



# Cultivos de invierno

## Informes técnicos de INTA Balcarce 2019

Compilador Pablo Abbate

**INTA** | Ediciones

Colección  
**DIVULGACIÓN**

# Cultivos de Invierno

## Informes técnicos de INTA Balcarce 2019

***Compilador***  
*Pablo Abbate*



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
**Argentina**

*INTA Ediciones*  
*Estación Experimental Agropecuaria Balcarce*  
*2020*

631 Cultivos de invierno : informes técnicos de INTA Balcarce 2019 /  
compilador:  
C96 Pablo Abbate. – Buenos Aires : Ediciones INTA, Estación Experimental  
Agropecuaria Balcarce, 2020.  
116 p. : il. (en PDF)

ISBN 978-987-8333-34-2 (digital)

i.Abbate, Pablo

CULTIVOS DE INVIERNO – VARIEDADES – ENFERMEDADES DE LA PLANTAS –  
RENDIMIENTO – BALCARCE, BUENOS AIRES

DD-INTA

*Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.*

*El siguiente proyecto contribuyó a financiar los trabajos que aquí se presentan:  
Proyecto Específico: Redes de evaluación de germoplasma inédito (INTA) y cultivares comerciales de Cereales y Oleaginosas (PNCYO-1127046).*

**Diseño:** Federico Miri  
Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce

*Este libro  
cuenta con licencia:*



## ***Autores***

**Pablo E. Abbate**

Unidad integrada Balcarce (INTA Balcarce y Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP).  
Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

**Nicolás F. Abbate**

Estudiante, Facultad de Ciencias Económicas, UBA. CABA, Argentina.

**Alberto H. M. Ballesteros**

Dirección de Registro de Variedades, INASE. CABA, Argentina.

**Adriana J. Bonomo**

Gerencia Informática y Gestión de la Información de INTA. CABA, Argentina.

**Carlos A. Cabral Farias**

INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

**G. Sebastián Cambareri**

INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

**Matías A. Cambareri**

Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

**Bárbara Carpaneto**

INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

**Pedro R. Chávez Sanabria**

Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria Capitán Miranda (IPTA CM).  
Capitán Miranda, Itapúa, Paraguay.

**Verónica A. Conti**

INTA Bordenave. Bordenave, Buenos Aires, Argentina.

**Claudia M. Haros**

Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA) del Consejo Superior de  
Investigaciones Científicas de España (CSIC). Valencia, España.

**Man M. Kohli**

Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO).  
Asunción, Paraguay.

**Diana L. Martino**

Unidad Integrada Balcarce y CONICET; actualmente Buck Semillas S.A. La Dulce,  
Buenos Aires, Argentina.

**Federico Moreyra**

INTA Bordenave. Bordenave, Buenos Aires, Argentina.

**Marcio Muñoz**

INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

**Fernando Ross**

Estación Experimental Integrada Barrow (INTA y MAA de la prov. de Buenos Aires).  
Tres Arroyos, Buenos Aires, Argentina.

## Índice

Datos meteorológicos campaña fina 2018/2019.....	pág. 06
<i>Cambareri M.A.; Cambareri G.S.</i>	
¿Qué es “la RET”?.....	pág. 09
<i>Abbate P.E.</i>	
Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan (RET-INASE):	
Resultados obtenidos en INTA Balcarce, con y sin fungicida durante la campaña 2018/19.....	pág. 15
<i>Abbate P.E.; Cabral Farias C.A.; Muñoz M.</i>	
Resultados obtenidos en INTA Balcarce con alta tecnología durante la campaña 2018/19.....	pág. 28
<i>Abbate P.E.; Cabral Farias C.A.; Muñoz M.</i>	
Resultados obtenidos en INTA Balcarce, con manejo tradicional durante la campaña 2018/19.....	pág. 36
<i>Abbate P.E.; Cabral Farias C.A.; Muñoz M.</i>	
Trigo: 20 años de aumentos en el rendimiento gracias a la innovación.....	pág. 45
<i>Abbate P.E.</i>	
Diferencias de rendimiento entre cultivares de trigo paraguayos y argentinos.....	pág. 47
<i>Chávez P., Abbate P.E., Kohli M.M.</i>	
Estabilidad interanual del rendimiento de cultivares cebada cervecera en INTA Balcarce durante las campañas 2015/16 a 2017/18.....	pág. 49
<i>Abbate P.E., Carpaneto B.B.</i>	
Pronóstico de la severidad de roya anaranjada en trigo en Balcarce para la campaña 2018/19.....	pág. 55
<i>Carpaneto B.B., Abbate P.E.</i>	
Evaluación temprana de la severidad a la roya amarilla en la RET-INASE de INTA Balcarce durante la campaña 2018/19.....	pág. 60
<i>Abbate P.E.; Cabral Farias C.A.; Muñoz M.; Toledo J.I.</i>	
Evaluación de la severidad a la roya amarilla en la RET-INASE de INTA Balcarce durante dos campañas trigueras.....	pág. 67
<i>Abbate P.E., Cabral Farias C.A.</i>	
Daño de helada sobre el número de granos de trigo y su modelado.....	pág. 77
<i>Abbate P.E.; Martino D.L.</i>	
Informe online del rendimiento y la estabilidad de:	
Los cultivares de trigo pan evaluados en la RET-INASE Argentina.....	pág. 86
<i>Abbate P.E., Abbate N.F.</i>	
La Red Argentina de Cebada Cervecera (REC).....	pág. 92
<i>Abbate P.E., Abbate N.F., Conti V.A., Moreyra F.</i>	
Las variedades comerciales de trigo pan de Paraguay.....	pág. 96
<i>Abbate P.E., Abbate N.F., Chávez Sanabria P.</i>	

Consulta online del grupo de calidad de los cultivares de trigo pan comercializados en Argentina.....	pág. 100
<i>Abbate P.E., Ballesteros A.H.M., Abbate N.F.</i>	
Cultivos ancestrales: origen, difusión y usos.....	pág. 102
<i>Haros C.M.</i>	
Edición digital del "Simposio del Trigo, 1969" .....	pág. 111
<i>Abbate P.E.</i>	
Norman Borlaug en las publicaciones del INTA.....	pág. 112
<i>Bonomo A.J., Abbate P.E.</i>	
A 90 años de la primera cosechadora de trigo patentada en el mundo: Rotaria (1929).....	pág. 114
<i>Abbate P.E.</i>	
Obituario al Ing. Agr. Rubén Miranda (1946-2019).....	pág. 116
<i>Abbate P.E.</i>	

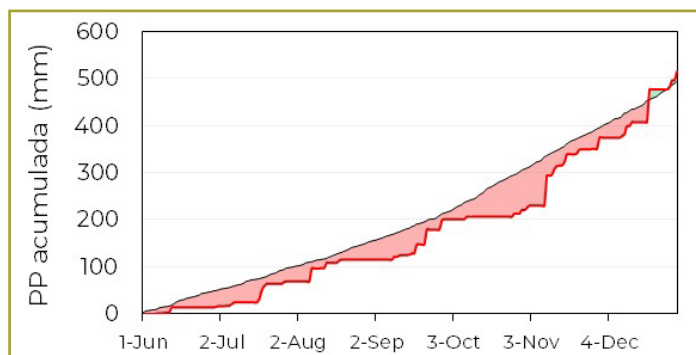
## Datos agrometeorológicos campaña fina 2018/2019

Cambareri M.A.<sup>1</sup>, Cambareri G.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo Agrometeorología, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP. cambareri.matias@inta.gob.ar

<sup>2</sup>Grupo Agrometeorología, INTA Balcarce. cambareri.gustavo@inta.gob.ar

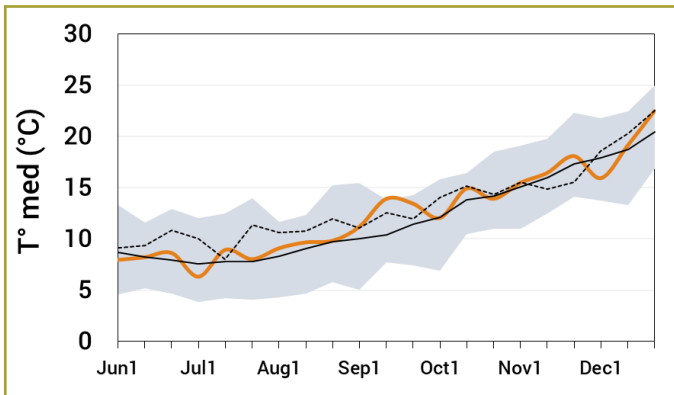
De acuerdo a la NOAA (agencia espacial norteamericana que monitorea el clima), la variación de temperatura del Pacífico Ecuatorial osciló entre 0.5 y 0.7 grados durante el segundo semestre de 2018, con respecto a la media de los cinco años previos. Este enfriamiento se tradujo en un Niño débil de acuerdo a la clasificación de intensidad de este fenómeno. La campaña 2018/2019 para la producción de cereales de cosecha fina en el área de Balcarce se caracterizó por una precipitación acumulada anual que fue similar al acumulado histórico para el segundo semestre (alrededor de 500 mm, Figura 1), con mayor semanal acumulación a partir de la primera semana de octubre. No obstante, el patrón de acumulación para el año 2018 estuvo por debajo de los promedios históricos hasta bien entrado diciembre.



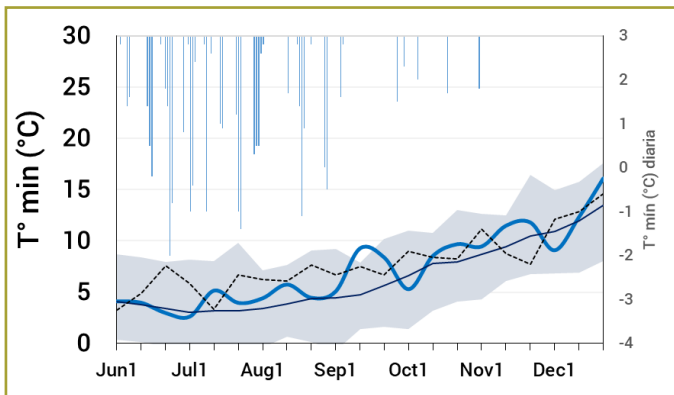
**Figura 1.** Precipitaciones acumuladas entre Junio y Diciembre de 2018. Línea negra: acumulación histórica. Línea roja: acumulación de 2018.

En lo que respecta a temperatura, la temperatura media decádica (promedio de 10 días) del aire (1.5 m) fue bastante más oscilante que la del año previo (2017), siendo mayor que la temperatura del promedio histórico durante la etapa de macollaje (segunda quincena de septiembre, Figura 2), la cual también fue muy similar a los máximos históricos. Durante el período de establecimiento / inicio de macollaje, la temperatura media diaria de 2018 estuvo muy por debajo de la de 2017, pero cercana al promedio histórico (Figura 2).

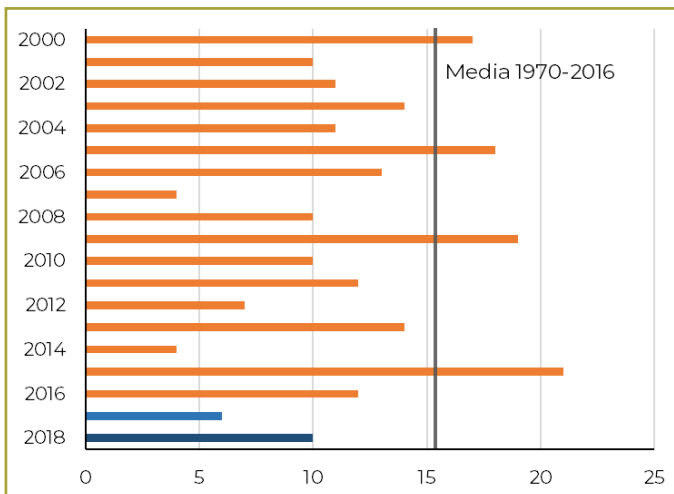
En lo que respecta a temperaturas mínimas decádicas, las magnitudes fueron similares a 2017 durante Julio, mientras que en el resto de la campaña fueron oscilantes con muchos períodos donde se superaron las mínimas históricas (Figura 3). Hubo momentos durante el principio de la estación de crecimiento, donde se registraron heladas de intensidad, con 7 días de temperaturas inferiores a  $-1$  °C entre junio y septiembre (Figura 3).



**Figura 2.** Temperatura media decádica de 2018 (línea naranja) vs. temperatura media decádica de 2017 (línea punteada) y temperatura media decádica histórica (1970-2016, línea llena). En área sombreada: máximos y mínimos históricos.



**Figura 3.** Temperatura mínima decádica de 2018 (línea azul) vs. temperatura mínima decádica de 2017 (línea punteada) y temperatura mínima decádica histórica (1970-2016, línea llena). En área sombreada: máximos y mínimos históricos. En barras descendentes: días con temperaturas medias diarias menor o igual a 3 °C, a mayor profundidad de barra, mayor intensidad de helada.

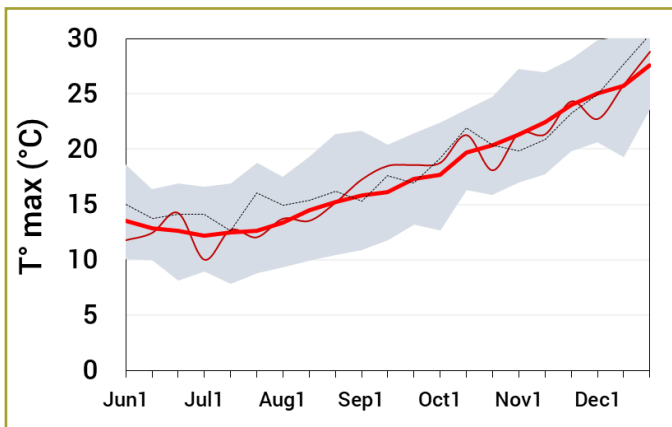


**Figura 4.** Días con helada agrometeorológicas.

En lo que respecta al número de heladas agrometeorológicas, durante 2018 se registraron 10 días de heladas agrometeorológicas, lo cual fue un número superior al año previo (Figura 4). No obstante este número fue claramente menor al de otros años.

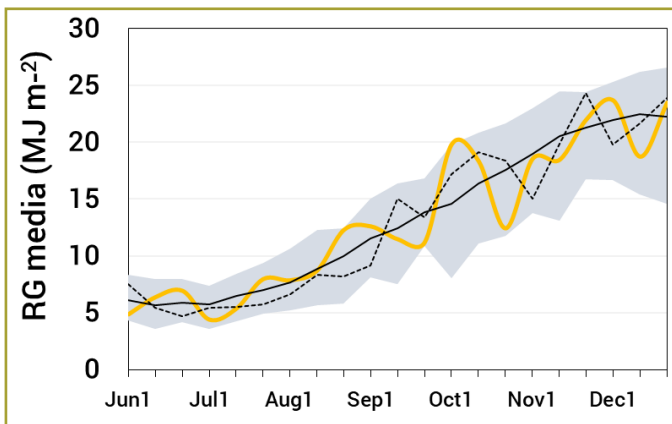
La temperatura máxima de 2018 durante la estación de crecimiento fue más oscilante que la temperatura máxima histórica al principio de la estación de crecimiento pero (Figura 5). Durante septiembre incluso se superaron los valores históricos y los de 2017.





