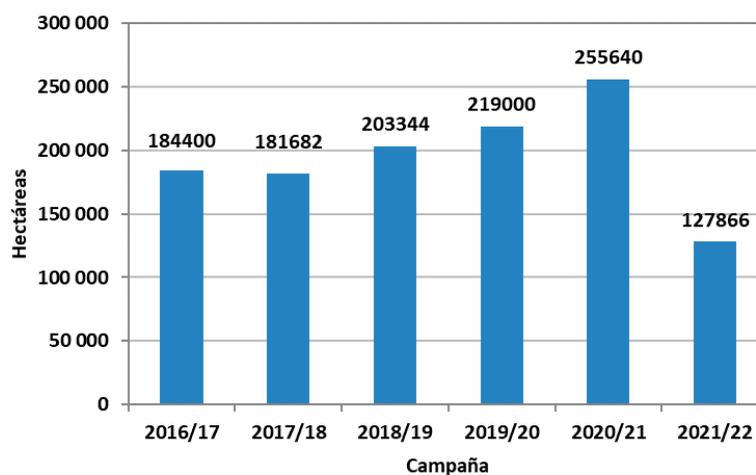


Fig. 34. Superficie implantada de cultivos de invierno para las últimas seis campañas.
Fuente: Dirección Estimaciones Agrícolas, SAGyP.

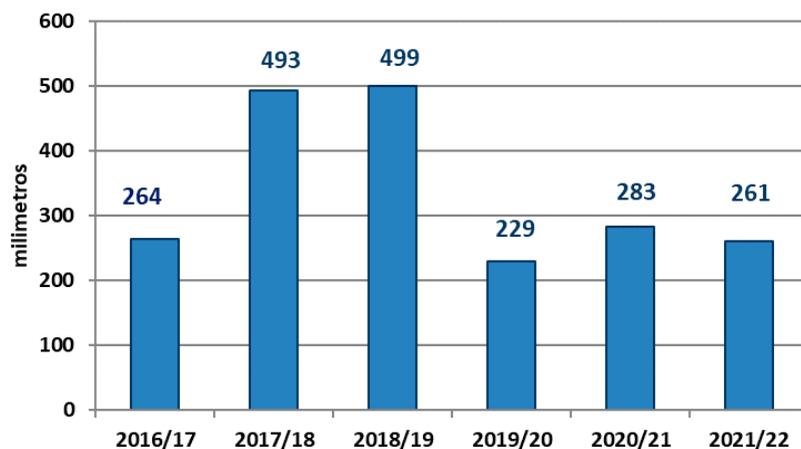


Fig. 35. Precipitaciones del periodo julio-diciembre de las últimas seis campañas.
Fuente: Datos provistos por el Grupo de Agrometeorología de la EEA Balcarce.

Rendimientos y precios

El cultivo de trigo ha alcanzado rendimientos variables dentro de la zona en función de las condiciones meteorológicas prevalentes. En el área continental del territorio Mar y Sierras, el rendimiento de los lotes de trigo se estuvo entre los 4.000 y 5.500 kg/ha, mientras que en el área costera alcanzaron rendimientos de entre 6.000 y 8.000 kg/ha. Los rendimientos de cebada, para cultivos de siembra temprana, fueron en promedio de 6000 kg/ha y algo menores para cultivos de siembra tardía (Informe Agropecuario Mensual, diciembre 2021).

Los precios promedio durante el mes de cosecha para el trigo y la cebada fueron de 241 U\$S/t y de 245 U\$S/t, respectivamente. Estos precios representan un incremento del 33% y del 51% con respecto a los promedios de los últimos 5 años (182 U\$S/t y 162 U\$S/t, respectivamente para trigo y cebada) (Fig. 36).

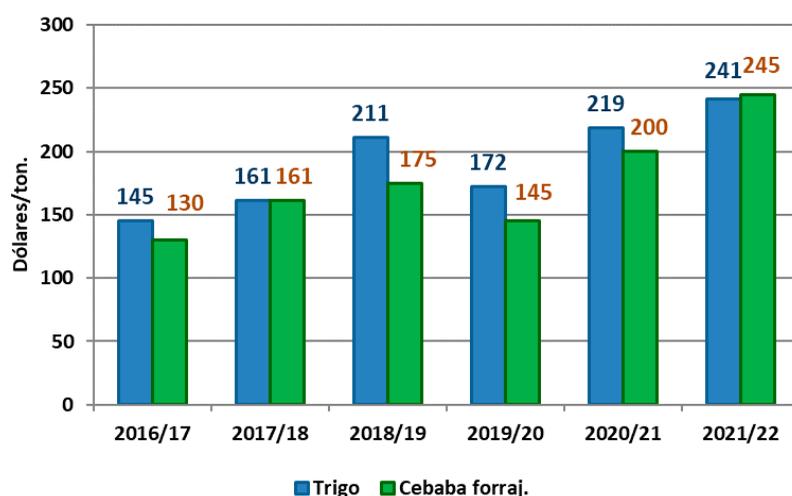


Fig. 36. Precios a cosecha de cultivos de trigo y cebada en las campañas 2016/17-2021/22.
Fuente: MATBA Rofex.

Resultados productivos y económicos

A continuación, se presentan los valores de ingresos, costos y márgenes brutos obtenidos por los cultivos de trigo, cebada cervecera y cebada forrajera, durante la campaña 2021/22.

Dada la heterogeneidad de sistemas y de situaciones de producción, los resultados constituyen una referencia sobre el rendimiento económico de distintas de alternativas y formas de producir, pero cada productor deberá adecuarlos a su condición particular.

Los cultivos de invierno analizados se realizan bajo la modalidad de siembra directa con maquinaria contratada. Los resultados obtenidos se basan en los rendimientos obtenidos en lotes de producción de la EEA Balcarce, los cuales son consistentes con los promedios informados para el partido de Balcarce. En la Tabla 8 se presentan los planteos técnicos de producción zonales de los cultivos de trigo y cebada.

Las estimaciones de los indicadores económicos se realizaron con precios de productos e insumos sin IVA. Para el precio de trigo se considera el precio disponible al momento de cosecha (<https://www.matbarofex.com.ar/>). Para el precio de la cebada se considera el precio publicado por acopiadores y cooperativas de la zona al momento de cosecha. En todos los casos se descontaron los gastos de comercialización y fletes. Para valorizar los costos de insumos (labores, semilla, agroquímicos, fertilizantes) se utilizaron los precios vigentes en mayo de 2021. El precio de la cosecha y los gastos de comercialización y flete corresponden a las tarifas vigentes en diciembre de 2021, considerando un tipo de cambio oficial con una cotización de 101.90 \$/u\$s.

A continuación, se muestran en forma comparativa, el precio en chacra percibido por el productor y los resultados económicos de los cultivos de trigo y cebada cervecera y forrajera (Tabla 9 y Tabla 10). Es de destacar que la cebada cervecera para ser comercializada como tal debe cumplir con el estándar de recibo correspondiente, que incluye estándares de pureza varietal, capacidad germinativa, calibre y contenido proteico y contenido máximo de deoxinivalenol (DON), entre otras especificaciones.

Tabla 8. Planteo técnico de producción de cultivos de trigo y cebada.

Labores/Insumos		Unidad	Trigo	Cebada
Barbecho químico	Roundup Control Max ⁽¹⁾	lt/ha	2.5	4.0
	2,4 D 100%	lt/ha	0.6	1.2
	Pulverización terrestre	lab/ha	1	2
Implantación	Siembra directa	lab/ha	1	1
	Semilla curada	kg/ha	130	150
	Fosfato Diamónico	kg/ha	115	125
Fertilización	Urea	kg/ha	120	166
	Aplicación Urea	lab/ha	2	2
Control de malezas	Peak Pack ⁽²⁾	lt/ha		0.05
	Zamba ⁽³⁾	g/ha	6.7	
	Axial ⁽⁴⁾	lt/ha	0.2	
	Banvel ⁽⁵⁾	lt/ha	0.12	
	Pulverización terrestre	lab/ha	2	1

continúa

continuación

Labores/Insumos		Unidad	Trigo	Cebada
Control de insectos y enfermedades	Amistar Xtra ⁽⁶⁾	lt/ha	0.4	
	Karate Zeon ⁽⁷⁾	lt/ha	0.025	
	Orquesta Ultra ⁽⁸⁾	lt/ha		1.00
	Decis Forte ⁽⁹⁾	lt/ha		0.04
	Pulverización terrestre	lab/ha	1	1

(1) Glifosato 72%, (2) Prosulfuron + triasulfuron + dicamba, (3) Metsulfuron 60%, (4) Pinoxaden + cloquintocet, (5) Dicamba, (6) Triazol + estrobirulina, (7) Lambdacialotrina 25%, (8) Fluxapyroxad + pyraclostrobin + epoxiconazole, (9) Deltametrina 10%.

Tabla 9. Estimación del precio en chacra para trigo y cebada.

	Unidad	Trigo	Cebada Cervecera	Cebada Forrajera
Precio en destino	u\$s/tn	241	265	235
Precio dólar	\$/u\$s	101.90	101.9	101.9
Precio en puerto	\$/qq	2456	2700	2395
Comisión y Paritaria	\$/qq	88	54	86
Fletes	\$/qq	267	267	267
Ingresos Brutos	\$/qq	28	31	28
Total Comercialización y Fletes	\$/qq	383	352	380
Precio en chacra	\$/qq	2072	2349	2014

Planificado versus obtenido

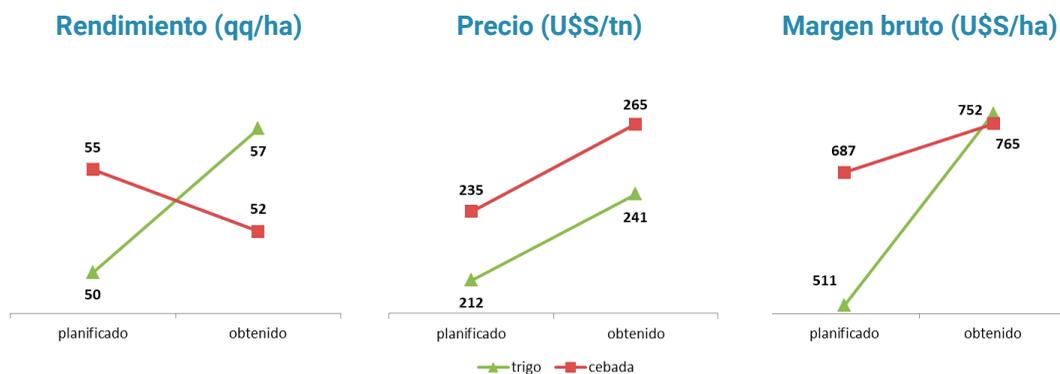
Las diferencias entre los valores esperados antes de la siembra (mayo 2021) y obtenidos a cosecha (diciembre 2021) para los indicadores de trigo y cebada cervecera se muestran en la Fig. 37. Más detalles acerca de la estimación planificada antes de la siembra para estos cultivos pueden encontrarse en la siguiente publicación:

<http://hdl.handle.net/20.500.12123/9435>.

Dadas las condiciones climáticas imperantes, el rendimiento obtenido fue mayor al planificado para trigo, pero menor en cebada. La evolución del mercado de cereales determinó un aumento de 14% y del 13% para los granos de trigo y cebada, respectivamente. Esta combinación, resultó en incrementos del 50% y del 9% en el margen bruto obtenido para el trigo y la cebada respectivamente.

Tabla 10. Resultados económicos de trigo y cebada.

	Unidad	Trigo	Cebada Cervecera
Rendimiento		57	52
Labores	\$/ha	5.170	5.170
Semilla	\$/ha	6.624	6.878
Fertilizantes	\$/ha	15.040	18.305
Agroquímicos	\$/ha	4.597	6.183
Cosecha	\$/ha	8.750	9.000
Costos Directos	\$/ha	40.181	45.537
Ingreso en Chacra	\$/ha	118.129	122.127
Margen Bruto	\$/ha	77.948	76.590
Retorno por peso gastado	\$/\\$	2.94	2.68
Rendimiento de Indiferencia	qq/ha	19.4	19.4
Costos Directos	u\\$/ha	394	447
Ingreso en Chacra	u\\$/ha	1159	1198
Margen Bruto	u\\$/ha	765	752

**Fig. 37.** Diferencia entre los indicadores esperados (mayo 2021) y obtenidos (diciembre 2021) para los cultivos de trigo y cebada cervecera.

Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan (RET-INASE): características meteorológicas en INTA Balcarce durante la campaña 2021/22

Abbate P.E.

INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina. abbate.pablo@gmail.com

Versión digital, 13 de abril de 2023.

Introducción

El objetivo del presente trabajo es informar acerca de las características climáticas de los ensayos conducidos durante la campaña agrícola 2021/2022, en la Estación Experimental Agropecuaria "Ing. Agr. Domingo Pasquale" (INTA Balcarce), ubicada en la Ruta Nacional 226, km 73.5, cercana a la ciudad de Balcarce, Bs. As., Argentina (latitud 38° S, longitud 58° O, altitud 130 m), en la Subregión 5 (ex IV; Abbate *et al.* 2021a). Estos ensayos forman parte de la "Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan" (RET), coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (INASE), dependiente de la Secretaría de Gobierno de Agroindustria, del Ministerio de Producción y Trabajo.

Materiales y métodos

Los datos meteorológicos fueron obtenidos de la estación meteorológica estándar, ubicada en INTA Balcarce.

Se consideró que el cultivo emergió cuando el promedio de las plantas de cada parcela tenía 2 cm de la primera hoja sobre la superficie del suelo (aprox. estado Z10, según la escala de Zadoks *et al.* 1974). La fecha de espigazón registrada correspondió al momento en que visualmente se estimó que el 50% de las espigas de la parcela emergieron completamente de la vaina de la hoja bandera (estado Z59). La fecha de madurez fisiológica correspondió al momento en que visualmente se estimó que el 50% de los pedúnculos de las espigas habían perdido su color verde en al menos 2 cm (estado Z85).

Resultados

Desde el punto de vista climático, la campaña triguera 2021/22 se caracterizó por presentar precipitaciones por debajo del valor histórico y semanas con alta temperatura en casi toda la región triguera argentina. Al momento de comenzar la siembra de la RET-INASE de INTA Balcarce (principios de junio) el suelo se encontraba con humedad adecuada. La siembra no fue interrumpida por precipitaciones, lo que permitió una siembra en la fecha apropiada para cada época (Tabla 11). El macollaje transcurrió con limitada disponibilidad de agua. Sin embargo, las

lluvias de la primera semana de septiembre (Fig. 38a) permitieron la recarga de buena parte del perfil e incluso pudieron haber generado lavado del perfil del suelo (Abbate 2021; Abbate *et al.* 2021c y 2021d). Con el transcurrir del ciclo el agua del suelo se fue agotando, por lo cual el cultivo padeció una de las sequías terminales históricamente más larga de la zona (Abbate *et al.* 2021d). Esta se inició al comienzo del llenado del grano en los cultivares de ciclo largo (primera y segunda época de siembra) y aproximadamente una semana antes de espigazón en los cultivares de ciclo corto (tercera y cuarta época). La falta de precipitaciones fue acompañada por semanas de altas temperaturas (Fig. 38b), en particular durante la última semana de octubre cuyas temperaturas máximas resultaron récord histórico en varias localidades de la zona (Abbate *et al.* 2021d). La sequía y las altas temperaturas favorecieron la cosecha temprana la cual finalizó antes de las fiestas de fin de año. Por otra parte, la escasa disponibilidad hídrica retrasó la difusión de las enfermedades fúngicas, particularmente las royas, las cuales tuvieron alta incidencia en los últimos años.

Tabla 11. Principales estados de desarrollo, para cada época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con fungicida, durante la campaña 2021/22.

Evento	1° época	2° época	3° época	4° época
Cantidad de cultivares evaluados:	31	42	43	29
Fecha de siembra deseada:	10/jun/2021	01/jul/2021	20/jul/2021	10/ago/2021
Fecha de siembra:	10/jun/2021	02/jun/2021	21/jul/2021	10/ago/2021
Fecha de espigazón:	28/oct/2021	31/oct/2021	31/oct/2021	03/nov/2021
Fecha de madurez:	03/dic/2021	07/dic/2021	08/dic/2021	10/dic/2021
Fecha de cosecha:	20/dic/2021	21/dic/2021	27/dic/2021	27/dic/2021

Pese a la situación hídrica y térmica desfavorables, el rendimiento (*RTO*) máximo alcanzado en la RET con fungicida fue solo 10% y 4% (promedio 7%) menor para la primera y tercera época respectivamente, al *RTO* máximo promedio de las 5 campañas previas (Fig. 39b). No obstante, hubo una clara pérdida de *RTO* puesta de manifiesto al comparar los mismos cultivares con riego (RET con alta tecnología) vs. en secano (RET con fungicida) (Fig. 40a), la cual fue levemente mayor en los cultivares de ciclo largo (30%) que en los de ciclo corto (25%), promediando una pérdida general de 27%. Estas diferencias se debieron principalmente a pérdida en el peso por grano (Fig. 40b), lo cual es atípico en la zona, ya que lo más común es que las pérdidas de *RTO* por sequía afecten más al número que al peso del grano. Por otra parte, comparando los *RTO* máximos alcanzados en la RET con alta tecnología (con riego) de la campaña en estudio con el promedio de las 5 campañas anteriores se encontró que en la presente campaña se alcanzó el segundo *RTO* máximo histórico con los cultivares de ciclo largo (109 qq/ha) y que el *RTO* máximo de los cultivares de ciclo corto estuvo solamente 3% por debajo del promedio de las 5 campañas anteriores. Estos datos muestran que el cultivo padeció una sequía importante que tuvo un efecto desfavorable de sobre el *RTO*, pero que este efecto no fue mayor al de otras adversidades en campañas anteriores, debido principalmente a que la sequía involucró el llenado del grano más que el período previo de determinación del número de granos. Además, los datos disponibles confirman que las altas temperaturas que se dieron en la presente campaña no fueron un impedimento para alcanzar un alto *RTO* potencial.

Un análisis más detallado del balance del agua y las temperaturas para la RET-INASE de INTA Balcarce, CE-MDA Miramar y el Criadero Buck se presenta en Abbate 2021, Abbate y Villafañe 2021, Abbate *et al.* 2021b, 2021c y 2021d (con copia en este libro de informes).

Referencias

- Abbate P.E. 2021. Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 15-sep-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/LP8d>
- Abbate N.F. y Abbate P.E. 2018. Informe online del rendimiento de los cultivares de trigo pan evaluados en la RET-INASE de Argentina. Página web <https://cultivaresargentinos.com/trigo/>, último acceso 31-may-2022.
- Abbate P.E. y Villafañe M. 2021. Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de la CE-MDA Miramar, al 15-sep-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/3R5M>
- Abbate P.E., Miralles D.J., Ballesteros A.H.M. 2021a. Nuevo mapa de Subregiones Trigueras Argentinas y de otros cereales invernales. Documento PDF. INASE. <https://t.ly/cZbJ>
- Abbate P.E., Martino D.L., González L.J. 2021b. Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) del Criadero Buck, al 15-sep-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/OLvE>
- Abbate P.E., Villafañe M., Martino D.L., González L.J. 2021c. Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, CE-MDA Miramar y Criadero Buck, al 15-oct-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/adNY>
- Abbate P.E., Villafañe M., Martino D.L., González L.J. 2021d. Situación hídrica y temperatura en la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, CE-MDA Miramar y Criadero Buck, hacia el final de la campaña 2021/22. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/FDjV>
- Abbate P.E., Franco M.F., Cabral Farías C.A. 2021e. Estado sanitario de la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 12-oct-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/-Qfz>
- Abbate P.E., Franco M.F., Cabral Farías C.A. 2021f. Estado sanitario de la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 25-oct-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/hYzF>
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). 1994. Boletín Oficial de la República Argentina, Primera Sección, Secretaría Legal y Técnica, Dirección Nacional del Registro Oficial, 28043, 10.
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). 2004. Boletín Oficial de la República Argentina, Primera Sección, Secretaría Legal y Técnica, Dirección Nacional del Registro Oficial, 30550, 6.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. y Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res., 14, 415-421.

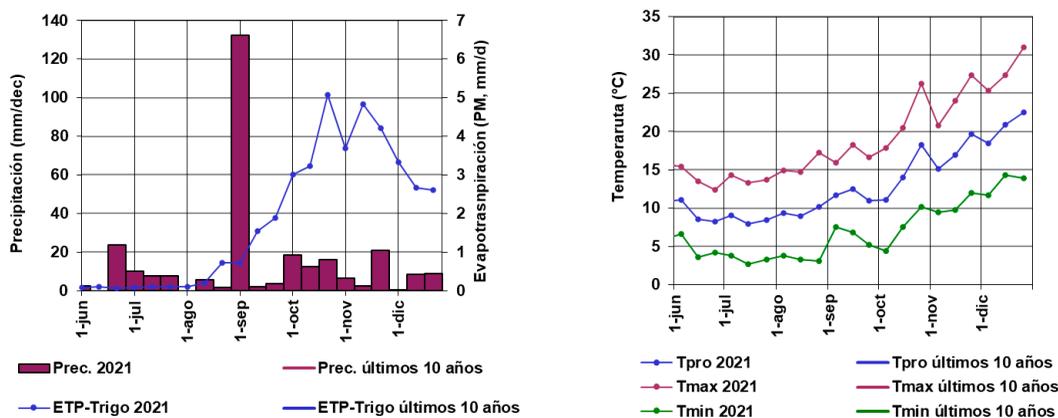


Fig. 38. (a) Precipitación y evapotranspiración potencial de trigo (calculada por el método FAO 56); (b) temperatura máxima (Tmax), mínima (Tmin) y promedio entre Tmax y Tmin (Tpro); para el año 2021 y el promedio de los últimos 10 años, de la Estación Meteorológica de INTA Balcarce.

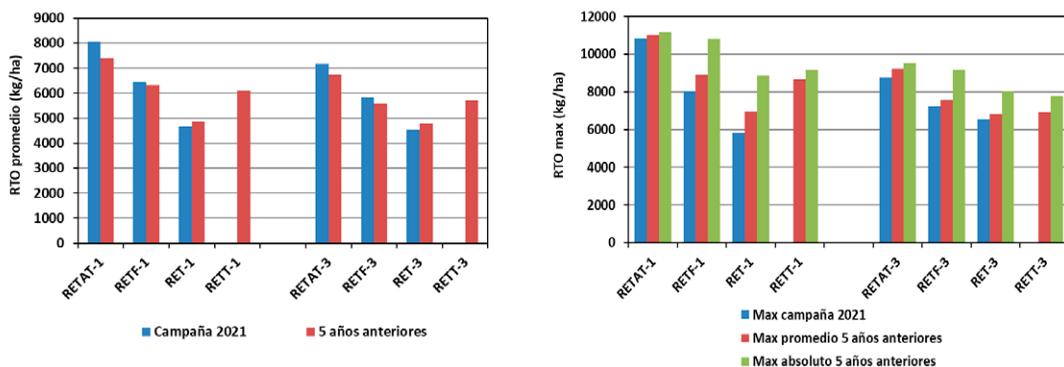


Fig. 39. Rendimiento (a) promedio y (b) máximo, a través de todos los cultivares de cada fecha de siembra para cada uno de los manejos de la RET-INASE en INTA Balcarce: alta tecnología (RETAT), con fungicida (RETF) y sin fungicida (RET); los números a continuación del manejo indica la época de siembra.

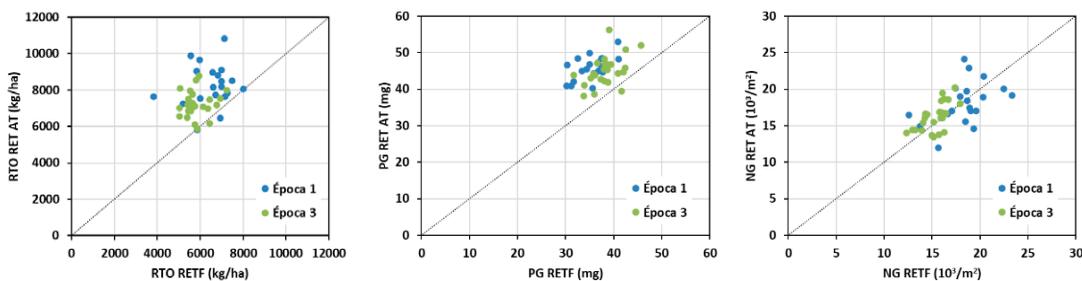


Fig. 40. Comparación del rendimiento (RTO), el peso por grano (PG) y el número de granos por unidad de superficie, de la RET-INASE en INTA Balcarce con Alta tecnología (RET AT, eje Y) vs. con fungicida (RETF, eje X), para los mismos cultivares en ambas redes, de la primera (1) y tercera (3) épocas de siembra.

Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan (RET-INASE): resultados obtenidos en INTA Balcarce, con alta tecnología durante la campaña 2021/22

Abbate P.E. * y Cabral Farias C.A.

INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

*abbate.pablo@gmail.com

Versión digital, 13 de abril de 2023.

Introducción

En la Estación Experimental Agropecuaria “Ing. Agr. Domingo Pasquale” (INTA Balcarce), se vienen realizando ensayos comparativos de trigo pan con alta tecnología, con continuidad desde la campaña 2007/08. El objetivo del presente trabajo es informar los resultados de los ensayos correspondientes a la campaña agrícola 2020/2021, Estos ensayos forman parte de la “Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan” (RET), coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (INASE), dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina.

Materiales y métodos

Manejo del cultivo

Los ensayos se condujeron en la Estación Experimental Agropecuaria “Ing. Agr. Domingo Pasquale” (INTA Balcarce), ubicada en la Ruta Nacional 226, km 73.5, cercana a la ciudad de Balcarce, Bs. As., Argentina (latitud 38° S, longitud 58° O, altitud 130 m), en la Subregión 5 (ex IV; Abbate *et al.* 2021a).

El manejo del cultivo fue equivalente al de años anteriores. El suelo (Tabla 12) fue un Argiudol Típico (USDA Taxonomy), Serie Mar del Plata, con tosca presente a una profundidad entre 70 y 100 cm. El cultivo antecesor fue soja. Al igual que en años anteriores, los cultivares evaluados se distribuyeron en dos épocas de siembra (la 2° época equivalente a la 3° de la RET con funguicida). La asignación de los cultivares a las épocas de siembra fue a elección del respectivo criadero. Las fechas de siembra de cada época y las densidades de semilla utilizadas se presentan en la Tabla 13. El tamaño de las parcelas sembradas fue de siete surcos de ancho, distanciados 0.20 m y 7.0 m de largo. La orientación de los surcos fue aproximadamente -40°N.

Las cantidades y momentos de aplicación de nutrientes y riego se detallan en la Tabla 14. A la siembra se aplicó como fosfato diamónico (FDA), en un surco al costado del surco de siembra. La aplicación de nitrógeno se dividió en tres momentos: (1) a la siembra como FDA, (2) urea al inicio del macollaje y (3) urea al inicio de encañazón. Para prevenir la deficiencia de azufre se

aplicó yeso en coincidencia con la última fertilización nitrogenada. Todas las aplicaciones de nutrientes posteriores a la siembra fueron en cobertura total. La cantidad total de nitrógeno aplicada fue calculada para satisfacer los requerimientos de un cultivo de trigo con rendimiento de 110 qq/ha y 11 % de proteína, la cantidad de fósforo aplicada correspondió a la reposición del fósforo exportado por el cultivo, mientras que la dosis de azufre se calculó como el 50 % de la reposición del azufre exportado.

Las malezas fueron controladas inicialmente en presembrado por medio de un herbicida de control total; en macollaje se aplicó un herbicida compuesto para controlar malezas gramíneas y latifoliadas (Tabla 15). Las enfermedades fueron controladas por medio de una mezcla comercial de una carboxamida, una estrobilurina y un triazol, con efecto sistémico y de alta residualidad (Tabla 15). A fin de reducir el efecto de la variación normal de estados de desarrollo entre cultivares sobre el control de enfermedades, se realizaron dos aplicaciones de fungicida, una cuando el estado promedio de los cultivares fue hoja bandera expandida y otra cuando el estado promedio fue espigazón.

Mediciones

Se consideró que el cultivo emergió cuando el promedio de las plantas de cada parcela tenía 2 cm de la primera hoja sobre la superficie del suelo (aprox. estado Z10, según la escala de Zadoks *et al.* 1974). La fecha de espigazón registrada correspondió al momento en que visualmente se estimó que el 50 % de las espigas de la parcela emergieron completamente de la vaina de la hoja bandera (estado Z59). La fecha de madurez fisiológica correspondió al momento en que visualmente se estimó que el 50 % de los pedúnculos de las espigas habían perdido su color verde en al menos 2 cm (estado Z85). La altura de la parcela se midió en madurez, como la distancia entre el suelo y una varilla horizontal que tocaba el extremo superior promedio de las plantas de la parcela.

La cosecha se realizó mecánicamente, las fechas se presentan en la Tabla 13. La cosecha involucró solamente los cinco surcos centrales de cada parcela. Previo a la cosecha se midió el largo de cada parcela a fin de determinar la superficie cosechada. Antes y después de la cosecha se recorrieron los ensayos para determinar las pérdidas atribuibles a factores biótico (p.ej. daño de pájaros u orugas), abióticos (p.ej. desgrane) y a los propios de la cosecha. Los rendimientos calculados fueron incrementados en proporción a las pérdidas de cosecha registradas, si bien estas fueron bajas (rara vez mayor a 5%). El grano cosechado se pesó en húmedo y de los mismos se tomó una submuestra de aproximadamente 40 g la cual se pesó en húmedo y luego de secarla a 65 °C durante 48 hs, para calcular su porcentaje de humedad. Los rendimientos presentados se expresaron con 14% de humedad, humedad de comercialización según Norma XX de la Resolución 1262 (SAGyP 2004) transformando el peso inicial (P_i) por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Ec. [2]} P_f = P_i \cdot (1-H_i)/(1-0.14)$$

donde P_f es el peso final del grano expresado con 14% de humedad y H_i es la humedad inicial de la muestra. El peso hectolítrico se midió por medio de una balanza Schopper Chondrometer (con cilindro de 250 cm³), según lo establecido en la Norma XXVI (Resolución 1075, SAGyP 1994).

Diseño experimental y análisis estadísticos

El diseño experimental fue similar al de los años anteriores. Cada época de siembra, constituyó un experimento independiente con los cultivares (tratamientos) dispuestos en un diseño en bloques completos aleatorizados, con tres repeticiones. Los datos de cada variable se analizaron mediante el test de Bartlett para evaluar la homogeneidad de varianzas entre tratamientos. Posteriormente, los datos fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANVA) para detectar diferencias entre las medias de los tratamientos. Cuando por medio del test F del ANVA se detectaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, éstas se compararon por el método de la mínima diferencia significativa (MDS). Adicionalmente, para cada variable se calculó el coeficiente de variación porcentual (CV%) como el cociente entre el error experimental y la media general del experimento.

Para facilitar la comparación de los cultivares evaluados, en cada época de siembra, el rendimiento (RTO) de cada uno en ellos (RTO_{ij}), se expresó de dos maneras:

1. como la diferencia porcentual ($DRT01$) respecto del rendimiento promedio de todos los cultivares ensayados en la RET con alta tecnología (RTO_{AT}) en la correspondiente época de siembra,

$$\text{Ec.[3]} \quad DRT01_{ij} = (RTO_{ij} - RTO_{AT}) / RTO_{AT} \cdot 100$$

2. como la diferencia porcentual ($DRT02$) respecto del rendimiento promedio obtenido en la RET con fungicida (RTO_{CF}) por los cultivares ensayados en la RET con alta tecnología, en igual época de siembra,

$$\text{Ec.[4]} \quad DRT02_{ij} = (RTO_{ij} - RTO_{CF}) / RTO_{CF} \cdot 100$$

donde el subíndice i denota el cultivar y el subíndice j la época de siembra.

Téngase en cuenta que la RET con fungicida y la RET con alta tecnología constituyeron experimentos independientes, por lo cual lo que se está considerando como "RET con fungicida" incluyen el efecto propio del manejo junto con la variación del terreno entre experimentos. Datos previos obtenidos en la RET de INTA Balcarce indican que el efecto del manejo es mucho mayor que la variación del terreno, no obstante, las conclusiones así extraídas deberían validarse con experimentos de años anteriores o posteriores.

Balance de agua

A fin de estimar el agotamiento de agua del suelo habiendo (Fig. 41), se realizó el balance de agua mediante el método FAO 56 (Allen *et al.*, 1998) y los datos de la Estación Meteorológica de INTA Balcarce para la campaña 2021/22, para un cultivo de trigo sembrado el 10-jun y el 20-jul, fechas correspondientes a la 1° y 2° época de la RET-INASE en INTA Balcarce (Tabla 12), para un suelo de 100 cm de profundidad, correspondientes a la profundidad promedio del lote donde se condujo la RET-INASE de INTA Balcarce con alta tecnología.

Tabla 12. Manejo y estado del suelo en presiembra, correspondiente a los ensayos de la RET-INASE de INTA Balcarce, con alta tecnología, durante la campaña 2021/22.

Cultivo Antecesor:	Soja
Labranza:	Siembra directa
Profundidad 0-20 cm	
Humedad (%) ^a :	16
P (ppm):	54
M.O. (%) ^b :	4.4
Nan (ppm) ^c :	52
Profundidad 0-60 cm	
Agua útil (mm) ^d :	76
N-NO ₃ (kg/ha):	80

^a Capacidad de campo: 28%.

^b Materia orgánica.

^c N potencialmente mineralizable determinado por incubación anaeróbica.

^d Capacidad de campo: 78 mm

Tabla 13. Detalles de manejo de la RET-INASE en INTA Balcarce, con alta tecnología, durante la campaña 2021/22 (la 2° época equivalente a la 3° con funguicida).

Detalle	1° época	2° época
Cantidad de cultivares evaluados:	26	27
Densidad deseada (plantas/m ²):	232	312
Densidad sembrada (semilla/m ²):	307	411
Fecha de siembra deseada:	10/jun/2021	20/jul/2021
Fecha de siembra real:	11/jun/2021	22/jul/2021
Fecha de cosecha:	28/dic/2021	6/ene/2022

Resultados

La condición meteorológica correspondiente a los experimentos de la RET-INASE de INTA Balcarce durante la campaña 2021/22, se presentan en un informe separador Abbate (2022, con copia en este libro de informes). Brevemente, la campaña se caracterizó por presentar precipitaciones por debajo del valor histórico y semanas con alta temperatura. Las altas temperaturas de la última semana de octubre, en coincidencia con la espigazón de varios cultivares, resultaron récord histórico en varias localidades de la zona. Sin embargo, estas altas temperatura no parece que hayan limitado el *RTO* de la RET con alta tecnología ya que se alcanzó el segundo *RTO* máximo histórico con los cultivares de ciclo largo (109 qq/ha) y que el *RTO* máximo de los cultivares de ciclo corto estuvo solamente 3% por debajo del promedio de las 5 campañas anteriores con alta tecnología. Por lo tanto, el aspecto meteorológico más destacado de la campaña fue, la deficiencia hídrica. El riego realizado en la presente RET con alta tecnología, fue adecuado para evitar el estrés hídrico (Fig. 41), cuyo efecto se puso de manifiesto al comparar el *RTO* de la

presente RET vs. el de la RET con fungicida (en seco). Promediando el *RTO* de los cultivares presentes en ambas redes, la diferencia resultó levemente mayor en los cultivares de ciclo largo (30%) que en los de ciclo corto (25%).

Tabla 14. Detalle de la disponibilidad de nutrientes en el suelo, de la aplicación de fertilizantes (N, nitrógeno; P, fósforo; S, azufre), de lluvias y riego, de la RET-INASE en INTA Balcarce, con alta tecnología, durante la campaña 2021/22.

Detalle	Estado ^a	N	P	S	Lluvia + riego
		----(kg/ha)----			(mm)
En el suelo (0-60 cm prof.)	Presiembra	80	125	41	78
Aplicación FDA ^b (200 kg/ha)	Siembra	37	33	0	
Aplicación Urea (206+379 kg/ha)	Macollaje + Encañazón	267	0	0	
Aplicación Yeso (140 kg/ha)	Macollaje	0	0	25	
Lluvia	Desde siembra 1° época	--	--	--	298
Riego					180
Total disponible		384	158	66	556

^a Estado promedio del ensayo.

^b Fosfato diamónico.

En las Fig. 42 y Fig. 43 se presenta la de la campaña actual junto con el de las campañas anteriores y la y , para cada época de siembra. Los resultados por cultivar, para cada época de siembra, se presentan en la Tabla 16 y Tabla 17. Los datos en formato Excel pueden consultarse en:

<https://www.argentina.gob.ar/inase/red-variedades-de-trigo>

Los datos de la RET-INASE de INTA Balcarce con alta tecnología y los de la RET-INASE con otros manejos y de otras localidades, pueden consultarse en informe interactivo de la página web (Abbate y Abbate, 2018):

<https://cultivaresargentinos.com/trigo/>

Tabla 15. Detalle de la aplicación de herbicidas, fungicidas e insecticidas en la RET-INASE en INTA Balcarce, con alta tecnología, durante la campaña 2021/22.

Tipo	Estado promedio del ensayo	Producto
Herbicida	Presiembra	Paraquat
Curasemilla (Insecticida + fungicida)	Siembra	Chúcaro
Herbicida	Macollaje	Hussar Plus
Fungicida	Hoja bandera expandida y espigazón	Orquesta Ultra
Insecticida	Llenado del grano	--

Agradecimientos

A C. Molina Favero, M. Muñoz y J.I. Toledo por la ayuda en la conducción de los ensayos. A Bayer por la donación de Chúraro y Hussar Plus, y a Basf por Orquesta Ultra, utilizados en los ensayos de la presente campaña.

Referencias

- Abbate P.E. 2021. *Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 15-sep-2021*. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/LP8d>
- Abbate N.F. y Abbate P.E. 2018. *Informe online del rendimiento de los cultivares de trigo pan evaluados en la RET-INASE de Argentina*. Página web <https://cultivaresargentinos.com/trigo/> último acceso 31-may-2022.
- Abbate P.E. y Cabral Farias C.A. 2022. *Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan (RET-INASE): características climáticas en INTA Balcarce durante la campaña 2021/22*. En este libro de informes.
- Abbate P.E., Miralles D.J., Ballesteros A.H.M. 2021a. *Nuevo mapa de Subregiones Trigueras Argentinas y de otros cereales invernales*. Documento PDF. INASE. <https://t.ly/cZbJ>
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). 1994. *Boletín Oficial de la República Argentina, Primera Sección, Secretaría Legal y Técnica, Dirección Nacional del Registro Oficial, 28043, 10*.
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). 2004. *Boletín Oficial de la República Argentina, Primera Sección, Secretaría Legal y Técnica, Dirección Nacional del Registro Oficial, 30550, 6*.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. y Konzak, C.F. 1974. *A decimal code for the growth stages of cereals*. *Weed Res.*, 14, 415-421.