**Figura 5.** Temperatura máxima decádica de 2018 (línea roja) vs. temperatura máxima decádica de 2017 (línea punteada) y temperatura máxima decádica histórica (1970-2016, línea llena). En área sombreada: máximos y mínimos históricos.

Finalmente, la evolución de la radiación media decádica de 2018 siguió un patrón similar al de 2017, alcanzando el valor de los máximos históricos durante la primera década de octubre.



**Figura 6.** Radiación solar media decádica de 2018 (línea roja) vs. radiación solar media decádica de 2017 (línea punteada) y radiación solar media decádica histórica (1970-2016, línea llena). En área sombreada: máximos y mínimos históricos.

## ¿Qué es “la RET”?

Abbate P.E.<sup>1</sup>

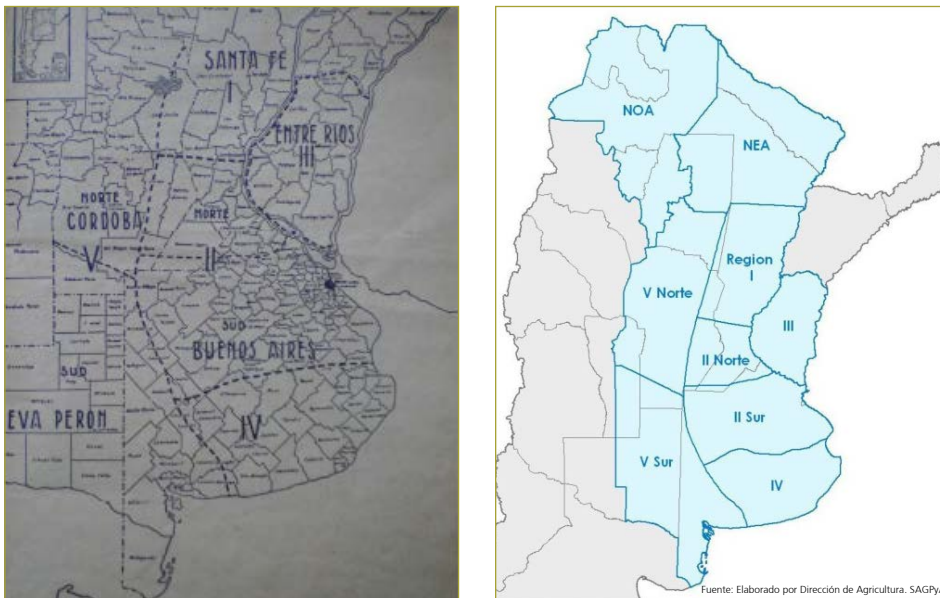
<sup>1</sup>INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.  
abbate.pablo@gmail.com

### Introducción

Lo que hoy se conoce como “la RET” es una red de ensayos, denominada formalmente “Red de ensayos comparativos de variedades de trigo”, que se conducen a nivel nacional, con el propósito de orientar al productor sobre el comportamiento de los distintos cultivares (antes llamados variedades) de trigo pan comercializados en Argentina. Por la cantidad de localidades y cultivares evaluados en la RET, actualmente constituye la red de evaluación de trigo más grande del hemisferio Sur.

La RET se originó a partir de la “Ley de granos y elevadores” (Ley 12253) promulgada en el año 1935, la cual incluyó una sección de “Fomento de la genética” en la que se estableció que el Ministerio de Agricultura “...formulará un plan metodológico para toda la República Argentina, de ensayos comparativos de adaptación, rendimiento y resistencia a las enfermedades, épocas de siembra, etcétera,...”. En consecuencia, hacia el final de los años 30, Argentina contaba con una red de evaluación de cultivares de trigo pan y candeal organizada, conocida como “Red Oficial de Ensayos Territoriales” (ROET). Entre los años 1938 y 1978, los resultados de la ROET fueron publicados como “Consejos de siembra de trigo” por el Tribunal de Fiscalización de Semillas dependiente de Ministerio Agricultura de la Nación. Los Consejos de siembra incluían el mapa de las “Zonas Trigueras”, el cual se fue modificando paulatinamente hasta el año 1954 en el que quedaron definidas siete de las Subregiones trigueras actuales: I, II norte, II sur, III, IV, V norte y V sur. Luego hacia el año 2000 se incorporaron como Subregiones el NEA (noreste argentino) y el NOA (noroeste argentino) (Figura 1).

En 1973 se promulga la “Ley de semillas y creaciones fitogenéticas” (Ley 20247) y se deroga la sección de “Fomento de la genética” de la Ley de granos y elevadores. La nueva ley comienza a reglamentarse y a ponerse en vigencia lentamente a partir del año 1977. Esta disuelve el Tribunal de Fiscalización de Semillas y crea la Comisión Nacional de Semillas (CONASE) como organismo colegiado, con comités “para el tratamiento de temas específicos” conformados por especialistas de la actividad pública y privada, entre ellos se creó el “Comité de Cereales de invierno” el cual se ocupó de la organización de la RET luego del Tribunal de Fiscalización de Semillas. En 1991, por medio del Decreto 2817, se crea el Instituto Nacional de Semillas (INASE) como organismo de aplicación de la Ley de Semilla y se resuelve no continuar con la coordinación de la ROET desde la administración pública. En tal circunstancia el Comité de Cereales de Invierno se hace cargo de esa tarea, designando a un responsable entre sus miembros para cada Subregión triguera. De esta forma, la red de evaluación de variedades de trigo dejó de ser oficial entre los años 1991 al 2003 pasando a denominarse RET, si bien los ensayos continuaron siendo conducidos por colaboradores públicos y privados.



**Figura 1.** Subregiones trigueras argentinas. Izquierda: mapa publicado en los “Consejos de Siembra para el año 1954” por el Tribunal de Fiscalización de Semillas, del Ministerio de Agricultura de la Nación (nótese que la Provincia de La Pampa figura con el nombre “Eva Perón”); Derecha: mapa actualizado según la Dirección de Agricultura de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (Yalungo y Gramicci, 2008).

La Resolución 7 del año 2003 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, oficializa nuevamente la RET encomendando al INASE su coordinación, y establece “...la participación obligatoria en la RET de todas las variedades de trigo... para la que se produzca semilla de Clase Fiscalizada.”. Finalmente, la Resolución 323/2013 del INASE modifica la Resolución anterior estableciendo que “Quedan exceptuadas de la obligación de participar [en la RET], aquellas variedades que, aun teniendo producción de semilla fiscalizada, hayan cumplido un período de 4 años de ensayos.” y que la Coordinación Técnica de la RET estará a cargo de la Dirección de Registro de Variedades del INASE. En síntesis, si bien la RET pasó a través de varias instancias institucionales, continúa conduciéndose en el país sin perder continuidad desde hace más de 70 años.

## Objetivos de la RET

Los objetivos de la RET no sufrieron gran cambio desde su creación. Actualmente son comparar el rendimiento, la sanidad y la calidad de los cultivares de trigo pan comercializados en Argentina, en fechas de siembra apropiadas para las distintas Subregiones trigueras (Figura 1).

## Organización de la RET

Actualmente los cultivares a evaluar, las fechas de siembra y la densidad de siembra de la RET se organizan por Subregiones, es decir, todas las localidades de una dada Subregión evalúan los mismos cultivares sembrados en la misma época y con la misma densidad. Existen cuatro épocas de siembra en cada Subregión separadas por

15-20 días las cuales se presentan en la Tabla 1. Cada criadero puede elegir hasta dos fechas de siembra para cada uno de sus cultivares, las cuales deberían ser consecutivas, por lo cual, las épocas 1 y 3 suelen reunir a todos los cultivares a evaluar en cada Subregión. Para ejemplificar la cantidad de cultivares evaluados por año, se puede mencionar que como promedio de los últimos 5 años, en la Subregión IV se evaluaron 73 cultivares por año, con 12 cultivares nuevos por año (Figura 2) resultando un recambio promedio de 50% de los cultivares en 3 años.

Durante los últimos 5 años la RET se condujo, en promedio, en 22 localidades por años (Figura 3) de las cuales solamente la mitad tuvo continuidad a través de los años. La Subregión que participó con mayor número de localidades fue la IV (6 localidades), la Subregión II norte y V sur participó con 3 localidades y en el resto de las Subregiones con 1 o 2 localidades (Figura 3). Dada la cantidad de cultivares evaluados y la cantidad de localidades que integran la RET, es una de las red de evaluación de cultivares de trigo más grande del mundo y sin duda la más grande del hemisferio Sur.

**Tabla 1.** Fechas de siembra habituales para cada época de siembra de cada Subregión (las Subregiones están ordenadas por fecha de siembra) y densidad de siembra para cada época expresada.

Subregión	1.º época	2.º época	3.º época	4.º época
NOA/NEA	5-may	20-may	5-jun	20-jun
I	15-may	1-jun	15-jun	1-jul
V norte	20-may	5-jun	20-jun	5-jul
III	25-may	10-jun	25-jun	5-jul
II norte	1-jun	15-jun	1-jul	15-jul
II sur	5-jun	20-jun	5-jul	20-jul
IV	10-jun	1-jul	20-jul	10-ago
V sur	10-jun	1-jul	20-jul	10-ago
Densidad de siembra (semillas viables/m <sup>2</sup> )	250	280	300	320

## Manejo de los ensayos de la RET

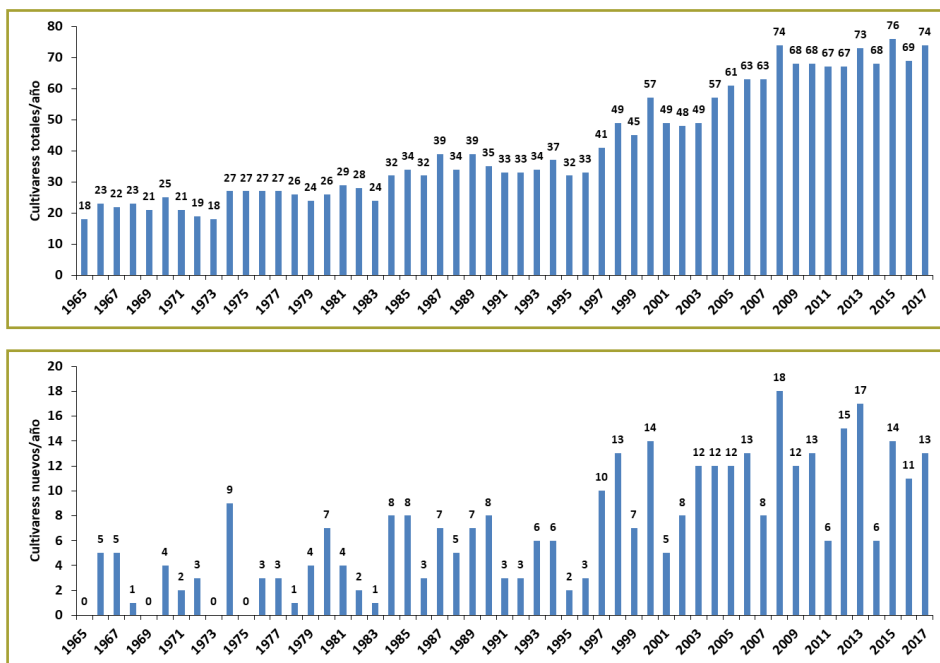
Existen distintas modalidades de manejo de la RET establecidas en la Resolución 323/2003 del INASE. Inicialmente todos los ensayos se condujeron sin riego y sin aplicación de fungicida, manejo actualmente denominado “**RET sin fungicida**”.

En el año 2000 se introdujo la “**RET con fungicida**” en la 1.º y 3.º época de siembra de varias localidades y a partir del año 2005 en la RET de La Dulce, Barrow e INTA Balcarce se conducen todas las épocas sin y con fungicida.

Otra modalidad de manejo es la “**RET con Alta Tecnología**” que comenzó a implementarse en el año 2004. Este manejo incluye la aplicación de riego, alta disponibilidad de nutrientes y doble aplicación de fungicida, en la 1.º y 3.º época de siembra. Las localidades pioneras en esta modalidad de manejo fueron INTA Pergamino, INTA Marcos Juárez, INTA Paraná y Plá (Criadero Klein). Luego se incorporaron INTA Manfredi e INTA Balcarce.

Una modalidad de manejo adicional que se implementó en INTA Balcarce a partir del año 2011, es la “**RET con tecnología tradicional**”. Esta modalidad consiste en

darle al cultivo una cantidad de nutrientes apropiada para obtener un nivel de rendimiento menor que el de la RET con fungicida, pero con un menor costo productivo.

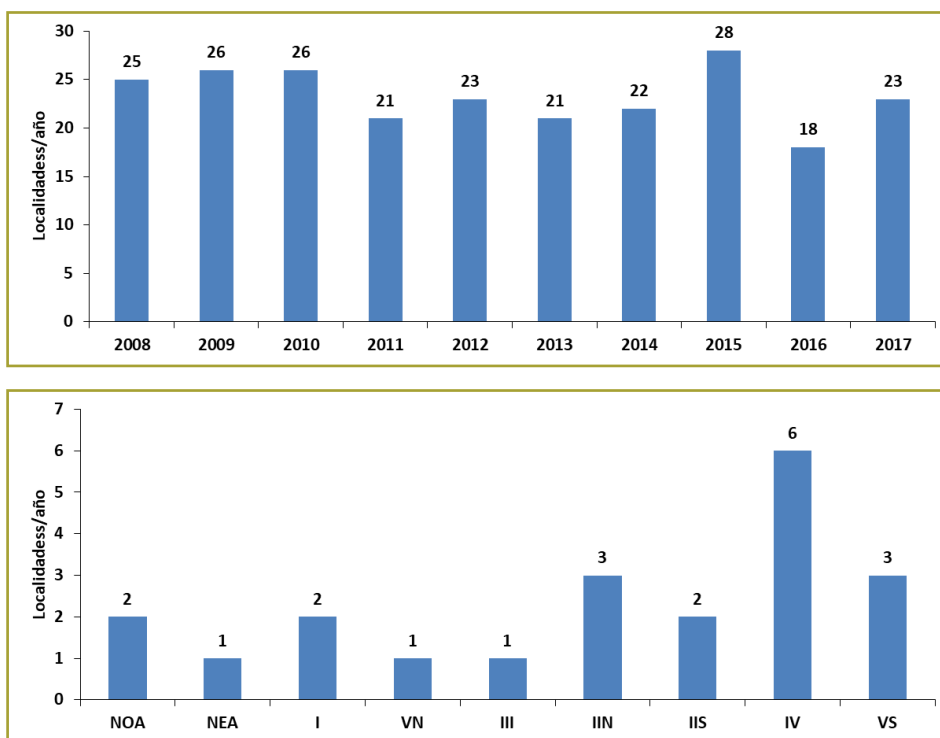


**Figura 2.** Cantidad de cultivares ensayados por año (arriba) y nuevos por año (abajo) de la RET de INTA Balcarce (Subregión IV).

### ¿Qué datos genera la RET?

Los datos que se generan en la RET son relevantes para elegir el cultivar apropiado para cada Subregión, estos son:

- 1) Desarrollo (fenología): fecha de siembra, de emergencia, de espigazón y de madurez.
- 2) Rendimiento: peso del grano cosechado.
- 3) Calidad: peso hectolítrico y concentración de proteína en el grano en algunas localidades. Además, en una o dos localidades por Subregión se toman muestras de granos para realizar un análisis de calidad del grano completo, incluyendo parámetros de calidad del grano, la harina y del pan obtenido.
- 4) Sanidad: comportamiento de los cultivares ante las enfermedades que se presentan.
- 5) Otros: resumen de las condiciones meteorológicas e identificación de otras particularidades que se observen durante la campaña.



**Figura 3.** Cantidad de localidades por año (arriba) y cantidad de localidades por subregión (abajo) en que se condujo la RET en los últimos 5 años.

## ¿Son confiables los datos de la RET?

La RET tiene una alta tradición de confiabilidad debido a:

- 1) El grado de formación y entrenamiento de quienes conduce los ensayos.
- 2) La protocolización de los ensayos, esto es, los ensayos conducidos en cada localidad siguen una metodología de manejo y medición que se repite a través de los años, épocas de siembra y modalidades de manejo, lo cual permite que los datos obtenidos sean comparables con poco efecto de factores distintos a los que se quiere comparar.
- 3) El diseño estadístico de los ensayos, lo cual permite medir el error experimental y realizar comparaciones objetivas, es decir estadísticas, de los resultados.
- 4) La exposición pública de los resultados la cual estimula la mejora constante.

## Información adicional

Más información sobre la RET puede consultarse en el artículo de la Dirección de Registro de Variedades (2014), el de Ballesteros (2017) y en la página Web del INASE (<https://www.inase.gov.ar>).

## Agradecimientos

A A.H.M. Ballesteros (DRV, INASE) y M.J. Cardós (Comité de Cereales de Invierno) por sus opiniones sobre este artículo.

### Referencias

Ballesteros A.H.M. 2018. Red de ensayos comparativos de variedades de trigo. Revista INASE, 4, 17-20.

Dirección de Registro de Variedades. 2014. Repaso Histórico por la Red Oficial de Ensayos Territoriales. Boletín INASE, 3, 14-15.

Yalungo Y., Gramicci J.P. 2008. Distribución de variedades en las subregiones trigueras. Campaña 2007/08. PRONACATRI (Programa Nacional de Calidad de Trigo), SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos). <http://www.minagri.gob.ar>, accedido 20-ago-2018.

## RED DE ENSAYOS COMPARATIVOS DE CULTIVARES DE TRIGO PAN (RET-INASE)

### Resultados obtenidos en INTA Balcarce, con y sin fungicida durante la campaña 2018/19

Abbate P.E.\*, Cabral Farias C. A. y Muñoz M.  
INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.  
\*abbate.pablo@gmail.com

#### Introducción

El objetivo del presente trabajo es informar los resultados de los ensayos de evaluación de cultivares de trigo pan "con y sin fungicida", conducidos durante la campaña agrícola 2018/2019, en la Estación Experimental Agropecuaria "Ing Agr Domingo Pasquale" (INTA Balcarce), ubicada en la Ruta Nacional 226, km 73.5, cerca de la ciudad de Balcarce, Bs. As., Argentina (latitud 38° S, longitud 58° O, altitud 130 m), en la Subregión triguera IV. 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

El manejo del cultivo fue equivalente al de años anteriores. El suelo (*Tabla 1*) 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 4to año en que la RET se condujo con siembra directa.

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 2*. 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 3*. Previo a la siembra se aplicó fósforo como fosfato diamónico (FDA). La aplicación de nitrógeno se dividió en tres momentos: (1) previo a la siembra como FDA, (2) ureas 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 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 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 4*). Las enfermedades fueron controladas solamente en los ensayos "con fungicida" por medio de una mezcla comercial de un triazol y una estrobilurina (*Tabla 4*). 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 era hoja bandera expandida y otra cuando el estado promedio era fines de espigazón.

A diferencia de años anteriores, en esta campaña solo se condujo una repetición (una única parcela por cultivar) de la 2.º y 4.º época sin fungicida 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.

**Tabla 1.** Descripción del suelo en presiembra y su manejo, correspondiente a los ensayos de la RET-INASE en INTA Balcarce, durante la campaña 2018/19.

Cultivo Antecesor	Soja
Labranza	Siembra directa
Profundidad 0-20 cm	
Humedad (%) <sup>a</sup>	28
P (ppm)	29
M.O. (%) <sup>b</sup>	4.7
Nan (kg/ha) <sup>c</sup>	89
Profundidad 0-60 cm	
Agua útil (mm) <sup>d</sup>	78
N-NO <sub>3</sub> (kg/ha)	55

<sup>a</sup> Capacidad de campo: 28%.

<sup>b</sup> Materia orgánica.

<sup>c</sup> N potencialmente mineralizable determinado por incubación anaeróbica.

<sup>d</sup> Capacidad de campo: 78 mm

La cosecha se realizó mecánicamente, las fechas se presentan en la *Tabla 2*. 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 h, 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:

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

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 cm<sup>3</sup>), según lo establecido en la Norma XXVI (Resolución 1075, SAGyP 1994). El contenido de proteína se determinó por medio de analizador NIR (Foss, modelo DS2500).

**Tabla 2.** Detalles de manejo de cada época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, durante la campaña 2018/19.

Evento	1.º época	2.º época	3.º época	4.º época
Cantidad de cultivos evaluados:	29	46	43	31
Fecha de siembra deseada:	10/jun/2018	01/jul/2018	20/jul/2018	10/ago/2018
Fecha de siembra real:	09/jun/2018	28/jun/2018	26/jul/2018	07/ago/2018
Densidad deseada (plantas/m <sup>2</sup> ):	230	270	310	350
Densidad sembrada (semilla/m <sup>2</sup> ):	307	386	443	538
Fecha de cosecha:	05/ene/2019	08/ene/2019	16/ene/2019	18/ene/2019

**Tabla 3.** 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 2018/19.

Detalle	Estado <sup>a</sup>	N	P	S	Lluvia + Riego (mm)
		----(kg/ha)----			
En el suelo (0-60 cm prof.)	Presiembra	55	48	--	78
Aplicación FDA <sup>b</sup> (160 kg/ha)	Siembra	29	26	0	
Aplicación Urea (172+219 kg/ha)	Macollaje + Encañazón	201	0	0	
Aplicación Yeso (100 kg/ha)	Macollaje	0	0	18	
Lluvia + Riego	Desde siembra	--	--	--	517+0
<b>Total disponible</b>		<b>285</b>	<b>74</b>	<b>18</b>	<b>517</b>

<sup>a</sup> Estado promedio del ensayo.<sup>b</sup> Fosfato diamónico.**Tabla 4.** Detalle de la aplicación de herbicidas, fungicidas e insecticidas en la RET-INASE en INTA Balcarce, con y sin fungicida, en la campaña 2018/19.

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

### • 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 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.

El rendimiento 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:

$$\text{Ec. [2]} \quad DRTO_{ij} = \frac{RTO_{ij} - \overline{RTO}_{CF}}{\overline{RTO}_{CF}} 100$$

donde el subíndice  $i$  designa al cultivar, el subíndice  $j$  designa el nivel de aplicación de fungicida (con o sin) y  $RT\bar{O}_{CF}$  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 constituye un experimento independiente, lo que se está computando como "efecto fungicida" incluyen el efecto propio del fungicida junto con la variación del terreno entre experimentos. Datos previos obtenidos en la RET de Balcarce indican que el efecto del fungicida es mucho mayor que la variación del terreno, no obstante, las conclusiones así extraídas deberían validarse en otros experimentos.

Cabe hacer notar que el método de cálculo del  $DRTO_{ij}$  utilizado en esta campaña difirió el utilizado en los informes de las dos campañas anteriores ya que anteriormente se utilizó como rendimiento de referencia, i.e. como denominador de la Ec.[2], al rendimiento promedio sin fungicida. Dado que en la presente campaña no se contó con ese dato para la 2.º y 4.º época de siembra (no se condujeron), se consideró como rendimiento de referencia al rendimiento promedio con fungicida.

## Resultados

El clima experimentado por los ensayos conducidos durante la campaña 2018/19 se caracterizó por una buena disponibilidad hídrica hasta entrada la encañazón (Figura 1). Las temperaturas durante el invierno fueron cercanas al promedio histórico y elevadas durante septiembre (Figura 1). Durante la encañazón las temperaturas promedio fueron normales pero se presentaron varias heladas, la más relevante en INTA Balcarce fue la del 24-oct. Cerca del inicio de la espigazón (Tabla 5), el agua comenzó a ser escasa, situación que se mantuvo durante el inicio del llenado del grano. Durante el resto del llenado, la temperatura fue fresca favoreciendo un llenado prolongado pero con reiteradas lluvias que rehumedecieron el grano afectando desfavorablemente su peso hectolítrico y produciendo "lavado del grano". Las lluvias durante floración favorecieron los ataques de fusarium, no obstante la enfermedad foliar que más generalizada en la RET sin fungicida fue la roya amarilla. Estos problemas sanitarios se analizan en informe por separado.

**Tabla 5.** Comparación de la fecha de espigazón, promedio de todos los cultivares de cada época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce con y sin fungicida, para la campaña 2018/19 y el promedio de las 10 campañas anteriores. La fecha de siembra de cada época se presenta en la Tabla 2.

	Época 1	Época 2	Época 3	Época 4
Campaña 2018/19	29-oct	01-nov	04-nov	06-nov
Promedio 5 campañas	01-nov	03-nov	02-nov	13-nov
Diferencia (d)	3	2	-1	8

El rendimiento promedio de la RET con fungicida (RETF) fue 17% menor que el promedio de los últimos 5 años (Figura 2a). Por problemas operativos, la RET de alta tecnología (RETAT) de la campaña 2018/19 no recibió riego, por lo cual no es posible saber comparando ensayos, cuánto de la pérdida de rendimiento de la RETF se debió estrés hídrico. No obstante, por medio de un balance de agua para un suelo de 1 m de profundidad, se puede estimar que la RETF tuvo una deficiencia hídrica de 153 mm que abarcó 22 días, desde inicio de espigazón hasta inicio del llenado del

grano. Dado que la fertilización de la RETAT fue mayor que la de la RETF, la escasa diferencia de rendimientos entre estos ensayos (Figura 2a) permite confirmar que la RETF no presentó deficiencias de nutrientes relevantes. El rendimiento promedio de la RET sin fungicida en la primera época de siembra (Figura 2a) fue 30% menor al de la RETF, diferencia mayor a la los últimos 5 años (promedio 8%); por su parte, la diferencias de rendimiento en la tercera época la diferencia fue menor (5%). Estas diferencias fueron similares a las observadas con los rendimientos máximos (Figura 2b). Llama la atención que el rendimiento promedio de la RET con manejo tradicional (RETT) haya sido mayor que el de la RETF: 17% y 10% para la primera y tercera época de siembra respectivamente. Puede sospecharse que parte de esta diferencia se debe a que en la RETT participó un menor número de cultivares que en la RETF. No obstante, si se computan solamente los cultivares presentes en ambos ensayos, el rendimiento promedio de la RETT continúa siendo mayor que el de la RETF, 15% y 10% para la primera y tercera época de siembra respectivamente. Una explicación alternativa supone que la diferencia se debería al efecto diferencial de las heladas entre ensayos, ya que los cultivares que presentaron mayor diferencia entre ensayos fueron los que presentaron mayor daño por heladas en la RETF (Basilio, Buck Coliqueo, Gingko, MS INTA 415, MS INTA B. 516 y SY 300, ver daño de heladas en Tabla 6 y Tabla 8). La escasa diferencia entre el rendimiento máximo de la RETF y RETT apoyan la idea de que la diferencia en el rendimiento promedio se debió a los problemas particulares de algunos cultivares. En definitiva, los datos disponibles indican que el rendimiento de la RETF estuvo condicionado por la disponibilidad de agua y las heladas, y el de la RET sin fungicida por la prevalencia de roya amarilla y daño de fusarium de la espiga.

En las Figura 3 a Figura 6 se presenta la *DRTO* de la campaña actual junto con el de las campañas anteriores. El *DRTO* de las campañas anteriores se calculó por medio de la  $Ec.[2]$  a partir del  $RTO_{CF}$  de la correspondiente campaña. Por razones de espacio, en esas figuras solo se presenta el *DRTO* de los 15 cultivares con mayor *DRTO* en la última campaña. Los resultados por cultivar, para cada época de siembra, se presentan en la Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8 y Tabla 9. Los datos en formato Excel pueden consultarse en:

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

En la siguiente página puede consultarse un informe interactivo los datos de la RET-INASE en INTA Balcarce y de otras localidades:

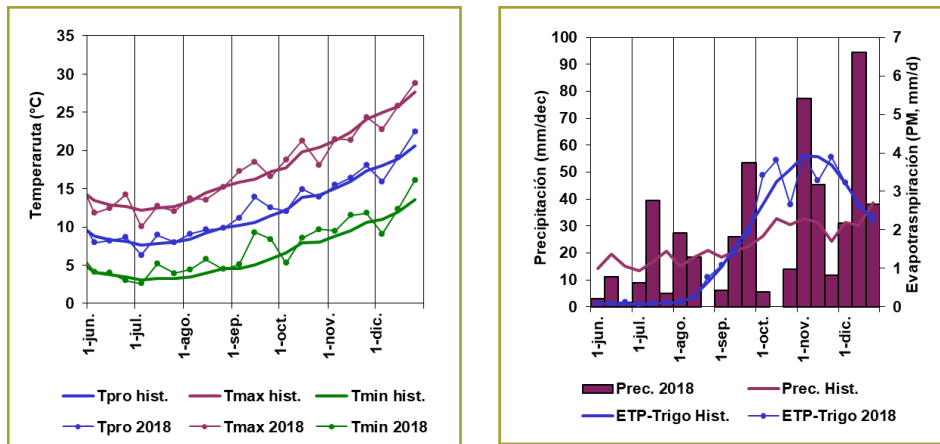
<https://cultivaresargentinos.com/trigo/>

### Agradecimientos

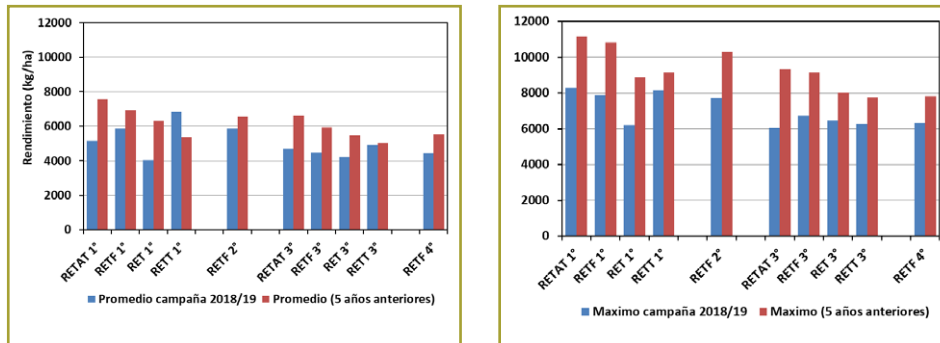
A J.I. Toledo y M.A. Castaño (INTA Balcarce) por la ayuda en la conducción de los ensayos y a Bayer por la donación de Chúraro, Hussar Plus, Criptón y Decis Forte usados en los ensayo de la presente campaña.