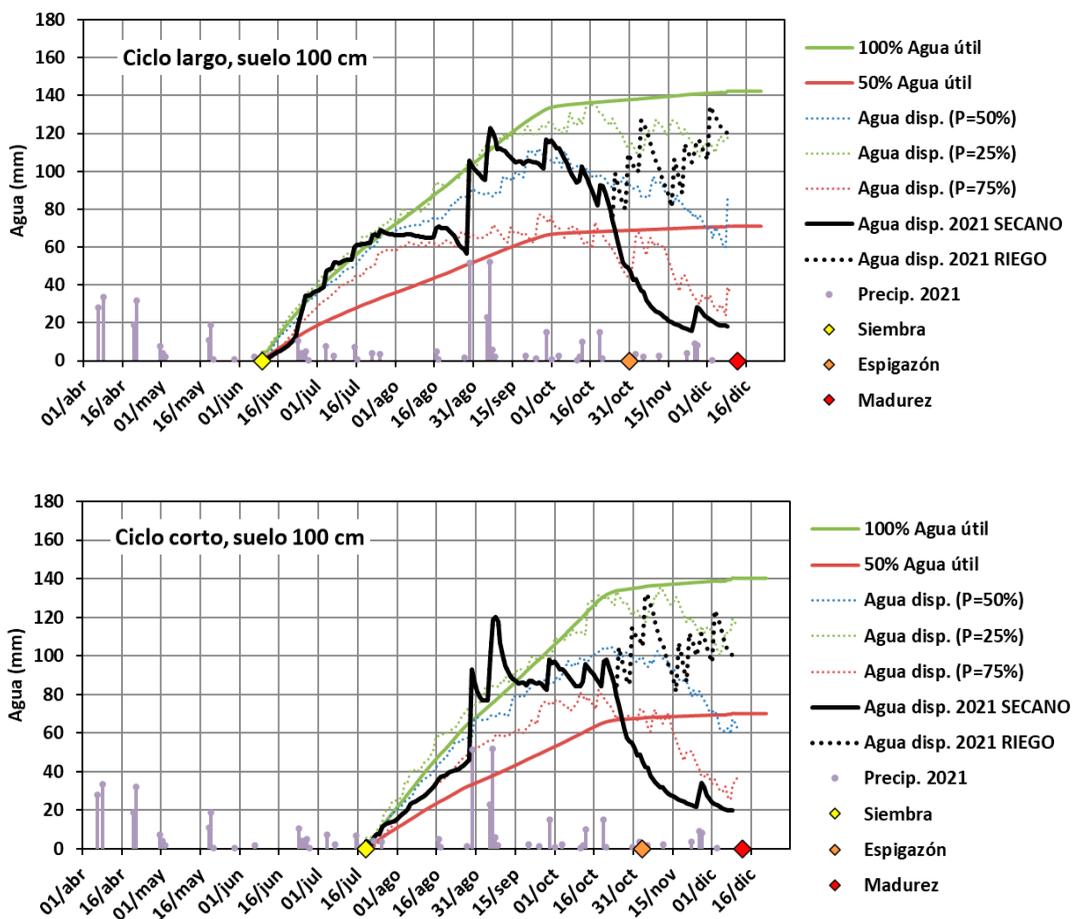


Fig. 41. Agua disponible en el suelo estimada mediante DSSAT 47 (método FAO 56) y los datos de la Estación Meteorológica de INTA Balcarce (año 2021 y serie histórica 1990-2020), para cultivares de ciclo largo (1° época se siembra) y corto (3° época se siembra), con suelo de 100 cm de profundidad, correspondiente a la profundidad promedio del lote donde se condujo la RET-INASE de INTA Balcarce con alte tecnología durante la campaña 2021/22.

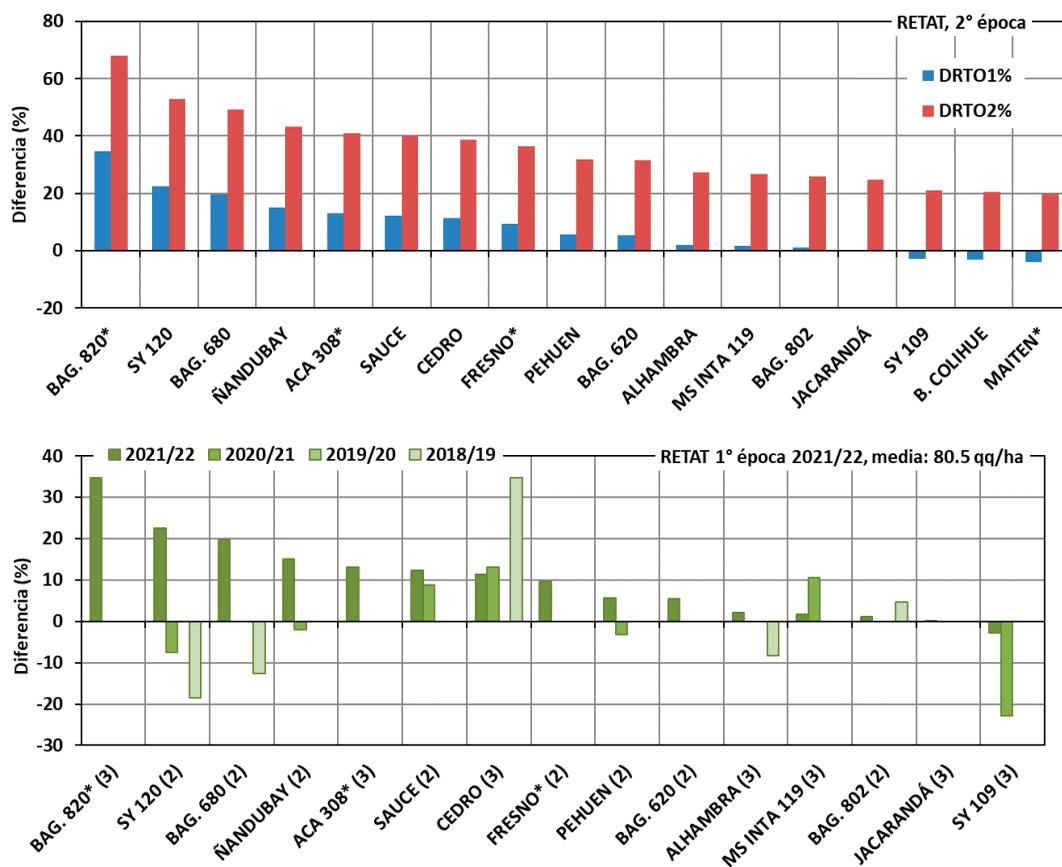


Fig. 42. Rendimientos de la 1° época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con alta tecnología, (A) durante la campaña 2021/22, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo de alta tecnología (*DRT01*, Ec.[3]) y respecto del promedio del ensayo de igual época de siembra con funguicida y sin riego (*DRT02*, Ec.[4]); (B) en las cuatro últimas campañas, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo con funguicida (, Ec.[4]); datos ordenados por el rendimiento de la última campaña; solo se presentan los 15 cultivares de mayor rendimiento en la última campaña; las barras ausentes se debe a que el respectivo cultivar no fue evaluado en la respectiva campaña; * indica cultivar nuevo en la RET-INASE de INTA Balcarce. El número entre paréntesis al siguiendo el nombre del cultivar es el grupo de calidad (grupo 0, no definido; grupo 4, trigo blando). La MDS para comparar cultivares se presenta en la Tabla 16.

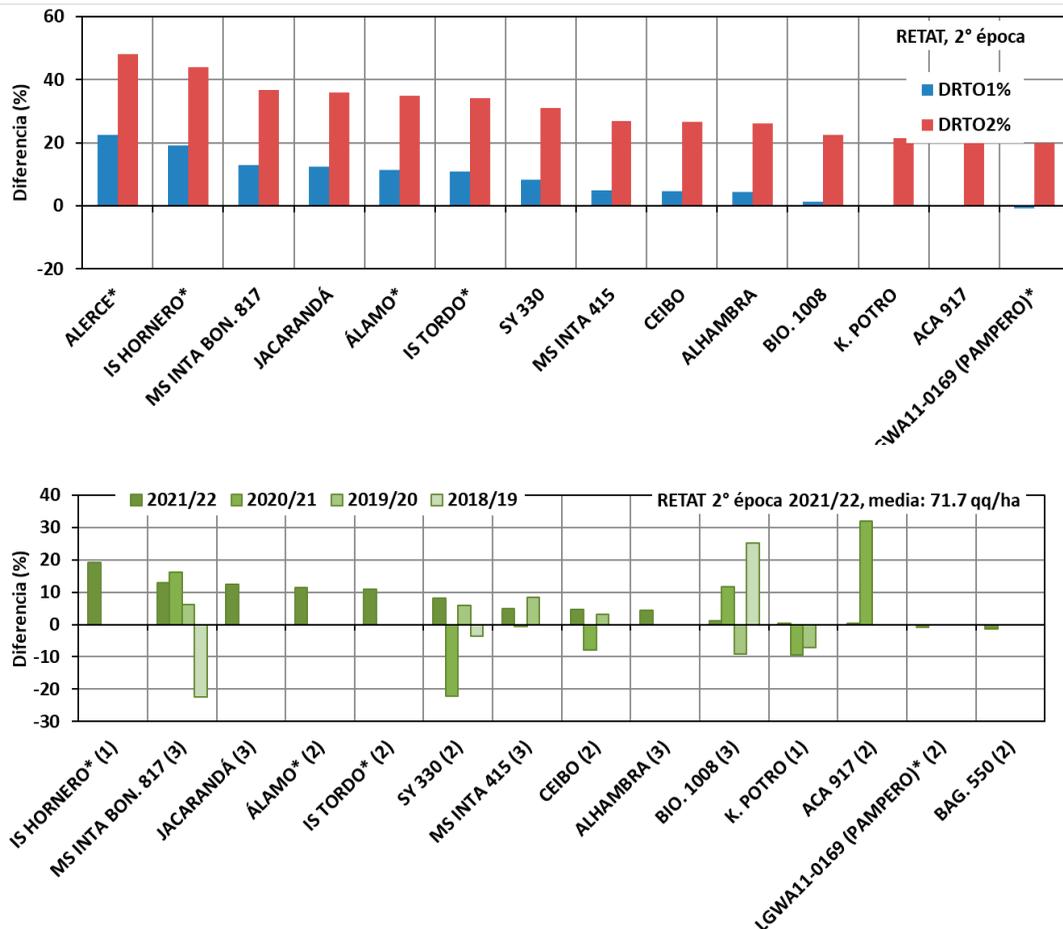


Fig. 43. Rendimientos de la 2° época de siembra (época equivalente a la 3° época con funguicida) de la RET-INASE en INTA Balcarce, con alta tecnología, (A) durante la campaña 2021/22, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo de alta tecnología (*DRT01*, Ec.[3]) y respecto del promedio del ensayo de igual época de siembra con funguicida y sin riego (*DRT02*, Ec.[4]); (B) en las cuatro últimas campañas, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo con funguicida (*DRT02*, Ec.[4]); datos ordenados por el rendimiento de la última campaña; solo se presentan los 15 cultivares de mayor rendimiento en la última campaña; las barras ausentes se debe a que el respectivo cultivar no fue evaluado en la respectiva campaña; * indica cultivar nuevo en la RET-INASE de INTA Balcarce. El número entre paréntesis al siguiendo el nombre del cultivar es el grupo de calidad (grupo 0, no definido; grupo 4, trigo blando). La MDS para comparar cultivares se presenta en la Tabla 17.

Tabla 16. Resultados de la 1° época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con alta tecnología, durante la campaña 2021/22 (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar ^a	GC ^b	RTO ^c (qq/ha)	DRT01 ^d (%)	DRT02 ^e (%)	PH ^f (kg/hl)	PROT ^g (%)	Alt. ^h (cm)	Fecha Esp. ⁱ	Fecha Mad. ^j
ACA 308*	3	91.1	13	41	78	--	92	28/oct	13/dic
ACA 604	3	52.8	-34	-18	80	--	96	22/oct	07/dic
ALGARROBO	2	76.4	-5	18	80	--	82	25/oct	08/dic
ALHAMBRA	3	82.2	2	27	77	--	91	26/oct	08/dic
BAG. 620	2	84.9	6	32	79	--	83	24/oct	09/dic
BAG. 680	2	96.4	20	49	81	--	82	27/oct	10/dic
BAG. 750	2	72.5	-10	12	83	--	100	26/oct	08/dic
BAG. 802	2	81.4	1	26	77	--	87	28/oct	13/dic
BAG. 820*	3	108.4	35	68	78	--	93	28/oct	13/dic
B. COLIHUE	2	77.9	-3	21	81	--	92	23/oct	06/dic
B. PACÍFICO*	3	76.2	-5	18	80	--	93	26/oct	11/dic
CEDRO	3	89.6	11	39	79	--	83	29/oct	15/dic
FRESNO*	2	88.2	9	36	80	--	92	27/oct	10/dic
JACARANDÁ	3	80.6	0	25	79	--	88	27/oct	10/dic
K. FAVORITO II	3	63.0	-22	-2	82	--	98	25/oct	06/dic
K. GÉMINIS*	3	58.1	-28	-10	78	--	104	29/oct	11/dic
K. LIEBRE	3	69.4	-14	7	81	--	90	26/oct	07/dic
LG ARYAL	2	75.2	-7	16	79	--	90	28/oct	10/dic
MAITEN*	3	77.4	-4	20	81	--	92	28/oct	13/dic
MS INTA 119	3	81.9	2	27	80	--	98	28/oct	09/dic
ÑANDUBAY	2	92.6	15	43	80	--	86	27/oct	10/dic
PEHUEN	2	85.1	6	32	80	--	90	25/oct	09/dic
SAUCE	2	90.5	12	40	81	--	85	27/oct	13/dic
SY 109	3	78.2	-3	21	78	--	85	27/oct	15/dic
SY 120	2	98.7	23	53	79	--	81	25/oct	11/dic
SY 200	2	64.5	-20	0	82	--	101	25/oct	09/dic
Promedio	--	80.5	0	25	80	--	90	26/oct	10/dic
Máximo	--	108.4	35	68	83	--	104	29/oct	15/dic
MDS ^k	--	13.5	17	17	--	--	--	--	--
CV% ^l	--	10.2	10	10	--	--	--	--	--

^a Abreviaturas: B., Buck; K., Klein; P., Premium; BON., Bonaerense.

^b Grupo de calidad.

^c RTO (qq/ha): rendimiento en grano, con 14% de humedad, con y sin fungicida.

^d DRT01 (%): diferencia de rendimiento respecto de la media del experimento, calculada por medio de l.c.a Ec.[3].c..

^e DRT02 (%): diferencia de rendimiento respecto de la media de los correspondientes cultivares en la RET con fungicida en igual época de siembra, calculada por medio de l.c.a Ec.[4].c..

^f PH: peso hectolítrico del grano.

^g PROT: concentración de proteína en el grano.

^h Alt.: altura de la parcela.

ⁱ Esp.: espigazón.

^j Mad.: madurez (pedúnculo amarillo).

^k MDS: mínima diferencia significativa para comparar medias de cultivares dentro de un mismo nivel de fungicida, presentada cuando el test F del ANVA resultó significativo ($P \leq 0.05$); ns: diferencias no significativas.

^l CV%: Coeficiente de variación porcentual.

* Cultivar nuevo en la RET de INTA Balcarce.

Tabla 17. Resultados de la 2° época de siembra (época equivalente a la 3° con funguicida) de la RET-INASE en INTA Balcarce, con alta tecnología, durante la campaña 2021/22 (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar ^a	GC ^b	RTO ^c (qq/ha)	DRT01 ^d (%)	DRT02 ^e (%)	PH ^f (kg/hl)	PROT ^g (%)	Alt. ^h (cm)	Fecha Esp. ⁱ	Fecha Mad. ^j
920	1	61.8	-14	4	79	--	96	30/oct	15/dic
ACA 604	3	64.9	-10	9	79	--	93	29/oct	14/dic
ACA 917	2	71.9	0	21	78	--	90	30/oct	15/dic
ÁLAMO*	2	80.0	11	35	81	--	77	09/nov	14/dic
ALERCE*	2	87.9	22	48	80	--	76	30/oct	15/dic
ALHAMBRA	3	74.8	4	26	76	--	79	03/nov	13/dic
BAG. 450	1	58.8	-18	-1	79	--	82	26/oct	09/dic
BAG. 550	2	70.8	-1	19	79	--	92	01/nov	10/dic
BIO. 1008	3	72.6	1	22	77	--	90	08/nov	11/dic
B. FULGOR*	1	60.9	-15	3	81	--	76	27/oct	14/dic
B. SAETA	1	68.4	-5	15	82	--	85	30/oct	11/dic
CEIBO	2	75.1	5	27	80	--	76	08/nov	13/dic
IS HORNERO*	1	85.4	19	44	80	--	80	28/oct	10/dic
IS TORDO*	2	79.5	11	34	79	--	68	29/oct	10/dic
JACARANDÁ	3	80.6	12	36	78	--	67	03/nov	16/dic
K. FAVORITO II	3	70.2	-2	18	82	--	89	31/oct	08/dic
K. LIEBRE	3	70.6	-2	19	81	--	86	01/nov	15/dic
K. POTRO	1	71.9	0	21	81	--	86	09/nov	08/dic
K. VALOR	1	65.6	-9	11	77	--	89	30/oct	16/dic
LG ARYAL	2	56.5	-21	-5	77	--	75	05/nov	16/dic
LGWA11-0169 (PAMPERO)*	2	71.1	-1	20	79	--	93	01/nov	16/dic
MS INTA 415	3	75.2	5	27	80	--	86	31/oct	15/dic
MS INTA 815	3	69.8	-3	18	79	--	90	27/oct	10/dic
MS INTA BON. 817	3	81.0	13	37	77	--	76	28/oct	10/dic
SY 330	2	77.6	8	31	76	--	79	28/oct	09/dic
TBIO AUDAZ	1	68.5	-5	15	80	--	82	28/oct	08/dic
B. CAMBÁ	1	65.3	-9	10	80	--	82	08/nov	09/dic
Promedio	--	71.7	0	21	79	--	83	01/nov	12/dic
Máximo	--	87.9	22	48	82	--	93	09/nov	16/dic
MDS ^k	--	12.7	18	18	--	--	--	--	--
CV% ^l	--	10.8	11	11	--	--	--	--	--

Ver referencia al pie de la Tabla 16.

Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan (RET-INASE): resultados obtenidos en INTA Balcarce, con y sin fungicida durante la campaña 2021/22

Abbate P.E. * y Cabral Farias C.A.

INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

*abbate.pablo@gmail.com

Versión digital, 13 de abril de 2023.

Introducción

En la Estación Experimental Agropecuaria “Ing. Agr. Domingo Pasquale” (INTA Balcarce), se vienen realizando ensayos comparativos de trigo pan con continuidad desde hace 59 años. El objetivo del presente trabajo es informar los resultados de los ensayos conducidos “con y sin fungicida”, durante la campaña agrícola 2021/2022. Estos ensayos forman parte de la “Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan” (RET), coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (INASE), dependiente de la Secretaría de Gobierno de Agroindustria, del Ministerio de Producción y Trabajo.

Materiales y métodos

Manejo del cultivo

Los ensayos se condujeron en la Estación Experimental Agropecuaria “Ing. Agr. Domingo Pasquale” (INTA Balcarce), ubicada en la Ruta Nacional 226, km 73.5, cercana a la ciudad de Balcarce, Bs. As., Argentina (latitud 38° S, longitud 58° O, altitud 130 m), en la Subregión 5 (ex IV; Abbate *et al.* 2021a).

El manejo del cultivo fue equivalente al de años anteriores. El suelo (Tabla 18) fue un Argiudol Típico (USDA Taxonomy), Serie Mar del Plata, con tosca presente a una profundidad promedio de 70-100 cm. El cultivo antecesor fue soja y este fue el 7to año en que la RET-INASE se condujo con siembra directa. Al igual que en años anteriores, los cultivares evaluados se distribuyeron en cuatro épocas de siembra. La asignación de los cultivares a las épocas de siembra fue a elección del respectivo criadero. Las fechas de siembra de cada época y las densidades de semilla utilizadas se presentan en la Tabla 19. El tamaño de las parcelas sembradas fue de siete surcos de ancho, distanciados 0.20 m y 7.0 m de largo. La orientación de los surcos fue aproximadamente -40°N.

Los ensayos se condujeron sin riego. Las cantidades y momentos de aplicación de nutrientes se detallan en la Tabla 20. A la siembra se aplicó como fosfato diamónico (FDA), en un surco al costado del surco de siembra. La aplicación de nitrógeno se dividió en tres momentos: (1)

a la siembra como FDA, (2) urea al inicio del macollaje y (3) urea al inicio de encañazón. Para prevenir la deficiencia de azufre se aplicó yeso en coincidencia con la última fertilización nitrogenada. Todas las aplicaciones de nutrientes posteriores a la siembra fueron en cobertura total. La cantidad total de nitrógeno aplicada fue calculada para satisfacer los requerimientos de un cultivo de trigo con rendimiento de 80 qq/ha y 11% de proteína, la cantidad de fósforo aplicada correspondió a la reposición del fósforo exportado por el cultivo, mientras que la dosis de azufre se calculó como el 50 % de la reposición del azufre exportado.

Las malezas fueron controladas inicialmente en presiembra por medio de un herbicida de control total; en macollaje se aplicó un herbicida compuesto para controlar malezas gramíneas y latifoliadas (Tabla 21). Las enfermedades fueron controladas solamente en los ensayos "con fungicida" por medio de una mezcla comercial de una carboxamida, una estrobilurina y un triazol, con efecto sistémico y de alta residualidad (Tabla 21). A fin de reducir el efecto de la variación normal de estados de desarrollo entre cultivares sobre el control de enfermedades, se realizaron dos aplicaciones de fungicida, una cuando los primeros cultivares presentaron la hoja bandera expandida y otra cuando el estado promedio fue espigazón.

Para reducir las tareas dividido a las restricciones impuestas por la pandemia de COVID-19, solo se condujo una repetición (una única parcela por cultivar) sin fungicida en la 2° y 4° época a fin de evaluar la sanidad, pero no el rendimiento.

Mediciones

Se consideró que el cultivo emergió cuando el promedio de las plantas de cada parcela tenía 2 cm de la primera hoja sobre la superficie del suelo (aprox. estado Z10, según la escala de Zadoks *et al.* 1974). La fecha de espigazón registrada correspondió al momento en que visualmente se estimó que el 50% de las espigas de la parcela emergieron completamente de la vaina de la hoja bandera (estado Z59). La fecha de madurez fisiológica correspondió al momento en que visualmente se estimó que el 50% de los pedúnculos de las espigas habían perdido su color verde en al menos 2 cm (estado Z85). La altura de la parcela se midió en madurez, como la distancia entre el suelo y una varilla horizontal que tocaba el extremo superior promedio de las plantas de la parcela.

La cosecha se realizó mecánicamente, las fechas se presentan en la Tabla 19. La cosecha involucró solamente los cinco surcos centrales de cada parcela. Previo a la cosecha se midió el largo de cada parcela a fin de determinar la superficie cosechada. Antes y después de la cosecha se recorrieron los ensayos para determinar las pérdidas atribuibles a factores biótico (p.ej. daño de pájaros u orugas), abióticos (p.ej. desgrane) y a los propios de la cosecha. Los rendimientos calculados fueron incrementados en proporción a las pérdidas de cosecha registradas, si bien estas fueron bajas (rara vez mayor a 5%). El grano cosechado se pesó en húmedo y de los mismos se tomó una submuestra de aproximadamente 40 g la cual se pesó en húmedo y luego de secarla a 65°C durante 48 hs, para calcular su porcentaje de humedad. Los rendimientos presentados se expresaron con 14% de humedad, humedad de comercialización según Norma XX de la Resolución 1262 (SAGyP 2004) transformando el peso inicial P_i por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Ec. [5]} P_f = P_i \cdot (1 - H_i) / (1 - 0.14)$$

donde P_f es el peso final del grano expresado con 14% de humedad y H_i es la humedad inicial de la muestra. El peso hectolítrico se midió por medio de una balanza Schopper Chondrometer (con cilindro de 250 cm³), según lo establecido en la Norma XXVI (Resolución 1075, SAGyP 1994).

Diseño experimental y análisis estadísticos

El diseño experimental fue similar al de los años anteriores. Cada nivel de fungicida, dentro de cada época de siembra, constituyó un experimento independiente con los cultivares (tratamientos) dispuestos en un diseño en bloques completos aleatorizados, con tres repeticiones. Los datos de cada variable se analizaron mediante el test de Bartlett para evaluar la homogeneidad de varianzas entre tratamientos. Posteriormente, los datos fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANVA) para detectar diferencias entre las medias de los tratamientos. Cuando por medio del test F del se detectaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, éstas se compararon por el método de la mínima diferencia significativa (MDS). Adicionalmente, para cada variable se calculó el coeficiente de variación porcentual (CV%) como el cociente entre el error experimental y la media general del experimento.

Para facilitar la comparación de los cultivares evaluados, el rendimiento (RTO) de cada cultivar obtenido con o sin fungicida en cada época (RTO_{ij}) se expresó como diferencia porcentual respecto del rendimiento promedio de la correspondiente época de siembra con fungicida, por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Ec. [6]} \quad DRTO_{ij} = (RTO_{ij} - RTO_{CR}) / RTO_{CR} \cdot 100$$

donde el subíndice i designa al cultivar, el subíndice j designa el nivel de aplicación de fungicida (con o sin) y RTO_{CR} es el rendimiento promedio de todos los cultivares con aplicación de fungicida para la correspondiente época de siembra. De esta manera, se pueden comparar simultáneamente los cultivares incluyendo el efecto de la aplicación de fungicida. Sin embargo, dado que el nivel de fungicida constituyó un experimento independiente, lo que se está computando como "efecto fungicida" incluyen el efecto propio del fungicida junto con la variación del ambiente (terreno) entre experimentos. Datos previos obtenidos en la RET-INASE de Balcarce indican que el efecto del fungicida es mucho mayor que la variación del terreno, no obstante, las conclusiones así extraídas deberían validarse con experimentos de años anteriores o posteriores.

En la presentación gráfica de los resultados, por razones de espacio, sólo se presenta el $DRTO$ de los 15 cultivares con mayor $DRTO$ en la última campaña.

Balance de agua

A fin de estimar el agotamiento de agua del suelo habiendo (Fig. 44), se realizó el balance de agua mediante el método FAO 56 (Allen *et al.*, 1998) y los datos de la Estación Meteorológica de INTA Balcarce para la campaña 2021/22, para un cultivo de trigo sembrado el 10-jun y el 20-jul, fechas correspondientes a la 1° y 3° época de la RET-INASE en INTA Balcarce (Tabla 19), para un suelo profundo (100 cm) y uno modernamente somero (70 cm), correspondientes al bajo y la loma del lote donde se condujo la RET-INASE de INTA Balcarce.

Tabla 18. Descripción del suelo en presiembra y su manejo, correspondiente a los ensayos de la RET-INASE en INTA Balcarce, con y sin fungicida, durante la campaña 2021/22.

Cultivo Antecesor:	Soja
Labranza:	Siembra directa
Profundidad 0-20 cm	
Humedad (%) ^a :	15
P (ppm):	21
MO (%) ^b :	4.4
Nan (ppm) ^c :	50
Profundidad 0-60 cm	
Agua útil (mm) ^d :	76
N-NO ₃ (kg/ha) :	39

^a Humedad a capacidad de campo: 28%.

^b Materia orgánica del suelo.

^c N potencialmente mineralizable determinado por incubación anaeróbica.

^d Agua útil a capacidad de campo: 78 mm

Resultados

Un análisis de las características climáticas en INTA Balcarce durante la campaña 2021/22, se presentan en un informe separador (Abbate 2022, con copia en este libro de informes). Brevemente, la campaña se caracterizó por presentar precipitaciones por debajo del valor histórico y semanas con alta temperatura. Las altas temperaturas de la última semana de octubre, en coincidencia con la espigazón de varios cultivares, resultaron récord histórico en varias localidades de la zona. Sin embargo, estas altas temperatura no parece que hayan limitado el *RTO* de la RET con alta tecnología. Por lo tanto, el aspecto meteorológico más destacado de la campaña fue, la deficiencia hídrica manifestada en el balance de agua (Fig. 44). El efecto del estrés hídrico se puso de manifiesto al comparar el *RTO* de la presente RET vs. el de la RET con fungicida (en seco). Promediando el *RTO* de los cultivares presentes en ambas redes, la diferencia resultó levemente mayor en los cultivares de ciclo largo (30%) que en los de ciclo corto (25%). Un análisis más detallado del balance del agua y las temperaturas para la RET-INASE de INTA Balcarce, CE-MDA Miramar y el Criadero Buck se presenta en Abbate 2021, Abbate y Villafañe 2021, Abbate et al. 2021b, 2021c y 2021d (con copia en este libro de informes).

Tabla 19. Detalles de manejo de cada época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con y sin fungicida, durante la campaña 2021/22.

Evento	1° época	2° época	3° época	4° época
Cantidad de cultivares evaluados:	31	42	43	29
Densidad deseada (plantas/m ²):	232	272	312	354
Densidad sembrada (semilla/m ²):	307	360	411	465
Fecha de siembra deseada:	10/jun/2021	01/jul/2021	20/jul/2021	10/ago/2021
Fecha de siembra real:	10/jun/2021	02/jun/2021	21/jul/2021	10/ago/2021
Fecha de cosecha:	20/dic/2021	21/dic/2021	27/dic/2021	27/dic/2021

Tabla 20. Detalle de la disponibilidad de nutrientes en el suelo, de la aplicación de fertilizantes (N, nitrógeno; P, fósforo; S, azufre), de lluvias y riego, de la RET-INASE en INTA Balcarce, con y sin fungicida, durante la campaña 2021/22.

Detalle	Estado ^a	N	P	S	Lluvia + riego
		----(kg/ha)----			(mm)
En el suelo (0-60 cm prof.)	Presiembra	39	49	29	78
Aplicación FDA ^b (160 kg/ha)	Siembra	27	24	0	
Aplicación Urea (172+219 kg/ha)	Macollaje + Encañazón	175	0	0	
Aplicación Yeso (100 kg/ha)	Macollaje	0	0	18	
Lluvia	Desde siembra 1° época	--	--	--	298
Riego		--	--	--	0
Total disponible (sin Nan)		241	73	47	556

^a Estado promedio del ensayo.

^b Fosfato diamónico.

La información sanitaria de la RET-INASE de INTA Balcarce sin fungicida de la presente campaña puede consultarse en Abbate *et al.* 2021e y 2021f (con copia en este libro de informes).

En las Fig. 45 a Fig. 48 se presenta la de la campaña actual junto con el de las campañas anteriores, para cada época de siembra. Los resultados por cultivar, para cada época de siembra, se presentan en la Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25. Los datos en formato Excel pueden consultarse en:

<https://www.argentina.gob.ar/inase/red-variedades-de-trigo>

Los datos de la RET-INASE en INTA Balcarce y de otras localidades, pueden consultarse en informe interactivo en la página web (Abbate y Abbate, 2018):

<https://cultivaresargentinos.com/trigo/>

Tabla 21. Detalle de la aplicación de herbicidas, fungicidas e insecticidas en la RET-INASE en INTA Balcarce, con y sin fungicida, en la campaña 2021/22.

Tipo	Estado promedio del ensayo	Producto
Herbicida	Presiembra	Paraquat
Curasemilla (Insecticida + fungicida)	Siembra	Chúcaro
Herbicida	Macollaje	Hussar Plus
Fungicida	Hoja bandera expandida y espigazón	Orquesta Ultra
Insecticida	Llenado del grano	--

Agradecimientos

A C. Molina Favero, M. Muñoz y J.I. Toledo por la ayuda en la conducción de los ensayos. A Bayer por la donación de Chúcaro y Hussar Plus, y a Basf por Orquesta Ultra, utilizados en los ensayos de la presente campaña.

Referencias

- Abbate P.E. 2021. Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 15-sep-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/LP8d>
- Abbate N.F. y Abbate P.E. 2018. Informe online del rendimiento de los cultivares de trigo pan evaluados en la RET-INASE de Argentina. Página web <https://cultivaresargentinos.com/trigo/>, último acceso 31-may-2022.
- Abbate P.E. y Cabral Farias C.A. 2022. Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan (RET-INASE): características climáticas en INTA Balcarce durante la campaña 2021/22. En este libro de informes.
- Abbate P.E. y Villafañe M. 2021. Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de la CE-MDA Miramar, al 15-sep-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/3R5M>
- Abbate P.E., Miralles D.J., Ballesteros A.H.M. 2021a. Nuevo mapa de Subregiones Trigueras Argentinas y de otros cereales invernales. Documento PDF. INASE. <https://t.ly/cZbJ>
- Abbate P.E., Martino D.L., González L.J. 2021b. Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) del Criadero Buck, al 15-sep-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/OLvE>
- Abbate P.E., Villafañe M., Martino D.L., González L.J. 2021c. Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, CE-MDA Miramar y Criadero Buck, al 15-oct-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/adNY>
- Abbate P.E., Villafañe M., Martino D.L., González L.J. 2021d. Situación hídrica y temperatura en la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, CE-MDA Miramar y Criadero Buck, hacia el final de la campaña 2021/22. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/FDjV>

- Abbate P.E., Franco M.F., Cabral Farías C.A. 2021e. Estado sanitario de la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 12-oct-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/-Qfz>
- Abbate P.E., Franco M.F., Cabral Farías C.A. 2021f. Estado sanitario de la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 25-oct-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/hYzE>
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). 1994. Boletín Oficial de la República Argentina, Primera Sección, Secretaría Legal y Técnica, Dirección Nacional del Registro Oficial, 28043, 10.
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). 2004. Boletín Oficial de la República Argentina, Primera Sección, Secretaría Legal y Técnica, Dirección Nacional del Registro Oficial, 30550, 6.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. y Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, 14, 415-421.

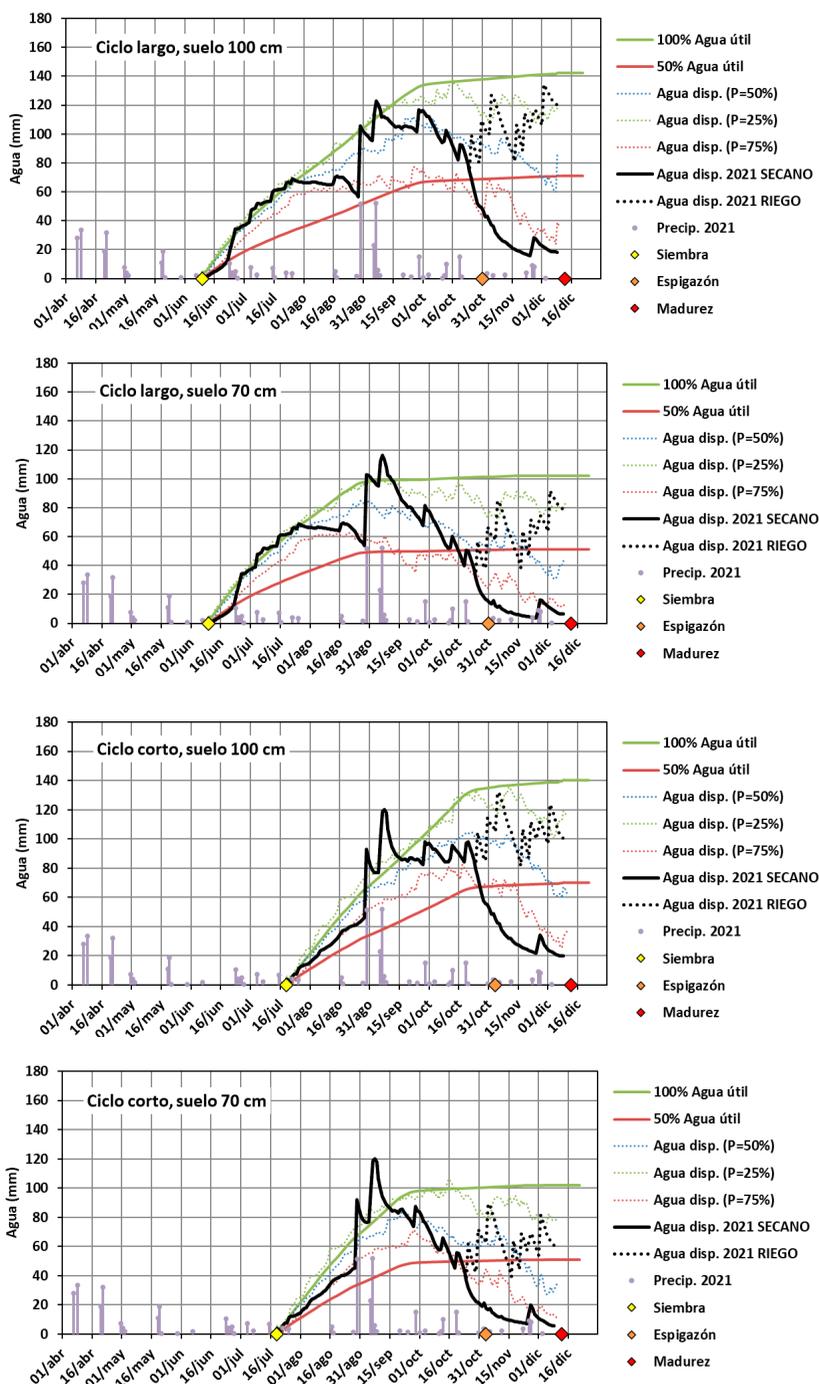


Fig. 44. Agua disponible en el suelo estimada mediante DSSAT 47 (método FAO 56) y los datos de la Estación Meteorológica de INTA Balcarce (año 2021 y serie histórica 1990-2020), para cultivares de ciclo largo (1ª época se siembra) y corto (3ª época se siembra), con suelo profundo (100 cm, correspondiente a la loma) y somero (70 cm, correspondiente a la loma), correspondiente al lote donde se condujo la RET-INASE de INTA Balcarce durante la campaña 2021/22.