### Referencias

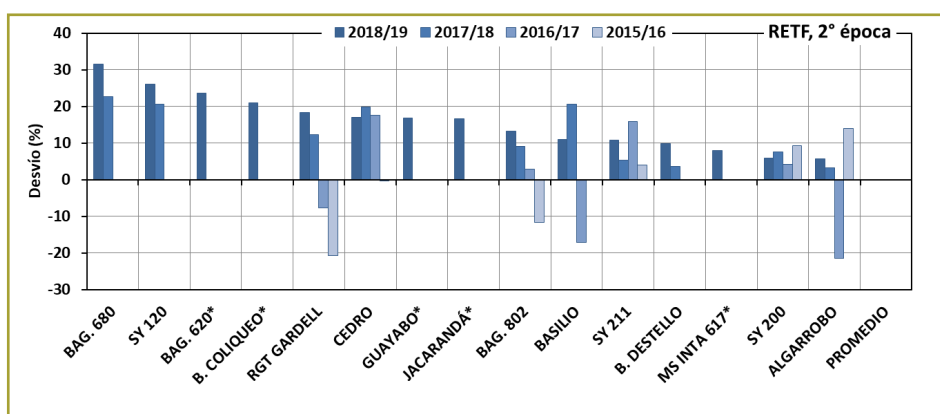
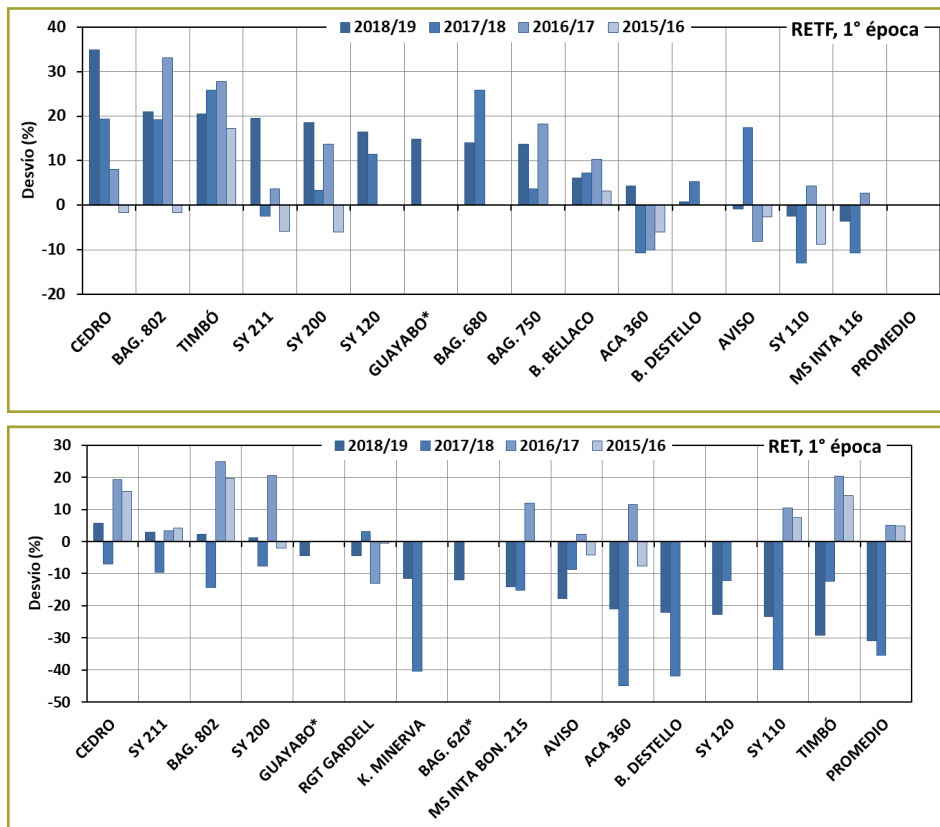
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). 1994. Boletín Oficial de la República Argentina, Primera Sección, Secretaría Legal y Técnica, Dirección Nacional del Registro Oficial, 28043, 10.
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). 2004. Boletín 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.

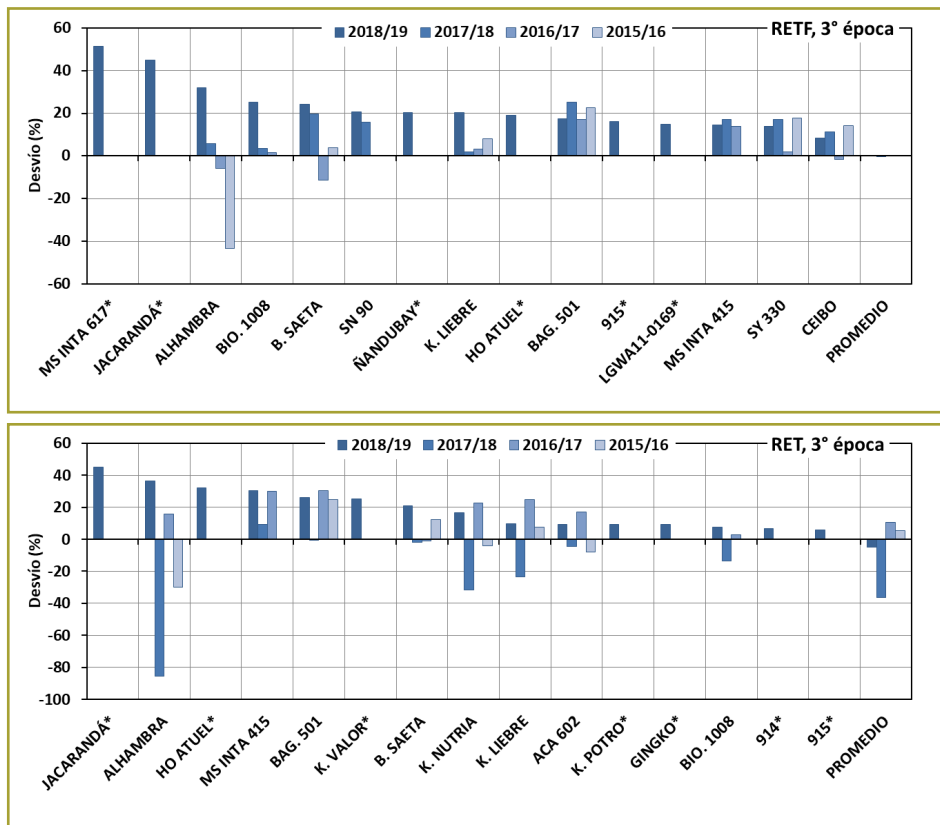


**Figura 1.** (a) Temperatura máxima (Tmax), mínima (Tmin) y promedio entre Tmax y Tmin (Tpro); (b) precipitación y evapotranspiración potencial de trigo (calculada por el método FAO 56); para el año 2018 y el promedio histórico (1970-2018) de la Estación Meteorológica de INTA Balcarce.

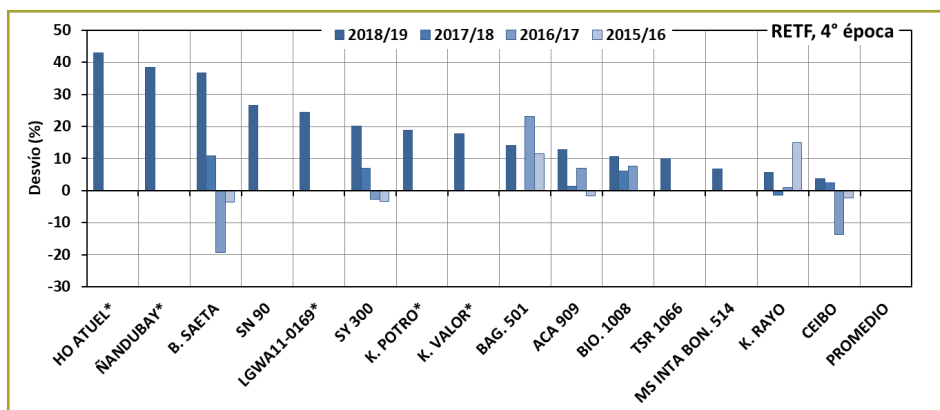


**Figura 2.** Rendimiento (a) promedio y (b) máximo, a través de todos los cultivares de cada fecha de siembra para cada uno de los manejos de la RET-INASE en INTA Balcarce: alta tecnología (RETAT), con fungicida (REFF), sin fungicida (RET) y con manejo tradicional (RETT); los números a continuación del manejo indica la época de siembra.





**Figura 5.** Rendimientos de la 3.º 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 fungida (Ec.[2]); 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. La MDS para comparar cultivares se presenta en la Tabla 8.



**Figura 6.** Rendimientos de la 4.º 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.[2]); 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. La MDS para comparar cultivares se presenta en la Tabla 9.



**Tabla 6.** Resultados de la 1.º época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con y sin fungicida, en la campaña 2018/19 (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar <sup>a</sup>	GC <sup>b</sup>	RTO <sup>c</sup> Con f. (qq/ha)	RTO <sup>c</sup> Sin f. (qq/ha)	DRTO <sup>d</sup> Con f. (%)	DRTO <sup>d</sup> Sin f. (%)	PH <sup>e</sup> (kg/ hl)	PROT <sup>f</sup> (%)	ALT <sup>g</sup> (cm)	Fecha Esp. <sup>h</sup>	Fecha Mad. <sup>i</sup>	Daño Helada (%)	Vuelco (%)
365*	1	52.1	36.8	-11	-37	80	--	97	04/nov	19/dic	0	7
ACA 303 PLUS	1	54.1	34.9	-8	-40	82	--	92	01/nov	15/dic	0	0
ACA 315	1	44.1	25.3	-25	-57	80	--	99	31/oct	17/dic	0	27
ACA 360	1	61.0	46.3	4	-21	79	--	104	31/oct	16/dic	0	0
ALGARROBO	2	44.6	13.2	-24	-77	76	--	79	29/oct	16/dic	0	7
AVISO	2	58.1	48.1	-1	-18	75	--	83	31/oct	16/dic	0	0
BAG. 620*	2	52.6	51.5	-10	-12	74	--	84	25/oct	13/dic	0	0
BAG. 680	2	66.7	25.2	14	-57	79	--	77	01/nov	16/dic	0	0
BAG. 750	2	66.5	24.2	14	-59	80	--	91	29/oct	16/dic	0	13
BAG. 802	2	70.8	59.9	21	2	77	--	85	29/oct	14/dic	0	20
BAG. P. 11	2	54.1	38.8	-8	-34	77	--	91	02/nov	16/dic	0	0
BASILIO	2	44.3	26.8	-24	-54	76	--	79	29/oct	17/dic	80	0
B. BELLACO	1	62.1	22.4	6	-62	78	--	98	31/oct	17/dic	0	0
B. COLIQUEO*	1	48.6	25.1	-17	-57	76	--	81	25/oct	16/dic	30	0
B. DESTELLO	1	59.0	45.6	1	-22	78	--	100	02/nov	18/dic	0	0
CEDRO	3	79.0	61.9	35	6	75	--	81	31/oct	18/dic	0	0
GUAYABO*	3	67.2	55.9	15	-4	77	--	90	02/nov	17/dic	0	0
K. HURACÁN	3	54.6	31.4	-7	-46	78	--	82	01/nov	16/dic	0	0
K. MERCURIO	1	51.3	38.5	-12	-34	79	--	99	27/oct	16/dic	0	23
K. MINERVA	1	56.4	51.8	-4	-12	79	--	95	04/nov	18/dic	0	0
K. SERPIENTE	1	50.0	14.0	-15	-76	79	--	91	05/nov	19/dic	0	0
MS INTA 116	2	56.4	37.8	-4	-35	78	--	88	02/nov	16/dic	0	0
MS INTA BON. 215	2	52.4	50.3	-10	-14	77	--	83	01/nov	15/dic	0	0
RGT GARDELL	3	56.1	55.9	-4	-5	75	--	77	06/nov	18/dic	0	0
SY 110	3	57.1	44.9	-2	-23	77	--	97	03/nov	17/dic	0	33
SY 120	2	68.2	45.2	17	-23	76	--	84	26/oct	16/dic	0	0
SY 200	2	69.4	59.2	18	1	81	--	102	29/oct	17/dic	0	0
SY 211	2	69.9	60.2	19	3	79	--	91	29/oct	17/dic	0	0
TIMBÓ	3	70.6	41.4	21	-29	75	--	88	28/oct	13/dic	0	0
Promedio	2	58.5	40.4	0	-31	78	--	89	30/oct	16/dic	4	5
Máximo	3	79.0	61.9	35	6	82	--	104	06/nov	19/dic	80	33
MDS <sup>j</sup>	--	10.0	8.1	17	20	--	--	--	--	--	--	--
CV% <sup>k</sup>	--	10.3	12.4	10	12	--	--	--	--	--	--	--

<sup>a</sup>Abreviaturas: B., Buck; K., Klein; P., Premium; BON., Bonaerense.<sup>b</sup>Grupo de calidad.<sup>c</sup>RTO (qq/ha): rendimiento en grano, con 14% de humedad, con y sin fungicida.<sup>d</sup>DRTO (%): diferencia de rendimiento, calculado por medio de la Ec.[2].<sup>e</sup>PH: peso hectolítrico del grano.<sup>f</sup>PROT: concentración de proteína en el grano.<sup>g</sup>ALT: altura de la parcela.<sup>h</sup>Esp.: espigazón.<sup>i</sup>Mad.: madurez (pedúnculo amarillo).<sup>j</sup>MDS: mínima diferencia significativa para comparar medias de cultivares dentro de un mismo nivel de fungicida, presentada cuando el test F del ANOVA resultó significativo ( $P \leq 0.05$ ); ns: diferencias no significativas.<sup>k</sup>CV%: Coeficiente de variación porcentual.

\*Cultivar nuevo en la RET de INTA Balcarce.

**Tabla 7.** Resultados de la 2.º época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con fungicida, en la campaña 2018/19 (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar <sup>a</sup>	GC <sup>b</sup>	RTO <sup>c</sup> Con f. (qq/ha)	RTO <sup>c</sup> Sin f. (qq/ha)	DRTO <sup>d</sup> Con f. (%)	DRTO <sup>d</sup> Sin f. (%)	PH <sup>e</sup> (kg/ hl)	PROT <sup>f</sup> (%)	ALT <sup>g</sup> (cm)	Fecha Esp. <sup>h</sup>	Fecha Mad. <sup>i</sup>	Daño Helada (%)	Vuelco (%)
365*	1	56.1	--	-5	--	79	--	89	04/nov	17/dic	0	5
ACA 303 PLUS	1	53.9	--	-8	--	80	--	86	05/nov	17/dic	0	3
ACA 315	1	44.9	--	-24	--	78	--	92	06/nov	18/dic	10	20
ACA 360	1	57.6	--	-2	--	79	--	91	01/nov	16/dic	0	7
ACA 602	2	60.0	--	2	--	78	--	89	04/nov	11/dic	0	0
ALGARROBO	2	62.2	--	6	--	77	--	79	31/oct	14/dic	0	3
ALHAMBRA	3	61.7	--	5	--	73	--	89	05/nov	19/dic	0	0
BAG. 620*	2	72.6	--	24	--	75	--	81	27/oct	14/dic	0	0
BAG. 680	2	77.4	--	32	--	78	--	72	05/nov	16/dic	0	0
BAG. 750	2	56.3	--	-4	--	77	--	85	31/oct	18/dic	0	0
BAG. 802	2	66.6	--	13	--	75	--	80	05/nov	17/dic	0	12
BAG. P. 11	2	47.3	--	-19	--	74	--	90	04/nov	18/dic	0	0
BASILIO	2	65.2	--	11	--	74	--	80	06/nov	13/dic	0	0
B. BELLACO	1	56.1	--	-5	--	75	--	85	04/nov	16/dic	30	7
B. CAMBÁ*	1	55.1	--	-6	--	78	--	91	31/oct	15/dic	0	7
B. COLIQUEO*	1	71.1	--	21	--	77	--	84	29/oct	16/dic	10	0
B. DESTELLO	1	64.6	--	10	--	77	--	95	08/nov	17/dic	0	0
B. METEORO	1	50.6	--	-14	--	79	--	101	31/oct	16/dic	0	12
CEDRO	3	68.8	--	17	--	73	--	72	06/nov	18/dic	0	0
FLORIPÁN 300	3	49.5	--	-16	--	76	--	100	03/nov	17/dic	0	10
GUAYABO*	3	68.6	--	17	--	75	--	82	03/nov	18/dic	0	0
JACARANDÁ*	3	68.5	--	17	--	75	--	82	07/nov	18/dic	0	0
K. HURACÁN	3	59.5	--	1	--	78	--	85	03/nov	15/dic	0	3
K. LIEBRE	3	58.0	--	-1	--	78	--	83	31/oct	12/dic	0	0
K. MERCURIO	1	48.8	--	-17	--	78	--	94	07/nov	13/dic	0	0
K. MINERVA	1	48.9	--	-17	--	78	--	105	05/nov	16/dic	0	0
K. PROMETEO	1	45.2	--	-23	--	79	--	92	30/oct	12/dic	0	10
K. PROTEO	1	45.5	--	-23	--	77	--	98	04/nov	11/dic	0	7
K. SERPIENTE	1	56.3	--	-4	--	78	--	82	08/nov	19/dic	0	3
LG ARLASK	1	60.9	--	4	--	80	--	82	04/nov	18/dic	0	0
MS INTA 116	2	60.9	--	4	--	76	--	89	03/nov	17/dic	0	0
MS INTA 415	3	55.1	--	-6	--	77	--	90	29/oct	19/dic	0	0
MS INTA 617*	2	63.5	--	8	--	78	--	85	30/oct	17/dic	0	0
MS INTA BON. 215	2	58.9	--	0	--	77	--	80	01/nov	18/dic	0	0
MS INTA BON. 516*	2	50.8	--	-14	--	76	--	98	31/oct	15/dic	0	0
ÑANDUBAY*	2	61.7	--	5	--	77	--	77	02/nov	13/dic	0	0
RGT GARDELL	3	69.5	--	18	--	74	--	74	05/nov	17/dic	0	0
SY 110	3	48.5	--	-17	--	76	--	93	31/oct	20/dic	0	43
SY 120	2	74.1	--	26	--	75	--	79	29/oct	12/dic	0	0
SY 200	2	62.3	--	6	--	79	--	94	02/nov	19/dic	0	0
SY 211	2	65.1	--	11	--	78	--	88	29/oct	13/dic	0	0
TIMBÓ	3	61.6	--	5	--	72	--	79	03/nov	19/dic	0	0
TSR 1086	2	49.7	--	-16	--	75	--	103	04/nov	10/dic	60	43
TSR 1146*	2	46.2	--	-21	--	80	--	87	05/nov	16/dic	0	7
Promedio	2	58.8	--	0	--	77	--	87	02/nov	24/dic	3	5
Máximo	3	77.4	--	32	--	80	--	105	08/nov	18/dic	60	43
MDS <sup>j</sup>	--	10.9	--	19	--	--	--	--	--	--	--	--
CV% <sup>k</sup>	--	11.6	--	12	--	--	--	--	--	--	--	--

Ver referencia al pie de la Tabla 6.

**Tabla 8.** Resultados de la 3.º época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con y sin fungicida, en la campaña 2018/19 (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar <sup>a</sup>	GC <sup>b</sup>	RTO <sup>c</sup> Con f. (qq/ha)	RTO <sup>c</sup> Sin f. (qq/ha)	DRTO <sup>d</sup> Con f. (%)	DRTO <sup>d</sup> Sin f. (%)	PH <sup>e</sup> (kg/hl)	PROT <sup>f</sup> (%)	Alt. <sup>g</sup> (cm)	Fecha Esp. <sup>h</sup>	Fecha Mad. <sup>i</sup>	Daño Helada (%)	Vuelco (%)
914*	3	43.1	47.5	-3	7	69	--	78	01/nov	17/dic	0	0
915*	2	51.8	47.1	16	6	69	--	89	05/nov	15/dic	0	7
ACA 602	2	48.1	48.8	8	9	76	--	75	03/nov	17/dic	0	0
ACA 908	1	38.0	32.2	-15	-28	77	--	86	09/nov	19/dic	0	0
ACA 909	2	43.8	42.9	-2	-4	74	--	86	04/nov	18/dic	0	7
ALHAMBRA	3	58.8	60.9	32	37	70	--	83	05/nov	23/dic	0	0
BAG. 501	3	52.4	56.1	18	26	74	--	76	06/nov	22/dic	0	7
BIO. 1008	3	55.8	48.0	25	8	71	--	86	11/nov	18/dic	0	3
BIO. 1006	2	32.7	28.6	-27	-36	68	--	78	02/nov	20/dic	0	0
B. CAMBÁ*	1	38.1	43.9	-15	-1	74	--	81	05/nov	16/dic	0	0
B. CLARAZ	1	40.4	28.6	-9	-36	75	--	74	05/nov	16/dic	0	0
B. METEORO	1	29.9	30.7	-33	-31	73	--	86	05/nov	18/dic	0	3
B. PLENO	2	45.0	45.3	1	2	76	--	86	03/nov	18/dic	0	13
B. SAETA	1	55.4	53.8	24	21	78	--	80	10/nov	18/dic	0	0
CEIBO	2	48.3	37.0	8	-17	73	--	72	03/nov	18/dic	0	0
FLORIPÁN 100	2	31.7	29.5	-29	-34	74	--	83	08/nov	18/dic	0	10
GINGKO*	3	37.9	48.7	-15	9	72	--	79	05/nov	19/dic	10	0
HO ATUEL*	2	53.1	58.8	19	32	72	--	75	02/nov	17/dic	0	3
JACARANDÁ*	3	64.5	64.7	45	45	73	--	74	09/nov	21/dic	0	0
K. LANZA	3	37.3	35.0	-16	-21	75	--	71	06/nov	18/dic	0	0
K. LIEBRE	3	53.6	49.0	20	10	76	--	87	07/nov	16/dic	0	0
K. NUTRIA	2	38.5	52.0	-14	17	75	--	80	05/nov	16/dic	0	0
K. POTRO*	1	45.3	48.8	2	9	76	--	86	06/nov	19/dic	0	0
K. PROMETEO	1	34.6	24.7	-22	-45	76	--	71	07/nov	17/dic	0	7
K. PROTEO	1	30.9	33.2	-31	-25	78	--	85	05/nov	17/dic	0	0
K. RAYO	1	43.6	41.8	-2	-6	73	--	83	04/nov	16/dic	0	0
K. VALOR*	1	47.8	55.8	7	25	73	--	92	07/nov	19/dic	0	0
LG ARLASK	1	45.7	40.2	3	-10	78	--	80	05/nov	18/dic	0	0
LGWA11-0169*	2	51.2	44.5	15	0	75	--	86	07/nov	16/dic	0	0
MS INTA 415	3	51.1	58.1	15	30	75	--	86	08/nov	17/dic	10	0
MS INTA 617*	2	67.5	39.6	51	-11	77	--	71	03/nov	19/dic	0	0
MS INTA 815	3	40.3	35.9	-10	-19	72	--	87	06/nov	17/dic	0	13
MS INTA BON. 514	1	40.1	36.1	-10	-19	73	--	78	08/nov	19/dic	0	0
MS INTA BON. 516*	2	32.8	41.3	-26	-7	74	--	89	01/nov	19/dic	20	0
MS INTA BON. 816	2	28.5	22.7	-36	-49	69	--	81	05/nov	19/dic	0	0
MS INTA BON. 817*	3	38.8	41.1	-13	-8	67	--	75	04/nov	17/dic	0	0
ÑANDUBAY*	2	53.6	42.1	20	-5	74	--	77	04/nov	17/dic	0	0
SN 90	2	53.8	36.6	21	-18	74	--	76	02/nov	21/dic	0	0
SY 300	2	45.2	40.5	1	-9	71	--	76	07/nov	18/dic	20	0
SY 330	2	50.8	46.5	14	4	70	--	78	05/nov	16/dic	0	0
TSR 1066	3	44.2	36.8	-1	-17	76	--	75	04/nov	18/dic	0	0
TSR 1086	2	38.6	36.9	-13	-17	76	--	86	05/nov	16/dic	0	0
TSR 1146*	2	34.1	29.9	-24	-33	78	--	82	03/nov	18/dic	0	0
Promedio	2	44.6	42.4	0	-5	74	--	80	05/nov	17/dic	0	3
Máximo	3	67.5	64.7	51	45	78	--	92	11/nov	23/dic	0	55
MDS <sup>j</sup>	--	6.8	6.2	16	15	--	--	--	--	--	--	--
CV% <sup>k</sup>	--	9.6	9.3	10	9	--	--	--	--	--	--	--

Ver referencia al pie de la Tabla 6.

**Tabla 9.** Resultados de la 4.º época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con fungicida, en la campaña 2018/19 (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar <sup>a</sup>	GC <sup>b</sup>	RTO <sup>c</sup> Con f. (qq/ha)	RTO <sup>c</sup> Sin f. (qq/ha)	DRTO <sup>d</sup> Con f. (%)	DRTO <sup>d</sup> Sin f. (%)	PH <sup>e</sup> (kg/ hl)	PROT <sup>f</sup> (%)	Alt. <sup>g</sup> (cm)	Fecha Esp. <sup>h</sup>	Fecha Mad. <sup>i</sup>	Daño Helada (%)	Vuelco (%)
914*	3	31.2	--	-30	--	66	--	82	05/nov	17/dic	0	0
915*	2	41.6	--	-6	--	71	--	83	03/nov	18/dic	0	0
ACA 908	1	35.2	--	-21	--	76	--	83	06/nov	24/dic	0	0
ACA 909	2	50.1	--	13	--	74	--	87	08/nov	18/dic	0	0
BAG. 450*	1	38.8	--	-13	--	73	--	76	03/nov	17/dic	0	0
BAG. 501	3	50.6	--	14	--	73	--	81	08/nov	18/dic	0	0
BIO. 1008	3	49.2	--	11	--	71	--	85	07/nov	21/dic	0	0
BIO. 1006	2	29.5	--	-34	--	68	--	81	06/nov	23/dic	0	0
B. AMANCAY	4	34.0	--	-23	--	73	--	81	06/nov	19/dic	0	0
B. CLARAZ	1	37.7	--	-15	--	76	--	75	08/nov	20/dic	0	0
B. PLENO	2	41.8	--	-6	--	75	--	79	07/nov	19/dic	0	0
B. SAETA	1	60.7	--	37	--	78	--	82	06/nov	24/dic	0	0
CEIBO	2	46.1	--	4	--	73	--	70	08/nov	24/dic	0	0
FLORIPÁN 100	2	38.4	--	-14	--	75	--	88	04/nov	21/dic	0	0
GINGKO*	3	45.0	--	1	--	71	--	83	08/nov	21/dic	0	0
HO ATUEL*	2	63.5	--	43	--	74	--	76	08/nov	25/dic	0	0
K. LANZA	3	42.1	--	-5	--	78	--	82	08/nov	19/dic	0	0
K. NUTRIA	2	36.2	--	-19	--	74	--	82	08/nov	15/dic	0	0
K. POTRO*	1	52.8	--	19	--	77	--	84	08/nov	19/dic	0	0
K. RAYO	1	47.0	--	6	--	74	--	86	05/nov	19/dic	0	0
K. VALOR*	1	52.3	--	18	--	73	--	86	10/nov	23/dic	0	0
LGWA11-0169*	2	55.3	--	24	--	75	--	79	08/nov	21/dic	0	0
MS INTA 815	3	31.0	--	-30	--	71	--	85	05/nov	22/dic	0	0
MS INTA BON. 514	1	47.4	--	7	--	76	--	83	10/nov	18/dic	0	0
MS INTA BON. 816	2	24.2	--	-46	--	69	--	80	08/nov	15/dic	0	0
MS INTA BON. 817*	3	34.2	--	-23	--	67	--	74	06/nov	21/dic	0	0
ÑANDUBAY*	2	61.5	--	39	--	74	--	86	13/nov	19/dic	0	0
SN 90	2	56.2	--	27	--	75	--	82	10/nov	16/dic	0	0
SY 300	2	53.3	--	20	--	74	--	80	11/nov	23/dic	0	0
SY 330	2	41.1	--	-7	--	70	--	73	04/nov	22/dic	0	0
TSR 1066	3	48.8	--	10	--	77	--	85	09/nov	18/dic	0	0
Promedio	2	44.4	--	0	--	73	--	81	07/nov	19/dic	0	0
Máximo	3	63.5	--	43	--	78	--	88	13/nov	25/dic	0	0
MDS <sup>j</sup>	--	7.1	--	17	--	--	--	--	--	--	--	--
CV% <sup>k</sup>	--	10.0	--	10	--	--	--	--	--	--	--	--

Ver referencia al pie de la Tabla 6.