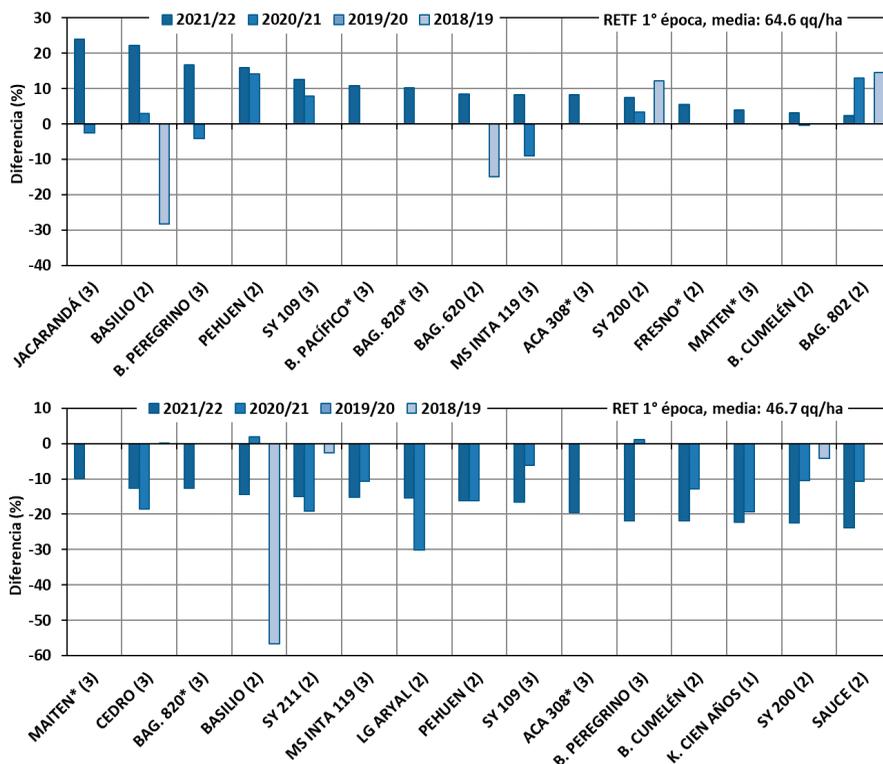


Fig. 45. Rendimientos de la 1° época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con y sin fungicida, en las cuatro últimas campañas, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo con fungicida (Ec.[6]); datos ordenados por el rendimiento de la última campaña; solo se presentan los 15 cultivares de mayor rendimiento en la última campaña; las barras ausentes se debe a que el respectivo cultivar no fue evaluado en la respectiva campaña. * indica cultivar nuevo en INTA Balcarce. El número entre paréntesis al siguiendo el nombre del cultivar es el grupo de calidad (grupo 0, no definido; grupo 4, trigo blando). La MDS para comparar cultivares se presenta en la Tabla 22.

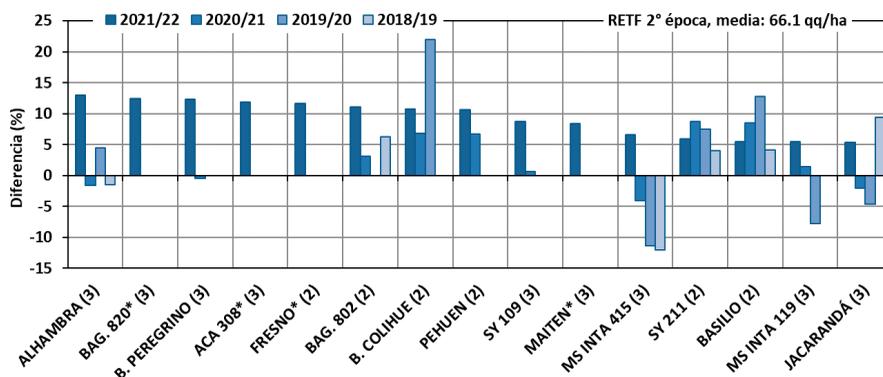


Fig. 46. Rendimientos de la 2° época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con fungicida, en las cuatro últimas campañas, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo (Ec.[6]); ver detalles en al leyenda de la Fig. 45. La MDS para comparar cultivares se presenta en la Tabla 23.

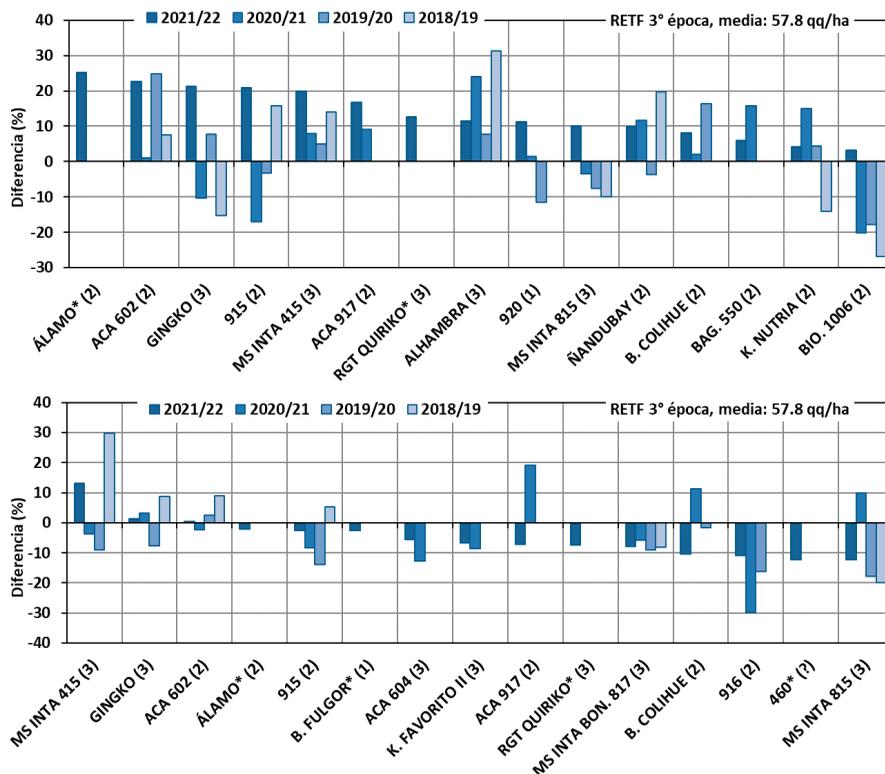


Fig. 47. Rendimientos de la 3° época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con y sin fungicida, en las cuatro últimas campañas, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo con fungicida (Ec.[6]); datos ordenados por el rendimiento de la última campaña; solo se presentan los 15 cultivares de mayor rendimiento en la última campaña; las barras ausentes se debe a que el respectivo cultivar no fue evaluado en la respectiva campaña. * indica cultivar nuevo en INTA Balcarce. El número entre paréntesis al siguiendo el nombre del cultivar es el grupo de calidad (grupo 0, no definido; grupo 4, trigo blando). La MDS para comparar cultivares se presenta en la Tabla 24.

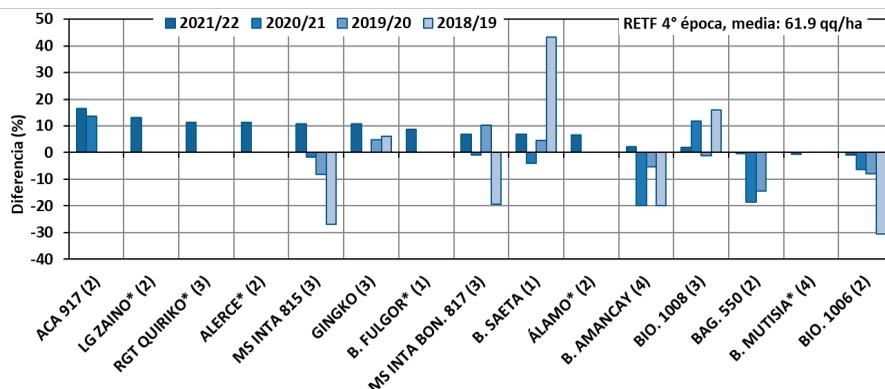


Fig. 48. Rendimientos de la 4° época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con fungicida, en las cuatro últimas campañas, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo (Ec.[6]); ver detalles en al leyenda de la Fig. 47. La MDS para comparar cultivares se presenta en la Tabla 25.

Tabla 22. Resultados de la 1° época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con y sin fungicida, en la campaña 2021/22 (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar ^a	GC ^b	RTO ^c Con f. (qq/ha)	RTO ^c Sin f. (qq/ha)	DRTO ^d Con f. (%)	DRTO ^d Sin f. (%)	PH ^e (kg/hl)	PROT ^f (%)	ALT ^g (cm)	Fecha Esp. ^h	Fecha Mad. ⁱ
365	1	55.9	40.2	-13	-38	84	--	80	31/oct	07/dic
ACA 308*	3	69.9	51.9	8	-20	79	--	76	28/oct	07/dic
ACA 360	1	56.7	44.1	-12	-32	84	--	79	28/oct	03/dic
ACA 362	2	60.2	47.8	-7	-26	85	--	82	29/oct	03/dic
ALGARROBO	2	38.1	24.2	-41	-63	80	--	67	26/oct	26/nov
BAG. 620	2	70.0	48.8	8	-25	79	--	76	26/oct	29/nov
BAG. 680	2	59.8	29.6	-7	-54	82	--	71	29/oct	06/dic
BAG. 750	2	51.9	24.2	-20	-63	86	--	84	27/oct	03/dic
BAG. 802	2	66.1	47.3	2	-27	80	--	74	26/oct	03/dic
BAG. 820*	3	71.2	56.5	10	-13	77	--	73	28/oct	30/nov
BASILIO	2	78.9	55.3	22	-14	80	--	74	27/oct	03/dic
B. CUMELÉN	2	66.6	50.4	3	-22	82	--	75	29/oct	05/dic
B. DESTELLO	1	58.0	44.8	-10	-31	84	--	97	01/nov	06/dic
B. PACÍFICO*	3	71.6	46.7	11	-28	83	--	93	27/oct	05/dic
B. PEREGRINO	3	75.4	50.5	17	-22	82	--	80	29/oct	08/dic
CEDRO	3	65.6	56.5	2	-13	78	--	75	30/oct	04/dic
FRESNO*	2	68.1	48.0	5	-26	81	--	79	27/oct	03/dic
JACARANDÁ	3	80.1	44.8	24	-31	80	--	73	28/oct	06/dic
K. CIEN AÑOS	1	62.9	50.1	-3	-22	83	--	88	29/oct	08/dic
K. GÉMINIS*	3	58.6	35.8	-9	-44	81	--	89	31/oct	04/dic
LG ARYAL	2	60.1	54.6	-7	-15	78	--	77	29/oct	05/dic
MAITEN*	3	67.2	58.2	4	-10	85	--	76	29/oct	03/dic
MS INTA 119	3	70.0	54.8	8	-15	82	--	79	29/oct	03/dic
MS INTA BON. 215	2	63.3	46.2	-2	-28	79	--	78	28/oct	27/nov
PEHUEN	2	74.8	54.1	16	-16	82	--	81	28/oct	06/dic
SAUCE	2	58.3	49.1	-10	-24	80	--	68	28/oct	29/nov
SY 109	3	72.8	53.9	13	-17	79	--	78	28/oct	05/dic
SY 120	2	55.5	39.6	-14	-39	79	--	75	28/oct	01/dic
SY 200	2	69.4	50.1	7	-22	85	--	88	26/oct	07/dic
SY 211	2	63.4	54.8	-2	-15	83	--	85	25/oct	02/dic
TIMBÓ	3	61.3	34.8	-5	-46	77	--	76	28/oct	03/dic
Promedio	--	64.6	46.7	0	-28	81	--	79	28/oct	03/dic
Máximo	--	80.1	58.2	24	-10	86	--	97	01/nov	08/dic
MDS ^j	--	12.4	9.0	19	19	--	--	--	--	--
CV% ^k	--	11.8	11.7	12	12	--	--	--	--	--

a Abreviaturas: B., Buck; BAG., Baguette; BIO., BIOINTA/BIOCERES; BON., Bonaerense; K., Klein; P., Premium.

b Grupo de calidad.

c RTO (qq/ha): rendimiento en grano, con 14% de humedad, con y sin fungicida.

d DRTO (%): diferencia de rendimiento, calculado por medio de la Ec.[6].

e PH: peso hectolítrico del grano.

f PROT: concentración de proteína en el grano.

g ALT: altura de la parcela.

h Esp.: espigazón.

i Mad.: madurez (pedúnculo amarillo).

j MDS: mínima diferencia significativa para comparar medias de cultivares dentro de un mismo nivel de fungicida, presentada cuando el test F del ANVA resultó significativo ($P \leq 0.05$); ns: diferencias no significativas.

k CV%: Coeficiente de variación porcentual.

* Cultivar nuevo en la RET-INASE de INTA Balcarce.

Tabla 23. Resultados de la 2° época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con fungicida, en la campaña 2021/22 (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar ^a	GC ^b	RTO ^c Con f. (qq/ha)	RTO ^c Sin f. (qq/ha)	DRTO ^d Con f. (%)	DRTO ^d Sin f. (%)	PH ^e (kg/hl)	PROT ^f (%)	ALT ^g (cm)	Fecha Esp. ^h	Fecha Mad. ⁱ
365	1	58.1	--	-12	--	85	--	82	03/nov	08/dic
603	2	60.6	--	-8	--	84	--	96	28/oct	07/dic
ACA 308*	3	74.0	--	12	--	80	--	83	01/nov	08/dic
ACA 360	1	61.3	--	-7	--	85	--	85	29/oct	07/dic
ACA 362	2	63.6	--	-4	--	86	--	83	01/nov	06/dic
ACA 602	2	68.8	--	4	--	86	--	80	29/oct	05/dic
ACA 604	3	66.3	--	0	--	85	--	81	28/oct	05/dic
ALGARROBO	2	50.1	--	-24	--	83	--	67	30/oct	06/dic
ALHAMBRA	3	74.8	--	13	--	81	--	89	31/oct	08/dic
BAG. 620	2	67.0	--	1	--	80	--	79	28/nov	06/dic
BAG. 680	2	58.1	--	-12	--	83	--	70	30/oct	07/dic
BAG. 750	2	57.2	--	-13	--	86	--	86	30/oct	08/dic
BAG. 802	2	73.5	--	11	--	81	--	76	30/oct	09/dic
BAG. 820*	3	74.4	--	12	--	80	--	75	01/nov	08/dic
BASILIO	2	69.8	--	6	--	79	--	75	29/oct	05/dic
B. COLIHUE	2	73.3	--	11	--	85	--	83	29/oct	06/dic
B. CUMELÉN	2	69.2	--	5	--	84	--	74	29/oct	07/dic
B. DESTELLO	1	65.2	--	-1	--	86	--	94	03/nov	09/dic
B. PACÍFICO*	3	67.6	--	2	--	84	--	85	29/oct	08/dic
B. PEREGRINO	3	74.3	--	12	--	83	--	85	02/nov	10/dic
CEDRO	3	69.1	--	4	--	80	--	77	04/nov	09/dic
FRESNO*	2	73.9	--	12	--	83	--	85	01/nov	10/dic
JACARANDÁ	3	69.7	--	5	--	80	--	76	02/nov	08/dic
K. CIEN AÑOS	1	64.8	--	-2	--	84	--	98	31/oct	08/dic
K. FAVORITO II	3	64.3	--	-3	--	84	--	85	30/oct	06/dic
K. GÉMINIS*	3	59.3	--	-10	--	82	--	89	04/nov	08/dic
K. LIEBRE	3	63.3	--	-4	--	85	--	91	01/nov	08/dic
K.PROMETEO	1	51.5	--	-22	--	86	--	81	29/oct	03/dic
LAPACHO	3	64.1	--	-3	--	82	--	73	29/oct	07/dic
LG ARLASK	1	59.5	--	-10	--	86	--	82	30/oct	06/dic
MAITEN*	3	71.7	--	8	--	85	--	82	02/nov	09/dic
MS INTA 119	3	69.8	--	5	--	82	--	85	03/nov	08/dic
MS INTA 415	3	70.5	--	7	--	84	--	90	29/oct	08/dic
MS INTA BON. 215	2	63.8	--	-3	--	81	--	74	29/oct	04/dic
ÑANDUBAY	2	62.7	--	-5	--	82	--	75	30/oct	05/dic
PEHUEN	2	73.2	--	11	--	84	--	80	29/oct	07/dic
SAUCE	2	66.0	--	0	--	83	--	74	01/nov	08/dic
SY 109	3	71.9	--	9	--	81	--	74	31/oct	08/dic
SY 120	2	60.1	--	-9	--	82	--	75	28/oct	07/dic
SY 200	2	67.6	--	2	--	87	--	85	30/oct	09/dic
SY 211	2	70.1	--	6	--	86	--	92	30/oct	08/dic
TIMBÓ	3	64.1	--	-3	--	80	--	74	31/oct	07/dic
Promedio	--	66.1	--	0	--	83	--	81	31/oct	07/dic
Máximo	--	74.8	--	13	--	87	--	98	28/nov	10/dic
MDS ^j	--	7.5	--	11	--	--	--	--	--	--
CV% ^k	--	7.0	--	7	--	--	--	--	--	--

Ver referencia al pie de la Tabla 22.

Tabla 24. Resultados de la 3° época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con y sin fungicida, en la campaña 2021/22 (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar ^a	GC ^b	RTO ^c Con f. (qq/ha)	RTO ^c Sin f. (qq/ha)	DRTO ^d Con f. (%)	DRTO ^d Sin f. (%)	PH ^e (kg/hl)	PROT ^f (%)	Alt. ^g (cm)	Fecha Esp. ^h	Fecha Mad. ⁱ
460*	1	58.9	50.7	1	-13	79	--	79	29/oct	08/dic
603	2	50.3	48.7	-14	-16	78	--	95	01/nov	09/dic
915	2	69.8	56.3	20	-3	82	--	87	28/oct	07/dic
916	2	49.4	51.5	-15	-12	79	--	88	30/oct	09/dic
920	1	64.4	42.4	11	-27	80	--	92	31/oct	08/dic
ACA 602	2	70.9	58.0	22	0	83	--	74	30/oct	09/dic
ACA 604	3	53.8	54.6	-8	-6	80	--	88	31/oct	09/dic
ACA 917	2	67.6	53.6	16	-8	80	--	86	02/nov	09/dic
ÁLAMO*	2	72.4	56.5	24	-3	83	--	84	02/nov	13/dic
ALERCE*	2	59.5	33.5	2	-42	80	--	71	01/nov	09/dic
ALHAMBRA	3	64.4	44.1	11	-24	77	--	84	04/nov	10/dic
BAG. 450	1	58.5	38.7	1	-34	81	--	84	28/oct	08/dic
BAG. 550	2	61.3	49.2	5	-16	81	--	91	03/nov	09/dic
BAG. 620	2	55.9	46.2	-4	-21	77	--	73	03/nov	10/dic
BIO. 1008	3	56.4	42.2	-3	-27	80	--	89	31/oct	06/dic
BIO. 1006	2	59.7	41.0	2	-30	80	--	88	31/oct	07/dic
B. BRAVÍO CL2*	2	56.6	50.5	-3	-13	80	--	66	01/nov	10/dic
B. COLIHUE	2	62.5	51.8	7	-11	82	--	87	05/nov	10/dic
B. FULGOR*	1	57.4	56.3	-1	-3	82	--	78	27/oct	07/dic
B. METEORO	1	55.1	36.5	-5	-37	84	--	86	30/oct	09/dic
B. MUTISIA*	4	53.6	42.3	-8	-27	81	--	76	29/oct	06/dic
B. SAETA	1	54.4	47.5	-6	-18	82	--	85	02/nov	10/dic
CEIBO	2	54.5	37.0	-6	-36	80	--	75	31/oct	08/dic
GINGKO	3	70.1	58.7	20	1	81	--	84	29/oct	08/dic
IS HORNERO*	1	58.1	44.6	0	-23	79	--	76	29/oct	06/dic
IS TORDO*	2	55.2	29.2	-5	-50	78	--	69	31/oct	09/dic
K. FAVORITO II	3	50.4	54.0	-13	-7	80	--	85	31/oct	09/dic
K. LIEBRE	3	56.4	46.8	-3	-20	81	--	82	03/nov	09/dic
K. NUTRIA	2	60.2	48.9	3	-16	84	--	82	28/oct	04/dic
K. POTRO	1	54.2	43.8	-7	-25	80	--	79	30/oct	08/dic
K. VALOR	1	50.3	38.1	-14	-35	79	--	84	03/nov	09/dic
K. PROMETEO	1	55.5	25.6	-5	-56	83	--	85	01/nov	08/dic
LAPACHO	3	36.6	35.4	-37	-39	77	--	75	05/nov	08/dic
LG ARLASK	1	59.5	38.8	2	-33	85	--	78	02/nov	10/dic
LG ZAINO*	2	48.1	46.4	-17	-20	78	--	72	29/oct	07/dic
LGWA11-0169 (PAM- PERO)*	2	57.4	30.2	-1	-48	80	--	86	03/nov	10/dic
MS INTA 415	3	69.4	65.4	19	12	81	--	83	03/nov	10/dic
MS INTA 815	3	63.7	50.7	9	-13	81	--	90	28/oct	06/dic
MS INTA BON. 817	3	50.6	53.2	-13	-9	77	--	77	29/oct	09/dic
ÑANDUBAY	2	63.5	33.9	9	-42	80	--	79	03/nov	08/dic
RGT QUIRIKO*	3	65.1	53.5	12	-8	80	--	90	04/nov	10/dic
SY 330	2	56.3	47.7	-3	-18	76	--	79	30/oct	09/dic
TBIO AUDAZ	1	55.7	32.3	-4	-44	80	--	80	01/nov	08/dic
Promedio	--	58.2	45.7	0	-21	80	--	82	31/oct	08/dic
Máximo	--	72.4	65.4	24	12	85	--	95	05/nov	13/dic
MDS ^j	--	12.1	8.6	21	19	--	--	--	--	--
CV% ^k	--	12.8	11.5	13	12	--	--	--	--	--

Ver referencia al pie de la Tabla 22.

Tabla 25. Resultados de la 4° época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con fungicida, en la campaña 2021/22 (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar ^a	GC ^b	RTO ^c Con f. (qq/ha)	RTO ^c Sin f. (qq/ha)	DRTO ^d Con f. (%)	DRTO ^d Sin f. (%)	PH ^e (kg/hl)	PROT ^f (%)	Alt. ^g (cm)	Fecha Esp. ^h	Fecha Mad. ⁱ
460*	1	60.7	--	-2	--	80	--	79	03/nov	10/dic
915	2	54.9	--	-11	--	80	--	85	31/oct	07/dic
916	2	55.7	--	-10	--	80	--	90	03/nov	10/dic
920	1	53.1	--	-14	--	81	--	82	06/nov	10/dic
ACA 917	2	72.2	--	16	--	81	--	82	06/nov	13/dic
ÁLAMO*	2	66.0	--	6	--	84	--	85	05/nov	13/dic
ALERCE*	2	68.8	--	11	--	81	--	72	05/nov	14/dic
BAG. 450	1	59.2	--	-5	--	81	--	74	02/nov	09/dic
BAG. 550	2	61.6	--	-1	--	80	--	85	05/nov	13/dic
BIO. 1008	3	63.1	--	2	--	81	--	87	04/nov	09/dic
BIO. 1006	2	61.3	--	-1	--	83	--	85	03/nov	09/dic
B. AMANCAY	4	63.3	--	2	--	83	--	--	04/nov	--
B. BRAVÍO CL2*	2	58.8	--	-5	--	82	--	67	05/nov	10/dic
B. FULGOR*	1	67.3	--	9	--	84	--	--	03/nov	--
B. MUTISIA*	4	61.5	--	-1	--	82	--	77	05/nov	09/dic
B. SAETA	1	66.1	--	7	--	82	--	85	04/nov	09/dic
CEIBO	2	56.8	--	-8	--	80	--	72	05/nov	10/dic
GINGKO	3	68.5	--	11	--	82	--	88	03/nov	09/dic
IS HORNERO*	1	58.7	--	-5	--	80	--	69	03/nov	10/dic
IS TORDO*	2	58.7	--	-5	--	80	--	63	04/nov	09/dic
K. NUTRIA	2	55.3	--	-11	--	84	--	78	03/nov	10/dic
K. POTRO	1	58.8	--	-5	--	82	--	85	03/nov	11/dic
K. VALOR	1	53.8	--	-13	--	81	--	82	05/nov	13/dic
LG ZAINO*	2	70.0	--	13	--	80	--	76	05/nov	13/dic
LGWA11-0169 (PAM- PERO)*	2	58.6	--	-5	--	81	--	83	06/nov	10/dic
MS INTA 815	3	68.6	--	11	--	82	--	93	31/oct	09/dic
MS INTA BON. 817	3	66.1	--	7	--	79	--	78	04/nov	10/dic
RGT QUIRIKO*	3	68.9	--	11	--	81	--	76	05/nov	10/dic
TBIO AUDAZ	1	60.7	--	-2	--	80	--	--	05/nov	--
Promedio		62.0	--	0	--	81	--	80	03/nov	10/dic
Máximo		72.2	--	16	--	84	--	93	06/nov	14/dic
MDS ^j	--	8.6	--	18	--	--	--	--	--	--
CV% ^k	--	10.7	--	11	--	--	--	--	--	--

Ver referencia al pie de la Tabla 22.

Estabilidad interanual del rendimiento de cultivares de trigo: en la RET-INASE de INTA Balcarce durante las campañas 2019/20 a 2021/22

Abbate P.E.¹; Mójica C.J.²; y M. Balzarini³

¹ INTA Balcarce. C.C. 276 (7620), Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

² Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

³ CONICET; Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

* abbate.pablo@gmail.com

Versión digital, 13 de abril de 2023.

Introducción

El rendimiento y su estabilidad son las principales características a tener en cuenta en la elección de un cultivar. La estabilidad del rendimiento de un cultivar será mayor cuanto menor sea la variación de la diferencia entre el rendimiento del cultivar y el rendimiento promedio de todos los cultivares evaluados en los diferentes ambientes. En un informe previo, Abbate *et al.* (2017) se presentaron un método simple para estimar la estabilidad de los cultivares de trigos evaluados en la RET-INASE, el cual se basa en: (1) el rendimiento promedio de cada cultivar y (2) el coeficiente de variación de los cultivares a través de las campañas de evaluación.

El objetivo de este siguiente trabajo es presentar el rendimiento promedio de los cultivares comerciales de trigo disponibles para Balcarce y su estabilidad a través de las tres últimas campañas, mediante el método mencionado anteriormente.

Materiales y métodos

Los datos presentados fueron obtenidos durante las campañas agrícolas 2019/20 a 2021/2022, en INTA Balcarce, Estación Experimental Agropecuaria "Ing. Agr. Domingo Pasquale" ubicada en la Ruta Nacional 226, km 73.5, Balcarce, Bs. As., Argentina (latitud 38° S, longitud 58° O, altitud 130 m), en la Subregión 5 (ex IV; Abbate *et al.* 2021a). Los ensayos forman parte de la "Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan" (RET), coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (INASE), dependiente del Ministerio de Agroindustria.

Manejo del cultivo

Los experimentos se condujeron, sobre un suelo Argiudol Típico (USDA Taxonomy), Serie Mar del Plata, con aproximadamente 4.7 % de materia orgánica (0-20 cm) y tosca presente a una

profundidad promedio de 70-100 m. El cultivo antecesor fue soja y la siembra se realizó como siembra directa.

Cada cultivar se evaluó en 1 o 2 épocas de siembras entre las cuatro épocas establecidas para la RET-INASE de la Subregión 5. La asignación de los cultivares a las épocas de siembra fue a elección del respectivo criadero. Las fechas de siembra de cada época y las densidades de semilla se presentan en la Tabla 26. El tamaño de las parcelas sembradas fue de siete surcos de ancho, distanciados 0.20 m y 7.0 m de largo. La orientación de los surcos fue aproximadamente -40°N y similar en todas las campañas.

Los ensayos se condujeron sin riego. La cantidad total de nitrógeno aplicada fue calculada para satisfacer los requerimientos de un cultivo de trigo con rendimiento de 80 qq/ha y 11% de proteína, descontado el nitrógeno presente en el suelo a la siembra, la cantidad de fósforo aplicada correspondió a la reposición del fósforo exportado por el cultivo, mientras que la dosis de azufre se calculó como el 50 % de la reposición del azufre exportado. El fósforo se aplicó a la siembra como fosfato diamónico (FDA, 160 kg/ha), en un surco al costado del surco de siembra. La fertilización con nitrógeno se dividió en tres momentos: (1) a la siembra como fosfato diamónico, (2) a inicio del macollaje y (3) al inicio de encañazón, como urea. El yeso se aplicó en coincidencia con la última fertilización nitrogenada. Todas las aplicaciones de nutrientes posteriores a la siembra fueron en cobertura total.

Las malezas fueron controladas inicialmente por medio de un herbicida total en presiembra. En macollaje se aplicó un herbicida compuesto para controlar malezas gramíneas y latifoliadas (Tabla 27). Las enfermedades fueron controladas solamente en los ensayos "con funguicida" por medio de una mezcla comercial de una carboxamida, una estrobilurina y un triazol, con efecto sistémico y de alta residualidad (Tabla 27), mediante dos aplicaciones, una cuando los primeros cultivares presentaron la hoja bandera expandida y otra cuando el estado promedio fue espigazón.

Mediciones

El rendimiento en grano se cuantificó cosechando mecánicamente los cinco surcos centrales de cada parcela. Previo a la cosecha se midió el largo de cada parcela a fin de determinar la superficie cosechada. Antes y después de la cosecha se recorrieron los ensayos para determinar las pérdidas atribuibles a factores bióticos (p.ej. daño de pájaros u orugas), abióticos (p.ej. desgrane) y a los propios de la cosecha. Los rendimientos calculados fueron incrementados en proporción a las pérdidas de cosecha registradas, si bien estas fueron bajas (rara vez mayor a 5%). El grano cosechado se pesó en húmedo y de los mismos se tomó una submuestra de aproximadamente 40 g la cual se pesó en húmedo y luego de secarla a 65°C durante 48 hs, para calcular su porcentaje de humedad. Los rendimientos presentados fueron ajustados a 14% de humedad (humedad de comercialización del grano de trigo según Norma XX de la Resolución 1262 (SAGYP, 2004).

Tabla 26. Fechas y densidades de siembra de la RET de INTA Balcarce, con y sin fungicida, en las campañas 2019/20 a 2021/2022.

Evento	1° época	2° época	3° época	4° época
Fecha de siembra recomendada:	10/jun	01/jul	20/jul	10/ago
Fecha de siembra real:				
Campaña 2019	No sembrada	02/07/2019	29/07/2019	08/08/2019
Campaña 2020	12/06/2020	07/07/2020	16/07/2020	10/08/2020
Campaña 2021	10/06/2021	02/07/2021	21/07/2021	10/08/2021
Densidad recomendada (plantas/m ²):	230	270	310	350
Densidad sembrada (semilla/m ²):	307	386	443	538

Tabla 27. Fitosanitarios usados en la RET de INTA Balcarce, en las campañas 2019/20 a 2021/2022.

Tipo	Estado promedio del ensayo	Producto
Herbicida	Presiembra	Paraquat
Curasemilla (Insecticida + fungicida)	Siembra	Chúcaro
Herbicida	Macollaje	Hussar Plus
Fungicida	Hoja bandera expandida y espigazón	Orquesta Ultra
Insecticida	Llenado del grano	--

Diseño experimental y análisis estadísticos

En cada campaña, se condujeron ocho ensayos independientes: un ensayo con fungicida y otro sin fungicida, cada par en cuatro épocas de siembra. Los cultivares (tratamientos) dentro de cada ensayo se dispusieron siguiendo un diseño experimental en bloques completos aleatorizados, con tres repeticiones. Se evaluó la homogeneidad de varianza entre tratamientos mediante la prueba de Bartlett. La diferencia entre los rendimientos promedios de los cultivares se estableció mediante Análisis de Varianza (ANAVA). Cuando el ANAVA indicó diferencias significativas entre cultivares ($P \leq 0.05$), los promedios se compararon por el método de la mínima diferencia significativa (MDS) de Fisher.

El rendimiento de cada cultivar también se expresó como la diferencia porcentual respecto del rendimiento promedio del ensayo como:

$$\text{Ec. [7]} \quad DRTO_{ij} = (RTO_{ij} - RTO_j) / RTO_j \cdot 100$$

donde $DRTO_{ij}$ es la diferencia porcentual del rendimiento (RTO) del cultivar i , en el ensayo j y RTO_j es el rendimiento promedio de todos los cultivares participantes del ensayo j que estuvieron presentes en 1, 2 o 3 últimas campañas. Luego, para cada cultivar se calculó el promedio de los $DRTO_{ij}$ para las 2 y 3 últimas campañas. Por otra parte, para cada cultivar se calculó el coeficiente de variación de $DRTO$ a través de las campañas como:

$$\text{Ec. [8]} \quad CV_i = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{j=n} (DRTO_{ij} - DRTO_i)^2}{n-1}}}{DRTO_i} \cdot 100$$

donde CV_i es el coeficiente de variación de $DRTO$ correspondiente al cultivar i , así calculado el CV_i resulta balanceado, es decir, incluye en todos los ensayos los mismos cultivares.

Resultados

El valor de CV_i fue considerado como estimador de la estabilidad del cultivar i . Por lo cual, el cultivar más ventajoso será aquel que combine un alto $DRTO_i$ y un bajo CV_i , ya que presentaría una alta diferencia porcentual respecto al promedio del ensayo junto con una alta estabilidad a través de las campañas en que fue evaluado. Por lo tanto, los cultivares más recomendables son los ubicados en el cuadrante superior izquierdo de las Fig. 49 a Fig. 52.

Los resultados de la primera época de siembra se presentan en la Fig. 49 y la Tabla 28, los de la segunda época en la Fig. 50 y la Tabla 29, los de la tercera época en la Fig. 52 y la Tabla 30, y los de la cuarta época en la Fig. 52 y la Tabla 31. Los datos de cada campaña en formato Excel pueden consultarse en:

<https://www.argentina.gob.ar/inase/red-variedades-de-trigo>

Los datos de la RET-INASE en INTA Balcarce y de otras localidades, pueden consultarse en informe interactivo en la página web (Abbate y Abbate, 2018):

<https://cultivaresargentinos.com/trigo/>

Referencias

- Abbate P.E., Aguante F.M., Del Vecchio E., y Balzarini M. 2017. Estabilidad del rendimiento interanual en INTA Balcarce, campañas 2013/14 a 2016/17. INTA, EEA Balcarce, versión digital. <https://t.ly/N4lQ>
- Abbate N.F. y Abbate P.E. 2018. Informe online del rendimiento de los cultivares de trigo pan evaluados en la RET-INASE de Argentina. <https://cultivaresargentinos.com/trigo/>, último acceso 31-may-2022.
- Abbate P.E., Miralles D.J., Ballesteros A.H.M. 2021. Nuevo mapa de Subregiones Trigueras Argentinas y de otros cereales invernales. Documento PDF. INASE. <https://t.ly/cZbJ>
- SAGPYA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). 2004. Boletín Oficial de la República Argentina, Primera Sección, Secretaría Legal y Técnica, Dirección Nacional del Registro Oficial, 30550, 6.

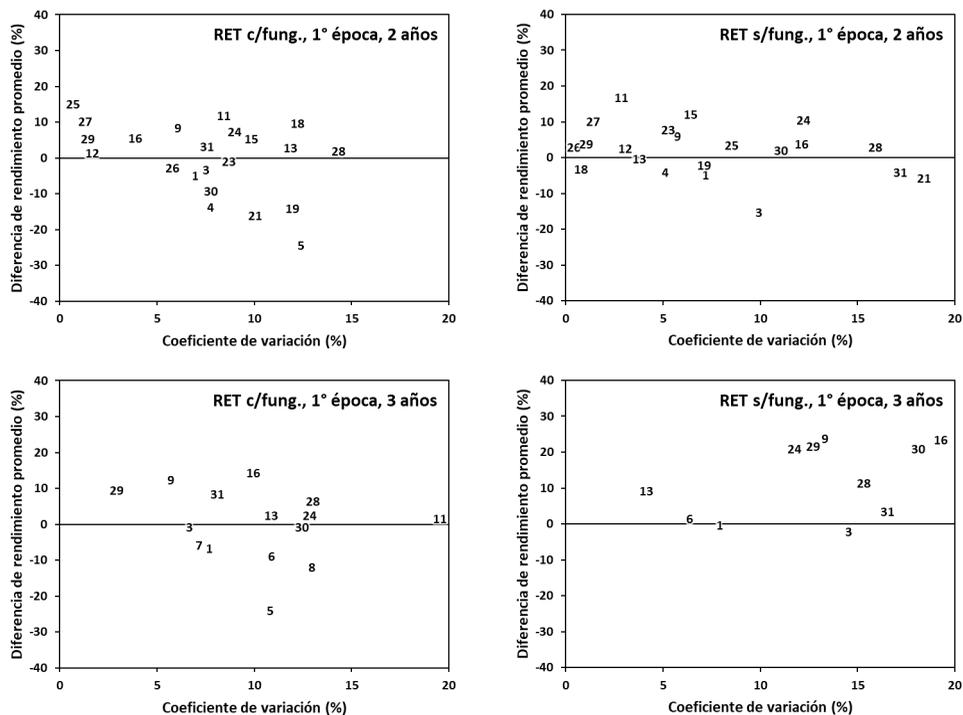


Fig. 49. Relación entre la diferencia del rendimiento promedio (*DRTO*, Ec.[7]) y el coeficiente de variación (CV, Ec.[8]) del promedio de las 2 y 3 últimas campañas (el promedio de 3 campañas corresponde a las campañas 2018, 2020 y 2021 ya que la 1° época del año 2019 no fue sembrada), para los cultivares de la 1° época de siembra de la RET de trigo de INTA Balcarce, con y sin fungicida. Los números de cultivar y las MDS se presentan en la Tabla 28.

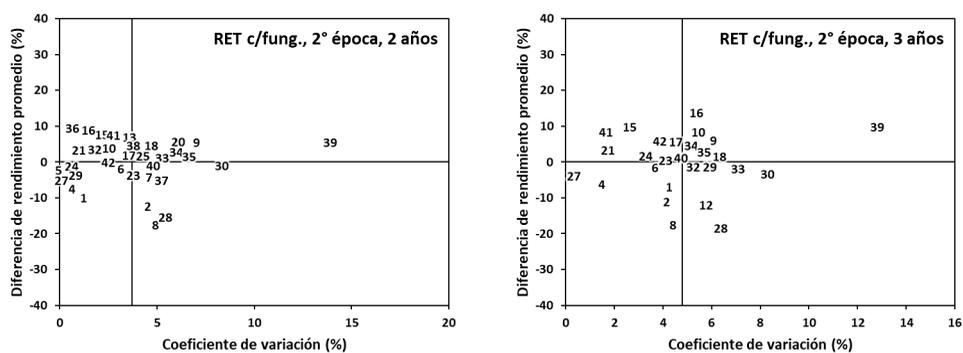


Fig. 50. Relación entre la diferencia de rendimiento porcentual (*DRTO*, Ec.[7]) y el coeficiente de variación (CV, Ec.[8]) del promedio de las 2 y 3 últimas campañas, para los cultivares de la 2° época de siembra de la RET de trigo de INTA Balcarce, con fungicida. Los números de cultivar y las MDS se presentan en la Tabla 29.

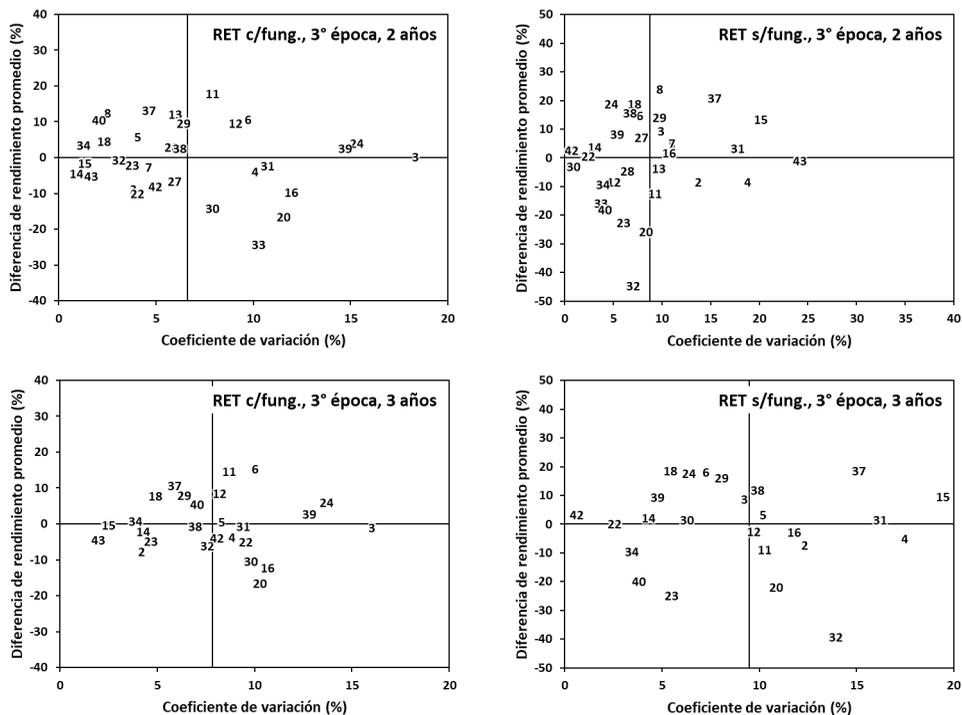


Fig. 51. Relación entre la diferencia de rendimiento porcentual (*DRTO*, Ec.[7]) y el coeficiente de variación (CV, Ec.[8]) del promedio de las 2 y 3 últimas campañas, para los cultivares de la 3° época de siembra de la RET de trigo de INTA Balcarce, con y sin fungicida. Los números de cultivar y las MDS se presentan en la Tabla 30.

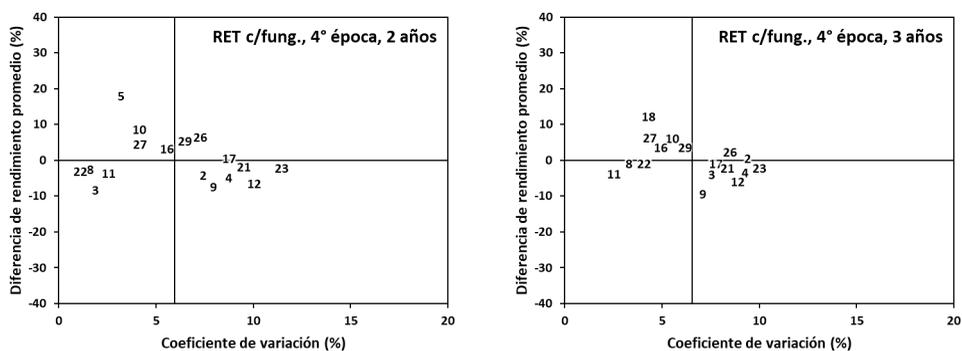


Fig. 52. Relación entre la diferencia de rendimiento porcentual (*DRTO*, Ec.[7]) y el coeficiente de variación (CV, Ec.[8]) del promedio de las 2 y 3 últimas campañas, para los cultivares de la 4° época de siembra de la RET de trigo de INTA Balcarce, con fungicida. Los números de cultivar y las MDS se presentan en la Tabla 31.

Tabla 28. Rendimiento promedio (RTO), diferencia de rendimiento porcentual (DRTO, Ec.[7]) y coeficiente de variación de DRTO (CV, Ec.[8]), de 1, 2 y 3 últimas campañas (2018, 2020 y 2021 ya que la 1° época del año 2019 no fue sembrada), para cada cultivar de la 1° época de siembra de la RET de trigo de INTA Balcarce, con y sin fungicida (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar ^a	GC ^c	Con fungicida									Sin fungicida								
		RTO (qq/ha) ^d			DRTO (%) ^e			CV (%) ^f			RTO (qq/ha) ^d			DRTO (%) ^e			CV (%) ^f		
		1	2 ⁱ	3 ⁱ	1	2 ⁱ	3 ⁱ	2 ⁱ	3 ⁱ	1	2 ⁱ	3 ⁱ	1	2 ⁱ	3 ⁱ	2 ⁱ	3 ⁱ		
365	1	56	68	63	-13	-5	-6	7	7	40	55	49	-14	-5	0	7	8		
ACA 308*	3	70	--	--	8	--	--	--	--	52	--	--	11	--	--	--	--		
ACA 360	1	57	69	67	-12	-3	-1	8	7	44	49	48	-5	-15	-2	10	15		
ACA 362	2	60	62	--	-7	-14	--	8	--	48	56	--	2	-4	--	5	--		
ALGARROBO	2	38	54	51	-41	-24	-24	12	11	24	32	25	-48	-46	-48	6	7		
BAG. 620	2	70	--	61	8	--	-9	--	11	49	--	50	4	--	2	--	6		
BAG. 680	2	60	--	63	-7	--	-6	--	7	30	--	27	-37	--	-45	--	1		
BAG. 750	2	52	--	59	-20	--	-12	--	13	24	--	24	-48	--	-51	--	4		
BAG. 802	2	66	78	75	2	9	12	6	6	47	62	61	1	6	24	6	13		
BAG. 820*	3	71	--	--	10	--	--	--	--	56	--	--	21	--	--	--	--		
BASILIO	2	79	80	68	22	12	2	8	20	55	68	54	18	17	10	3	26		
B. CUMELÉN	2	67	73	--	3	1	--	2	--	50	60	--	8	3	--	3	--		
B. DESTELLO	1	58	74	69	-10	3	3	12	11	45	58	54	-4	0	9	4	4		
B. PACÍFICO*	3	72	--	--	11	--	--	--	--	47	--	--	0	--	--	--	--		
B. PEREGRINO	3	75	76	--	17	5	--	10	--	50	65	--	8	12	--	6	--		
CEDRO	3	66	76	77	2	6	14	4	10	56	60	61	21	4	23	12	19		
FRESNO*	2	68	--	--	5	--	--	--	--	48	--	--	3	--	--	--	--		
JACARANDÁ	3	80	79	--	24	10	--	12	--	45	56	--	-4	-3	--	1	--		
K. CIEN AÑOS	1	63	62	--	-3	-14	--	12	--	50	57	--	7	-2	--	7	--		
K. GÉMINIS*	3	59	--	--	-9	--	--	--	--	36	--	--	-23	--	--	--	--		
LG ARYAL	2	60	60	--	-7	-16	--	10	--	55	55	--	17	-6	--	18	--		
MAITEN*	3	67	--	--	4	--	--	--	--	58	--	--	25	--	--	--	--		
MS INTA 119	3	70	71	--	8	-1	--	9	--	55	63	--	17	8	--	5	--		
MS INTA BON. 215	2	63	77	69	-2	7	2	9	13	46	64	60	-1	11	21	12	12		
PEHUEN	2	75	83	--	16	15	--	1	--	54	60	--	16	3	--	9	--		
SAUCE	2	58	70	--	-10	-3	--	6	--	49	60	--	5	3	--	0	--		
SY 109	3	73	79	--	13	10	--	1	--	54	64	--	15	10	--	1	--		
SY 120	2	56	73	71	-14	2	6	14	13	40	60	55	-15	3	11	16	15		
SY 200	2	69	76	74	7	5	10	1	3	50	61	60	7	4	22	1	13		
SY 211	2	63	65	67	-2	-9	-1	8	12	55	59	60	17	2	21	11	18		
TIMBÓ	3	61	74	73	-5	3	9	8	8	35	56	51	-25	-4	3	17	17		
Promedio	--	65	72	67	0	0	0	8	10	47	58	49	0	0	0	7	12		
Máximo	--	80	83	77	24	15	14	14	20	58	68	61	25	17	24	18	26		
MDS ^g	--	12	10	8	19	14	11	--	--	9	9	7	19	15	13	--	--		
CV% ^h	--	12	12	12	12	12	12	--	--	12	13	13	12	13	13	--	--		

^a Abreviaturas: B., Buck; K., Klein; P., Premium.; BON., Bonaerense; BAG., Baguette; BIO., BIOINTA/BIOCERES.

^b Año de introducción en la RET de INTA Balcarce.

^c Grupo de calidad.

^d RTO (qq/ha): rendimiento en grano, con 14% de humedad, con y sin fungicida.

^e DRTO (%): diferencia de rendimiento, calculado por medio de la Ec.[1].

^f CV (%): coeficiente de variación, calculado por medio de la Ec.[2].

^g MDS: mínima diferencia significativa para comparar medias de cultivares dentro de un mismo nivel de fungicida; ns: diferencias entre medias no significativas.

^h CV%: Coeficiente de variación porcentual.

ⁱ Promedio de las campañas: (1) 2021/22; (2) 2021/22 y 2020/21; (3) 2021/22, 2020/21 y 2019/20 (excepto en al 1° época que incluye la campaña 2018/19 porque no se sembró la 1° época de la campaña 2019/20).

* Cultivar nuevo en la RET de INTA Balcarce.

Tabla 29. Rendimiento promedio (RTO), diferencia de rendimiento porcentual (DRTO, Ec.[7]) y coeficiente de variación de DRTO (CV, Ec.[8]), de 1, 2 y 3 últimas campañas (a partir de la campaña 2019/20), para cada cultivar de la 2^o época de siembra de la RET de trigo de INTA Balcarce, con fungicida (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar ^a	GC ^c	Con fungicida								
		RTO (qq/ha) ^d			DRTO (%) ^e			CV (%) ^f		
		1	2 ⁱ	3 ⁱ	1	2 ⁱ	3 ⁱ	2 ⁱ	3 ⁱ	
365	1	58	63	62	-12	-10	-7	1	4	
603	2	61	61	59	-8	-12	-11	5	4	
ACA 308*	3	74	--	--	12	--	--	--	--	
ACA 360	1	61	65	63	-7	-7	-6	1	1	
ACA 362	2	64	68	--	-4	-3	--	0	--	
ACA 602	2	69	70	66	4	0	0	4	4	
ACA 604	3	66	67	--	0	-4	--	5	--	
ALGARROBO	2	50	58	55	-24	-18	-17	5	4	
ALHAMBRA	3	75	74	71	13	5	6	7	6	
BAG. 620	2	67	73	72	1	4	8	3	5	
BAG. 680	2	58	--	--	-12	--	--	--	--	
BAG. 750	2	57	--	59	-13	--	-12	--	6	
BAG. 802	2	73	75	--	11	7	--	4	--	
BAG. 820*	3	74	--	--	12	--	--	--	--	
BASILIO	2	70	75	73	6	7	10	2	3	
B. COLIHUE	2	73	76	76	11	9	14	1	5	
B. CUMELÉN	2	69	71	70	5	2	6	3	5	
B. DESTELLO	1	65	72	67	-1	3	1	5	6	
B. PACÍFICO*	3	68	--	--	2	--	--	--	--	
B. PEREGRINO	3	74	74	--	12	6	--	6	--	
CEDRO	3	69	72	69	4	3	3	1	2	
FRESNO*	2	74	--	--	12	--	--	--	--	
JACARANDÁ	3	70	71	67	5	2	1	4	4	
K. CIEN AÑOS	1	65	69	68	-2	-1	2	1	3	
K. FAVORITO II	3	64	71	--	-3	2	--	4	--	
K. GÉMINIS*	3	59	--	--	-10	--	--	--	--	
K. LIEBRE	3	63	67	64	-4	-4	-4	0	0	
K.PROMETEO	1	52	59	54	-22	-15	-18	5	6	
LAPACHO	3	64	67	67	-3	-4	1	1	6	
LG ARLASK	1	59	69	64	-10	-1	-3	8	8	
MAITEN*	3	72	--	--	8	--	--	--	--	
MS INTA 119	3	70	72	67	5	4	1	2	5	
MS INTA 415	3	71	71	65	7	1	-2	5	7	
MS INTA BON. 215	2	64	72	69	-3	3	3	6	5	
ÑANDUBAY	2	63	71	68	-5	1	2	6	5	
PEHUEN	2	73	76	--	11	9	--	1	--	
SAUCE	2	66	66	--	0	-5	--	5	--	
SY 109	3	72	73	--	9	5	--	4	--	
SY 120	2	60	74	73	-9	5	10	14	13	
SY 200	2	68	69	68	2	-1	2	4	5	
SY 211	2	70	75	72	6	8	8	2	2	
TIMBÓ	3	64	71	69	-3	1	3	4	4	
Promedio	--	66	70	67	0	0	0	4	5	
Máximo	--	75	76	76	13	9	14	14	13	
MDS ^g	--	8	6	5	12	9	8	--	--	
CV% ^h	--	7	8	8	7	8	8	--	--	

Ver referencia al pie de la Tabla 28.

Tabla 30. Rendimiento promedio (RTO), diferencia de rendimiento porcentual (DRTO, Ec.[7]) y coeficiente de variación de DRTO (CV, Ec.[8]), de 1, 2 y 3 últimas campañas (a partir de la campaña 2019/20), para cada cultivar de la 3° época de siembra de la RET de trigo de INTA Balcarce, con y sin fungicida (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar ^a	GC ^c	Con fungicida									Sin fungicida								
		RTO (qq/ha) ^d			DRTO (%) ^e			CV (%) ^f			RTO (qq/ha) ^d			DRTO (%) ^e			CV (%) ^f		
		1	2 ⁱ	3 ⁱ	1	2 ⁱ	3 ⁱ	2 ⁱ	3 ⁱ	1	2 ⁱ	3 ⁱ	1	2 ⁱ	3 ⁱ	2 ⁱ	3 ⁱ		
460*	1	59	--	--	1	--	--	--	--	51	--	--	11	--	--	--	--		
603	2	50	57	54	-14	-9	-8	4	4	49	49	46	7	-8	-7	14	12		
915	2	70	63	58	20	0	-1	18	16	56	59	54	23	9	9	10	9		
916	2	49	60	57	-15	-4	-4	10	9	51	49	47	13	-8	-5	19	17		
920	1	64	66	59	11	6	1	4	8	42	56	51	-7	5	3	11	10		
ACA 602	2	71	69	67	22	11	15	10	10	58	62	59	27	15	18	8	7		
ACA 604	3	54	61	--	-8	-3	--	4	--	55	57	--	19	5	--	11	--		
ACA 917	2	68	71	--	16	12	--	3	--	54	67	--	17	24	--	10	--		
ÁLAMO*	2	72	--	--	24	--	--	--	--	57	--	--	24	--	--	--	--		
ALERCE*	2	59	--	--	2	--	--	--	--	34	--	--	-27	--	--	--	--		
ALHAMBRA	3	64	74	68	11	18	15	8	9	44	47	45	-3	-13	-9	9	10		
BAG. 450	1	59	69	64	1	10	9	9	8	39	49	48	-15	-8	-2	5	10		
BAG. 550	2	61	70	--	5	11	--	6	--	49	52	--	7	-4	--	10	--		
BAG. 620	2	56	60	58	-4	-5	-2	1	4	46	56	51	1	4	2	3	4		
BIO. 1008	3	56	62	59	-3	-1	0	1	2	42	61	54	-8	13	10	20	19		
BIO. 1006	2	60	57	52	2	-10	-12	12	11	41	55	48	-10	2	-3	11	12		
B. BRAVÍO CL2*	2	57	--	--	-3	--	--	--	--	50	--	--	10	--	--	--	--		
B. COLIHUE	2	62	66	63	7	5	8	2	5	52	63	59	13	18	19	6	6		
B. FULGOR*	1	57	--	--	-1	--	--	--	--	56	--	--	23	--	--	--	--		
B. METEORO	1	55	52	49	-5	-17	-16	12	10	36	40	39	-20	-26	-22	8	11		
B. MUTISIA*	4	54	--	--	-8	--	--	--	--	42	--	--	-7	--	--	--	--		
B. SAETA	1	54	56	56	-6	-10	-5	4	9	48	54	50	4	1	0	2	3		
CEIBO	2	54	61	56	-6	-2	-5	4	5	37	42	37	-19	-22	-25	6	5		
GINGKO	3	70	65	62	20	4	5	15	13	59	64	58	28	19	18	5	6		
IS HORNERO*	1	58	--	--	0	--	--	--	--	45	--	--	-3	--	--	--	--		
IS TORDO*	2	55	--	--	-5	--	--	--	--	29	--	--	-36	--	--	--	--		
K. FAVORITO II	3	50	59	--	-13	-7	--	6	--	54	58	--	18	7	--	8	--		
K. LIEBRE	3	56	65	--	-3	3	--	6	--	47	51	--	2	-5	--	6	--		
K. NUTRIA	2	60	69	64	3	10	8	6	6	49	61	58	7	14	16	8	7		
K. POTRO	1	54	54	53	-7	-14	-10	8	10	44	52	50	-4	-3	2	1	6		
K. VALOR	1	50	61	58	-14	-2	-1	10	9	38	56	50	-17	3	1	18	16		
K. PROMETEO	1	55	62	55	-5	-1	-6	3	8	26	30	30	-44	-45	-39	7	14		
LAPACHO	3	37	48	--	-37	-24	--	10	--	35	45	--	-23	-16	--	4	--		
LG ARLASK	1	60	65	59	2	3	1	1	4	39	49	45	-15	-9	-10	4	3		
LG ZAINO*	2	48	--	--	-17	--	--	--	--	46	--	--	1	--	--	--	--		
LGWA11-0169 (PAMPERO)*	2	57	--	--	-1	--	--	--	--	30	--	--	-34	--	--	--	--		
MS INTA 415	3	69	71	65	19	13	11	5	6	65	65	59	43	21	19	15	15		
MS INTA 815	3	64	64	59	9	3	-1	6	7	51	62	55	11	16	12	7	10		
MS INTA BON. 817	3	51	64	61	-13	3	3	15	13	53	58	54	16	8	9	5	5		
ÑANDUBAY	2	64	69	63	9	11	6	2	7	34	44	40	-26	-18	-20	4	4		
RGT QUIRIKO*	3	65	--	--	12	--	--	--	--	54	--	--	17	--	--	--	--		
SY 330	2	56	58	57	-3	-8	-4	5	8	48	55	51	4	3	3	1	1		
TBIO AUDAZ	1	56	60	56	-4	-5	-4	1	2	32	53	50	-29	-1	1	24	22		

continúa

continuación

Cultivar ^a	GC ^c	Con fungicida									Sin fungicida								
		RTO (qq/ha) ^d			DRTO (%) ^e			CV (%) ^f			RTO (qq/ha) ^d			DRTO (%) ^e			CV (%) ^f		
		1	2 ⁱ	3 ⁱ	1	2 ⁱ	3 ⁱ	2 ⁱ	3 ⁱ	1	2 ⁱ	3 ⁱ	1	2 ⁱ	3 ⁱ	2 ⁱ	3 ⁱ		
Promedio	--	58	63	59	0	0	0	7	8	46	54	50	0	0	0	9	9		
Máximo	--	72	74	68	24	18	15	18	16	65	67	59	43	24	19	24	22		
MDS ^g	--	12	9	6	21	14	11	--	--	8	8	6	18	15	12	--	--		
CV% ^h	--	13	13	12	13	13	12	--	--	11	13	13	11	13	13	--	--		

Ver referencia al pie de la Tabla 28.

Tabla 31. Rendimiento promedio (RTO), diferencia de rendimiento porcentual (DRTO, Ec.[7]) y coeficiente de variación de DRTO (CV, Ec.[8]), de 1, 2 y 3 últimas campañas (a partir de la campaña 2019/20), para cada cultivar de la 4^a época de siembra de la RET de trigo de INTA Balcarce, con y sin fungicida (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar ^a	GC ^c	Con fungicida								
		RTO (qq/ha) ^d			DRTO (%) ^e			CV (%) ^f		
		1	2 ⁱ	3 ⁱ	1	2 ⁱ	3 ⁱ	2 ⁱ	3 ⁱ	
460*	1	61	--	--	--	-2	--	--	--	
915	2	55	52	51	49	-11	-4	7	10	
916	2	56	50	49	--	-10	-8	2	8	
920	1	53	51	50	--	-14	-6	9	9	
ACA 917	2	72	64	--	--	16	17	3	--	
ÁLAMO*	2	66	--	--	--	6	--	--	--	
ALERCE*	2	69	--	--	--	11	--	--	--	
BAG. 450	1	59	53	51	48	-5	-2	1	3	
BAG. 550	2	62	51	46	--	-1	-7	8	7	
BIO. 1008	3	63	59	54	53	2	7	4	5	
BIO. 1006	2	61	53	49	44	-1	-2	2	3	
B. AMANCAY	4	63	51	48	45	2	-6	10	9	
B. BRAVÍO CL2*	2	59	--	--	--	-5	--	--	--	
B. FULGOR*	1	67	--	--	--	9	--	--	--	
B. MUTISIA*	4	61	--	--	--	-1	--	--	--	
B. SAETA	1	66	56	53	55	7	3	6	5	
CEIBO	2	57	55	51	50	-8	0	9	8	
GINGKO	3	68	--	57	53	11	--	--	4	
IS HORNERO*	1	59	--	--	--	-5	--	--	--	
IS TORDO*	2	59	--	--	--	-5	--	--	--	
K. NUTRIA	2	55	54	50	47	-11	-2	9	8	
K. POTRO	1	59	53	51	51	-5	-3	1	4	
K. VALOR	1	54	53	50	51	-13	-2	11	10	
LG ZAINO*	2	70	--	--	--	13	--	--	--	
LGWA11-0169 (PAMPERO)*	2	59	--	--	--	-5	--	--	--	
MS INTA 815	3	69	58	52	47	11	7	7	8	
MS INTA BON. 817	3	66	57	54	49	7	5	4	4	
RGT QUIRIKO*	3	69	--	--	--	11	--	--	--	
TBIO AUDAZ	1	61	58	53	--	-2	5	6	6	
Promedio	--	62	55	51	0	0	0	6	7	
Máximo	--	72	64	57	16	17	12	11	10	
MDS ^g	--	11	7	5	17	14	10	--	--	
CV% ^h	--	11	12	11	11	12	11	--	--	

Ver referencia al pie de la Tabla 28.

Estado sanitario de la red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 12-oct-2021

Abbate P.E., Franco M.F., Cabral Farias C.A.

INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina. abbate.pablo@gmail.com

Versión original 22 de octubre de 2021.

Introducción

El objetivo del presente informe es dar a conocer el estado sanitario de los cultivares evaluados en la Red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) conducida en INTA Balcarce, a fin de ayudar a decidir el control de las enfermedades.

Materiales y métodos

Los datos presentados fueron obtenidos el 12-oct-2021, en INTA Balcarce, Estación Experimental Agropecuaria "Ing. Agr. Domingo Pasquale" (Buenos Aires, Argentina, latitud 38° S, longitud 58° O, altitud 130 m s.n.m.), ubicada en la Subregión triguera 5 (ex subregión IV). Los ensayos forman parte de la "Red de ensayos comparativos de rendimiento de trigo pan" (RET), coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (INASE), dependiente del Ministerio de Agroindustria.

Los experimentos se condujeron, sin riego y sin aplicación de fungicidas, bajo siembra directa, sobre un suelo Argiudol Típico (USDA Taxonomy), Serie Mar del Plata, con tosca presente a 70 y 100 cm de profundidad. El cultivo antecesor fue soja. Los cultivares evaluados se distribuyeron en cuatro épocas de siembra, a elección del respectivo criadero. Este informe corresponde a los cultivares presentes en la primera y segunda época de siembra.

Las enfermedades presentes y evaluadas fueron Roya amarilla o estriada (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), Mancha amarilla (*Pyrenophora tritici-repentis*), Septoriosis de la hoja (*Zymoseptoria tritici* o *Septoria tritici*), Tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae*). La severidad de la roya amarilla se evaluó por medio de la escala Cobb modificada (Roelfs *et al.*, 1992) de 0 a 100. La severidad del resto de las enfermedades se evaluó estimando el porcentaje de área foliar afectada. Las mediciones se realizaron en la hoja más enferma. El estado de desarrollo promedio del cultivo era Zadoks 32 (segundo nudo detectable). Los resultados presentados corresponden al promedio de la evaluación en la primera y segunda época de siembra.

Resultados

La severidad de cada enfermedad se presenta en la Tabla 32. En la Fig. 53 y Fig. 54 se presenta la severidad de roya amarilla y mancha amarilla, enfermedades predominantes.

Agradecimientos

A Basf por suministrar el fungicida Orquesta Plus utilizado durante la presente campaña.

Referencias

Roelfs, A.P., Singh, R.P. y Saari, E.E. 1992. *Las royas del trigo: Conceptos y métodos para el manejo de esas enfermedades*. CIMMYT. México, D.F., México.

Tabla 32. Severidad (%) de roya amarilla, mancha amarilla, septoriosis de la hoja y tizón bacteriano, evaluados el 12-oct-2021 en los cultivares participantes de la primera y segunda época de la RET-INASE de INTA Balcarce (los datos corresponden al promedio entre épocas).

Cultivar ^a	Roya amarilla	Mancha amarilla	Septoriosis	Bacteriosis
365	55	0	0	0
ACA 308	0	25	0	5
ACA 360	13	0	0	0
ACA 362	45	0	0	0
ALGARROBO	45	0	0	0
B. CUMELÉN	0	15	15	0
B. DESTELLO	20	0	0	0
B. PACIFICO	0	0	0	0
B. PEREGRINO	0	0	0	0
BAG. 620	5	5	0	0
BAG. 680	40	0	0	0
BAG. 750	50	0	0	0
BAG. 802	25	0	0	0
BAG. 820	10	10	0	0
BASILIO	0	28	0	0
CEDRO	0	20	0	10
FRESNO	0	10	0	0
JACARANDÁ	3	0	0	0
K. CIEN AÑOS	0	20	0	0
K. GEMINIS	3	5	0	0
LG ARYAL	0	15	0	0
MAITÉN	0	0	0	0
MS INTA 119	3	10	0	0
MS INTA BON. 215	5	0	5	0
PEHUÉN	0	0	0	0
SAUCE	5	3	0	0
SY 109	0	10	0	0
SY 120	13	0	0	0
SY 200	0	15	0	0
SY 211	0	5	0	0
TIMBÓ	25	0	0	0

^a Abreviaturas: B., Buck; K., Klein; BON., Bonaerense; BAG., Baguette.

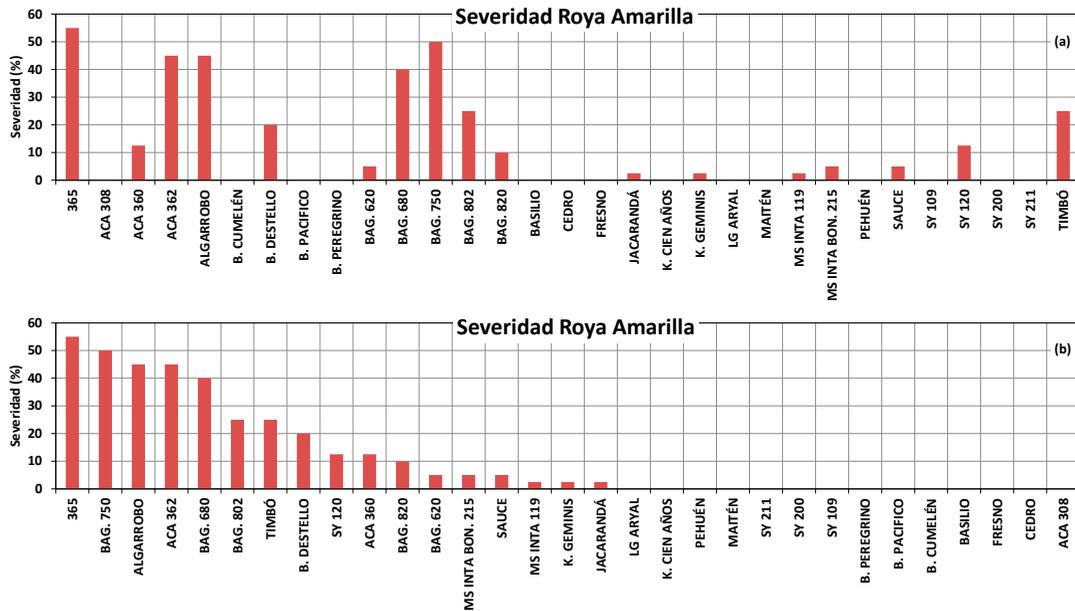


Fig. 53. Severidad (%) de roya amarilla evaluada el 12-oct-2021 en la RET-INASE de INTA Balcarce: (a) resultados ordenados alfabéticamente por cultivar, (b) resultados ordenados por el nivel de severidad.

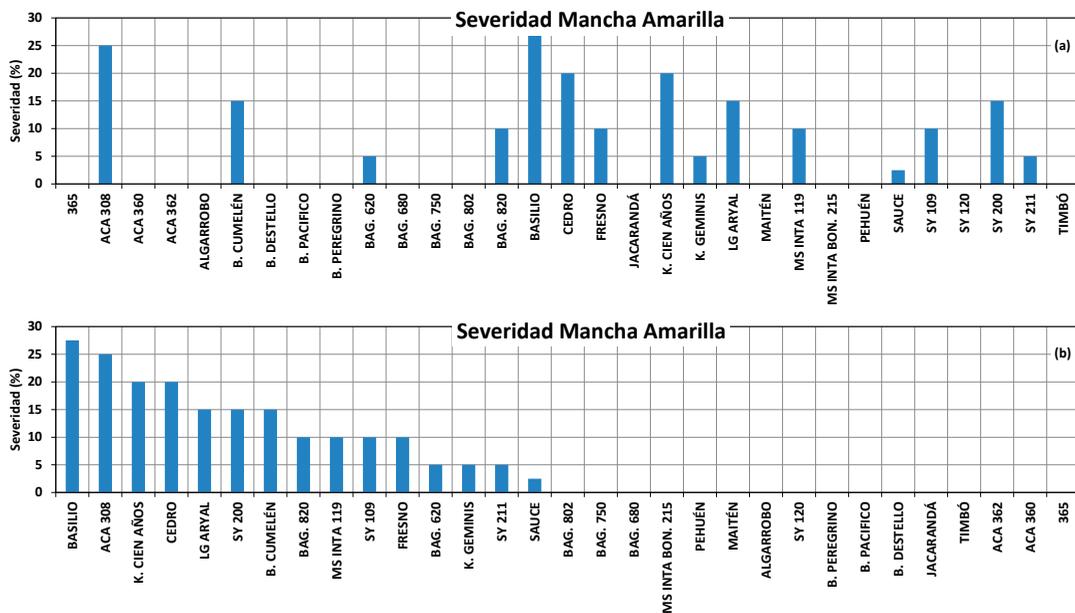


Fig. 54. Severidad (%) de mancha amarilla evaluada el 12-oct-2021 en la RET-INASE de INTA Balcarce: (a) resultados ordenados alfabéticamente por cultivar, (b) resultados ordenados por el nivel de severidad.

Estado sanitario en la red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 25-oct-2021

Abbate P.E., Franco M.F, Cabral Farias C.A.

INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina. abbate.pablo@gmail.com

Versión digital original 1 de noviembre de 2021.

Introducción

A fin de ayudar a tomar decisiones sobre el control de enfermedades en trigo en la presente campaña, en un informe anterior (Abbate *et al.*, 2021) se dio a conocer el estado sanitario de los cultivares de ciclo largo evaluados en la Red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) conducida en INTA Balcarce, al inicio de encañazón (12-oct-2021). En esta oportunidad se presenta el estado sanitario de los cultivares de ciclo largo y corto, luego de la expansión de la hoja bandera.

Materiales y métodos

Los datos presentados fueron obtenidos el 25-oct-2021, en INTA Balcarce, Estación Experimental Agropecuaria "Ing. Agr. Domingo Pasquale" (Buenos Aires, Argentina, latitud 38° S, longitud 58° O, altitud 130 m s.n.m.), ubicada en la Subregión triguera 5 (ex subregión IV). Los ensayos forman parte de la "Red de ensayos comparativos de rendimiento de trigo pan" (RET), coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (INASE), dependiente del Ministerio de Agroindustria.

Los experimentos se condujeron, sin riego y sin aplicación de fungicidas, bajo siembra directa, sobre un suelo Argiudol Típico (USDA Taxonomy), Serie Mar del Plata, con tosca presente a 70 y 100 cm de profundidad. El cultivo antecesor fue soja. Los cultivares evaluados se distribuyeron en cuatro épocas de siembra, a elección del respectivo criadero. Este informe corresponde a los cultivares presentes en la primera y tercera época de siembra.

Las enfermedades presentes y evaluadas fueron Roya amarilla o estriada (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), Mancha amarilla (*Pyrenophora tritici-repentis*), Septoriosis de la hoja (*Zymoseptoria tritici* o *Septoria tritici*), Tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae*). La severidad de la roya amarilla se evaluó por medio de la escala Cobb modificada (Roelfs *et al.*, 1992) de 0 a 100. La severidad del resto de las enfermedades se evaluó estimando el porcentaje de área foliar afectada. Las mediciones se realizaron en las tres últimas hojas expandidas (hoja bandera y las dos anteriores). Los resultados presentados corresponden a la mayor severidad registrada entre las tres hojas evaluadas.

Resultados

La severidad de cada enfermedad, para los cultivares de ciclo largo (primera época de siembra de la RET-INASE), se presenta en la Tabla 33. En la Fig. 55 y Fig. 56 se presenta la severidad de roya amarilla y mancha amarilla, enfermedades predominantes. Los resultados para los cultivares de ciclo corto (tercera época de siembra de la RET-INASE) se presentan en la Tabla 34, Fig. 57 y Fig. 58.

Agradecimientos

A Basf por suministrar el fungicida Orquesta Plus utilizado durante la presente campaña.

Referencias

Abbate P.E., Franco M.F. y Cabral Farias C.A. 2021. Estado sanitario de la red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 12-oct-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/Q7D0u>.

Roelfs, A.P., Singh, R.P. y Saari, E.E. 1992. Las royas del trigo: Conceptos y métodos para el manejo de esas enfermedades. CIMMYT. México, D.F., México.

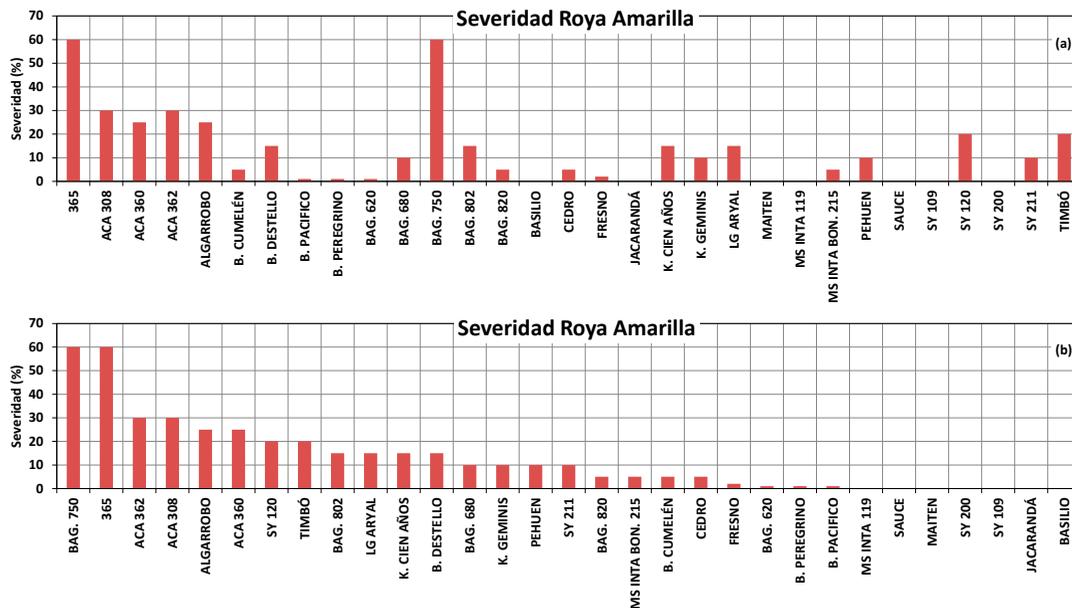


Fig. 55. Severidad (%) de roya amarilla evaluada el 25-oct-2021 en los cultivares de ciclo largo participantes de la primera época de siembra de la RET-INASE de INTA Balcarce durante la campaña 2021/22: (a) resultados ordenados alfabéticamente por cultivar, (b) resultados ordenados por el nivel de severidad.

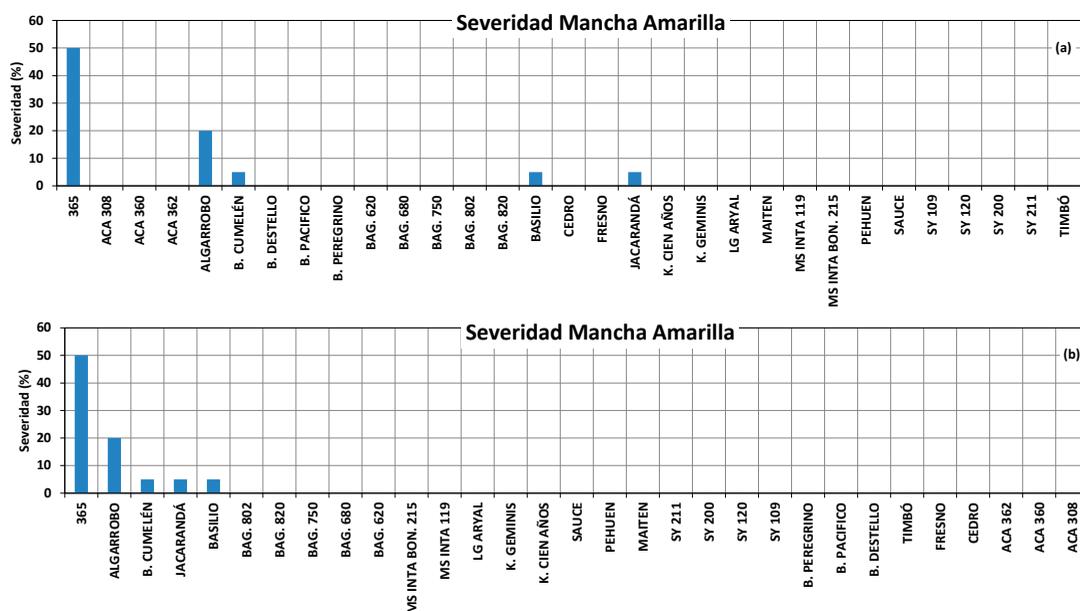


Fig. 56. Severidad (%) de mancha amarilla evaluada el 25-oct-2021 en los cultivares de ciclo largo participantes de la primera época de siembra de la RET-INASE de INTA Balcarce durante la campaña 2021/22: (a) resultados ordenados alfabéticamente por cultivar, (b) resultados ordenados por el nivel de severidad.