## RED DE ENSAYOS COMPARATIVOS DE CULTIVARES DE TRIGO PAN (RET-INASE)

# Resultados obtenidos en INTA Balcarce con alta tecnología durante la campaña 2018/19

Abbate, P.E.\*; Cabral Farias, C.A.; Muñoz, M.  
INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.  
\*abbate.pablo@inta.gob.ar ó abbate.pablo@gmail.com

## Introducción

El objetivo del presente trabajo es informar los resultados de los ensayos de evaluación de cultivares de trigo pan con “alta tecnología”, conducidos durante la campaña agrícola 2018/2019, en la Estación Experimental Agropecuaria “Ing Agr Domingo Pasquale” (INTA Balcarce), ubicada en la Ruta Nacional 226, km 73.5, cerca de la ciudad de Balcarce, Bs. As., Argentina (latitud 38° S, longitud 58° O, altitud 130 m), en la Subregión triguera IV. 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

Durante la presente campaña no fue posible la aplicación de riego debido a dificultades operativas. Dado que el balance de agua (Figura 1) sugiere que hubo deficiencias hídricas alrededor de floración, los resultados presentados no reflejan el rendimiento potencial de los cultivares evaluados, ni son resultados comparables a los ensayos de la RET con alta tecnología conducidos en años anteriores. No obstante, como el manejo del cultivo se realizó con dosis de nutrientes mayores a la de la RET con y sin fungicida, los datos aquí presentados son de utilidad para interpretar los resultados de los ensayos correspondientes la RET con y sin fungicida, y la RET de manejo tradicional.

Al igual que en años anteriores el suelo (Tabla 1) 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. Los cultivares evaluados se distribuyeron en dos épocas de siembra (la 2.º época equivalente a la 3.º de la RET con fungicida); 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 2. 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 3. Previo a la siembra se aplicó fósforo como fosfato diamónico (FDA). La apli-

cación de nitrógeno se dividió en tres momentos: (1) previo 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 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 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 4). Las enfermedades fueron controladas por medio de una mezcla comercial de un triazol y una estrobilurina (Tabla 4). 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.

**Tabla 1.** Manejo y estado del suelo en presiembra, correspondiente a los ensayos de la RET-INASE de INTA Balcarce, con alta tecnología, durante la campaña 2018/19.

Cultivo Antecesor	Soja
Labranza	Siembra directa
Profundidad 0-20 cm	
Humedad (%) <sup>a</sup>	26
P (ppm)	43
M.O. (%) <sup>b</sup>	4.1
Nan (kg/ha) <sup>c</sup>	101
Profundidad 0-60 cm	
Agua útil (mm) <sup>d</sup>	78
N-NO <sub>3</sub> (kg/ha)	59

<sup>a</sup> Capacidad de campo: 28%.

<sup>b</sup> Materia orgánica.

<sup>c</sup> N potencialmente mineralizable determinado por incubación anaeróbica.

<sup>d</sup> Capacidad de campo: 78 mm

**Tabla 2.** Detalles de manejo de la RET-INASE en INTA Balcarce, con alta tecnología, durante la campaña 2018/19 (2.º época equivalente a la 3.º con fungicida).

Detalle	1.º época	2.º época
Cantidad de cultivares evaluados:	17	24
Fecha de siembra deseada:	10/jun/2018	20/jul/2018
Fecha de siembra real:	11/jun/2018	17/jul/2018
Densidad deseada (plantas/m <sup>2</sup> ):	230	310
Densidad sembrada (semilla/m <sup>2</sup> ):	307	414
Fecha de cosecha:	15/ene/2019	16/ene/2019

**Tabla 3.** 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 2018/19.

Detalle	Estado <sup>a</sup>	N	P	S	Lluvia + riego (mm)
		-----(kg/ha)----			
En el suelo (0-60 cm prof.)	Presiembra	59	101	--	78
Aplicación FDA <sup>b</sup> (200 kg/ha)	Siembra	36	32	0	
Aplicación Urea (206+379 kg/ha)	Macollaje + Encañazón	95+174	0	0	
Aplicación Yeso (140 kg/ha)	Macollaje	0	0	25	
Lluvia + Riego	Desde siembra	--	--	--	549+0
<b>Total disponible</b>		<b>364</b>	<b>133</b>	<b>25</b>	<b>549</b>

<sup>a</sup> Estado promedio del ensayo.

<sup>b</sup> Fosfato diamónico.

**Tabla 4.** Detalle de la aplicación de herbicidas, fungicidas e insecticidas en la RET-INASE en INTA Balcarce, con alta tecnología, durante la campaña 2018/19.

Estado promedio del ensayo	Tipo	Producto
Presiembra	Herbicida	Glifosato
Siembra	Curasemilla Insecticida + fungicida	Chúcaro
Macollaje	Herbicida	Hussar Plus
Hoja bandera expandida y espigazón	Fungicida	Criptón
Llenado del grano	Insecticida	---

#### • 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 2. 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 h, 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:

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

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 cm<sup>3</sup>), según lo establecido en la Norma XXVI (Resolución 1075, SAGyP 1994). El contenido de proteína se determinó por medio de analizador NIR (Foss, modelo DS2500).

#### • Diseño experimental y análisis estadísticos

El diseño experimental fue similar al de los años anteriores. Cada época de siembra, constituyó un experimento independiente. Los cultivares (tratamientos) dentro de cada experimento se dispusieron 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 de cada uno en ellos ( $RTO_{ij}$ ), se expresó de dos maneras:

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

$$\text{Ec.[2]} \quad DRT01_{ij} = \frac{RTO_{ij} - \overline{RTO}_{ATj}}{\overline{RTO}_{ATj}} 100$$

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

$$\text{Ec.[3]} \quad DRT02_{ij} = \frac{RTO_{ij} - \overline{RTO}_{CFj}}{\overline{RTO}_{CFj}} 100$$

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 independiente, 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 en otros experimentos.

- **Balance de agua**

A fin de estimar el agotamiento de agua del suelo (Figura 1), 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 2018/19, para un cultivo de trigo sembrado el 10-jun y el 20-jul, fechas correspondiente a la 1.º y 2.º época de la RET-INASE en INTA Balcarce (Tabla 2), en un suelo de 70 cm de profundidad de suelo.

## Resultados

La condición meteorológica correspondiente a los experimentos de cultivos de invierno conducidos en INTA Balcarce durante la campaña 2018/19 se detalló en el informe de la RET-INASE con y sin fungicida (Abbate et al., 2019). Brevemente, la temperatura durante el invierno fue cercana al promedio histórico, elevándose durante septiembre, retornando a valores normales en octubre (encañazón) y bajos en noviembre (llenado del grano). Previo al inicio de la espigazón, el agua comenzó a ser escasa, situación que se mantuvo hasta el inicio del llenado del grano. Durante la encañazón se presentaron varias heladas, la más relevante en INTA Balcarce fue la del 24-oct la cual afectó la 1.º época de siembra. Durante el llenado del grano, la temperatura fue fresca favoreciendo un período prolongado pero con reiteradas lluvias que rehumedecieron el grano afectando desfavorablemente su peso hectolítrico y produciendo “lavado del grano”. Las lluvias durante floración favorecieron los ataques de fusarium en algunos lotes de la zona, no obstante el efecto de esta enfermedad fue despreciable en los datos acá presentados. A los fines del presente informe, el aspecto meteorológico más destacado fue que, debido a la distribución de las lluvias, la disponibilidad hídrica alrededor de espigazón estuvo por debajo del 50% del agua útil del suelo (Figura 1), por lo cual se estima que el cultivo sufrió estrés hídrico durante su etapa más crítica para generación del número de granos por unidad de superficie. Por tal motivo se considera que los datos presentados no reflejan el rendimiento potencial de los cultivares evaluados, ni son resultados comparables a los ensayos de la RET con alta tecnología conducidos en años anteriores. No obstante, como el manejo del cultivo se realizó con dosis de nutrientes mayores a la de la RET con y sin fungicida, los datos aquí presentados son de utilidad para interpretar los resultados de los ensayos correspondientes la RET con y sin fungicida, y la RET de manejo tradicional.

Los resultados de la 1.º época de siembra no se presentan dado que fue afectada por pájaros y heladas en floración, sin poder distinguir un efecto del otro, causando pérdidas de rendimiento importantes. Los datos de la 2.º segunda época se presenta en la Tabla 5 y Figura 2. Los datos en formato Excel pueden consultarse en:

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

En la siguiente página puede consultarse un informe interactivo los datos de la RET-INASE en INTA Balcarce y de otras localidades:

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

### **Agradecimientos**

A J.I. Toledo y M.A. Castaño (INTA Balcarce) por la ayuda en la conducción de los ensayos y a Bayer por la donación de Chúraro, Hussar Plus, Criptón y Decis Forte usados en los ensayo de la presente campaña.

### **Referencias**

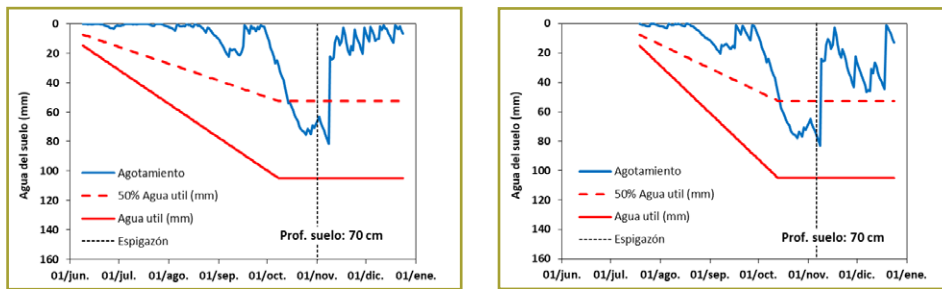
Abbate P.E.; Cabral Farias C.A.; Muñoz M. 2019. Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan (RET-INASE): resultados obtenidos en INTA Balcarce, con y sin fungicida en la campaña 2018/19. Versión digital. <https://inta.gob.ar/documentos/red-de-ensayos-comparativos-de-cultivares-de-trigo-pan-ret-inase-conducidos-en-inta-balcarce-con-y-sin-fungicida-campana-2018-19>

Allen, R.G.; L.S. Pereira, D. Raes y M. Smith, 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, Italy, 300 pp.

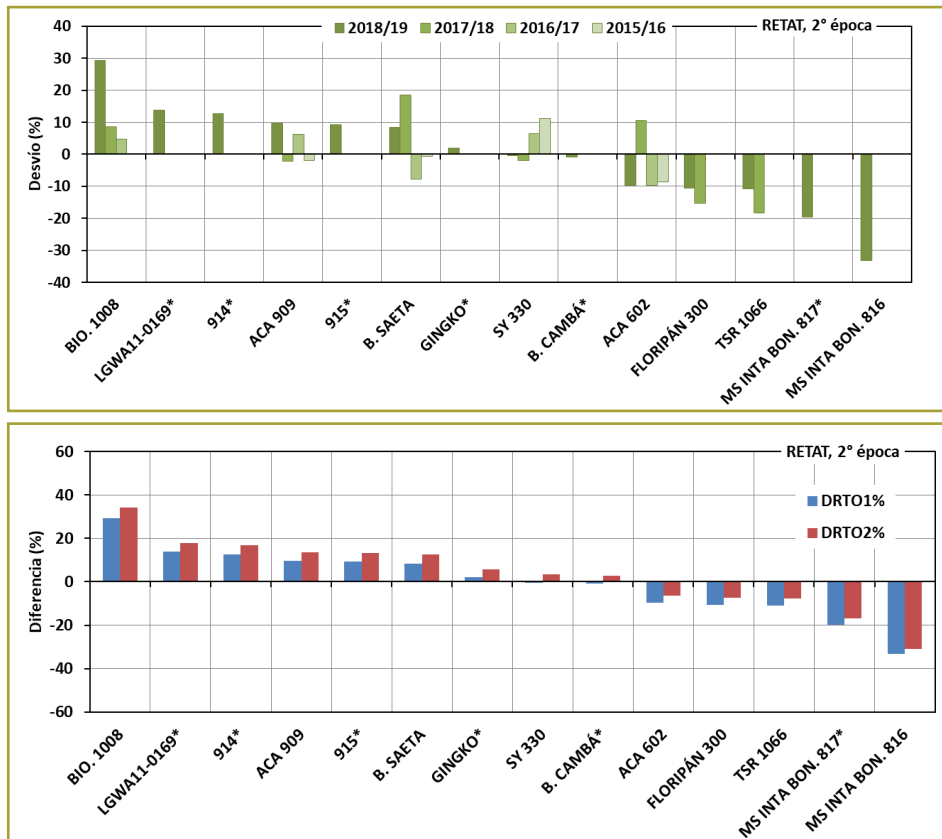
SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). 1994. Boletín Oficial de la República Argentina, Primera Sección, Secretaría Legal y Técnica, Dirección Nacional del Registro Oficial, 28043, 10.

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.



**Figura 1.** Agotamiento de agua del suelo estimado mediante el método FAO 56 (Allen et al., 1998) y los datos de la Estación Meteorológica de INTA Balcarce para la campaña 2018/19, para un cultivo de trigo sembrado el 10-jun y el 20-jul, fechas correspondiente a la 1.º y 2.º época de la RET-INASE en INTA Balcarce (Tabla 2), en un suelo de 70 cm de profundidad.



**Figura 2.** Rendimientos de la 2.º época de siembra (época equivalente a la 3.º con fungicida) de la RET-INASE en INTA Balcarce, con alta tecnología, (A) en las cuatro últimas campañas, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo con fungida (Ec.[2]); 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, (B) durante la campaña 2018/19, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo de alta tecnología (Ec.[2]) y respecto del promedio del ensayo de igual época de siembra con fungicida y sin riego (Ec.[3]). \*indica cultivar nuevo en la RET-INASE de INTA Balcarce. La MDS para comparar cultivares se presenta en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Resultados de la 2.º época de siembra (época equivalente a la 3.º con funguicida) de la RET-INASE en INTA Balcarce, con alta tecnología, durante la campaña 2018/19 (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar <sup>a</sup>	GC <sup>b</sup>	RTO <sup>c</sup> (qq/ha)	DRTO1 <sup>d</sup> (%)	DRTO2 <sup>e</sup> (%)	PH <sup>f</sup> (kg/hl)	PROT <sup>g</sup> (%)	Alt. <sup>h</sup> (cm)	Fecha Esp. <sup>i</sup>	Fecha Mad. <sup>j</sup>	Helada (%)	Vuelco (%)
914*	3	52.9	13	17	70	--	96	01/nov	--	0	0
915*	2	51.3	9	13	73	--	102	04/nov	--	0	0
ACA 602	2	42.4	-10	-6	74	--	74	03/nov	--	0	0
ACA 909	2	51.4	10	14	73	--	84	05/nov	--	0	0
BIO. 1008	3	60.7	29	34	72	--	96	11/nov	--	0	0
B. CAMBÁ*	1	46.5	-1	3	74	--	69	05/nov	--	0	0
B. SAETA	1	50.9	8	12	74	--	87	10/nov	--	0	0
FLORIPÁN 300	3	42.0	-11	-7	74	--	83	--	--	0	0
GINGKO*	3	47.8	2	6	72	--	78	05/nov	--	0	0
LGWA11-0169*	2	53.4	14	18	73	--	82	07/nov	--	0	0
MS INTA BON. 816	2	31.3	-33	-31	68	--	92	05/nov	--	0	0
MS INTA BON. 817*	3	37.7	-20	-17	67	--	82	04/nov	--	0	0
SY 330	2	46.7	0	3	69	--	86	05/nov	--	0	0
TSR 1066	3	41.8	-11	-8	73	--	91	04/nov	--	0	0
Promedio	2	46.9	0	4	72	--	86	05/nov	--	0	0
Máximo	3	60.7	29	34	74	--	102	11/nov	--	0	0
MDS <sup>k</sup>	--	7.5	16	17	--	--	--	--	--	--	--
CV% <sup>l</sup>	--	9.6	10	10	--	--	--	--	--	--	--

<sup>a</sup>Abreviaturas: B., Buck; BIO., BIOINTA/BIOCERES; BON., Bonaerense.