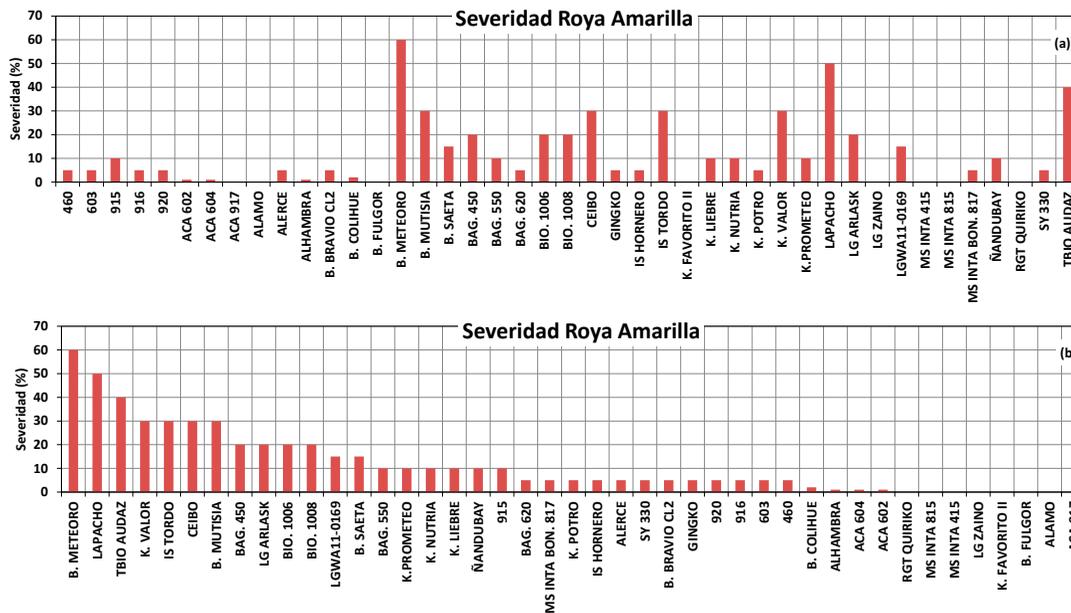


Fig. 57. Severidad (%) de roya amarilla evaluada el 25-oct-2021 en los cultivares de ciclo corto participantes de la tercera época de siembra de la RET-INASE de INTA Balcarce durante la campaña 2021/22: (a) resultados ordenados alfabéticamente por cultivar, (b) resultados ordenados por el nivel de severidad.

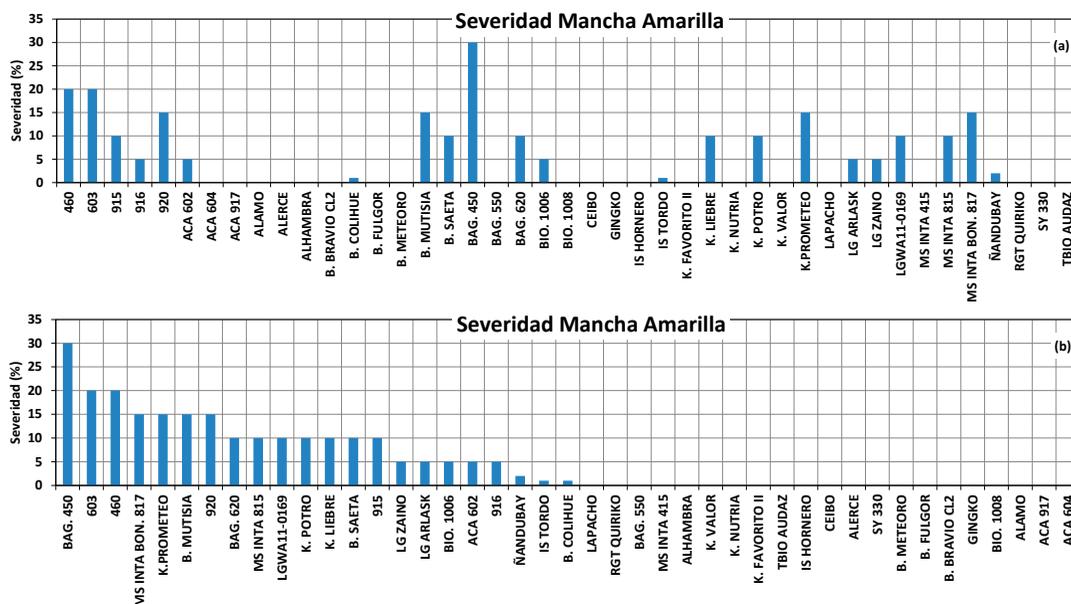


Fig. 58. Severidad (%) de mancha amarilla evaluada el 25-oct-2021 en los cultivares de ciclo corto participantes de la tercera época de siembra de la RET-INASE de INTA Balcarce durante la campaña 2021/22: (a) resultados ordenados alfabéticamente por cultivar, (b) resultados ordenados por el nivel de severidad.

Tabla 33. Severidad (%) de roya amarilla, mancha amarilla, septoriosis de la hoja y tizón bacteriano, evaluados el 25-oct-2021 en los cultivares de ciclo largo participantes de la primera época de la RET-INASE de INTA Balcarce durante la campaña 2021/22.

Cultivar ^a	Roya amarilla	Mancha amarilla	Septoriosis	Bacteriosis
365	60	50	0	0
ACA 308	30	0	0	0
ACA 360	25	0	0	0
ACA 362	30	0	0	0
ALGARROBO	25	20	0	0
B. CUMELÉN	5	5	0	0
B. DESTELLO	15	0	0	0
B. PACIFICO	1	0	0	0
B. PEREGRINO	1	0	0	0
BAG. 620	1	0	0	0
BAG. 680	10	0	0	0
BAG. 750	60	0	0	0
BAG. 802	15	0	0	0
BAG. 820	5	0	0	0
BASILIO	0	5	0	0
CEDRO	5	0	0	0
FRESNO	2	0	0	0
JACARANDÁ	0	5	0	0
K. CIEN AÑOS	15	0	0	0
K. GEMINIS	10	0	0	0
LG ARYAL	5	0	0	0
MAITEN	0	0	0	0
MS INTA 119	0	0	0	0
MS INTA BON. 215	5	0	0	0
PEHUEN	10	0	0	0
SAUCE	0	0	0	0
SY 109	0	0	0	0
SY 120	20	0	0	0
SY 200	0	0	0	0
SY 211	10	0	0	0
TIMBÓ	20	0	0	0

^a Abreviaturas: B., Buck; K., Klein; BON., Bonaerense; BAG., Baguette.

Tabla 34. Severidad (%) de roya amarilla, mancha amarilla, septoriosis de la hoja y tizón bacteriano, evaluados el 25-oct-2021 en los cultivares de ciclo corto participantes de la tercera época de la RET-INASE de INTA Balcarce durante la campaña 2021/22.

Cultivar ^a	Roya amarilla	Mancha amarilla	Septoriosis	Bacteriosis
460	5	20	0	0
603	5	20	0	0
915	10	10	0	0
916	5	5	1	0
920	5	15	0	0
ACA 602	1	5	0	0
ACA 604	1	0	0	0
ACA 917	0	0	0	0
ALAMO	0	0	0	0
ALERCE	5	0	0	0
ALHAMBRA	1	0	1	0
B. BRAVIO CL2	5	0	0	0
B. COLIHUE	2	1	0	0
B. FULGOR	0	0	0	0
B. METEORO	60	0	0	0
B. MUTISIA	30	15	0	0
B. SAETA	15	10	0	0
BAG. 450	20	30	0	0
BAG. 550	10	0	0	0
BAG. 620	5	10	0	0
BIO. 1006	20	5	0	0
BIO. 1008	20	0	0	0
CEIBO	30	0	0	0
GINGKO	5	0	0	0
IS HORNERO	5	0	1	0
IS TORDO	30	1	0	0
K. FAVORITO II	0	0	0	0
K. LIEBRE	10	10	0	0
K. NUTRIA	10	0	0	0
K. POTRO	5	10	0	0
K. VALOR	30	0	0	0
K.PROMETEO	10	15	0	2
LAPACHO	50	0	0	0
LG ARLASK	20	5	0	0
LG ZAINO	0	5	0	0
LGWA11-0169	15	10	0	0
MS INTA 415	0	0	0	0
MS INTA 815	0	10	2	0
MS INTA BON. 817	5	15	0	1
ÑANDUBAY	10	2	0	2

continúa

continuación

Cultivar ^a	Roya amarilla	Mancha amarilla	Septoriosis	Bacteriosis
RGT QUIRIKO	0	0	0	0
SY 330	5	0	5	0
TBIO AUDAZ	40	0	0	0

^a Abreviaturas: B., Buck; K., Klein; BON., Bonaerense; BAG., Baguette.

Estimación del agua útil disponible en el suelo para la red de evaluación de cultivares de trigo (RET-NASE) de INTA Balcarce, al 15-sep-2021

P.E. Abbate

INTA Balcarce. Abbate.pablo@inta.gob.ar

Versión original 23 de septiembre de 2021.

Introducción

En este informe se presenta el balance de agua del suelo tomando como referencia los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de INTA Balcarce. A diferencia de los balances de agua que he difundido anteriormente, este está calculado por medio de la aplicación DSSAT 47. Esta es la primera versión de DSSAT que calcula la evapotranspiración potencial (ETP) por medio del método FAO 56, el método más difundido y confiable para estimar la ETP. A diferencia de otras aplicaciones en las cuales el coeficiente de cultivo (Kc) debe ser establecido por el usuario a partir de valores genéricos o promedios, DSSAT 47 estima el Kc para las condiciones particulares bajo estudio, a partir del área foliar estimada, la humedad del suelo y otras variables secundarias. De hecho, hasta ahora, DSSAT 47 es el modelo que mejor estimó el contenido de agua del suelo de ensayos de trigo conducidos en Balcarce.

Metodología

Las situaciones analizadas fueron 4, correspondientes a 2 casos de suelos x 2 fechas de siembra. Las situaciones de suelo analizadas fueron:

- 1) Suelo profundo (100 cm), correspondiente al bajo del lote donde se realiza la RET-INASE de INTA Balcarce.
- 2) Suelo modernamente somero (70 cm), correspondiente a la loma del lote donde se realiza la RET-INASE de INTA Balcarce.

Las fechas de siembra fueron:

- 1) 10-jun, fecha correspondiente a la 1° época de siembra de la RET-INASE de INTA Balcarce, apropiada para la mayoría de los cultivares de ciclo largo.
- 2) 20-jul, fecha correspondiente a la 3° época de siembra de la RET-INASE de INTA Balcarce, apropiada para la mayoría de los cultivares de ciclo corto.

En las cuatro situaciones, el balance se computó a partir del 1-abr a fin de estimar la situación hídrica del suelo a la siembra.

La Fig. 59 es un ejemplo del resultado de la estimación del agua disponible en el suelo, en el cual se agregaron aclaraciones para facilitar su interpretación. La línea negra muestra el agua útil disponible (agua entre capacidad de campo y coeficiente de marchitez permanente) estimada para el año en consideración. Línea azul punteada, es la cantidad de agua útil disponible presente en el 50% de los años; las líneas verde y roja punteadas corresponden a la cantidad de agua disponible presente en el 25 y 75% de los años. Estas probabilidades de agua disponibles se calcularon aplicando la definición de probabilidad, es decir, contando la cantidad de años que cumplieron la una condición establecida, sin hacer supuestos sobre la distribución de frecuencia de los datos. El cálculo se realizó entre los años 1990-2020, no se consideraron años anteriores porque a causa del cambio climático, estos podrían ser poco representativos de los años actuales.

La línea verde, es la máxima cantidad de agua útil que el suelo puede acumular en el perfil explorado por las raíces, corresponde a la capacidad de campo del suelo, es creciente hasta que las raíces alcanzan la profundidad máxima. Si el agua útil disponible (línea negra) está por arriba de la línea verde significa que hubo drenaje de agua por debajo de la zona radical. Línea roja, corresponde al 50% de la línea verde. Si el agua útil disponible (línea negra) está por debajo de la línea roja, el cultivo estaría en estrés hídrico. Las barras grises son las precipitaciones del año en consideración.

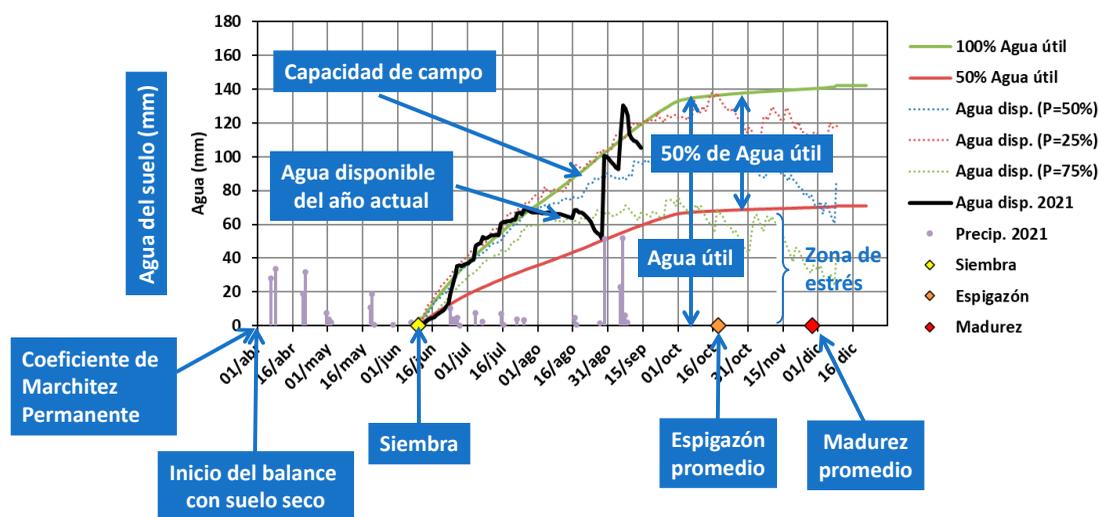


Fig. 59. Ejemplo de estimación del agua útil disponible en el suelo para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de INTA Balcarce.

Resultados

Las Fig. 60 y Fig. 61 muestran que los cultivares de ciclo largo estuvieron por entrar en estrés hídrico a fines de agosto, pero no se llegó a esta situación por la ocurrencia de lluvias oportunas. Por su parte, la disponibilidad hídrica de los cultivares de ciclo corto hasta fines de agosto fue baja (semejante a la disponibilidad alcanzada en el 75% de los años), pero sin llegar a estar por debajo del 50% del agua útil, es decir, sin llegar a alcanzar estrés hídrico.

Por otra parte, según se pudo estimar, debido a las lluvias de fines de agosto y principios de septiembre, el suelo sobrepasó la capacidad de campo el 9-sep. Por lo cual es probable que

haya habido lavado del agua del suelo por debajo de la profundidad alcanzada por las raíces en esa fecha. El lavado es particularmente importante para el caso del nitrógeno disponible para el cultivo. Con suelo profundo (Fig. 60 y Fig. 62) la raíces no habrían alcanzado aún la profundidad máxima, por lo cual es de esperar que el cultivo pueda acceder al nitrógeno eventualmente lavado cuando las raíces profundicen el suelo. Sin embargo, con suelo más somero (Fig. 61 y Fig. 63), el lavado habría excedido la máxima profundidad de las raíces, particularmente en los cultivares de ciclo corto (Fig. 63). En conclusión, las fertilizaciones nitrogenadas realizadas antes del 9-sep pueden haber sido afectadas por lavado, particularmente en cultivares de ciclo corto con suelo somero.

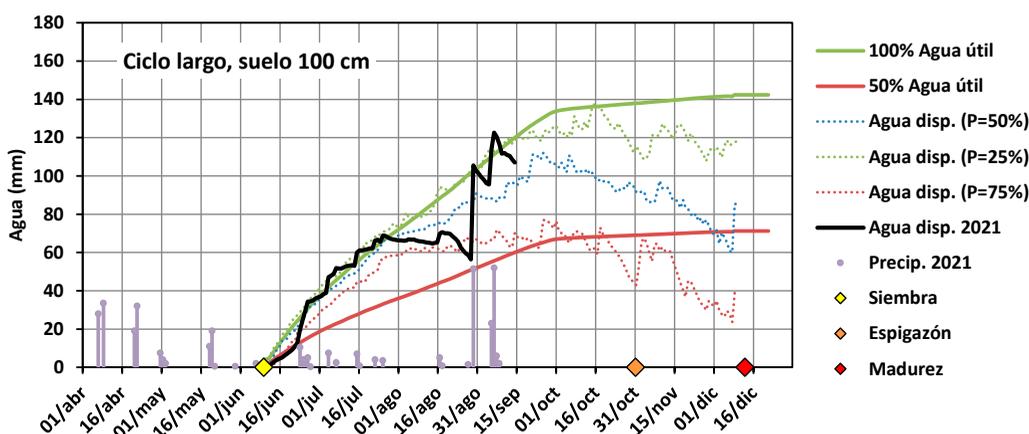


Fig. 60. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo largo, con suelo de 100 cm de profundidad, para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de INTA Balcarce, al 15-sep-2021.

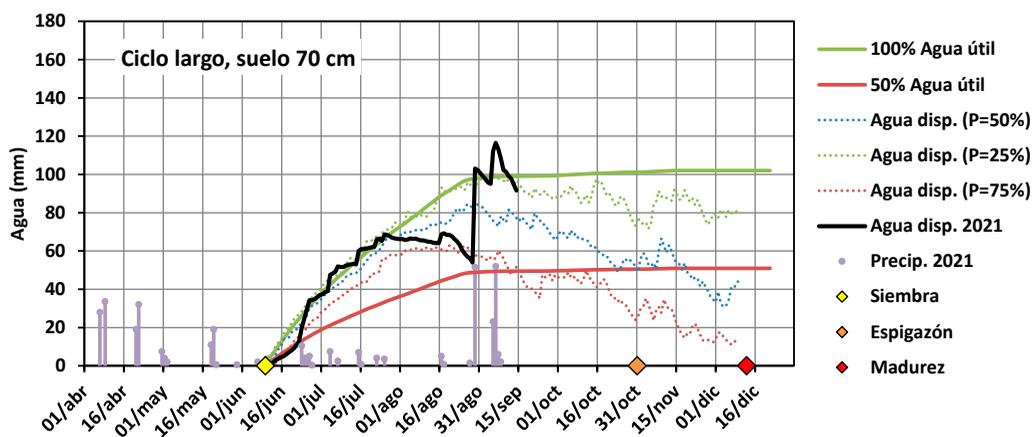


Fig. 61. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo largo, con suelo de 70 cm de profundidad, para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de INTA Balcarce, al 15-sep-2021.

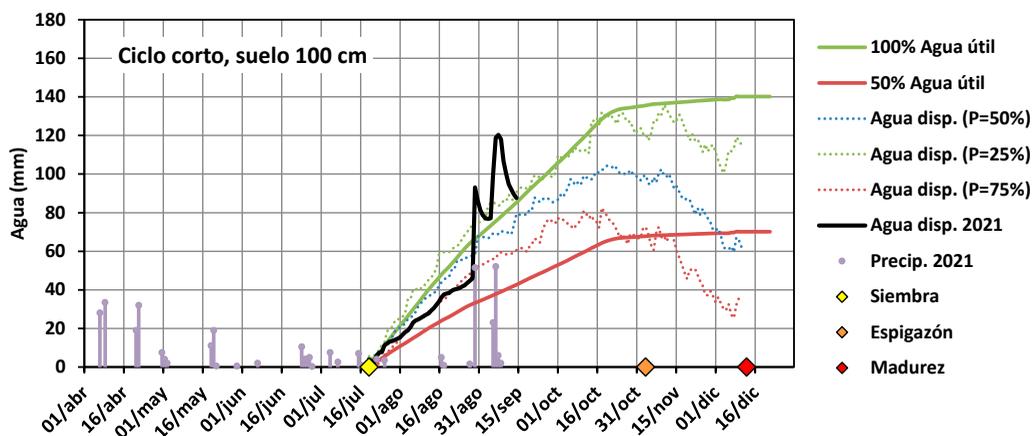


Fig. 62. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo corto, con suelo de 100 cm de profundidad, para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de INTA Balcarce, al 15-sep-2021.

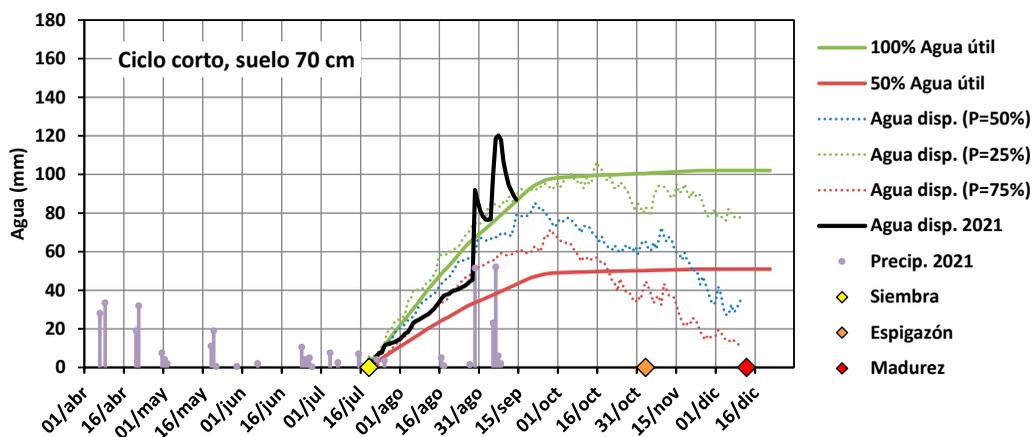


Fig. 63. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo corto, con suelo de 70 cm de profundidad, para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de INTA Balcarce, al 15-sep-2021.

Estimación del agua útil disponible en el suelo para la red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de la CE-MDA Miramar, al 15-sep-2021

Abbate P.E.¹, Villafañe M.²

¹INTA Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

²CE-MDA Miramar, Buenos Aires, Argentina.

Versión original 27 de septiembre de 2021

Introducción

En un informe reciente (Abbate, 2021) se estimó el agua disponible en el suelo para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de INTA Balcarce, al 15-sep-2021. Se encontró que con las últimas lluvias hubo lavado de agua, y eventualmente de nitrógeno, por debajo del perfil explorado por las raíces. Con suelo profundo, más de 100 cm, es de esperar que las raíces continúen profundizando y accedan al nitrógeno lavado. No obstante, en suelos más someros (< 70 cm) y particularmente con cultivares de ciclo corto, es muy probable que el nitrógeno lavado haya quedado definitivamente fuera del alcance de las raíces. Cabe preguntarse si la situación de la RET-INASE de INTA Balcarce es similar a la de otros sitios de evaluación de la RET de la Subregión 5 (ex subregión IV). Por tal motivo, en esta oportunidad, estimamos el agua disponible en el suelo para la RET-INASE de la CE-MDA Miramar.

Metodología

Las estimaciones se realizaron por medio de la aplicación DSSAT 47. Esta es la primera versión de DSSAT que calcula la evapotranspiración potencial (ETP) por medio del método FAO 56, el método más difundido y confiable para estimar la ETP. A diferencia de otras aplicaciones en las cuales el coeficiente de cultivo (Kc) debe ser establecido por el usuario a partir de valores genéricos o promedios, DSSAT 47 estima el Kc para las condiciones particulares bajo estudio, a partir del área foliar estimada, la humedad del suelo y otras variables secundarias. De hecho, hasta ahora, DSSAT 47 es el modelo que mejor estimó el contenido de agua del suelo de ensayos de trigo conducidos en Balcarce.

De manera equivalente al analizar la disponibilidad hídrica de la RET-INASE de INTA Balcarce, se consideraron 4 situaciones, correspondientes a 2 casos de suelos x 2 fechas de siembra. Las situaciones de suelo analizadas fueron:

- 1) Suelo profundo (120 cm), correspondiente al bajo del lote donde se realiza la RET-INASE de la CE-MDA Miramar.
- 2) Suelo modernamente somero (90 cm), correspondiente a la loma del lote donde se realiza la RET-INASE de la CE-MDA Miramar.

Las fechas de siembra fueron:

- 1) 10-jun, fecha correspondiente a la 1° época de siembra de la RET-INASE de la CE-MDA Miramar, apropiada para la mayoría de los cultivares de ciclo largo.
- 2) 20-jul, fecha correspondiente a la 3° época de siembra de la RET-INASE de la CE-MDA Miramar, apropiada para la mayoría de los cultivares de ciclo corto.

En las cuatro situaciones, el balance se computó a partir del 1-abr a fin de estimar la situación hídrica del suelo a la siembra. Los datos meteorológicos utilizados para realizar las estimaciones fueron la temperatura máxima y mínima y la precipitación diaria medidas en la CE-MDA Miramar. El resto de las variables meteorológicas necesarias: radiación solar, velocidad de viento y punto de rocío diarias, fueron medidas en INTA-Balcarce.

La Fig. 64 es un ejemplo del resultado de la estimación del agua disponible en el suelo, en el cual se agregaron aclaraciones para facilitar su interpretación. La línea negra muestra el agua útil disponible (agua entre capacidad de campo y coeficiente de marchitez permanente) estimada para el año en consideración. Línea azul punteada, es la cantidad de agua útil disponible presente en el 50% de los años; las líneas verde y roja punteadas corresponden a la cantidad de agua disponible presente en el 25 y 75% de los años. Estas probabilidades de agua disponibles se calcularon aplicando la definición de probabilidad, es decir, contando la cantidad de años que cumplieron la una condición establecida, sin hacer supuestos sobre la distribución de frecuencia de los datos. El cálculo se realizó entre los años 1990-2020, no se consideraron años anteriores porque a causa del cambio climático, estos podrían ser poco representativos de los años actuales.

La línea verde, es la máxima cantidad de agua útil que el suelo puede acumular en el perfil explorado por las raíces, corresponde a la capacidad de campo del suelo, es creciente hasta que las raíces alcanzan la profundidad máxima. Si el agua útil disponible (línea negra) está por arriba de la línea verde significa que hubo drenaje de agua por debajo de la zona radical. Línea roja, corresponde al 50% de la línea verde. Si el agua útil disponible (línea negra) está por debajo de la línea roja, el cultivo estaría en estrés hídrico. Las barras grises son las precipitaciones del año en consideración.

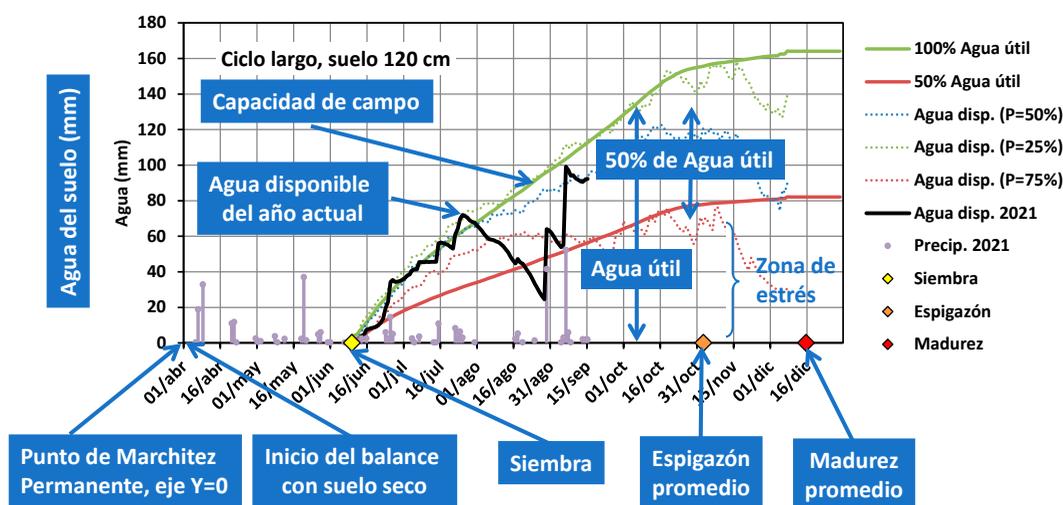


Fig. 64. Ejemplo de estimación del agua útil disponible en el suelo para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de CE-MDA Miramar.

Resultados

Se estimó que los cultivares de ciclo largo (Fig. 65 y Fig. 66) comenzaron con buena disponibilidad hídrica la cual fue desmejorando hasta entrar en un período de estrés hídrico durante la segunda quincena de agosto. Las lluvias de fines de agosto y primera quincena de septiembre revistieron esa situación llevando el suelo a capacidad de campo, sin que se produzcan lavados de agua como los estimados para INTA Balcarce. No es de esperar que el estrés hídrico que padeció el cultivo genere pérdida de rendimiento.

Por su parte, se estimó que la disponibilidad hídrica de los cultivares de ciclo corto (Fig. 67 y Fig. 68) fue inicialmente alta y se fue reduciendo hasta alcanzar un contenido semejante al del 75% de los años a fines de agosto. Las lluvias de fines de agosto y primera quincena de septiembre, no solo habrían recargado el agua del suelo, sino que también habrían producido lavado por debajo del perfil explorado por las raíces a la fecha. Con suelo profundo es de esperar que las raíces continúen profundizando y accedan al nitrógeno lavado. Incluso, en suelos más someros y con cultivares de ciclo corto, si bien puede estar ocurriendo un lavado temporario, lo más probable es que el nitrógeno lavado no haya excedido la máxima profundización de las raíces y que pueda ser aprovechado en estados más avanzados.

En conclusión, según pudo estimarse, la disponibilidad hídrica de la CE-MDA Miramar fue un poco más baja que la de INTA Balcarce, por lo cual, en Miramar se alcanzó un nivel de estrés hídrico que no se habría dado en Balcarce. Además, en Miramar el lavado del suelo habría sido de menor intensidad, por lo cual, pudo haber ocurrido un lavado temporario, pero es poco probable que el nitrógeno lavado haya quedado por debajo de la máxima profundidad que alcanzarían las raíces.

Referencias

Abbate P.E. 2021. Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 15-sep-2021. INTA Balcarce. Documento PDF. t.ly/DRxY

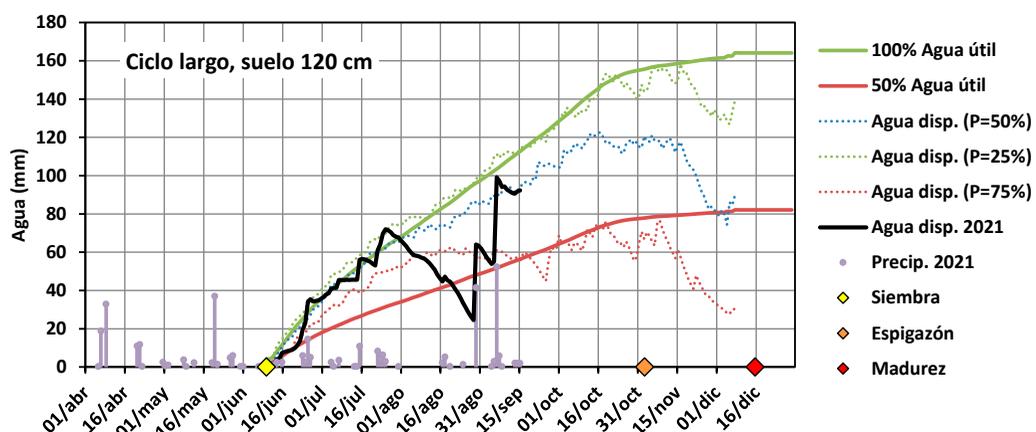


Fig. 65. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo largo, con suelo de 120 cm de profundidad, para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de la CE-MDA Miramar, al 15-sep-2021.

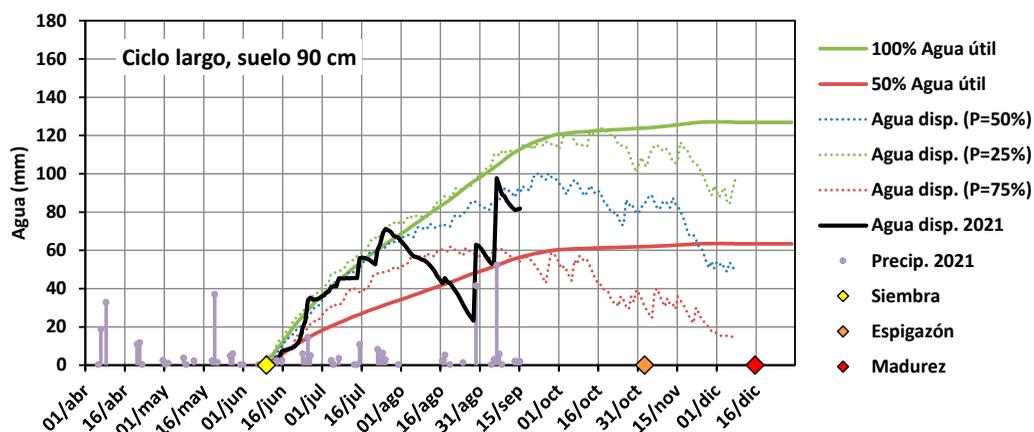


Fig. 66. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo largo, con suelo de 90 cm de profundidad, para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de la CE-MDA Miramar, al 15-sep-2021.

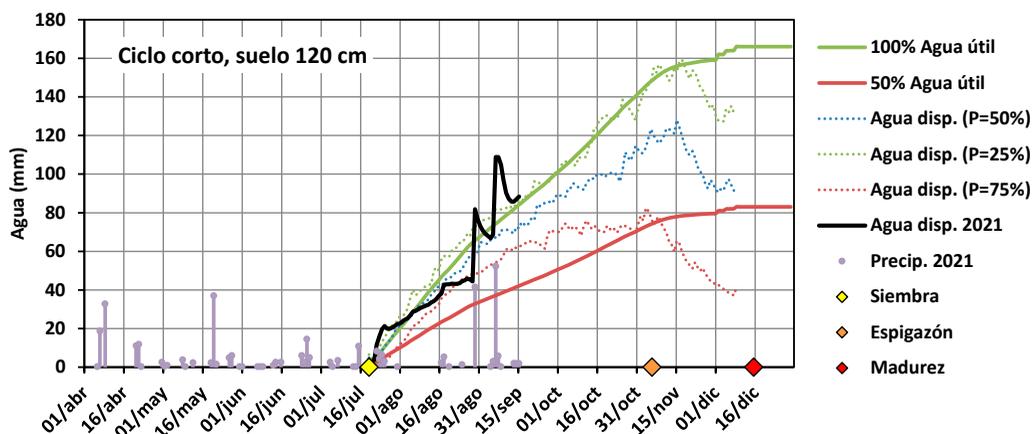


Fig. 67. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo corto, con suelo de 120 cm de profundidad, para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de la CE-MDA Miramar, al 15-sep-2021.

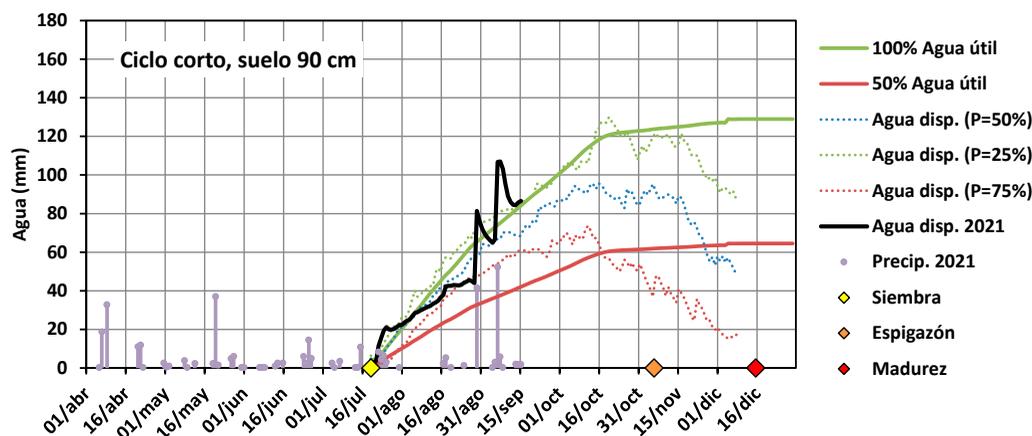


Fig. 68. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo corto, con suelo de 90 cm de profundidad, para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de la CE-MDA Miramar, al 15-sep-2021.

Estimación del agua útil disponible en el suelo para la red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) del Criadero Buck, al 15-sep-2021

Abbate P.E.¹, Martino D.L.², González L.J.²

¹INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

²Criadero Buck. La Dulce, Buenos Aires, Argentina.

Versión original 29 de septiembre de 2021.

Introducción

En dos informes previos (Abbate 2021; Abbate y Villafañe 2021) se estimó el agua disponible en el suelo para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de INTA Balcarce y la CEMDA Miramar, al 15-sep-2021. Para saber si la situación hídrica de las RET-INASE del sudeste de la Subregión 5 (ex subregión IV) es comparable con la situación hacia el oeste, se realizó la estimación del agua disponible en el suelo para la RET-INASE conducida en el Criadero Buck.

Metodología

Las estimaciones se realizaron por medio de la aplicación DSSAT 47. Esta es la primera versión de DSSAT que calcula la evapotranspiración potencial (ETP) por medio del método FAO 56, el método más difundido y confiable para estimar la ETP. A diferencia de otras aplicaciones en las cuales el coeficiente de cultivo (Kc) debe ser establecido por el usuario a partir de valores genéricos o promedios, DSSAT 47 estima el Kc para las condiciones particulares bajo estudio, a partir del área foliar estimada, la humedad del suelo y otras variables secundarias. De hecho, hasta ahora, DSSAT 47 es el modelo que mejor estimó el contenido de agua del suelo de ensayos de trigo conducidos en Balcarce.

De manera equivalente al analizar la disponibilidad hídrica de la RET-INASE de INTA Balcarce, se consideraron 4 situaciones, correspondientes a 2 casos de suelos x 2 fechas de siembra. Las situaciones de suelo analizadas fueron:

- 1) Suelo profundo (100 cm), correspondiente al bajo del lote donde se realiza la RET-INASE del Criadero Buck.
- 2) Suelo modernamente somero (70 cm), correspondiente a la loma del lote donde se realiza la RET-INASE del Criadero Buck.

Las fechas de siembra fueron:

- 1) 10-jun, fecha correspondiente a la 1° época de siembra de la RET-INASE de la Subregión 5, apropiada para la mayoría de los cultivares de ciclo largo.

2) 20-jul, fecha correspondiente a la 3° época de siembra de la RET-INASE de la Subregión 5, apropiada para la mayoría de los cultivares de ciclo corto.

En las cuatro situaciones, el balance se computó a partir del 1-abr a fin de estimar la situación hídrica del suelo a la siembra. Los datos meteorológicos utilizados para realizar las estimaciones fueron la temperatura máxima y mínima y la precipitación diaria medidas en el Criadero Buck. El resto de las variables meteorológicas necesarias: radiación solar, velocidad de viento y punto de rocío diarias, fueron medidas en INTA-Balcarce.