<sup>b</sup>Grupo de calidad.

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

<sup>d</sup>DRTO1 (%): diferencia de rendimiento respecto de la media del experimento, calculada por medio de la Ec.[2].

<sup>e</sup>DRTO2 (%): diferencia de rendimiento respecto de la media de los correspondientes cultivares en la RET con funguicida en igual época de siembra, calculada por medio de la Ec.[3].c.

<sup>f</sup>PH: peso hectolítrico del grano.

<sup>g</sup>PROT: concentración de proteína en el grano.

<sup>h</sup>Alt.: altura de la parcela.

<sup>i</sup>Esp.: espigazón.

<sup>j</sup>Mad.: madurez (pedúnculo amarillo).

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

<sup>l</sup>CV%: Coeficiente de variación porcentual.

\* Cultivar nuevo en la RET de INTA Balcarce.

## RED DE ENSAYOS COMPARATIVOS DE CULTIVARES DE TRIGO PAN (RET-INASE)

### Resultados obtenidos en INTA Balcarce, con manejo tradicional durante la campaña 2018/19

Abbate, P.E. \*; Cabral Farias, C.A. y Muñoz, M.  
INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.  
\*abbate.pablo@inta.gob.ar ó abbate.pablo@gmail.com

#### Introducción

El objetivo del presente trabajo es informar los resultados de los ensayos de evaluación de cultivares de trigo pan con "tecnología tradicional", conducidos durante la campaña agrícola 2018/2019, en la Estación Experimental Agropecuaria "Ing Agr Domingo Pasquale" (INTA Balcarce), ubicada en la Ruta Nacional 226, km 73.5, cerca de la ciudad de Balcarce, Bs. As., Argentina (latitud 38° S, longitud 58° O, altitud 130 m), en la Subregión triguera IV. 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

El manejo del cultivo fue equivalente al de años anteriores. El suelo (Tabla 1) fue un Argiudol Típico (USDA Taxonomy), Serie Mar del Plata, con 4.7% de materia orgánica (0-20 cm) y tosca presente a una profundidad promedio de 70-100 cm. El cultivo antecesor fue soja. Los cultivares evaluados se distribuyeron en dos épocas de siembra (la 2.º época equivalente a la 3.º 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 2. 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 3. Previo a la siembra se aplicó fósforo como fosfato diamónico (FDA). La aplicación de nitrógeno se dividió en tres momentos: (1) previo a la siembra como FDA, (2) urea al inicio del macollaje y (3) urea al inicio de encañazón. Todas las aplicaciones de nutrientes fueron en cobertura total. La cantidad total de nitrógeno aplicada fue calculada para satisfacer los requerimientos de un cultivo de trigo con rendimiento de 55 qq/ha, mientras que la cantidad de

fósforo aplicada correspondió a la reposición del fósforo exportado por el cultivo. No se realizó fertilización azufrada.

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 4). Las enfermedades fueron controladas solamente por medio de una mezcla comercial de un triazol y una estrobilurina (Tabla 4). 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 en hoja bandera expandida y otra en espigazón.

**Tabla 1.** Descripción del suelo en presiembra y su manejo, correspondiente a los ensayos de la RET-INASE en INTA Balcarce, con tecnología tradicional, durante la campaña 2018/19.

Cultivo Antecesor	Soja
Labranza	Siembra directa
Profundidad 0-20 cm	
Humedad (%) <sup>a</sup>	28
P (ppm)	29
M.O. (%) <sup>b</sup>	4.7
Nan (kg/ha) <sup>c</sup>	89
Profundidad 0-60 cm	
Agua útil (mm) <sup>d</sup>	78
N-NO <sub>3</sub> (kg/ha)	55

<sup>a</sup> Capacidad de campo: 28%.

<sup>b</sup> Materia orgánica.

<sup>c</sup> N potencialmente mineralizable determinado por incubación anaeróbica.

<sup>d</sup> Capacidad de campo: 78 mm

**Tabla 2.** Detalles de manejo de la RET-INASE en INTA Balcarce, con tecnología tradicional, durante la campaña 2018/19.

Evento	1.º época	2.º época
Cantidad de cultivares evaluados:	15	17
Fecha de siembra deseada:	10/jun/2018	20/jul/2018
Fecha de siembra real:	11/jun/2018	31/jul/2018
Densidad deseada (plantas/m <sup>2</sup> ):	230	310
Densidad sembrada (semilla/m <sup>2</sup> ):	307	443
Fecha de cosecha:	05/ene/2019	08/ene/2019

**Tabla 3.** 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 tecnología tradicional, durante la campaña 2018/19.

Detalle	Estado <sup>a</sup>	N	P	S	Lluvia + Riego (mm)
		-----(kg/ha)----			
En el suelo (0-60 cm prof.)	Presiembra	55	58	--	78
Aplicación FDA <sup>b</sup> (160 kg/ha)	Siembra	29	26	0	
Aplicación Urea (114+115 kg/ha)	Macollaje + Encañazón	105	0	0	
Aplicación Yeso (0 kg/ha)	Macollaje	0	0	0	
Lluvia + Riego	Desde siembra	--	--	--	517+0
<b>Total disponible</b>		<b>189</b>	<b>84</b>	<b>0</b>	<b>517</b>

<sup>a</sup> Estado promedio del ensayo.<sup>b</sup> Fosfato diamónico.**Tabla 4.** Detalle de la aplicación de herbicidas, fungicidas e insecticidas en la RET-INASE en INTA Balcarce, con tecnología tradicional, durante la campaña 2018/19.

Estado promedio del ensayo	Tipo	Producto
Presiembra	Herbicida	Glifosato
Siembra	Curasemilla Insecticida + fungicida	Chúcaro
Macollaje	Herbicida	Hussar Plus
Hoja bandera expandida y espigazón	Fungicida	Criptón
Llenado del grano	Insecticida	--

#### • 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 2. 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 h, 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:

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

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 cm<sup>3</sup>), según lo establecido en la Norma XXVI (Resolución 1075, SAGyP 1994). El contenido de proteína se determinó por medio de analizador NIR (Foss, modelo DS2500).

#### • Diseño experimental y análisis estadísticos

El diseño experimental fue similar al de los años anteriores. Cada época de siembra, constituyó un experimento independiente. Los cultivares (tratamientos) dentro de cada experimento se dispusieron 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 de cada uno en ellos ( $RTO_{ij}$ ), se expresó de dos maneras:

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

$$\text{Ec.[2]} \quad DRT01_{ij} = \frac{RTO_{ij} - \overline{RTO_{TTj}}}{\overline{RTO_{TTj}}} 100$$

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

$$\text{Ec.[3]} \quad DRT02_{ij} = \frac{RTO_{ij} - \overline{RTO_{CFj}}}{\overline{RTO_{CFj}}} 100$$

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 tecnología tradicional constituyeron experimentos independiente, por lo cual lo que se está considerando como "efecto de la tecnología tradicional" incluyen el efecto propio del manejo junto con la variación del terreno entre experimentos. Datos previos obtenidos en la RET de Balcarce indican que el efecto del manejo es mucho mayor que la variación del terreno, no obstante, las conclusiones así extraídas deberían validarse en otros experimentos.



- **Balance de agua**

A fin de estimar el agotamiento de agua del suelo (Figura 1), 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 2018/19, para un cultivo de trigo sembrado el 10-jun y el 20-jul, fechas correspondiente a la 1.º y 2.º época de la RET-INASE en INTA Balcarce (Tabla 2), en un suelo de 70 cm de profundidad de suelo.

## Resultados

La condición meteorológica correspondiente a los experimentos de cultivos de invierno conducidos en INTA Balcarce durante la campaña 2018/19 se detalló en el informe de la RET-INASE con y sin fungicida (Abbate et al., 2019). Brevemente, la temperatura durante el invierno fue cercana al promedio histórico, elevándose durante septiembre, retornando a valores normales en octubre (encañazón) y valores por debajo del promedio en noviembre (llenado del grano). Previo al inicio de la espigazón, el agua comenzó a ser escasa, situación que se mantuvo hasta el inicio del llenado del grano. Durante la encañazón se presentaron varias heladas, la más relevante en INTA Balcarce fue la del 24-oct la cual afectó la 1.º época de siembra RET con y sin fungicida, sin embargo, no se observaron daños en la RET con manejo tradicional. Durante el llenado del grano, la temperatura fue fresca favoreciendo un período prolongado pero con reiteradas lluvias que rehumedecieron el grano afectando desfavorablemente su peso hectolítrico y produciendo "lavado del grano". Las lluvias durante floración favorecieron los ataques de fusarium en algunos lotes de la zona, no obstante el efecto de esta enfermedad fue despreciable en los datos acá presentados. A los fines del presente informe, el aspecto meteorológico más destacado fue que, debido a la distribución de las lluvias, la disponibilidad hídrica alrededor de espigazón estuvo por debajo del 50% del agua útil del suelo (Figura 1), por lo cual se estima que el cultivo sufrió estrés hídrico durante su etapa más crítica para generación del número de granos por unidad de superficie.

Al comparar el rendimiento promedio de la RET con fungicida (RETF) con el de la RET con manejo tradicional (RETT), considerando solamente los cultivares presentes en ambos ensayos, se encontró que el rendimiento promedio de la RETT fue 15% y 10% mayor que el de la RETF para la primera y tercera época de siembra respectivamente. Esta diferencia puede atribuirse al efecto diferencial de las heladas entre ensayos, ya que los cultivares que presentaron mayor diferencia entre ensayos fueron los que presentaron mayor daño por heladas en la RETF.

Los resultados de la 1.º época de siembra se presentan en la Figura 2 y Tabla 5, y los de la 2.º época en Figura 3 y Tabla 6. Los datos en formato Excel pueden consultarse en:

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

En la siguiente página puede consultarse un informe interactivo los datos de la RET-INASE en INTA Balcarce y de otras localidades:

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

## Agradecimientos

A J.I. Toledo y M.A. Castaño (INTA Balcarce) por la ayuda en la conducción de los ensayos y a Bayer por la donación de Chúraro, Hussar Plus, Criptón y Decis Forte usados en los ensayos de la presente campaña.

## Referencias

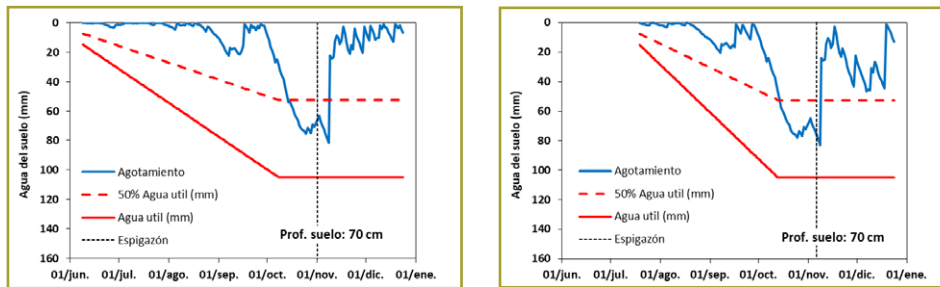
Abbate P.E.; Cabral Farias C.A.; Muñoz M. 2019. Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan (RET-INASE): resultados obtenidos en INTA Balcarce, con y sin fungicida en la campaña 2018/19. Versión digital. <https://inta.gob.ar/documentos/red-de-ensayos-comparativos-de-cultivares-de-trigo-pan-ret-inase-conducidos-en-inta-balcarce-con-y-sin-fungicida-campana-2018-19>

Allen, R.G.; L.S. Pereira, D. Raes y M. Smith, 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, Italy, 300 pp.

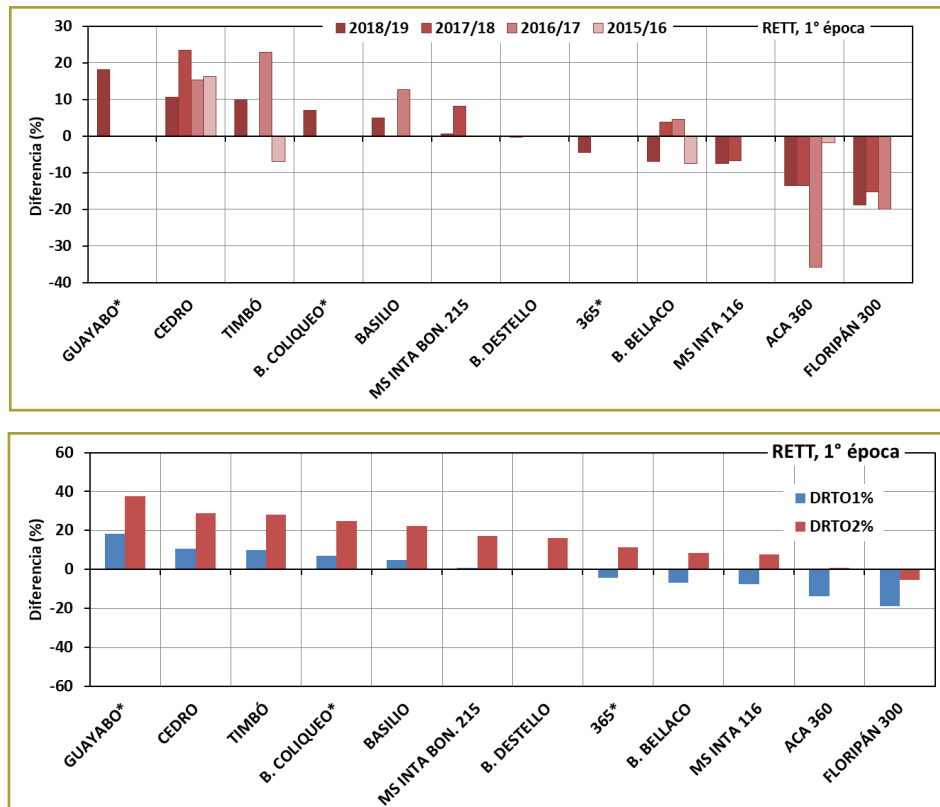
SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). 1994. Boletín Oficial de la República Argentina, Primera Sección, Secretaría Legal y Técnica, Dirección Nacional del Registro Oficial, 28043, 10.