La Fig. 69 es un ejemplo del resultado de la estimación del agua disponible en el suelo, en el cual se agregaron aclaraciones para facilitar su interpretación. La línea negra muestra el agua útil disponible (agua entre capacidad de campo y coeficiente de marchitez permanente) estimada para el año en consideración. La línea verde, es la máxima cantidad de agua útil que el suelo puede acumular en el perfil explorado por las raíces, corresponde a la capacidad de campo del suelo, es creciente hasta que las raíces alcanzan la profundidad máxima. Si el agua útil disponible (línea negra) está por arriba de la línea verde significa que hubo drenaje de agua por debajo de la zona radical. Línea roja, corresponde al 50% de la línea verde. Si el agua útil disponible (línea negra) está por debajo de la línea roja, el cultivo estaría en estrés hídrico. Las barras grises son las precipitaciones del año en consideración.

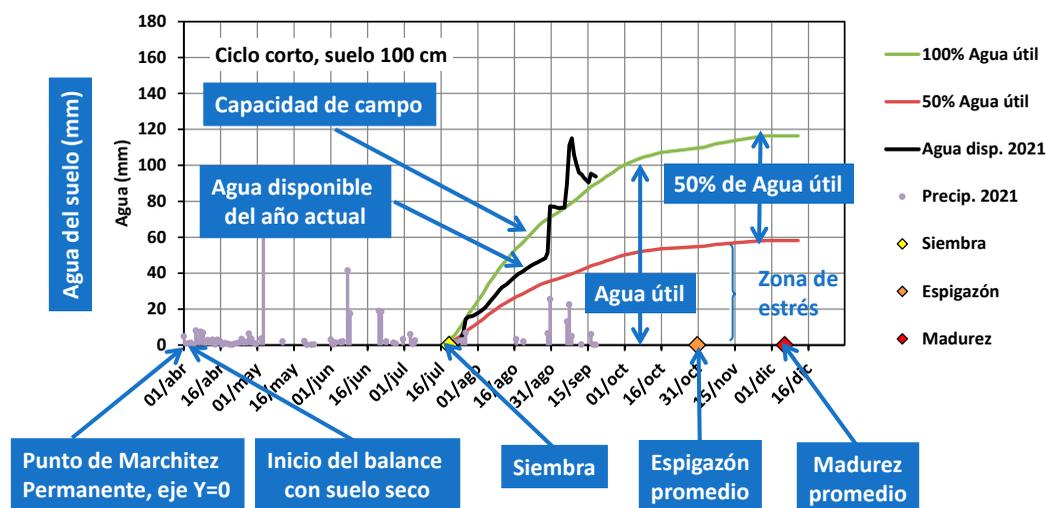


Fig. 69. Ejemplo de estimación del agua útil disponible en el suelo para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE del Criadero Buck.

Resultados

Se estimó que los cultivares de ciclo largo (Fig. 70 y Fig. 71) comenzaron con buena disponibilidad hídrica la cual fue desmejorando hasta que las lluvias de la primera quincena de septiembre recargaron el perfil con agua, sin que el cultivo alcance a presentar estrés hídrico. Según pudo estimarse, estas lluvias no solo recargaron el suelo, sino que produjeron lavado del perfil por debajo de la profundidad actual de las raíces, en particular con el suelo somero (70 cm). Por su parte, se estimó que la disponibilidad hídrica de los cultivares de ciclo corto (Fig. 72 y Fig. 73) fue inicialmente alta y luego se mantuvo cerca del 75% del agua útil. Al igual que para los cultivares de ciclo largo, las lluvias de la primera quincena de septiembre, no solo habrían recargado el

agua del suelo, sino que también habrían producido lavado por debajo del perfil explorado por las raíces a la fecha, en particular con el suelo somero.

Con suelo profundo es de esperar que las raíces continúen profundizando y accedan al nitrógeno eventualmente lavado. Pero, en suelos más someros y en especial con cultivares de ciclo corto, es de suponer que una parte del nitrógeno lavado se haya perdido definitivamente.

Considerando las tres localidades, el trigo tuvo un período en que se redujo la disponibilidad de agua hasta la ocurrencia de lluvias de la primera quincena de septiembre. Luego de las lluvias las situaciones fueron: (1) las lluvias no produjeron lavado del perfil, caso del suelo profundo (120 cm) de Miramar con cultivares de ciclo largo. (2) Hubo lavado del perfil sin superar la profundidad máxima de las raíces, caso de los suelos de 100 cm de Balcarce y La Dulce, y con cultivares de ciclo corto en Miramar. (3) Hubo lavado del perfil superando la profundidad máxima de las raíces, caso de Balcarce y La Dulce con suelo somero (70 cm), especialmente con cultivares de ciclo corto. El caso 1 es trivial. En el caso 2 y 3 convendría adelantar la refertilización. Seguramente el amarilleo del cultivo confirme la necesidad de adelantar la fertilización. La pregunta que sigue es ¿con qué dosis refertilizar? En el caso 2 se podría seguir el plan de fertilización inicial ya que el N que se lavó estará disponible en unos 15 días. En el caso 3, hubo pérdida de N en profundidad, por lo cual habría que recalcular la dosis subiéndola.

En conclusión, según pudo estimarse para las cuatro situaciones de la RET-INASE conducida en el Criadero Buck, hubo lavado del perfil debido a las lluvias de la primera quincena de septiembre. Con suelo profundo (100 cm), este lavado pudo haber sido temporario, pero con suelo más somero (70 cm) es muy probable que el lavado habría excedido la máxima profundidad de las raíces, particularmente en los cultivares de ciclo corto.

Referencias

- Abbate P.E. 2021. *Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 15-sep-2021*. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/LP8d>
- Abbate P.E. y Villafañe M. 2021. *Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de la CE-MDA Miramar, al 15-sep-2021*. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/3R5M>

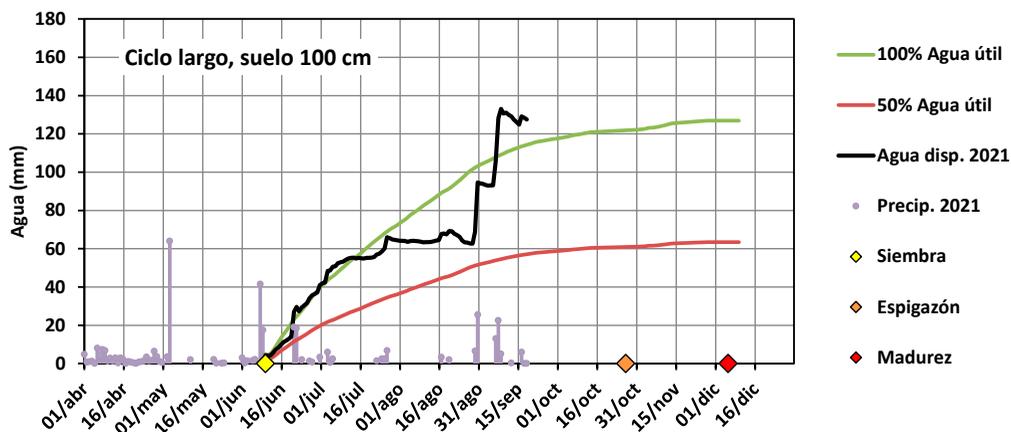


Fig. 70. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo largo, con suelo de 100 cm de profundidad, para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE del Criadero Buck, al 15-sep-2021.

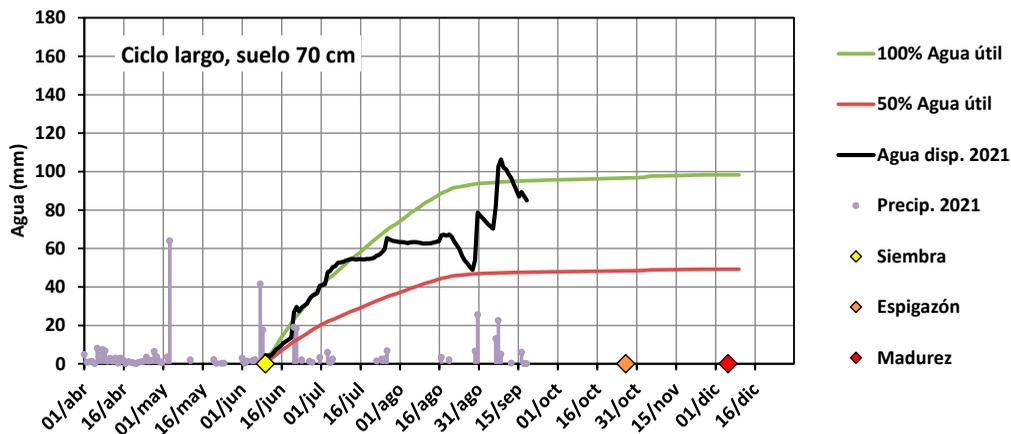


Fig. 71. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo largo, con suelo de 70 cm de profundidad, para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE del Criadero Buck, al 15-sep-2021.

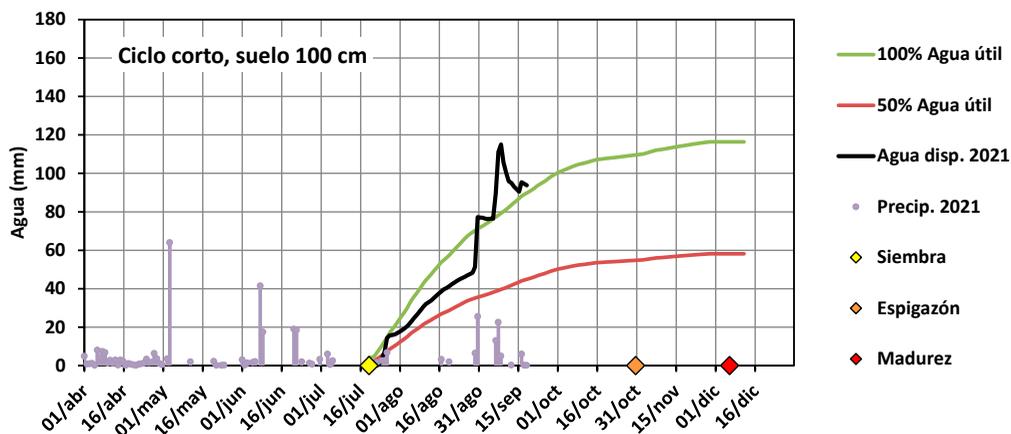


Fig. 72. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo corto, con suelo de 100 cm de profundidad, para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE del Criadero Buck, al 15-sep-2021.

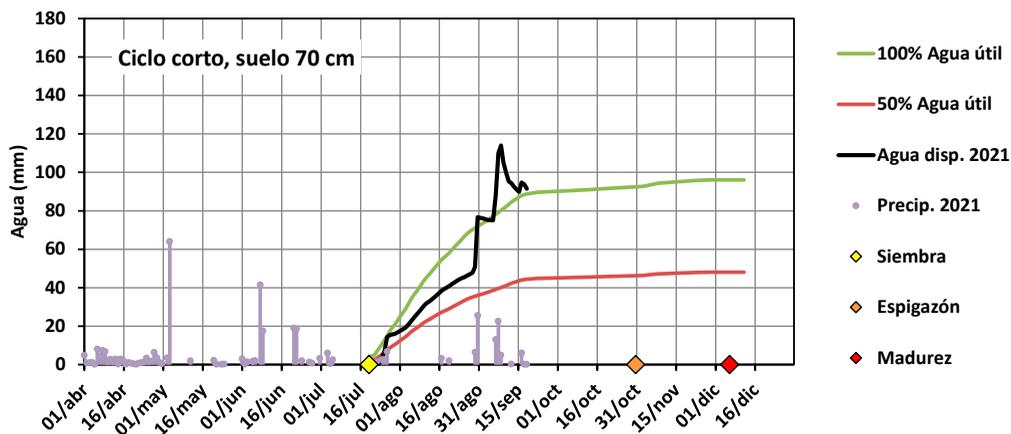


Fig. 73. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo corto, con suelo de 70 cm de profundidad, para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE del Criadero Buck, al 15-sep-2021.

Estimación del agua útil disponible del suelo en la red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, CE-MDA Miramar y Criadero Buck, al 15-oct-2021

P.E. Abbate¹, Villafañe M.², Martino D.L.¹, Gonzales L.J.³

¹INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina. abbate.pablo@inta.gob.ar.

²CE-MDA Miramar, Buenos Aires, Argentina.

³Criadero Buck. La Dulce, Buenos Aires, Argentina.

Versión original 23 de octubre de 2021.

Introducción

En informes previos (Abbate 2021; Abbate y Villafañe 2021; Abbate *et al.* 2021a) se estimó el agua útil disponible en el suelo para los ensayos de trigo correspondientes a la Red de evaluación de cultivares (RET-INASE) de tres estaciones de la Subregión 5 (ex subregión IV; Abbate *et al.* 2021b): INTA Balcarce, la CE-MDA Miramar y el Criadero Buck, al 15-sep-2021. En este informe se presenta la estimación del estado hídrico del suelo en las tres estaciones mencionadas, al 15-oct-2021.

Metodología

Las estimaciones se realizaron por medio de la aplicación DSSAT 47. Esta es la primera versión de DSSAT que calcula la evapotranspiración potencial (ETP) por medio del método FAO 56, el método más difundido y confiable para estimar la ETP. A diferencia de otras aplicaciones en las cuales el coeficiente de cultivo (Kc) debe ser establecido por el usuario a partir de valores genéricos o promedios, DSSAT 47 estima el Kc para las condiciones particulares bajo estudio, a partir del área foliar estimada, la humedad del suelo y otras variables secundarias. De hecho, hasta ahora, DSSAT 47 es el modelo que mejor estimó el contenido de agua del suelo de ensayos de trigo conducidos en Balcarce.

Se analizaron 12 situaciones, correspondientes a 2 casos de suelos x 2 fechas de siembra x 3 estaciones: INTA Balcarce, CE-MDA Miramar y Criadero Buck. Las situaciones de suelo analizadas fueron:

- 1) Suelo profundo, correspondiente al bajo de la RET-INASE de cada estación; se consideraron 100 cm de profundidad en INTA Balcarce y el Criadero Buck, y 120 cm en la CE-MDA Miramar.
- 2) Suelo modernamente somero, correspondiente a la loma de la RET-INASE de cada estación; se consideraron 70 cm de profundidad en INTA Balcarce y el Criadero Buck, y 90 cm en la CE-MDA Miramar.

Las fechas de siembra fueron:

- 1) 10-jun, fecha correspondiente a la 1° época de siembra de la RET-INASE de la Subregión 5 (ex subregión IV), apropiada para los cultivares de ciclo largo.
- 2) 20-jul, fecha correspondiente a la 3° época de siembra de la RET-INASE de la Subregión 5, apropiada para los cultivares de ciclo corto.

En todos los casos el balance se computó a partir del 1-abr a fin de estimar la situación hídrica del suelo a la siembra.

Para realizar las estimaciones de INTA Balcarce se utilizaron datos meteorológicos provenientes de la estación meteorológica perteneciente a la estación experimental. Los datos diarios utilizados fueron: temperatura máxima y mínima (°C), radiación solar (MJ/m²/d), precipitación (mm), temperatura del punto de rocío (°C) y velocidad del viento a 2 m de altura (km/d). Para la CE-MDA Miramar y el Criadero Buck se utilizó la temperatura máxima y mínima y la precipitación medidas en la correspondiente estación. El resto de las variables meteorológicas utilizadas fueron las obtenidas en INTA Balcarce.

La Fig. 74 es un ejemplo del resultado de la estimación del agua disponible en el suelo, en el cual se agregaron aclaraciones para facilitar su interpretación. La línea negra muestra el agua útil disponible (agua entre capacidad de campo y coeficiente de marchitez permanente) estimada para el año en consideración. Línea azul punteada, es la cantidad de agua útil disponible presente en el 50% de los años; las líneas verde y roja punteadas corresponden a la cantidad de agua disponible presente en el 25 y 75% de los años. Estas probabilidades de agua disponibles se calcularon aplicando la definición de probabilidad, es decir, contando la cantidad de años que cumplieron la una condición establecida, sin hacer supuestos sobre la distribución de frecuencia de los datos. El cálculo se realizó entre los años 1990-2020, no se consideraron años anteriores porque a causa del cambio climático, estos podrían ser poco representativos de los años actuales. La línea verde, es la máxima cantidad de agua útil que el suelo puede acumular en el perfil explorado por las raíces, corresponde a la capacidad de campo del suelo, es creciente hasta que las raíces alcanzan la profundidad máxima. Si el agua útil disponible (línea negra) está por arriba de la línea verde significa que hubo drenaje de agua por debajo de la zona radical. Línea roja, corresponde al 50% de la línea verde. Si el agua útil disponible (línea negra) está por debajo de la línea roja, el cultivo estaría en estrés hídrico. Las barras grises son las precipitaciones del año en consideración.

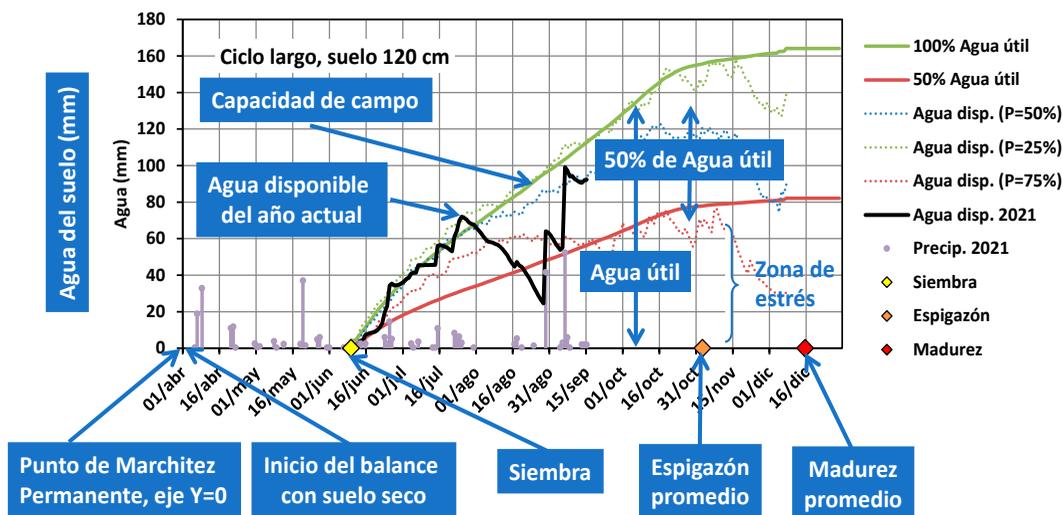


Fig. 74. Ejemplo de estimación del agua útil disponible en el suelo para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de la Subregión 5.

Resultados

En la Fig. 75 y Fig. 76 se presentan los resultados correspondientes a INTA Balcarce, en la Fig. 77 y Fig. 78 los correspondientes a la CE-MDA Miramar y en la Fig. 79 y Fig. 80 los correspondientes al Criadero Buck.

Tal como se comentó en los informes anteriores, considerando las tres localidades, al 15-sep las situaciones fueron: (1) las lluvias no produjeron lavado del perfil, caso del suelo profundo (120 cm) de Miramar con cultivares de ciclo largo. (2) Lavado del perfil sin superar la profundidad máxima de las raíces, caso de los suelos de 100 cm de Balcarce y La Dulce, y con cultivares de ciclo corto en Miramar. (3) Lavado del perfil superando la profundidad máxima de las raíces, caso de Balcarce y La Dulce con suelo somero (70 cm), especialmente con cultivares de ciclo corto.

En INTA Balcarce, la disponibilidad hídrica estimada para los últimos 15 días (1 a 15-oct) fue muy similar a la disponibilidad alcanzada en el 50% de los años (línea azul punteada). En la CE-MDA Miramar la situación hídrica estimada fue más desfavorable que la de INTA Balcarce, aproximándose a la del 75% de los años con mayor disponibilidad hídrica (o al 25% de los años más seco). Para el Criadero Buck no se pudo calcular la disponibilidad hídrica histórica ni su probabilidad, pero podemos suponer que es parecida a la de Balcarce, en tal caso en el Criadero se contaría con una disponibilidad cercana a la del 50% de los años.

Considerando las tres localidades, al 15-oct las situaciones son: (1) disponibilidad hídrica cercana a la del 15-sep; es el caso de INTA Balcarce, con ambos ciclos, en suelo profundo, y del Criadero Buck con ciclos cortos en suelo profundo. (2) Disponibilidad hídrica menor a la del 15-sep, pero sin estar por debajo del 50% del agua útil (línea roja de la Fig. 74); es el caso de la CE-MDA Miramar con ciclo corto independientemente de la profundidad del suelo y del Criadero Buck con suelo profundo independientemente del ciclo. (3) Disponibilidad hídrica por debajo del 50% del agua útil (línea roja), es decir, en situación de estrés; es el caso de la CE-MDA Miramar con ciclo largo independientemente de la profundidad del suelo y en menor medida del Criadero

Buck con suelo somero. En definitiva, la situación más favorable corresponde a INTA Balcarce con suelo profundo y la situación más comprometida a la CE-MDA Miramar con cultivares de ciclo largo.

En trigo, el período crítico para la formación de granos, abarca desde los 20 días previo a 10 posteriores a antesis, o aproximadamente desde 15 días antes a 15 días después de espigazón. En la Subregión 5 la espigazón ocurre mayormente entre el 20-oct y el 10-nov, por lo cual el período crítico comienza entre el 5-oct y el 25-oct. Pese a las diferencias de disponibilidad hídrica entre situación mencionadas arriba, el agua disponible no es suficiente para transcurrir el período crítico del cultivo sin estrés hídrico. Por lo tanto, es de esperar que el número de granos y en consecuencia el rendimiento, resulten altamente afectados por las lluvias que reciba el cultivo durante el período crítico que ya se ha iniciado.

En conclusión, la disponibilidad hídrica actual es variada dependiendo de la profundidad del suelo, el ciclo del cultivar y la localidad. Sin embargo, para trascurrir el período crítico de formación de granos sin estrés hídrico, en todas las situaciones analizadas el cultivo necesitará recibir precipitaciones adicionales. No obstante, las precipitaciones necesarias serán mayores en la CE-MDA Miramar, intermedias en el Criadero Buck y menores en INTA Balcarce. Si las precipitaciones no satisfacen la demanda hídrica atmosférica, es de esperar que el número de granos y el rendimiento sea el resultado de la disponibilidad hídrica acumuladas durante este período, de lo contrario es de esperar que el número de granos sea el resultado de la radiación interceptada y la temperatura, i.e. del cociente fototermal.

Referencias

- Abbate P.E. 2021. *Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 15-sep-2021*. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/LP8d>
- Abbate P.E. y Villafañe M. 2021. *Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de la CE-MDA Miramar, al 15-sep-2021*. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/3R5M>
- Abbate P.E., Martino D.L., González L.J. 2021a. *Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) del Criadero Buck, al 15-sep-2021*. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/OLvE>
- Abbate P.E., Miralles D.J., Ballesteros A.H.M. 2021. *Nuevo mapa de Subregiones Trigueras Argentinas y de otros cereales invernales 2021*. Documento PDF. INASE. <https://t.ly/cZbJ>

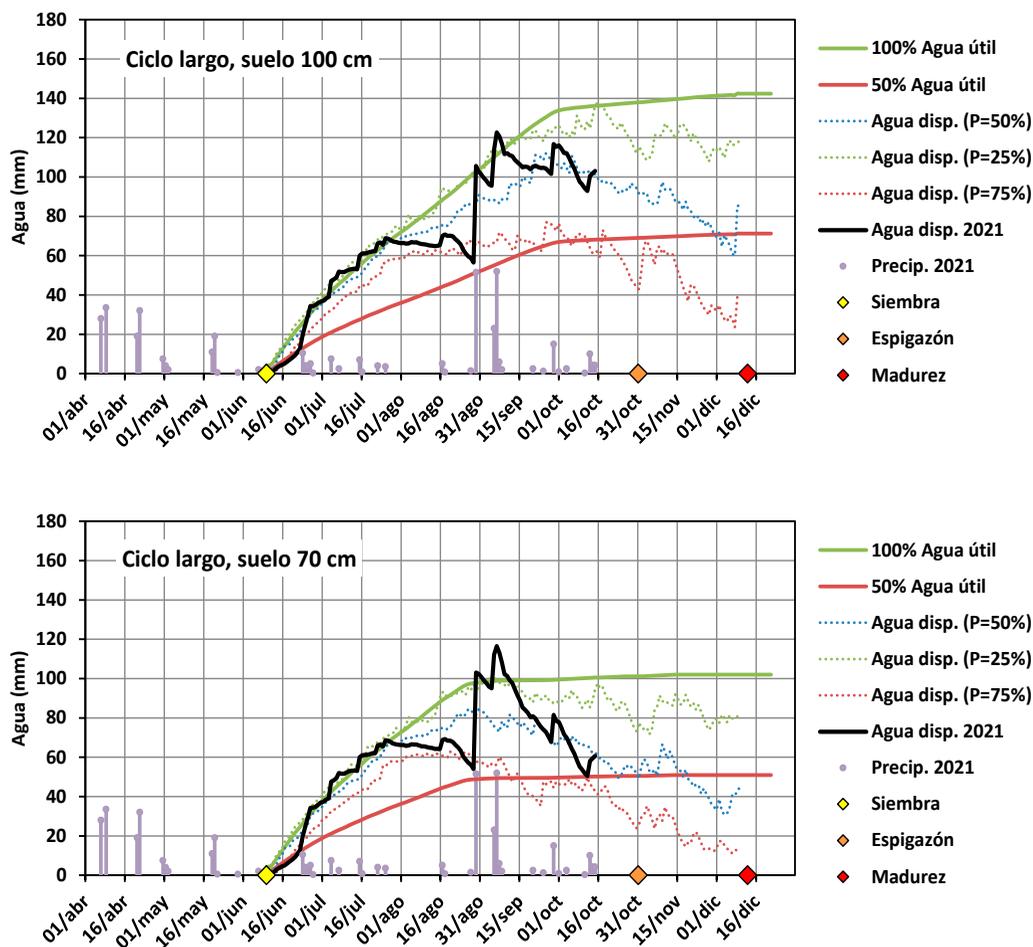


Fig. 75. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo largo, con suelo profundo (de 100 cm de profundidad) y somero (70 cm de profundidad), para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de INTA Balcarce, al 15-oct-2021.

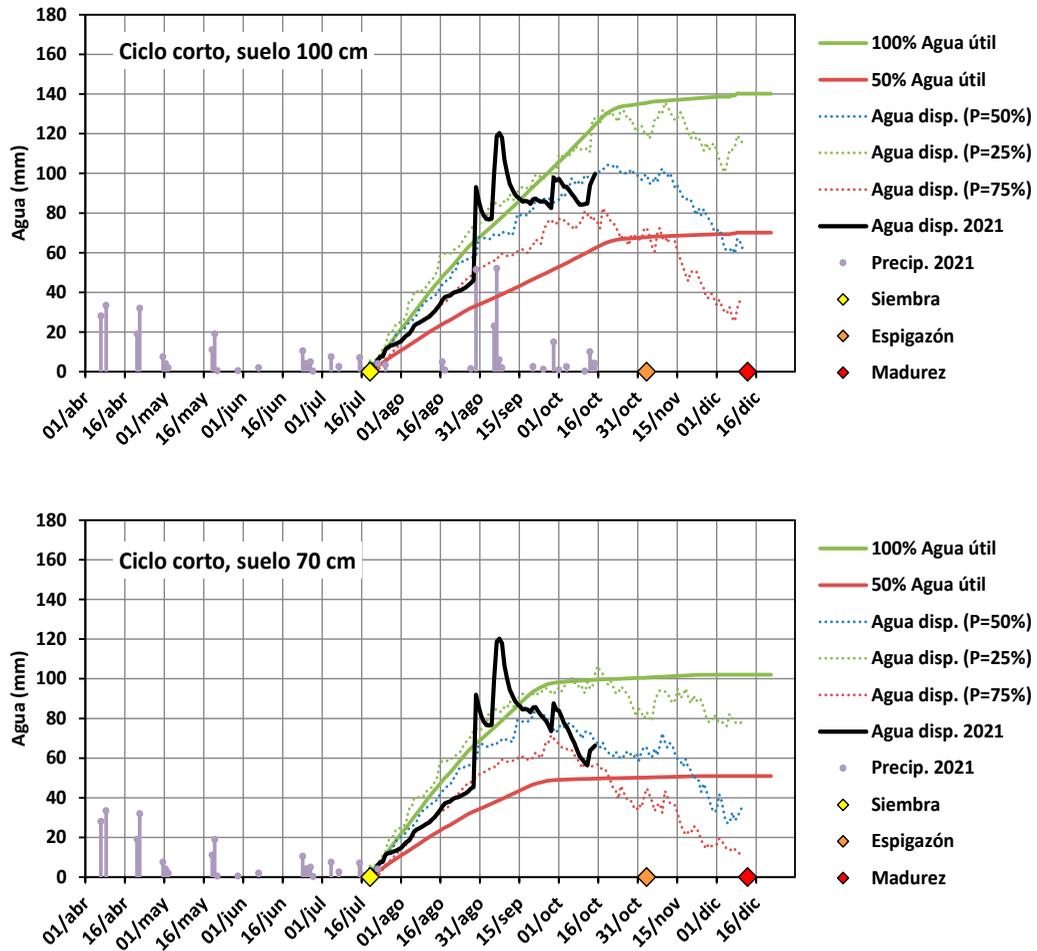


Fig. 76. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo corto, con suelo profundo (de 100 cm de profundidad) y somero (70 cm de profundidad), para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de INTA Balcarce, al 15-oct-2021.

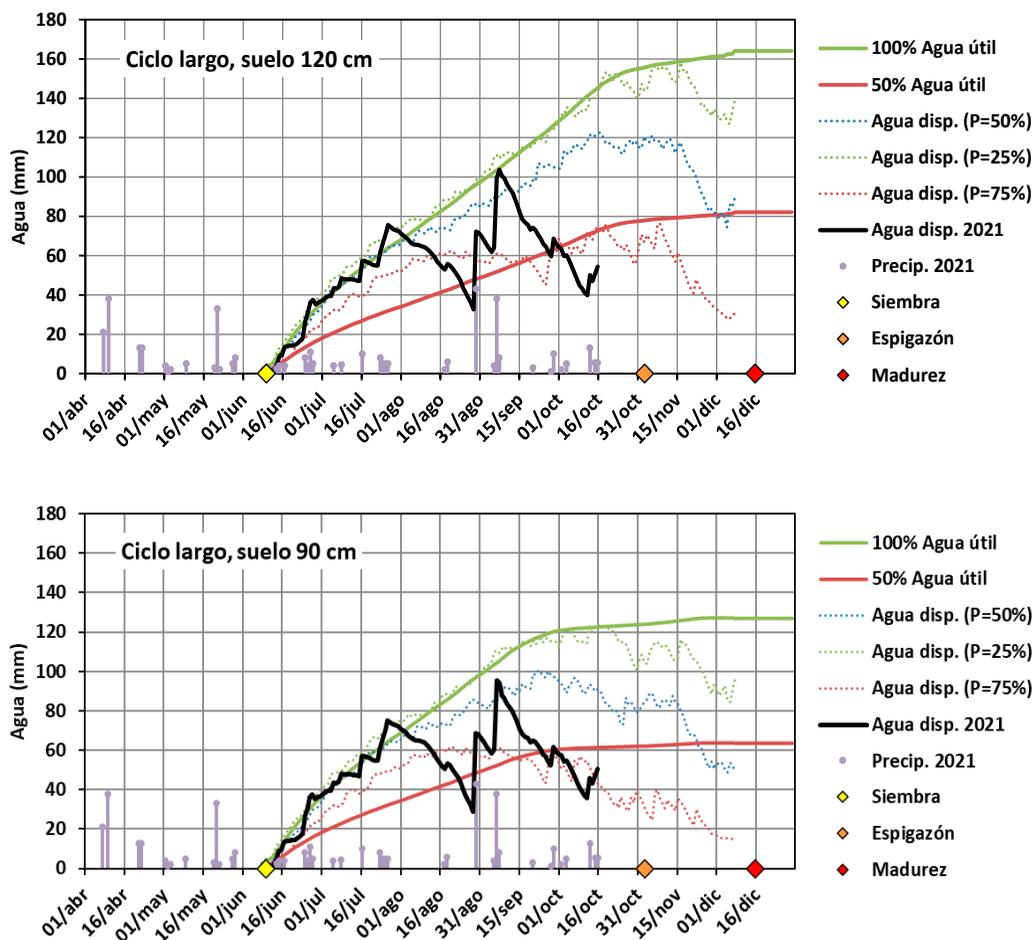


Fig. 77. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo largo, con suelo profundo (de 120 cm de profundidad) y somero (90 cm de profundidad), para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de la CE-MDA Miramar, al 15-oct-2021.

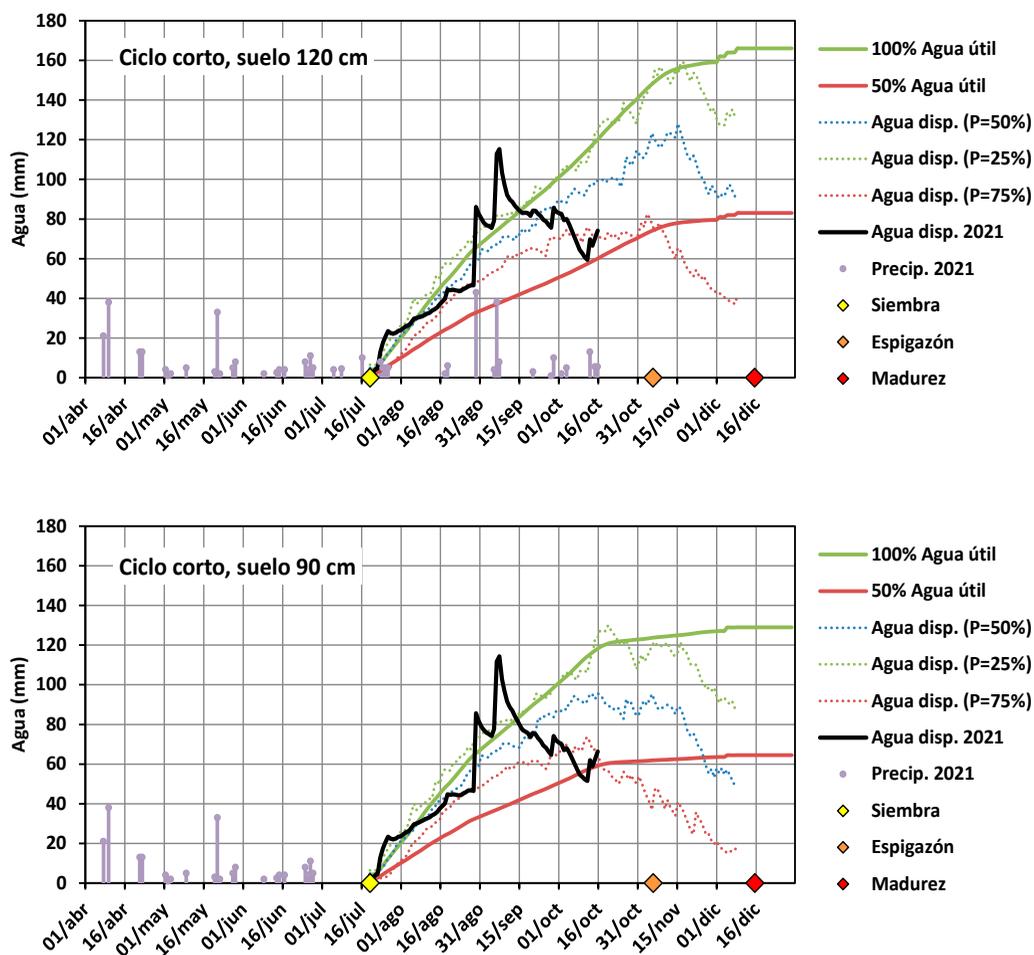


Fig. 78. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo corto, con suelo profundo (de 120 cm de profundidad) y somero (90 cm de profundidad), para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de la CE-MDA Miramar, al 15-oct-2021.

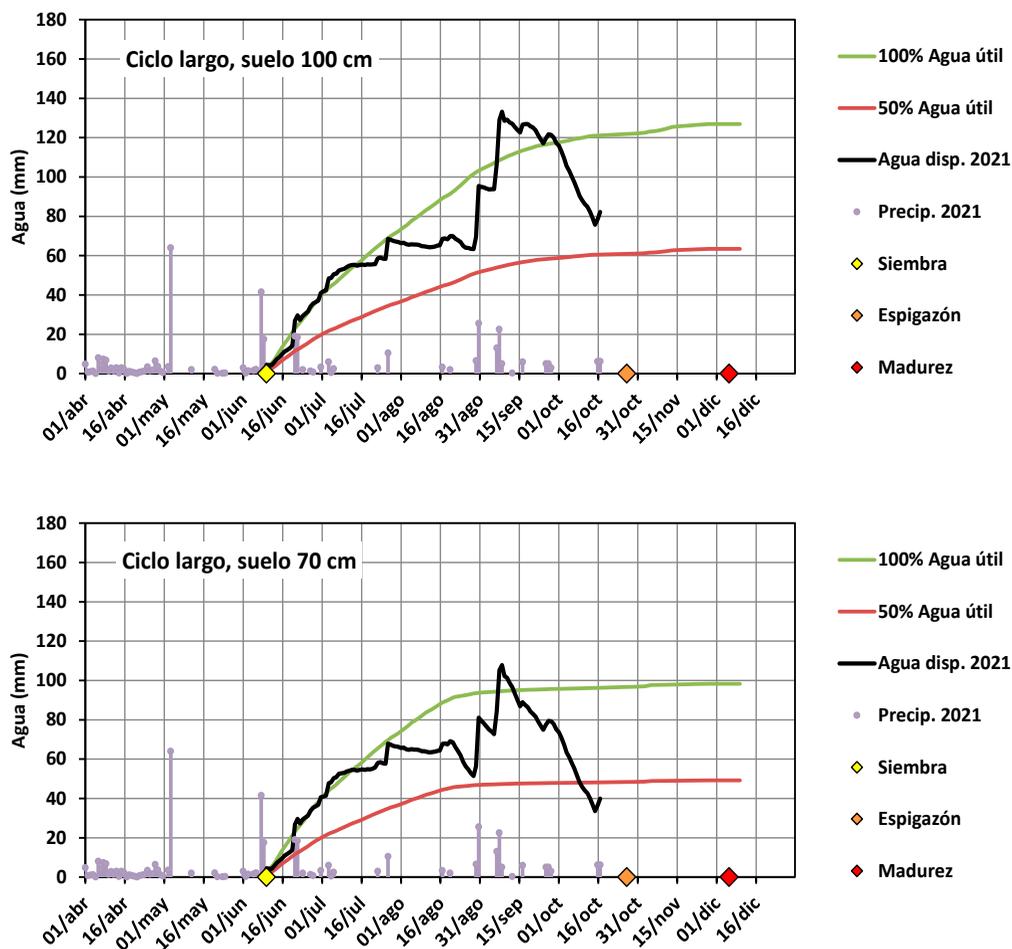


Fig. 79. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo largo, con suelo profundo (de 100 cm de profundidad) y somero (70 cm de profundidad), para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE del Criadero Buck, al 15-oct-2021.

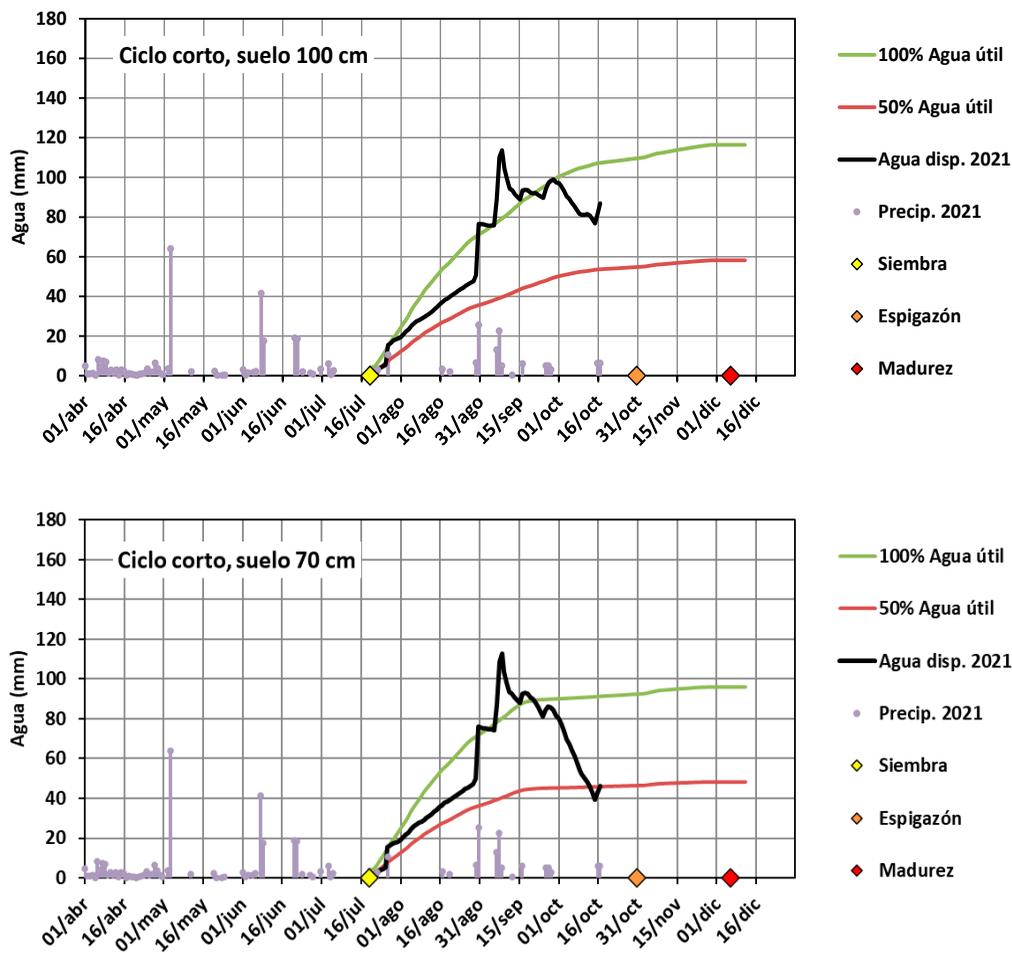


Fig. 80. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo corto, con suelo profundo (de 100 cm de profundidad) y somero (70 cm de profundidad), para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE del Criadero Buck, al 15-oct-2021.

Situación hídrica y temperatura en la Red de evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, CE-MDA Miramar y Criadero Buck, hacia el final de la campaña 2021/22

P.E. Abbate¹, Villafañe M.², Martino D.L.³, González L.J.³

¹INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina. abbate.pablo@inta.gob.ar.

²CE-MDA Miramar, Buenos Aires, Argentina.

³Criadero Buck. La Dulce, Buenos Aires, Argentina.

Versión original 16 de diciembre de 2021.

Introducción

En informes previos (Abbate, 2021a; Abbate y Villafañe, 2021; Abbate *et al.*, 2021a; Abbate *et al.*, 2021b) se estimó el agua útil disponible en el suelo para los ensayos de trigo correspondientes a la Red de evaluación de cultivares (RET-INASE) de tres estaciones de la Subregión 5 (ex subregión IV; Abbate *et al.*, 2021c): INTA Balcarce, la CE-MDA Miramar y el Criadero Buck. En este informe se presenta la estimación del estado hídrico del suelo en las tres estaciones mencionadas hacia el final de la campaña 2021/22 junto con las características más destacadas de la temperatura.

Metodología

Las estimaciones del contenido de agua del suelo se realizaron por medio de la aplicación DS-SAT 47. Esta versión de DSSAT calcula la evapotranspiración potencial (ETP) por medio del método FAO 56, el método más difundido y confiable para estimar la ETP. A diferencia de otras aplicaciones en las cuales el coeficiente de cultivo (Kc) debe ser establecido por el usuario a partir de valores genéricos o promedios, DSSAT 47 estima el Kc para las condiciones particulares bajo estudio, a partir del área foliar estimada, la humedad del suelo y otras variables secundarias. Hasta ahora, DSSAT 47 es el modelo que mejor estimó el contenido de agua del suelo de ensayos de trigo conducidos en Balcarce.

Se analizaron 12 situaciones hídricas, correspondientes a 2 suelos x 2 fechas de siembra x 3 estaciones: INTA Balcarce, CE-MDA Miramar y Criadero Buck. Las situaciones de suelo analizadas fueron:

- 1) Suelo profundo, correspondiente al bajo de la RET-INASE de cada estación; se consideraron 100 cm de profundidad en INTA Balcarce y el Criadero Buck, y 120 cm en la CE-MDA Miramar.
- 2) Suelo modernamente somero, correspondiente a la loma de la RET-INASE de cada esta-

ción; se consideraron 70 cm de profundidad en INTA Balcarce y el Criadero Buck, y 90 cm en la CE-MDA Miramar.

Las fechas de siembra fueron:

- 1) 10-jun, fecha correspondiente a la 1° época de siembra de la RET-INASE de la Subregión 5 (ex subregión IV), apropiada para los cultivares de ciclo largo.
- 2) 20-jul, fecha correspondiente a la 3° época de siembra de la RET-INASE de la Subregión 5, apropiada para los cultivares de ciclo corto.

En todos los casos el balance se computó a partir del 1-abr a fin de estimar la situación hídrica del suelo a la siembra.

Para realizar las estimaciones de INTA Balcarce se utilizaron datos meteorológicos provenientes de la estación meteorológica perteneciente a la estación experimental. Los datos diarios utilizados fueron: temperatura máxima y mínima (°C), radiación solar (MJ/m²/d), precipitación (mm), temperatura del punto de rocío (°C) y velocidad del viento a 2 m de altura (km/d). Para la CE-MDA Miramar y el Criadero Buck se utilizó la temperatura máxima y mínima y la precipitación medidas en la correspondiente estación. El resto de las variables meteorológicas utilizadas fueron las obtenidas en INTA Balcarce.

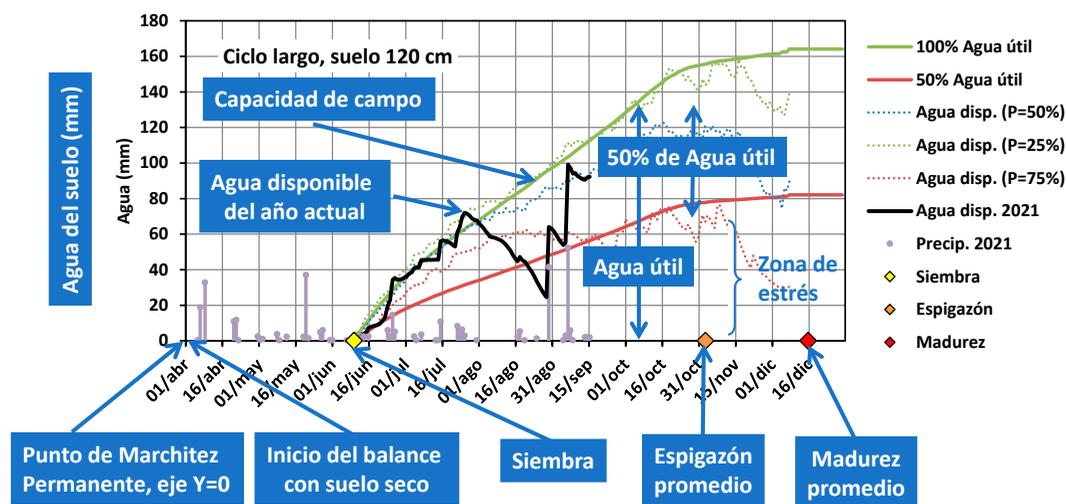


Fig. 81. Ejemplo de estimación del agua útil disponible en el suelo para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de la Subregión 5.

La Fig. 81 es un ejemplo de estimación del agua disponible en el suelo, en el cual se agregaron aclaraciones para facilitar su interpretación. La línea negra muestra el agua útil disponible (agua entre capacidad de campo y coeficiente de marchitez permanente) estimada para el año en consideración. Línea azul punteada, es la cantidad de agua útil disponible presente en el 50% de los años; las líneas verde y roja punteadas corresponden a la cantidad de agua disponible presente en el 25 y 75% de los años. Estas probabilidades de agua disponibles se calcularon aplicando la definición de probabilidad, es decir, contando la cantidad de años que cumplieron

con la condición establecida, sin hacer supuestos sobre la distribución de frecuencia de los datos. El cálculo se realizó entre los años 1990-2020, no se consideraron años anteriores porque a causa del cambio climático, estos podrían ser poco representativos de los años actuales. La línea verde, es la máxima cantidad de agua útil que el suelo puede acumular en el perfil explorado por las raíces, corresponde a la capacidad de campo del suelo y es creciente hasta que las raíces alcanzan la profundidad máxima. Si el agua útil disponible (línea negra) está por arriba de la línea verde significa que hubo drenaje de agua por debajo de la zona radical. La línea roja, corresponde al 50% de la línea verde. Si el agua útil disponible (línea negra) está por debajo de la línea roja, el cultivo estará en estrés hídrico. Las barras grises son las precipitaciones del año en consideración.

A partir de los datos de las estaciones meteorológicas de los tres sitios, se calcularon promedios de temperatura, días con temperatura máxima mayor a 32 °C y precipitaciones acumuladas correspondientes a la campaña actual. Estos valores se compararon con los promedios históricos de cada estación.

Resultados

En la Fig. 82, Fig. 83 y Fig. 84 se presentan las estimaciones de agua útil disponible en el suelo correspondientes al INTA Balcarce, la CE-MDA Miramar y el Criadero Buck, respectivamente.

Si bien se presentaron diferencias entre sitios, ciclos y suelos, pueden describirse patrones generales para todas las situaciones consideradas: (1) Hasta mediados de julio el porcentaje de agua disponible se mantuvo estable ya que el consumo fue compensado con las precipitaciones. Los casos más contrastantes durante esa etapa, fueron los cultivares de ciclo largo en la CE-MDA Miramar y el INTA Balcarce (Fig. 83 y Fig. 82) donde el agua disponible se mantuvo cercana a capacidad campo, y los ciclos cortos en el Criadero Buck (Fig. 84) donde el agua disponible se mantuvo cercana al 50% del agua útil. (2) Entre mediados de julio y fines de agosto, el agua disponible se fue agotando en todos los casos. (3) Las lluvias de fines de agosto recargaron el agua del suelo produciendo lavados del perfil especialmente con suelo somero y cultivares de ciclo corto. (4) A partir de mediados de septiembre en el INTA Balcarce y la CE-MDA Miramar, y a partir fines de septiembre en el Criadero Buck, comenzó a decaer el agua disponible, situación que no se revirtió hasta la madurez del grano.

Sin dudas, lo que más llama la atención en la Fig. 82, Fig. 83 y Fig. 84 es el fuerte estrés hídrico terminal. Según las estimaciones realizadas, la fecha en que el agua disponible disminuyó por debajo del 50% del agua útil, es decir, la fecha estimada de comienzo de estrés hídrico, fue más temprana en la CE-MDA Miramar (principio de octubre) que en el Criadero Buck y el INTA Balcarce (fines de octubre) (Fig. 82, Fig. 83 y Fig. 84). A su vez, la fecha de inicio del estrés se adelantó unos 5 días con suelo somero y presentó un retraso de unos 5 días en los cultivares de ciclo corto en la CE-MDA Miramar Fig. 82, Fig. 83 y Fig. 84).

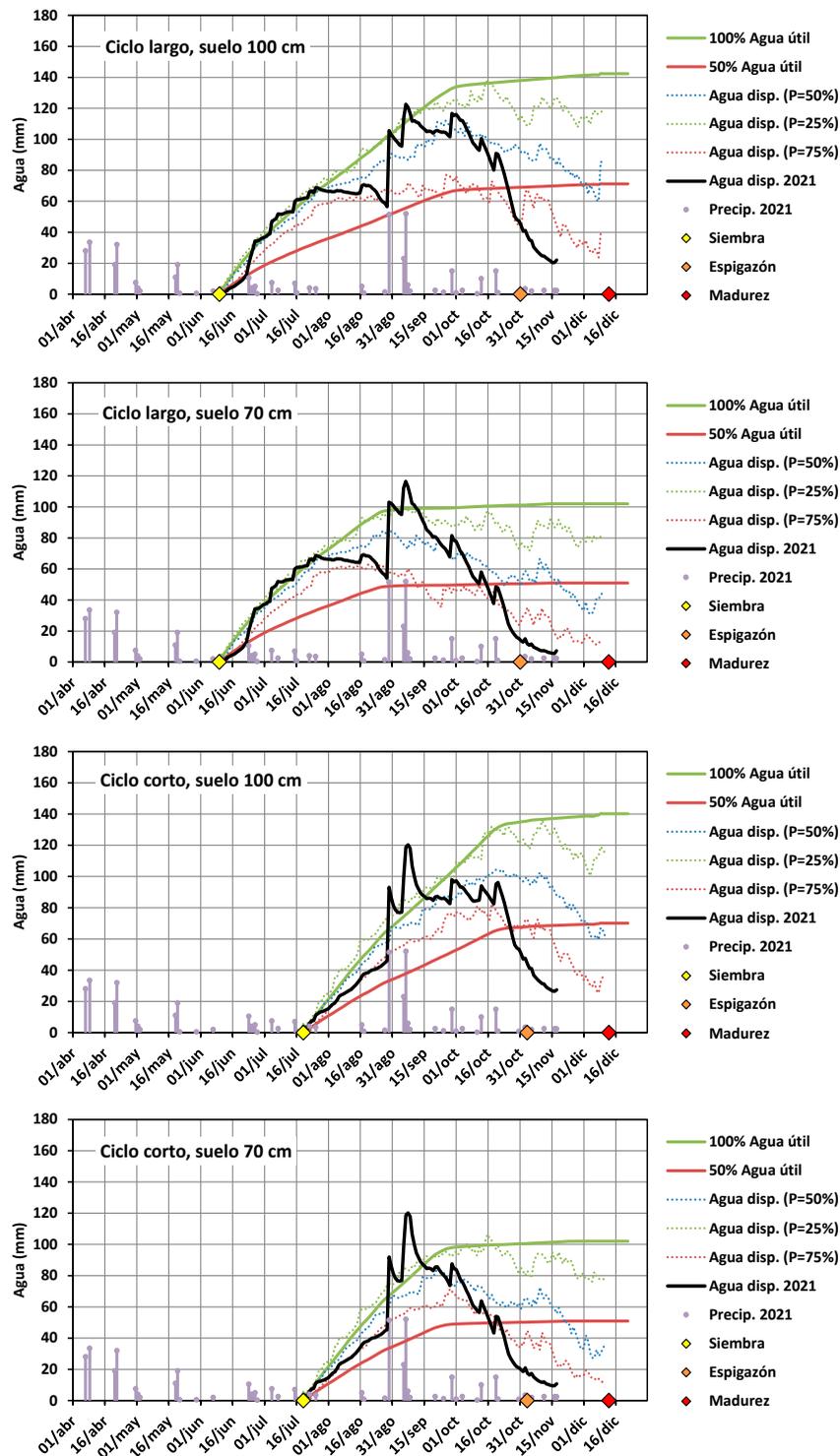


Fig. 82. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo largo y corto, con suelo profundo (de 100 cm de profundidad) y somero (70 cm de profundidad), para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de INTA Balcarce, durante la campaña 2021/22.

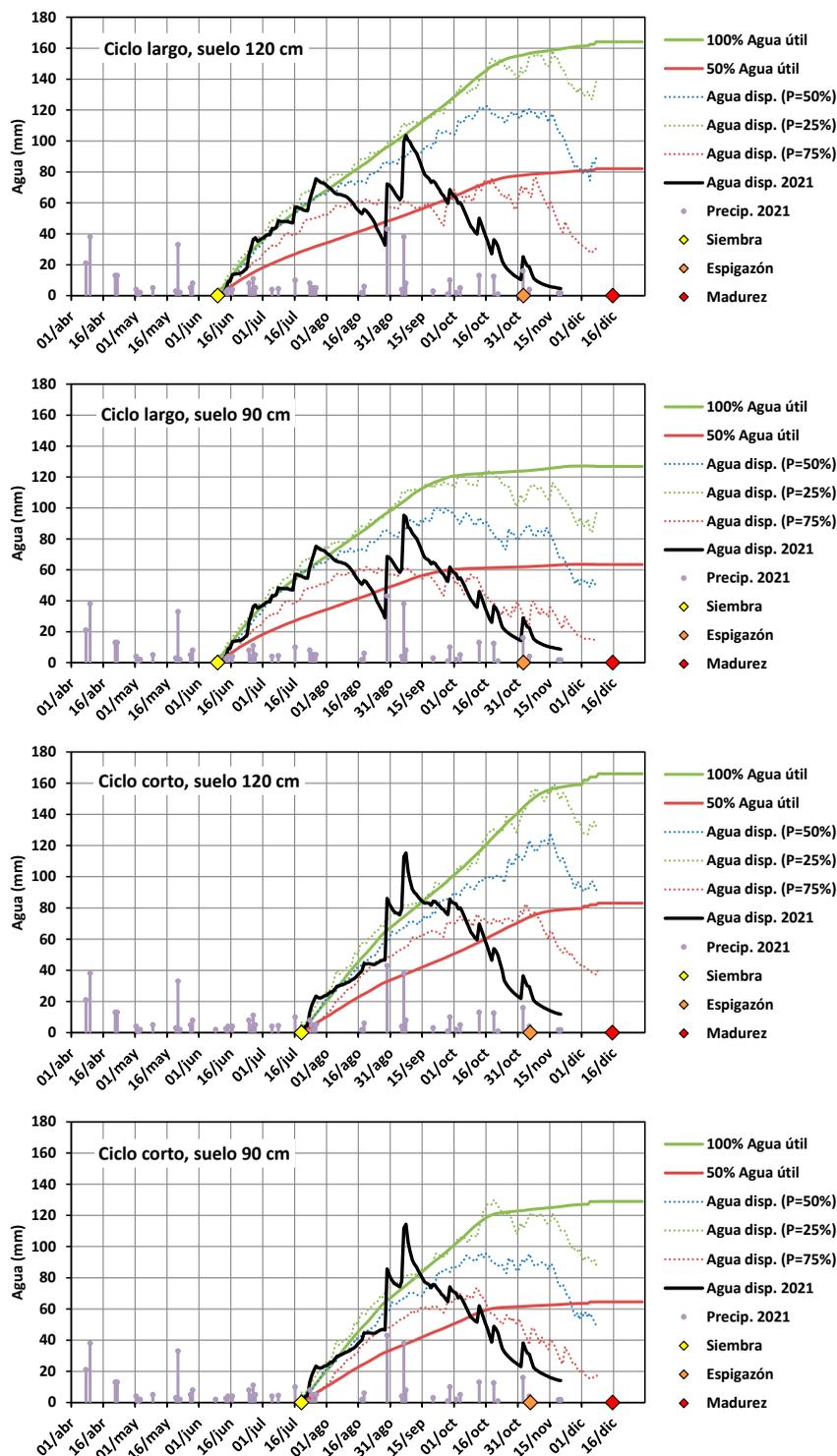


Fig. 83. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo largo y corto, con suelo profundo (de 120 cm de profundidad) y somero (90 cm de profundidad), para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE de la CE-MDA Miramar, durante la campaña 2021/22.

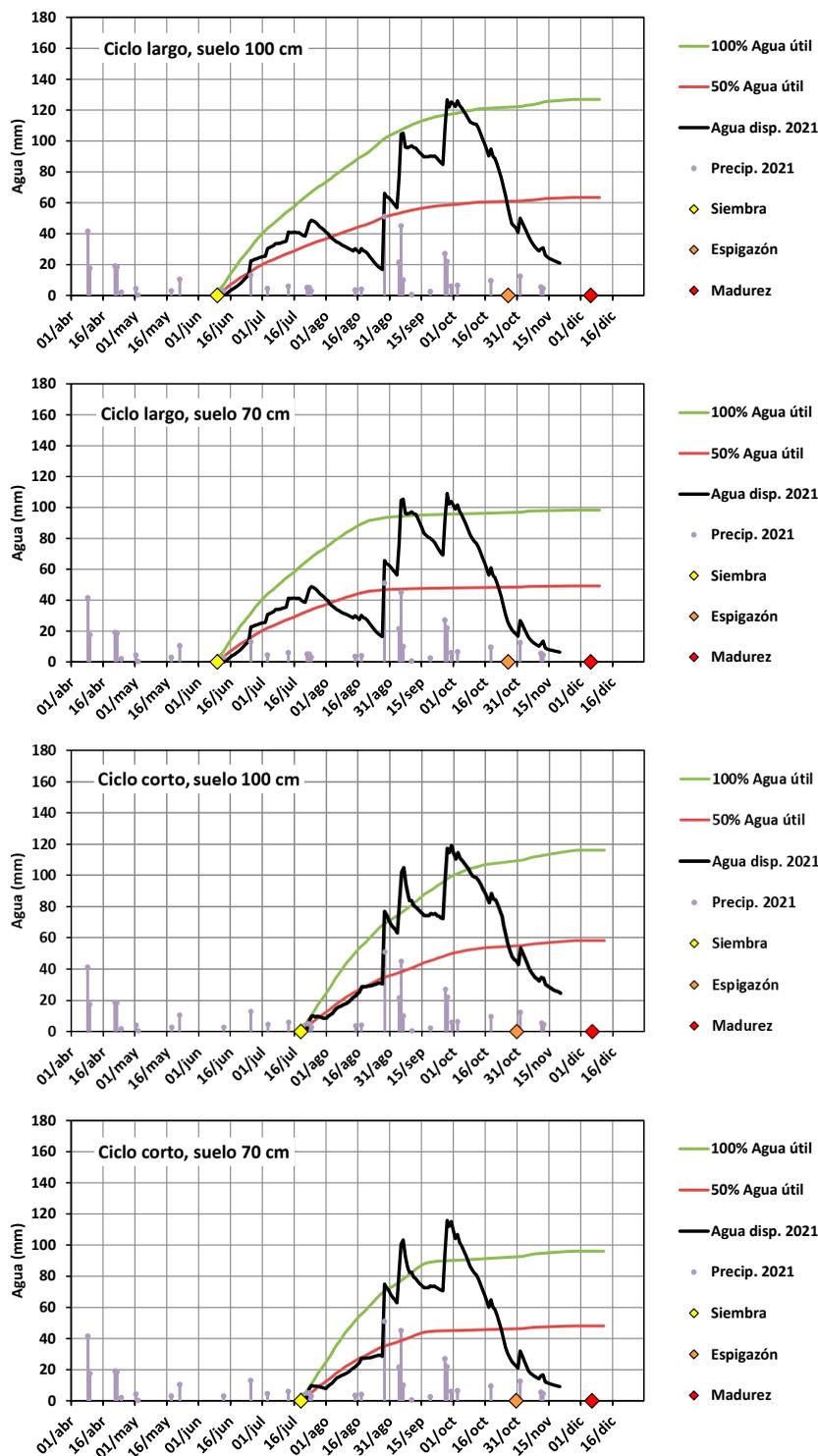


Fig. 84. Agua disponible en el suelo estimada para cultivares de ciclo largo y corto, con suelo profundo (de 100 cm de profundidad) y somero (70 cm de profundidad), para los ensayos de trigo correspondientes a la RET-INASE del Criadero Buck, durante la campaña 2021/22.

La sequía terminal de la presente campaña 2021/22 es poco habitual en los tres sitios considerados. En la Fig. 85 se presenta la precipitación acumulada entre el 15-oct, fecha promedio a partir de la cual no hubo precipitaciones relevantes durante la presente campaña en los sitios analizados, y el 15-dic, fecha para la cual suele promediar la madurez del grano. Para el INTA Balcarce, sitio donde se cuenta con datos de precipitaciones diarias desde 1930, no hay registros de años previos con precipitaciones tan reducidas como el actual (59 mm) durante el período considerado. En la CE-MDA Miramar y el Criadero Buck se cuenta con registros digitalizados desde 1971 y 2010 respectivamente; en ninguna de estas estaciones tampoco hay antecedentes de un año con precipitaciones tan escasas como el actual, 68 mm para CE-MDA Miramar y 59 mm para el Criadero Buck. En síntesis, para las tres estaciones, la marca pluviométrica registrada entre el 15-nov y 15-dic del 2021 es la más baja entre los datos históricos disponibles (Fig. 85).

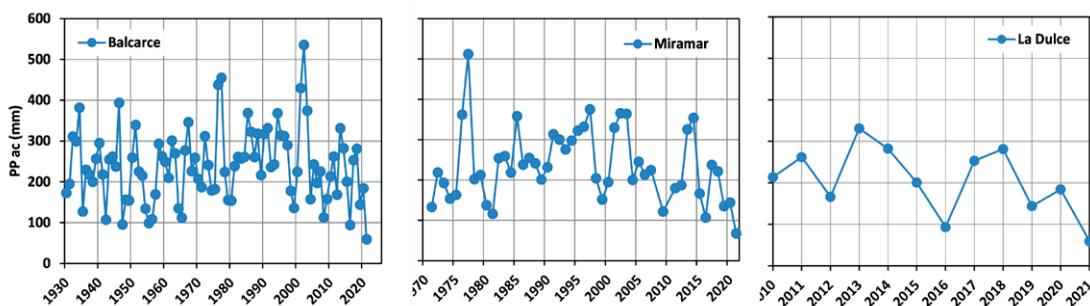


Fig. 85. Precipitación acumulada entre el 15-sep y el 15-dic para el INTA Balcarce, la CE-MDA Miramar y el Criadero Buck, para los datos históricos disponibles en cada estación.

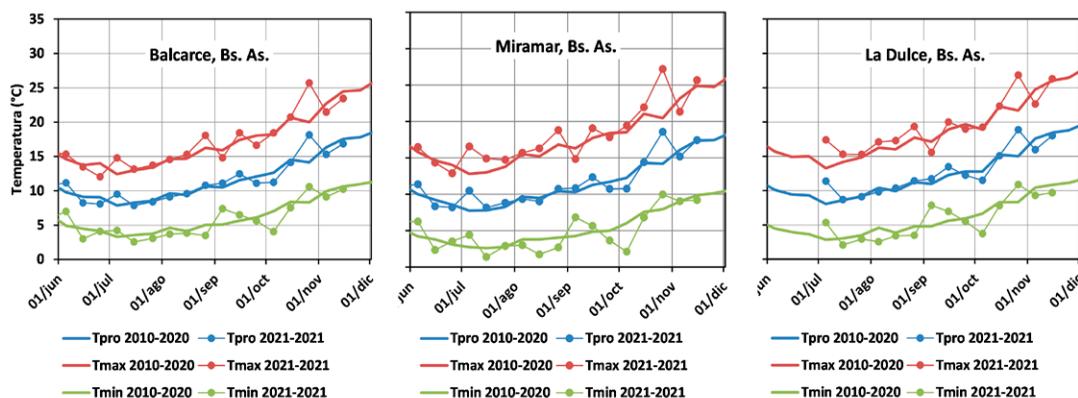


Fig. 86. Temperatura máxima (Tmax), promedio (Tpro) y mínima (Tmin) del año 2021 y del promedio de los años 2010-2020, de la estación meteorológica del INTA Balcarce, la CE-MDA Miramar y el Criadero Buck.

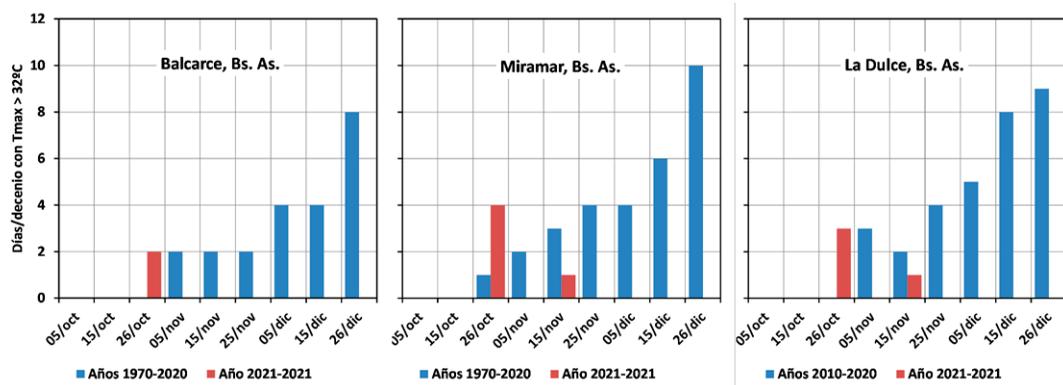


Fig. 87. Cantidad de días/semana con temperatura máxima mayor a 32 °C para el año 2021 y la máxima cantidad de días registrada en la serie histórica de la estación meteorológica del INTA Balcarce, la CE-MDA Miramar y el Criadero Buck.

Otra particularidad de la presente campaña fueron las altas temperaturas durante la última semana de octubre. En la Fig. 86 puede verse que en las tres estaciones la temperatura máxima, promedio y mínima, pero en especial la máxima, fueron superiores al promedio de los últimos 10 años. Al calcular la cantidad de días por semana con temperatura máxima superior a 32 °C (temperatura a partir de la cual se restringe el crecimiento del cultivo y llenado del grano en trigo, Fig. 87) se encontró que en el INTA Balcarce no hubo antecedentes desde 1970 con estas temperaturas durante la última semana de octubre, si bien, para la primera semana de noviembre hubo 4 años con 2 días con temperatura superior a 32 °C (2014, 2012, 2008 y 1987). En la CE-MDA Miramar, desde 1970, hubo 3 años que presentaron un día con temperatura mayor a 32 °C en la última semana de octubre (2014, 2006 y 1981), sin embargo, no hay antecedentes con 4 días tan cálidos en la última semana de octubre como ocurrió en el año actual. En los últimos 10 años tampoco se presentaron días con temperatura mayor 32 °C durante la última semana de octubre en el Criadero Buck, si bien este es el sitio que presentó mayor cantidad de años (2019, 2018, 2016 y 2012) con días superando 32 °C en la primera semana de noviembre.

Los datos meteorológicos muestran que la alta y poco común temperatura de la última semana de octubre coincidió con una sequía, también poco común, que no se revirtió hasta la madurez del grano. Es de esperar que la coincidencia de las altas temperaturas con la sequía haya exacerbado el efecto depresor sobre el rendimiento de ambos fenómenos meteorológicos. Tomando como referencia la fecha de espigazón, el período crítico para el número de granos por unidad de superficie en trigo, comienza 15 días antes y termina 15 días después de espigazón (Abbate, 2017). Por su parte, el período de determinación del peso/grano (o peso de mil granos) comienza en espigazón y dura en promedio 35 días en cultivos sin limitaciones hídricas (Abbate, 2017). Por lo cual, el período entre espigazón y los 15 días posteriores, es crítico tanto para la determinación del número de granos/m² como para el peso/grano. Si la espigazón ocurrió en la última semana de octubre, resulta esperable que el rendimiento haya sido marcadamente afectado, tanto a través de número como del peso de los granos. Para un mismo cultivar con espigazón una semana más temprana, es de esperar una menor reducción del número de granos, con mayor reducción en el peso/grano y una menor pérdida de rendimiento. Para el mismo cultivar con espigazón una semana más tardía, es de esperar una menor reducción del número y peso de los granos, con rendimiento menos afectados. Nótese que esta especulación hace referencia al cambio de fecha de espigazón de un mismo cultivar, o al menos de cultivares con igual rendimiento potencial. En la RET-INASE, las fechas de espigazón más tempranas y tardías

corresponden a cultivares de distinto ciclo y en los últimos años los cultivares de ciclo corto han mostrado menor rendimiento que los largos (ver Abbate, 2021b). La profundidad del suelo y el aporte de agua generado el escurrimiento asociado a la posición del relieve, podrían tener un efecto igual o mayor a de la fecha de espigazón; sin embargo, en el presente análisis esos factores fueron definidos al estimar el agua disponible en el suelo para cada una de las situaciones estudiadas.

Recientemente, la Bolsa de Cereales de Buenos Aires pronosticó una cosecha de trigo récord en base a los altos rendimientos obtenidos en centro y sur del área agrícola (Bolsa de Cereales, 2021). Sin embargo, en vista de la situación meteorológica que se dio en la última campaña, es difícil que se alcance algún rendimiento récord en la RET-INASE del sur de la provincia de Buenos Aires.

Referencias

- Abbate P.E. 2017. *Capítulo 3: Bases ecofisiológicas del manejo del cultivo de trigo en la región pampeana. Manual del cultivo de trigo*. Ed. Divito A. y García F. O. IPNI, Acassuso, Buenos Aires, Argentina. 33-52. ISBN: 978-987-46277-3-5.
- Abbate P.E. 2021a. *Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, al 15-sep-2021*. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/LP8d>
- Abbate P.E. 2021b. *Rendimiento de los cultivares de trigo de ciclo largo vs. ciclo corto en las principales subregiones trigueras argentinas. Informe técnico*. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/wUAX>
- Abbate P.E. y Villafañe M. 2021. *Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de la CE-MDA Miramar, al 15-sep-2021*. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/3R5M>
- Abbate P.E., Martino D.L., González L.J. 2021a. *Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) del Criadero Buck, al 15-sep-2021*. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/OLvE>
- Abbate P.E., Villafañe M., Martino D.L., González L.J. 2021b. *Estimación del agua útil disponible en el suelo para la Red de Evaluación de cultivares de trigo (RET-INASE) de INTA Balcarce, CE-MDA Miramar y Criadero Buck, al 15-oct-2021*. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/adNY>
- Abbate P.E., Miralles D.J., Ballesteros A.H.M. 2021c. *Nuevo mapa de Subregiones Trigueras Argentinas y de otros cereales invernales 2021*. INASE. Documento PDF. <https://t.ly/cZbJBolsa>
de Cereales. 2021. *Panorama Agrícola Semanal (PAS)*, 9-dic-2021. Documento PDF. <https://t.ly/Uywf>

AgTech: Calculadora económica online para la protección sanitaria de cultivos de granos

Abbate P.E., Edwards Molina J.P.

INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.
abbate.pablo@gmail.com; edwardsmolina@gmail.com.

Versión digital, 13 de abril de 2023.

Introducción

La protección sanitaria del cultivo de trigo con fungicidas foliares es una técnica que se ha adoptado ampliamente en los últimos años en Argentina. Esto ocurrió en gran medida, como consecuencia del advenimiento de nuevas razas de roya amarilla (*Puccinia striiformis*), a partir de la campaña 2017/18, las cuales atacan al cultivo temprano (desde macollaje) anticipándose a las epidemias de roya anaranjada (*Puccinia triticina*), requiriendo en cultivares susceptibles, una primera aplicación de fungicida más temprana que la habitual. De hecho, en un análisis reciente (Abbate *et al.* 2021), basado en los datos de nueve estaciones experimentales de la Red de Evaluación de Cultivares de Trigo coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (RET-INASE), se encontró que (1) hubo un aumento generalizado en la respuesta a la aplicación de fungicida en los últimos 4 años (2017-2020) respecto de los años anteriores (2010-2016); (2) la respuesta promedio para los últimos 4 años a través de todas las estaciones y ciclos representó el 11% del rendimiento; y (3) las respuestas encontradas cubrieron el costo de uso de fungicidas en los últimos 4 años, pero solamente en algunos de los años anteriores. Por su parte, Edwards Molina *et al.* (2020), en una red que involucró diez ensayos durante la campaña 2019/20, encontró que salvo en cultivares de alta susceptibilidad a roya amarilla, una única aplicación de fungicida (en estado Z32 o Z39) fue más rentable que la aplicación doble (en Z32 y luego en Z39). Si bien estos resultados ponen de manifiesto que la protección foliar por medio de la aplicación de fungicidas en trigo, resulta ventajosa en la mayoría de los casos, cada situación debe analizarse particularmente.

Una evaluación más detallada debería comparar el aumento de ingreso esperado (expresado en kg de grano/ha o u\$s/ha) y el costo total del tratamiento (expresado en las mismas unidades que el ingreso esperado), incluyendo el costo de los productos aplicados, el costo de las aplicaciones y las eventuales pérdidas de rendimiento por dañar del cultivo al realizar la aplicación ("pérdidas por pisada"). Si bien, estos cálculos no tienen una gran dificultad algebraica, el cómputo se facilitaría por medio de un programa específico para tal fin. El objetivo del presente artículo es presentar una página web interactiva, específica para el cálculo del costo total de los tratamientos fitosanitarios de un cultivo de granos. Si bien la página fue desarrollada inicialmente pensando en la aplicación de fungicidas en trigo, la misma es válida para evaluar tratamientos sanitarios en cualquier cultivo de granos.

Descripción de la página web

Diseño programático de la página web

La página es un desarrollo original. Fue escrita mediante los lenguajes HTML 5, CSS 3 y JavaScript 5. HTML es un lenguaje específico para la elaboración de páginas web y actúa de nexo entre el usuario y el resto del programa, CSS fue el lenguaje con se programó el estilo visual (formato) de los elementos de la página y JavaScript es el lenguaje con que se programó el cálculo en sí mismo. La página no utiliza cookies (información enviada por un sitio web y almacenada en el navegador del usuario), exceptos las cookies estándar del navegador que se utilice.

Acceso a la página web

Para acceder a la página web es necesario contar con conexión a Internet durante o antes de su uso (la página puede abrirse en un explorador con conexión a Internet y puede ser utilizada posteriormente sin conexión a Internet). El acceso a la página es libre y gratuito; no requiere suscripción ni la instalación de ninguna aplicación adicional. Se puede acceder desde cualquier dispositivo (computadora, teléfono celular, etc.) que pueda ejecutar alguno de los navegadores de web más difundidos. La página está disponible en la dirección:

<https://cultivaresargentinos.com/proteccion/>



Descripción de la página web

La página comienza con un encabezado y una breve descripción de la misma (Fig. 88). Por debajo se presenta una sección para la entrada de datos generales (Fig. 89) y de datos de las aplicaciones (Fig. 90). Finalmente se presenta una sección de resultados (Fig. 91).

La página presenta valores iniciales de entrada como ejemplo de cálculo, que podrán sobrescribirse por el usuario.

La unidad monetaria elegida para introducir los datos en la página fue el dólar, pero se podría utilizar pesos o cualquier otra unidad, siempre que se mantenga la misma en todos los datos de entrada. De igual manera, la unidad de superficie elegía para introducir los datos en la página fue la hectárea, pero se podría utilizar otra unidad, siempre que se mantenga la misma en todos los datos de entrada. Por el contrario, las unidades de peso (kg y t) utilizadas por la página, deben ser respetadas, no pudiendo ser reemplazadas, ya que la página realiza conversiones entre esas unidades.

Sección de entrada de datos generales

Los datos a introducir en esta sección son (Fig. 89):

Precio del grano (u\$s/t): es el precio esperado de venta del grano, aplicando el tratamiento que se está evaluando, sin descontar los gastos variables (gastos que varían con el rendimiento obtenido); expresado en dólares (o la unidad monetaria elegida por el usuario) por tonelada de grano.

Gastos variables (%): son los gastos que varían al variar el rendimiento obtenido, esto incluye los gastos de cosecha, transporte (flete), comercialización, etc.; expresados como porcentaje del precio del grano.

Rendimiento esperado (kg/ha): es el rendimiento esperado aplicando el tratamiento que se está evaluando; expresado en kilogramos de grano por hectárea (o por la unidad de superficie elegida por el usuario).

Sección de entrada de datos de las aplicaciones

La página está preparada para introducir datos de hasta tres aplicaciones. Los datos a introducir para cada aplicación son los siguientes (Fig. 90):

Costo del producto aplicado (u\$s/ha): es el costo del producto a aplicar incluyendo coadyuvantes, pero excluyendo los gastos de aplicación; expresado en dólares por hectárea (o en la unidad monetaria y de superficie elegida por el usuario).

Costo de aplicación (u\$s/ha): es el costo de la aplicación sin incluir el producto, si se trata de aplicación con pulverizadora terrestre (p.ej. mosquito) ingresar la pérdida por pisada en las celdas de abajo; expresado en pesos o dólares por hectárea (o en la unidad monetaria y de superficie elegida por el usuario).

Pérdidas de rendimiento por pisada (%): son las pérdidas de rendimiento porcentual por daño del cultivo al realizar la aplicación; para aplicaciones aéreas usar 0%; valor sugerido para primera aplicación terrestres luego de iniciada la encañazón de cereales invernales: 3%; téngase en cuenta que cuando la aplicación genera daño, el daño suele ser mayor en la primera aplicación que en las siguientes.

Finalmente, el botón "Calcular" permite realizar el cálculo para actualizar el resultado y el botón "Restablecer" permite establecer en cero todos los campos de entrada.

Sección de resultados

Los valores obtenidos luego de pulsar el botón "Calcular" son (Fig. 91):

Precio neto del grano (u\$s/t): es el precio del grano descontando los gastos variables; expresado en dólares por tonelada de grano (o en la unidad monetaria elegida por el usuario).

Pérdidas de rendimiento por pisada (kg/ha): son las pérdidas de rendimiento considerando las pisadas sucesivas; expresadas en kilogramo de grano por hectárea (o en la unidad de superficie elegida por el usuario).

Costo del tratamiento (u\$s/ha): es el costo considerando los gastos en los productos, los gastos variables y las pérdidas por pisada; expresado en dólares por hectárea (o en la unidad monetaria y de superficie elegida por el usuario).

Costo del tratamiento (kg/ha): es el costo considerando los gastos en los productos, los gastos variables y las pérdidas por pisada; expresado en kilogramos de grano por hectárea (o en la unidad de superficie elegida por el usuario).

Costo total (u\$S/ha o kg/ha): es la suma de los costos de todas las aplicaciones realizadas.

Si el costo total (expresado en u\$S/ha o kg/ha) supera el aumento de ingreso esperado (expresado en las mismas unidades que el costo total), el tratamiento no es conveniente.

Metodología de cálculo

La página puede utilizarse para realizar el cálculo del costo total del tratamiento sanitario con dos modalidades temporales: *a priori* (o *ex-ante*) y *a posteriori* (o *ex-post*), es decir, antes o después de conocer el resultado, respectivamente. En el primer caso la precisión de los datos (rendimiento esperado, precios, etc.) es menor que en el cálculo *a posteriori*, sin embargo, la página puede ser de gran ayuda en ambos casos ya que permite evaluar varios escenarios propuestos. Independientemente de la modalidad temporal, el cálculo algebraico realizado por la página es el mismo:

El precio neto del grano (PNG , u\$S/t) se calcula a partir del precio del grano (PG , u\$S/t) y los gastos variables (GV , %) como:

$$\text{Ec.[9]} \quad PNG = PG \cdot (1 - GV/100)$$

Las pérdidas de rendimiento por pisada (PRP , kg/ha) de la aplicación i se calculan a partir del rendimiento esperado (RE , kg/ha), las pérdidas de rendimiento por pisada porcentuales ($PRPP$, %) y las PRP de la aplicación anterior ya que el rendimiento esperado luego de la primera aplicación será menor que el RE introducido como datos:

$$\text{Ec.[10]} \quad PRP_i = \left(RE - \sum_{j=0}^{i-1} PRP_j \right) \cdot PRPP_i / 100$$

donde $PRP_0 = 0$

El costo del tratamiento de la aplicación i expresado en u\$S/ha (CTM) se calcula a partir del correspondiente costo del producto aplicado (CPA_i , u\$S/ha), el costo de aplicación (CA_i , u\$S/ha), las PRP_i y el PNG :

$$\text{Ec.[11]} \quad CTM_i = CPA_i + CA_i + PRP_i \cdot PNG / 1000$$

El costo total de la aplicación expresado en u\$S/ha ($CTMT$) es la suma de los CTM_i .

El costo del tratamiento de la aplicación i expresado en kg de grano/ha (CTG) se calcula a partir del correspondiente CTM_i y el PNG :

$$\text{Ec.[12]} \quad CTG_i = CTM_i / PNG \cdot 1000$$

Finalmente, el costo total de la aplicación expresado en kg de grano/ha ($CTGT$) es la suma de los CTG_i .

Si el costo total calculado (expresado en u\$s/ha, kg/ha o las unidades monetarias y de superficie elegidas por el usuario al introducir los datos) supera el aumento de ingreso esperado (expresado en las mismas unidades que el costo total), el tratamiento no es económicamente conveniente.

Referencias

- Abbate P.E., Di Pane F., Villafañe M., Giéco L.C. y Lanzilotta J.J. 2021. Respuesta a la aplicación de fungicida en los cultivares de trigo más rendidores, en las principales subregiones trigueras argentinas. Informe técnico. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/zUgC>.
- Edwards Molina J. P., Pugliese B., Martínez D., Divito G., Kitroser J., Torres A., Berg G., Storm A.C., Erreguerena J.M., Lopez De Sabando M., Canepa M., Quiroz F.J. 2020. Red de ensayos de protección foliar de trigo del sudeste bonaerense. Resultados 2019. Visión Rural, 27, 133, 16-21. INTA Balcarce. Documento PDF. <https://t.ly/GV8P>.



Fig. 88. Captura de pantalla del encabezado de la página web.

DATOS GENERALES:

Precio del grano (u\$s/t): es el precio esperado de venta del grano, aplicando el tratamiento que se está evaluando, sin descontar los gastos variables (gastos que varían con el rendimiento obtenido); expresado dólares por tonelada de grano (la unidad monetaria puede ser cualquiera, pero debe ser la misma en todo el cálculo).

220

Gastos variables (%): son los gastos que varían al variar el rendimiento obtenido, esto incluye los gastos de cosecha, flete, comercialización, etc.; expresados como porcentaje del precio del grano.

10

Rendimiento esperado (kg/ha): es el rendimiento esperado aplicando el tratamiento que se está evaluando; expresado en kilogramos de grano por hectárea (la unidad de superficie puede ser otra, pero debe ser la misma en todo el cálculo).

6000

Fig. 89. Captura de pantalla de la selección de entrada de datos generales.

DATOS DE LAS APLICACIONES:

Costo del producto (u\$/ha): es el costo del producto a aplicar incluyendo coadyuvantes, pero excluyendo los gastos de aplicación; expresado dólares por hectárea (la unidad monetaria y de superficie pueden ser otras pero, deben ser las mismas en todo el cálculo).

1° aplicación:

2° aplicación:

3° aplicación:

Costo de aplicación (u\$/ha): es el costo de la aplicación sin incluir el producto, si se trata de aplicación con pulverizadora terrestre (p.ej. mosquito) ingresar la pérdida por pisada en las celdas de abajo; expresado en dólares por hectárea (la unidad monetaria y de superficie pueden ser otras, pero deben ser las mismas en todo el cálculo).

1° aplicación:

2° aplicación:

3° aplicación:

Pérdidas de rendimiento por pisada (%): para aplicaciones aéreas usar 0%; valor sugerido para primera aplicación terrestres luego de iniciada la encañazón de cereales invernales: 3%.

1° aplicación:

2° aplicación:

3° aplicación:

Presionar Calcular o la tecla Enter para actualizar el resultado, o Restablecer para borrar todos los datos ingresados

Calcular

Restablecer

Fig. 90. Captura de pantalla de la selección de entrada de datos de las aplicaciones.

RESULTADOS:

Precio neto del grano (u\$/t): es el precio del grano descontando los gastos variables; expresado en dólares o la unidad monetaria elegida al introducir los datos, por tonelada de grano.

198

Pérdidas de rendimiento por pisada (kg/ha): son las pérdidas de rendimiento considerando las pisadas sucesivas; expresadas en kilogramo de grano hectárea o por la unidad de superficie elegida al introducir los datos.

1° aplicación: 180

2° aplicación: 0

3° aplicación: 0

Costo del tratamiento (u\$/ha): es el costo considerando los gastos en los productos, los gastos variables y las pérdidas por pisada; expresado en dólares por hectárea o en la unidad monetaria y de superficie elegidas al introducir los datos.

1° aplicación: 59

2° aplicación: 30

3° aplicación: 37

Costo total: 126

Costo del tratamiento (kg/ha): es el costo considerando los gastos en los productos, los gastos variables y las pérdidas por pisada; expresado en kilogramos de grano por hectárea o por la unidad de superficie elegida al introducir los datos.

1° aplicación: 296

2° aplicación: 152

3° aplicación: 187

Costo total: 635

Si el costo total calculado (expresado en u\$/ha, kg/ha ó las unidades monetarias y de superficie elegidas al introducir los datos) supera el aumento de ingreso esperado (expresado en las mismas unidades que el costo total), el tratamiento no es económicamente conveniente.

Fig. 91. Captura de pantalla de la sección resultados.

AgTech: Comparación online del rendimiento de los cultivares de trigo pan evaluados en la RET-INASE de Argentina

Resumen presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021

Abbate N.F.¹, Abbate P.E.^{2*}

¹Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires. CABA, Argentina.

²INTA Balcarce y Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

* abbate.pablo@inta.gov.ar; abbate.pablo@gmail.com



¹ Facultad de Ciencias Económicas, UNLP. La Plata, Buenos Aires, Argentina. abbatenicolas@gmail.com.
² INTA Balcarce y Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP. Balcarce, Buenos Aires, Argentina. abbate.pablo@inta.gov.ar

Objetivo

- Facilitar la elección de cultivares mediante una página web que permite la comparación del rendimiento de los cultivares de trigo pan evaluados en la RET-INASE.

Captura de pantalla: <https://cultivaresargentinos.com/trigo/>

Cultivar	GC	DIF%	CV%
CEDRO	3	16	6
BAGUETTE 802	2	12	1
SY 220	2	11	4
TIMCO	3	10	0
SY 200	2	6	3
BUCK DESTELLO	1	4	30
ACA 340	1	0	3
MINI INDIANENSE 215	2	0	15
QUAYABO	3	3	9
SY 215	2	-4	14
BUCK BELLACO	1	-6	5
265	1	-7	9
HELEN MINERVA	1	-9	0
BASILIO	2	-12	16
ALCARROBO	2	-19	8

Fig. 92. Poster presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021.

La Argentina cuenta con una red de evaluación de cultivares de trigo pan, conocida desde 2003 como "RET-INASE", en la que los cultivares (más de 33 por ensayo, promedio de los últimos 10 años) de distinto grupo de calidad, se evalúan a través una red de más de 15 estaciones experimentales por año, distribuidas en región triguera argentina, en una o dos épocas de siembra, sin y/o con aplicación de fungicida, sin riego, o con y sin riego. Esta red constituye la red más amplia y completa de evaluación de cultivares de trigo pan de Argentina. Sin embargo, el uso de los datos que genera no es sencillo para un usuario poco entrenado. Para facilitar la elección de cultivares, mediante la comparación del rendimiento de los cultivares evaluados en la RET-INASE, se desarrolló una página web. La página es de acceso libre y gratuito, su uso no requiere suscrip-

ción ni la instalación de ninguna aplicación. El acceso se realiza a través de cualquier dispositivo (PC, celular, etc.) con conexión a Internet, mediante los navegadores de web más difundidos. La página comprende una sección de selección de datos y otra de presentación de resultados. Al crear la página se consideró que para un productor es más importante la comparación de cultivares entre años dentro de una localidad de referencia, cercana al lugar de producción, que la comparación entre localidades, por lo cual la sección de selección de datos comienza por (1) la localidad. Esta selección continúa por (2) la cantidad de campañas a promediar desde la más reciente: 1 a 4, (3) en manejo: sin fungicida, con fungicida, tradicional, estas tres opciones en seco, y alta tecnología con uso de riego y fungicida, (4) época de siembra: entre 1 y 5, (5) el grupo de calidad: todos o grupo 1 a 3. En la sección de resultados se presenta un gráfico y una tabla. En ambos, el rendimiento de cada cultivar se expresa como la diferencia porcentual respecto del rendimiento promedio de todos los cultivares comparados (DIF). Por su parte, la estabilidad del rendimiento de cada cultivar se cuantifica por medio del coeficiente de variación porcentual (CV) de la DIF a través de los años de evaluación seleccionados. Según este método de análisis, el cultivar más ventajoso será aquel que combine una alta DIF con un bajo CV. Al seleccionar los datos de una sola campaña, se presenta un gráfico de barras y la tabla mostrando la DIF de cada cultivar; en este caso el cultivar más ventajoso es el de mayor DIF. Al seleccionar los datos de más de una campaña, el gráfico muestra la DIF en función del CV y la tabla incluye el CV. En este caso el cultivar más ventajoso será aquel que combine una alta DIF con un bajo CV. El acceso a la página es a través de la dirección web:

<https://cultivaresargentinos.com/trigo/>

AgTech: Informe online de la Red Argentina de Cebada Cervecera

Resumen presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021.

Abbate P.E.^{1*}, Abbate N.F.², Conti V.A.³, Moreyra F.⁴

¹ INTA Balcarse y Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP. Balcarse, Buenos Aires, Argentina.

² Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires. CABA, Argentina.

³ INTA Bordenave. Bordenave, Buenos Aires, Argentina.

⁴ INTA Bordenave; actualmente asesor privado. Bordenave, Buenos Aires, Argentina.

* abbate.pablo@inta.gov.ar; abbate.pablo@gmail.com.



VII Simposio de Cereales de Siembra Otoño-Invernal
III Encuentro del Mercosur

INFORME ONLINE DE LA RED ARGENTINA DE CEBADA CERVECERA

Abbate P.E.¹; Abbate N.F.²; Conti V.A.³; Moreyra F.⁴



¹ INTA Balcarse y Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP. Balcarse, Buenos Aires, Argentina; abbate.pablo@gmail.com.

² Facultad de Ciencias Económicas, UBA. CABA, Argentina.; abbate.nicolas@gmail.com.

³ INTA Bordenave. Bordenave, Buenos Aires, Argentina. conti.veronica@inta.gov.ar.

⁴ INTA Bordenave; actualmente asesor privado. Bordenave, Buenos Aires, Argentina; federico.moreyra@gmail.com.

Materiales y Métodos

Se utilizaron datos provenientes de la REC. El rendimiento (RTO) de cada cultivar se expresó como la diferencia porcentual respecto del RTO promedio de todos los cultivares comparados (DIF). Por su parte, la estabilidad del RTO de cada cultivar se cuantificó por medio del coeficiente de variación porcentual (CV) de la DIF a través de los años de evaluación.

Objetivo

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una página web que facilite la consulta de los datos de la Red Nacional de Cebada Cervecera (REC) de Argentina, promediando los datos a través de distinta cantidad de años de evaluación, a fin de ayudar en la elección del cultivar a sembrar en un determinado ambiente de interés.

Conclusiones

Por medio de cinco pasos pueden compararse el rendimiento y estabilidad de los cultivares que cumplan con los criterios de selección elegidos.

Esta página permite comparar cultivares entre años, dentro de una misma localidad de referencia, cercana al lugar de producción, lo cual representa una herramienta de gran utilidad para la elección del cultivar a sembrar por un productor, en una zona específica.

Captura de pantalla: <https://cultivaresargentinos.com/cebada/cervecera/>

Resultados

- La página posee una sección de selección de datos y otra de presentación de resultados.
- Los datos se pueden seleccionar por Localidad, Cantidad de años de evaluación, Calidad comercial.
- Los resultados se presentan como figura y tabla.
- La página es de acceso libre y gratuito.



Conclusiones

Por medio de cinco pasos pueden compararse el rendimiento y estabilidad de los cultivares que cumplan con los criterios de selección elegidos.

Esta página permite comparar cultivares entre años, dentro de una misma localidad de referencia, cercana al lugar de producción, lo cual representa una herramienta de gran utilidad para la elección del cultivar a sembrar por un productor, en una zona específica.

Fig. 93. Poster presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021.

Desde hace más de 10 años, la Argentina cuenta con una red de evaluación de cultivares de cebada cervecera coordinada por el Grupo de Mejoramiento y Calidad vegetal de INTA Bordenave, en convenio de Asistencia Técnica con la Cámara de la Industria Cervecera Argentina. Los resultados de tales ensayos son publicados regularmente y constituyen la fuente de información más amplia y completa de evaluación de cultivares de cebada cervecera de Argentina. Sin embargo, no es fácil promediar esos datos a través de ensayos en varios años para un usuario poco entrenado. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una página web que facilite la consulta de los datos de la Red Nacional de Cebada Cervecera (REC) de Argentina, promediando los datos

a través de distinta cantidad de años de evaluación, a fin de ayudar en la elección del cultivar a sembrar en un determinado ambiente de interés. Al comparar los cultivares se consideró que para un productor es más importante la comparación de cultivares entre años dentro de una localidad de referencia, cercana al lugar de producción, que la comparación entre localidades. En consecuencia, el rendimiento de cada cultivar se expresó como la diferencia porcentual respecto del rendimiento promedio de todos los cultivares comparados (DIF). Por su parte, la estabilidad del rendimiento de cada cultivar se cuantificó por medio del coeficiente de variación porcentual (CV) de la DIF a través de los años de evaluación seleccionados. Al seleccionar los datos de una sola campaña, se presenta un gráfico de barras y la tabla mostrando la DIF de cada cultivar. En este caso el cultivar más ventajoso es el de mayor DIF. Al seleccionar los datos de más de una campaña, el gráfico muestra la DIF en función del CV y la tabla incluye el CV. En este caso el cultivar más ventajoso será aquel que combine una alta DIF con un bajo CV. La página es de acceso libre y gratuito, su uso no requiere suscripción ni la instalación de ninguna aplicación. El acceso se realiza a través de cualquier dispositivo (PC, celular, etc.) con concesión a Internet, mediante los navegadores de web más difundidos. La dirección web de la página es:

<https://cultivaresargentinos.com/cebada/cervecera/>

AgTech: Identificación online de cultivares comerciales de trigo pan argentinos mediante descriptores morfológicos

Resumen presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021.

Abbate L.I.¹, Abbate P.E.^{2*}, Ballesteros A.H.M.³

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. CABA, Argentina. abbate.lucas@gmail.com.

²INTA Balcarce y Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Buenos Aires, Argentina. abbate.pablo@inta.gov.ar

³Dirección de Registro de Variedades, Instituto Nacional de Semillas (INASE). CABA, Argentina.

* abbate.lucas@gmail.com; abbate.pablo@inta.gov.ar; aballesteros@inase.gov.ar.



VII Simposio de Cereales de Siembra Otoño-Invernal
III Encuentro del Mercosur

IDENTIFICACIÓN ONLINE DE CULTIVARES COMERCIALES DE TRIGO PAN ARGENTINOS MEDIANTE DESCRIPTORES MORFOLÓGICOS
 Abbate L.I.¹; Abbate P.E.²; Ballesteros A.H.M.³



Objetivo

- Facilitar la identificación de cultivares a campo y galpón mediante sus descriptores morfológicos.

Captura de pantalla: <https://cultivaresargentinos.com/trigo/descriptores/>

Paso 1: Seleccionar estado de desarrollo

Paso 2: Listo

Paso 3: Seleccionar los Descriptores

Paso 4: Listar los Descriptores seleccionados

Espegazón / Tallo / Pedúnculo / Pigmentación anticiana del pedúnculo

Debil (81D)

Espegazón / Hoja / Hoja bandera / Pigmentación anticiana de las aurículas, en espegazón

Media (61C)

Espegazón / Hoja / Hoja bandera / Pubescencia de las aurículas, en espegazón

Media

Paso 5: Filtrar los cultivares

Reestablecer

Cultivar	Titular	Inscripción	
1	385	ACA	2018
2	914	ACA	2018
3	915	ACA	2018
4	900	ACA	2018
5	ACA 303 PLUS	ACA	2015
6	ACA 356	ACA	2012
7	ACA 402	ACA	2013
8	ACA 909	ACA	2015
9	DIOWITA 2005	INTA	2011
10	BUCK CAMBIA	BUCK SEMILLAS S.A.	2018
11	BUCK DE STELLO	BUCK SEMILLAS S.A.	2017
12	BUCK GUATMOZIN	BUCK SEMILLAS S.A.	2001
13	BUCK PLENO	BUCK SEMILLAS S.A.	2012
14	FLORIPAN 300	AGRISEEDS	2012
15	KLEIN PROTEO	CBADERO KLEIN S.A.	2005
16	MS INTA 116	INTA	2015
17	MS INTA 617	INTA	2017
18	MS INTA 815	INTA	2015
19	MS INTA BONAERENSE 215	INTA	2016
20	MS INTA BONAERENSE 816	INTA	2017
21	MS INTA BONAERENSE 817	INTA	2018
22	MANORRAY	BUCTRIGO	2018
23	RGT GARDELL	RAGT2n	2014
24	SY 120	SYNGENTA	2017
25	SY 300	SYNGENTA	2010
26	SY 330	SYNGENTA	2015
27	TEMP	SF. DESPREZ	2013

Materiales y Métodos

- Los Descriptores provenientes del Registro Nacional de Cultivares del INASE.
- Se construyó una página que funciona sin conexión a Internet si se carga previamente en Chrome.

Resultados

- Por medio de cinco Pasos, la página permite listar los cultivares que coinciden con los descriptores elegidos.
- La página es de acceso libre y gratuito.

Conclusiones

- A través de la página construida, se pueden identificar los cultivares correspondientes a distintas características morfológicas, en distintos estados de desarrollo.

Fig. 94. Poster presentado en el 9° Congreso Nacional de Trigo, 29 y 30-sep-2021.

Durante la inscripción de un nuevo cultivar de trigo pan, en conformidad con el Decreto 2183/91, se establecen características fisiológicas, fenológicas y morfológicas, conocidas como descriptores, que permiten describir el nuevo cultivar y diferenciarlo de los ya inscriptos. Los descriptores incluyen el comportamiento fenológico y características morfológicas de plántula, hoja, tallo, espiga, espiguilla y cariopse. Sin embargo, el uso público de los descriptores era limitado porque no se contaba con una herramienta que reúna la información y facilite su uso. Con el objetivo de facilitar la identificación de cultivares de trigo comerciales, a campo y galpón, por

medio de sus descriptores a campo y galpón, se desarrolló una página web apta para funcionar sin conexión a Internet si se carga en el explorador Google Chrome® previamente (cuando se cuenta con acceso a Internet). La página presenta una sección para filtrar los resultados, la cual consta de cinco Pasos. El Paso 1 permite seleccionar uno o más estados de desarrollo (vegetativo, espigazón, madurez, especiales) en los que se va a realizar la identificación. El Paso 2 filtra los descriptores correspondientes a los estados de desarrollo seleccionado. En el Paso 3, el usuario seleccionará cuáles de los descriptores disponibles utilizará. En el Paso 4 se listan los valores posibles para cada uno de los descriptores seleccionados. Finalmente, en el Paso 5, se obtiene la lista de cultivares que cumplen con los valores de los descriptores seleccionados. En la lista (sección de resultados) se presentará el nombre de los cultivares, su titular (criadero obtentor o multiplicador) y el año de inscripción. La presente página puede ser utilizada para realizar una verificación sin valor oficial, en galpón o a campo, si semillas o plantas de trigo pan corresponden al cultivar esperado. La página es de acceso libre y gratuito, y se puede accederse a la misma desde cualquier dispositivo con conexión a Internet a través de la siguiente dirección web:

<https://cultivaresargentinos.com/trigo/descriptores/>

AgTech: Diseñan un mapa de probabilidad de daño por heladas tardías en trigo

Publicado por INTA Informa, 26 de octubre de 2021. INTA Informa, Gerencia de Contenidos Periódicos y Editoriales, Dirección Nacional Asistente de Comunicación Institucional, INTA.

La herramienta creada desde INTA Balcarce —Buenos Aires— permite conocer el nivel de daño y la probabilidad de ocurrencia de heladas y a partir de esa información, elegir la fecha de espigazón más adecuada en cada lugar. Se trata del primer mapa de estas características a nivel mundial.

En la mayor parte de la región triguera argentina, adelantar la fecha de floración del trigo permitiría alcanzar un mayor rendimiento reduciendo la probabilidad de sequía, aumentando la eficiencia de uso del agua, entre otros aspectos positivos, pero, a la vez, el adelanto de la fecha de floración aumenta el riesgo de que las heladas dañen la espiga y en consecuencia el rendimiento.

En general, el cultivo de trigo tiene buena adaptación a las bajas temperaturas durante gran parte de su ciclo, pero hay estados de desarrollo particularmente sensibles a las mismas. El daño que pudiera llegar a producirse depende no sólo de la magnitud de la helada sino también de su duración.

En este sentido, investigadores del INTA Balcarce —Buenos Aires— desarrollaron dos mapas complementarios interactivos, uno específico para trigo que permite conocer el nivel de daño y probabilidad de ocurrencia de heladas, y otro que presenta la fecha para distintas probabilidades de ocurrencia de la última helada primaveral.

“El primer mapa permite elegir la fecha de espigazón a partir de la información sobre la probabilidad de daños por heladas, o en su defecto, conocer el nivel de daño y probabilidad de ocurrencia de heladas correspondiente a la fecha de espigazón habitual de un lote o zona”, explicó Pablo Abbate, investigador de la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Balcarce.

En tanto, el segundo mapa presenta la fecha para distintas probabilidades de ocurrencia de la última helada primaveral también conocida como fecha de última helada. Con esta información tradicionalmente se elegía la fecha de espigazón, pero este método no considera el daño producido por las heladas, aunque para cultivos que aún no tienen un modelo de estimación de daño, p. ej. Cebada, podría ser útil, al igual que para ayudar a elegir la fecha de siembra en los cultivos de verano.

El especialista señaló que “el daño por heladas es uno de los principales obstáculos a la hora de elegir la fecha apropiada de floración del trigo”. Normalmente, “este aspecto se resuelve buscando una fecha en la que haya baja probabilidad de heladas, es decir entre un 10 y un 20%”, precisó Abbate, aunque aseguró que “el hecho de que ocurra una helada no aclara el nivel de daño por eso es importante contar con un mapa que indique la probabilidad de daño en lugar de la probabilidad de ocurrencia de la helada”.

“Las heladas puede ser benigna o puede ser más severa, aunque la fecha en que ocurren estas últimas varía de acuerdo a la región, por lo que el mapa cubre toda la Argentina, Uruguay, Paraguay y el sur de Brasil”, indicó el especialista y agregó: “Desde el INTA Balcarce ya habíamos diseñado un modelo matemático para estimar el daño por heladas y volcamos esa información para crear un mapa que permitiera saber cuál es el daño para distintas fechas, en distintas localidades”.

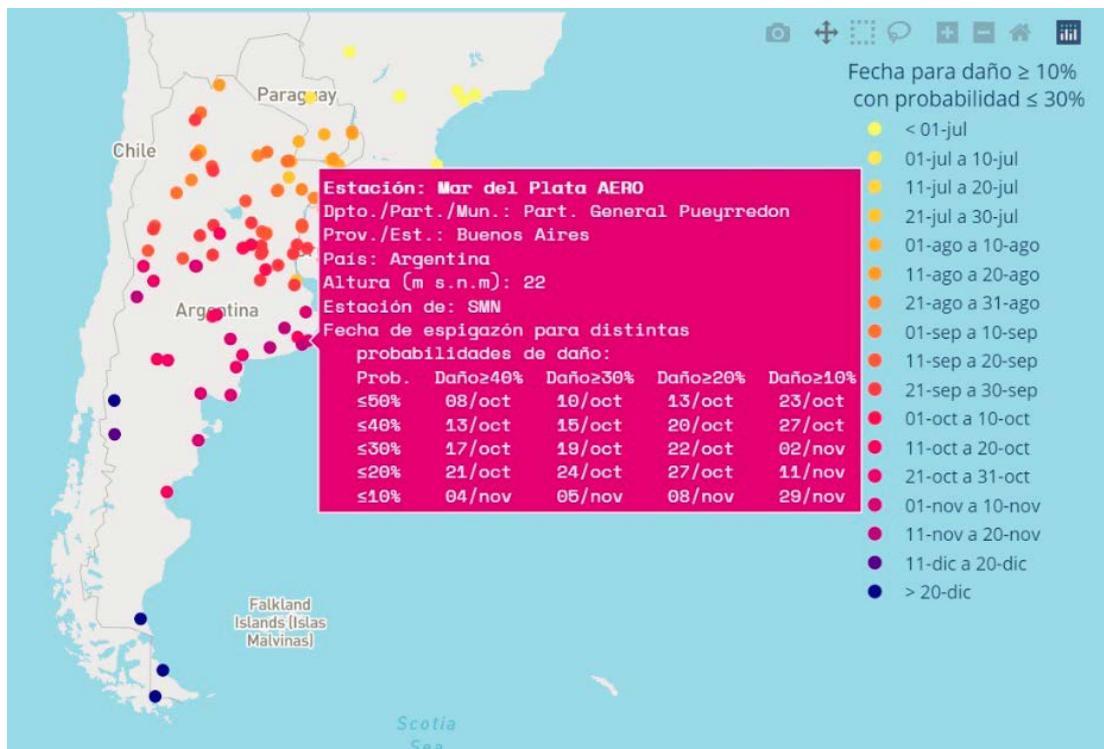
Hasta el momento, el modelo diseñado por el INTA Balcarce es el más completo en tanto considera el estado de desarrollo de la espiga, las distintas camadas de espigas en el cultivo y se basa en la temperatura mínima y la duración de la helada.

“Lo completo que es el modelo hizo que la información pueda volcarse a un mapa interactivo, que es único en el mundo, precisamente porque a nivel mundial no existe otro modelo de estimación de daño por heladas tan acabado”, aseguró Abbate.

El cálculo del mapa se basó en datos diarios de estaciones meteorológicas con al menos 25 años de datos entre los años 1990-2020. El especialista explicó que “años anteriores no se tuvieron en cuenta porque podrían ser poco representativos del clima actual a causa del cambio climático” y con menos años de datos no es factible realizar un correcto cálculo de la probabilidad de daño.

En esta línea, Abbate subrayó que “las probabilidades se calcularon aplicando la definición de probabilidad, es decir, contando la cantidad de años que cumplieron una condición establecida, sin hacer supuestos sobre la distribución de frecuencia de los datos. Se trata de un método de cálculo más lento, pero también más seguro, que incluyó el computo de más de 456 mil días de datos por estación meteorológica.

En total, el mapa contempla 99 estaciones meteorológicas, entre las que se incluye información sobre Paraguay, Uruguay y el sur de Brasil, conseguida a través del Instituto Paraguayo de



Tecnología Agraria y la Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas, que participaron de la elaboración.

“El hecho de que el mapa sea interactivo permite interpretar mejor la información volcada porque en la escala mayor del mapa hay algunas estaciones superpuestas que no pueden verse con claridad a menos que se pueda hacer zoom”, explicó Abbate y agregó: “Basta con pararse con el cursor en cada uno de los puntos para ver reflejado el porcentaje de daño por helada en cada una de las fechas propuestas”.

“Las fechas de espigazón que presenta el mapa son de carácter orientativo porque el nivel de daño en un lote de trigo puede cambiar con el cultivar, la topografía, la cercanía a centros urbanos, entre otros aspectos”, aclaró el especialista.

El modelo utilizado fue validado durante su elaboración, no obstante, se amplió la validación de la herramienta mediante la información histórica. “No siempre se midió el daño por helada, pero sí se conoce que en determinados años hubo daños a partir de información difundida en medios o en informes agronómicos”, aseguró Abbate y explicó que “el modelo permitió estimar un daño alto en esos años y discriminarlo de los otros años sin registro de daños y hasta el momento tuvimos buenos resultados”.

Puede consultarse el mapa en <https://t.ly/qDjL>

Tecnología de exportación AgTech: desarrollan un sitio web para comparar rendimientos y calidad

Publicado por INTA Informa 28 de junio de 2022. INTA Informa, Gerencia de Contenidos Periodísticos y Editoriales, Dirección Nacional Asistente de Comunicación Institucional, INTA.

Se trata de un conjunto de páginas interactivas y gratuitas, que incluyen mapas y una calculadora para evaluar costos de distintos tratamientos para trigo, cebada y maíz, entre años y por localidades. Además, el INTA Balcarce –Buenos Aires– y el Programa Internacional de AAPRESID diseñaron una calculadora online para promover la agricultura conservacionista en África.

Cada inicio de campaña agrícola, el INTA recibe numerosas consultas sobre comportamiento, ecofisiología, plagas y prácticas de manejo de cultivares. A partir de las cuales genera y difunde información mediante jornadas de capacitación para profesionales y productores, informes de seguimiento de campaña y charlas en cada agencia regional.

“Empecé a notar que, en muchos casos, el contenido web tenían más difusión que los informes escritos que realizamos, porque permite que el usuario encuentre más rápidamente la información que le interesa, de ahí surgió la idea de realizar una primera página web interactiva donde el productor puede comparar el rendimiento de cultivares de trigo”, señaló Pablo Abbate, especialista en cultivos de invierno del INTA Balcarce –Buenos Aires– y desarrollador de la idea.

Con el objetivo de difundir información y ayudar al productor sobre qué sembrar, surgió la creación de un sitio web que permite comparar el rendimiento y la calidad de cultivares comerciales de trigos pan argentinos y paraguayos, cebadas graníferas y pastoriles, y maíz.

Del desarrollo participaron un equipo de investigadores del INTA Balcarce y Bordenave, estadísticos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, economistas de la Universidad de Buenos Aires, investigadores de IPTA (Paraguay) y de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Cultivaresargentinos.com, es el primer sitio web interactivo y gratuito que permite realizar una comparación online del rendimiento de variedades de trigo, cebada y maíz entre años dentro una localidad. Además, incluye páginas para comparar la calidad de trigo pan, para consultar los Grupo de Calidad, para identificar cultivares de trigo, un mapa de subregiones trigueras y otros cereales invernales, un mapa de daño por heladas y una calculadora para evaluaciones económicas de distintos tratamientos por cultivo.

La información se actualiza con datos de las Redes de Ensayos que el INTA conduce junto con otras instituciones. En el caso de trigos son los que se evalúan anualmente en la “Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo” coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (RET-INASE). En cuanto a las cebadas, son las que estudia el Grupo de Mejoramiento y Calidad Vegetal de INTA Bordenave en los Ensayos Comparativos de Rendimiento.

Para usar la página se debe seleccionar primero la ubicación de los ensayos, luego la cantidad de campañas a promediar, el nivel de manejo de una lista, la época de siembra y por último los grupos de calidad comercial.

El desarrollo brinda información estratégica para optimizar el manejo de los lotes. “En los últimos días la proporción de consultas que recibimos en la página y en las agencias, permite ver que, para la próxima campaña, existe una tendencia a que muchos productores se vuelquen al cultivo de cebada en remplazo de trigo”, mencionó Abbate. Es que, frente al panorama de incertidumbre de los precios internacionales de trigo y sus insumos, muchos están evaluando un cambio de cultivo. En este aspecto, la Bolsa de Cereales de Buenos Aires estimó una superficie de 6.5 millones de hectáreas, 200.000 menos que en el ciclo 21/22.

Estas son estimaciones iniciales que pueden ir cambiando con el desarrollo del enfrentamiento entre Ucrania y Rusia, ya que estos países son importantes productores de cereales. La suba de costos y el riesgo de que el precio del trigo baje si se resuelve el conflicto, están entre los principales motivos que impulsan este cambio.

De Argentina a África

Con la intención de promover la agricultura conservacionista en África se diseñó una calculadora online (<https://cultivaresargentinos.com/africa/treatments/>) para la evaluación de una amplia gama de tratamientos de cultivos. La idea se dio en el marco del convenio celebrado entre INTA Balcarce y el Programa Internacional de AAPRESID (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa Argentina).

“La página originalmente fue diseñada para evaluar tratamientos de fungicidas en cereales invernales de productores argentinos, pero la adaptamos para utilizarse en una amplia gama de tratamientos de cultivos, sean graníferos o no”, explicó Pablo Abbate, especialista en cultivos de invierno del INTA Balcarce –Buenos Aires– y desarrollador de la idea junto con Juan Edwards Molina –INTA Balcarce– y Nicolás Bronzovich -AAPRESID-. La página permite calcular simultáneamente el costo de tratamientos de cultivos que incluyen hasta cuatro aplicaciones de productos, considerando los gastos variables, el costo de cada aplicación y la eventual pérdida de rendimiento por daño del cultivo al realizar cada aplicación.

“La gama de tratamientos que se pueden evaluar con esta página es muy amplia”, agregó el investigador. Incluye el control de malezas, enfermedades e insectos como la oruga cogollera del maíz (*Spodoptera frugiperda*), la aplicación de fertilizantes, reguladores y estimuladores del crecimiento.

La página versión África, disponible en cuatro idiomas (español, inglés, francés y árabe), fue lanzada en dos Webinars realizados el 13 y 14-sep-2022, organizados por la Gerencia Relaciones Institucionales y la Gerencia de Vinculación Tecnológica y Relaciones Institucionales, ambas de INTA. De la reunión online participaron representantes de las gerencias de INTA, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, de la Cancillería Argentina, de embajadas argentinas en países africanos (Egipto, Morocco, Algeria, Angola, Ethiopia, Mozambique, Nigeria), los autores de la página web y público interesado.