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.

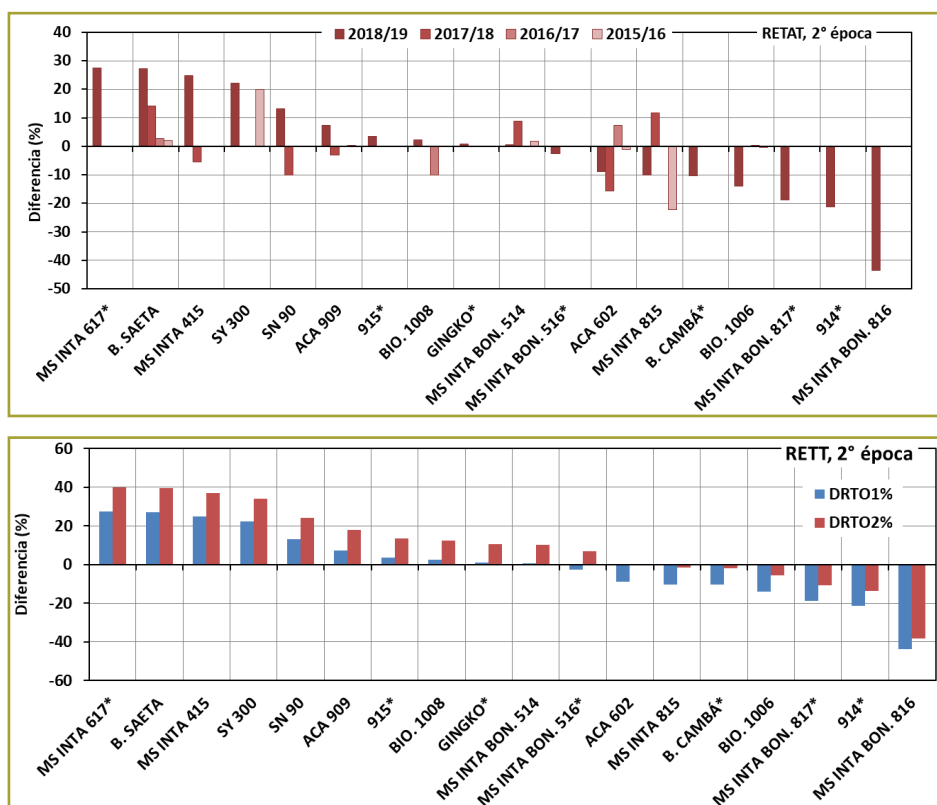
Zadoks, J.C., Chang, T.T. y Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res., 14, 415-421.



**Figura 1.** Agotamiento de agua del suelo estimado mediante el método FAO 56 (Allen et al., 1998) y los datos de la Estación Meteorológica de INTA Balcarce para la campaña 2018/19, para un cultivo de trigo sembrado el 10-jun y el 20-jul, fechas correspondiente a la 1.º y 2.º época de la RET-INASE en INTA Balcarce (Tabla 2), en un suelo de 70 cm de profundidad.



**Figura 2.** Rendimientos de la 1.º época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con tecnología tradicional, (A) en las cuatro últimas campañas, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo con fungida (Ec.[2]); 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, (B) durante la campaña 2018/19, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo con tecnología tradicional (DRTO1, Ec.[2]) y respecto del promedio del ensayo de igual época de siembra con funguicida y sin riego (DRTO2, Ec.[3]). \* indica cultivar nuevo en la RET-INASE de INTA Balcarce. La MDS para comparar cultivares se presenta en la Tabla 5.



**Figura 3.** Rendimientos de la 2.º época de siembra (época equivalente a la 3.º con funguicida) de la RET-INASE en INTA Balcarce, con tecnología tradicional, (A) en las cuatro últimas campañas, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo con fungida (Ec.[2]); 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, (B) durante la campaña 2018/19, expresados como diferencia porcentual respecto del promedio del ensayo con tecnología tradicional (DRTO1, Ec.[2]) y respecto del promedio del ensayo de igual época de siembra con funguicida y sin riego (DRTO2, Ec.[3]). \* indica cultivar nuevo en la RET-INASE de INTA Balcarce. La MDS para comparar cultivares se presenta en la Tabla 6.

**Tabla 5.** Resultados de la 1.º época de siembra de la RET-INASE en INTA Balcarce, con tecnología tradicional, durante la campaña 2018/19 (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar <sup>a</sup>	GC <sup>b</sup>	RTO <sup>c</sup> (qq/ha)	DRTO1 <sup>d</sup> (%)	DRTO2 <sup>e</sup> (%)	PH <sup>f</sup> (kg/hl)	PROT <sup>g</sup> (%)	Alt. <sup>h</sup> (cm)	Fecha Esp. <sup>i</sup>	Fecha Mad. <sup>j</sup>
365*	1	66.1	-3	11	84	--	89	04/nov	16/dic
ACA 360	1	59.7	-13	0	83	--	89	28/oct	11/dic
BASILIO	2	72.6	6	22	80	--	76	28/oct	08/dic
B. BELLACO	1	64.4	-6	8	82	--	89	31/oct	14/dic
B. COLIQUEO*	1	74.0	8	24	81	--	85	28/oct	09/dic
B. DESTELLO	1	68.9	1	16	82	--	95	03/nov	16/dic
CEDRO	3	76.5	12	29	80	--	75	01/nov	16/dic
FLORIPÁN 300	3	56.2	-18	-6	82	--	91	02/nov	10/dic
GUAYABO*	3	81.7	19	37	81	--	89	01/nov	16/dic
MS INTA 116	2	63.9	-7	7	81	--	89	02/nov	15/dic

Cultivar <sup>a</sup>	GC <sup>b</sup>	RTO <sup>c</sup> (qq/ha)	DRTO1 <sup>d</sup> (%)	DRTO2 <sup>e</sup> (%)	PH <sup>f</sup> (kg/hl)	PROT <sup>g</sup> (%)	Alt. <sup>h</sup> (cm)	Fecha Esp. <sup>i</sup>	Fecha Mad. <sup>j</sup>
MS INTA BON. 215	2	69.7	2	17	82	--	80	29/nov	10/dic
TIMBÓ	3	76.0	11	28	80	--	76	29/oct	11/dic
Promedio	2	69.2	0	17	82	--	85	02/nov	12/dic
Máximo	3	81.7	18	38	83	--	95	29/nov	16/dic
MDS <sup>k</sup>	--	10.0	14	17	--	--	--	--	--
CV% <sup>l</sup>	--	8.5	9	10	--	--	--	--	--

<sup>a</sup>Abreviaturas: B., Buck; BON., Bonaerense.

<sup>b</sup>Grupo de calidad.

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

<sup>d</sup>DRTO1 (%): diferencia de rendimiento respecto de la media del experimento, calculada por medio de la Ec.[2].

<sup>e</sup>DRTO2 (%): diferencia de rendimiento respecto de la media de los correspondientes cultivares en la RET con funguicida en igual época de siembra, calculada por medio de la Ec.[3].

<sup>f</sup>PH: peso hectolítrico del grano.

<sup>g</sup>PROT: concentración de proteína en el grano.

<sup>h</sup>Alt.: altura de la parcela.

<sup>i</sup>Esp.: espigazón.

<sup>j</sup>Mad.: madurez (pedúnculo amarillo).

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

<sup>l</sup>CV%: Coeficiente de variación porcentual.

\* Cultivar nuevo en la RET de INTA Balcarce.

**Tabla 6.** Resultados de la 2.º época de siembra (época equivalente a la 3.º con funguicida) de la RET-INASE en INTA Balcarce, con tecnología tradicional, durante la campaña 2018/19 (cultivares ordenados alfabéticamente).

Cultivar <sup>a</sup>	GC <sup>b</sup>	RTO <sup>c</sup> (qq/ha)	DRTO1 <sup>d</sup> (%)	DRTO2 <sup>e</sup> (%)	PH <sup>f</sup> (kg/hl)	PROT <sup>g</sup> (%)	Alt. <sup>h</sup> (cm)	Fecha Esp. <sup>i</sup>	Fecha Mad. <sup>j</sup>
914*	3	38.6	-21	-14	70	--	89	03/nov	16/dic
915*	2	50.8	4	14	74	--	91	02/nov	12/dic
ACA 602	2	44.7	-9	0	79	--	86	03/nov	13/dic
ACA 909	2	52.7	7	18	75	--	93	04/nov	16/dic
BIO. 1008	3	50.2	2	12	73	--	95	06/nov	16/dic
BIO. 1006	2	42.2	-14	-6	73	--	88	05/nov	12/dic
B. CAMBÁ*	1	43.9	-10	-2	75	--	85	05/nov	12/dic
B. SAETA	1	62.4	27	39	80	--	84	04/nov	13/dic
GINGKO*	3	49.5	1	11	74	--	93	04/nov	16/dic
MS INTA 415	3	61.2	25	37	76	--	85	08/nov	17/dic
MS INTA 617*	2	62.6	28	40	78	--	71	10/nov	19/dic
MS INTA 815	3	44.0	-10	-2	71	--	83	03/nov	13/dic
MS INTA BON. 514	1	49.3	1	10	77	--	85	08/nov	17/dic
MS INTA BON. 516*	2	47.8	-3	7	76	--	90	06/nov	16/dic
MS INTA BON. 816	2	27.7	-44	-38	69	--	89	05/nov	15/dic
MS INTA BON. 817*	3	39.9	-19	-11	69	--	83	04/nov	17/dic
SN 90	2	55.5	13	24	74	--	74	08/nov	18/dic
SY 300	2	60.0	22	34	75	--	83	08/nov	17/dic
Promedio	2	49.1	0	10	74	--	86	05/nov	15/dic
Máximo	3	62.6	28	40	80	--	95	10/nov	19/dic
MDS <sup>k</sup>	--	6.8	14	16	--	--	--	--	--
CV% <sup>l</sup>	--	8.4	8	10	--	--	--	--	--

Ver referencia al pie de la Tabla 5.

## Trigo: 20 años de aumentos en el rendimiento gracias a la innovación

Abbate, P.E.  
INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.  
abbate.pablo@inta.gob.ar ó abbate.pablo@gmail.com

El informe sobre la última campaña de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires (RETAA, 18 y 19) menciona que la cosecha 2018-2019 “marcó un récord de producción de 23.1 millones de toneladas” y que “este nivel de producción estuvo acompañado por una mayor adopción de tecnología: el nivel tecnológico alto se incrementó en 6% mientras que el nivel tecnológico bajo registró el menor valor desde la campaña 2010/11”.

El aumento tecnológico de la campaña pasada se debió en primer lugar al incremento del 20% en el uso de fertilizantes nitrogenados motivado por el bajo nitrógeno presente en el suelo (lo cual tiene varias causas que escapan a esta columna) respecto de la campaña anterior. En segundo lugar, al aumento de uso de fungicidas de 46% respecto de la campaña 2016-2017, debido a la difusión de nuevas razas de roya amarilla y, finalmente, al precio del trigo favorable.

La información disponible indica que durante la campaña pasada no se aplicaron nuevas tecnologías, sino que se emplearon en el momento adecuado las desarrolladas gracias al trabajo continuo durante los años anteriores. En consecuencia, pese al bajo contenido del nitrógeno del suelo, ni el rendimiento, ni la producción de trigo cayeron; por el contrario, aumentaron y mantuvieron un nivel de calidad igual o superior al de la campaña anterior. Al presentarse el problema se contaba con métodos de diagnóstico de nutrición, criterios de fertilización (para definir momento y cantidad de fertilizante a aplicar) y métodos de fertilización (disponibilidad de maquinaria, conocimiento sobre su regulación) que permitieron enfrentarlo. Tampoco la aparición de razas altamente virulentas de roya amarilla en la campaña 2016-2017 afectó la producción ya que contábamos con métodos de diagnóstico sanitario, profesionales entrenados en el diagnóstico, una cartilla de productos comerciales ya evaluados, criterios para definir el momento y dosis de aplicación, y métodos de aplicación apropiados (disponibilidad de maquinaria, conocimiento sobre su regulación, etc.).

Respecto del trigo se puede decir que, actualmente, no hay en el mundo tecnología, método o conocimiento que pueda tener un impacto relevante en nuestra producción con el que no contemos en Argentina. Es más, el avance constante en la tecnología de producción de trigo permitió, no sólo el aumento de producción de la última campaña, sino también el incremento continuo de rendimiento en los últimos 20 años. Al comparar la evolución en Argentina y EE.UU. desde el año 2000, puede apreciarse que, si bien nuestro rendimiento fue menor a lo largo de toda la serie, la diferencia pasó de 13% a 2.5% debido a que nuestro aumento fue 40% mayor al registrado en el país del norte (49 vs. 35 kilos por hectárea al año). Esta diferencia

es atribuible a la continua mejora tecnológica del trigo en Argentina. Incluso puede decirse que, dada la tecnología que lleva cada grano cosechado, ya no se trata de un producto con poco valor agregado. El trigo le da más valor agregado a los insumos que utiliza, que la mayoría de las industrias no agropecuarias. Estas mejoras tecnológicas en la su producción tienen un impacto relevante en la economía nacional ya que, según el INDEC, el cereal está entre los seis principales complejos exportadores de Argentina y la industria panadera es la principal fuente de empleo manufacturero.

En síntesis, el aumento tecnológico en las últimas campañas es el resultado de una mejora tecnológica que se viene dando en forma constante y continua desde hace unos 20 años. Sin duda, el INTA tiene una participación determinante en ese proceso.

## Diferencias de rendimiento entre cultivares de trigo paraguayos y argentinos

Pedro Chávez<sup>1</sup>, Pablo Eduardo Abbate<sup>2</sup>, Man Mohan Kohli<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria Capitán Miranda (IPTA-CM), Capitán Miranda, Itapúa, Paraguay. pchavez57@gmail.com.

<sup>2</sup> Unidad Integrada Balcarce (FCA, UNMDP e INTA Balcarce), Balcarce, Bs. As., Argentina. abbate.pablo@gmail.com.

<sup>3</sup> Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO), Asunción, Paraguay. mmkohli@gmail.com.

En Argentina se obtienen rendimientos de trigo mayores que los de Paraguay. En la búsqueda de aportar información que contribuya a dilucidar las causas de estas diferencias. Se realizaron dos experimentos, uno se condujo durante la campaña 2015/16 en Balcarce (latitud 38° S, Argentina) y otro en la campaña 2016 en Capitán Miranda (latitud 27° S, Paraguay). En ambas localidades los tratamientos consistieron en catorce cultivares paraguayos y argentinos de ciclo similar (Tabla 1) elegidos teniendo en cuenta sus antecedentes de altos niveles de rendimiento en sus países de origen. Los ensayos fueron conducidos sin limitaciones hídricas, nutricionales ni sanitarias.

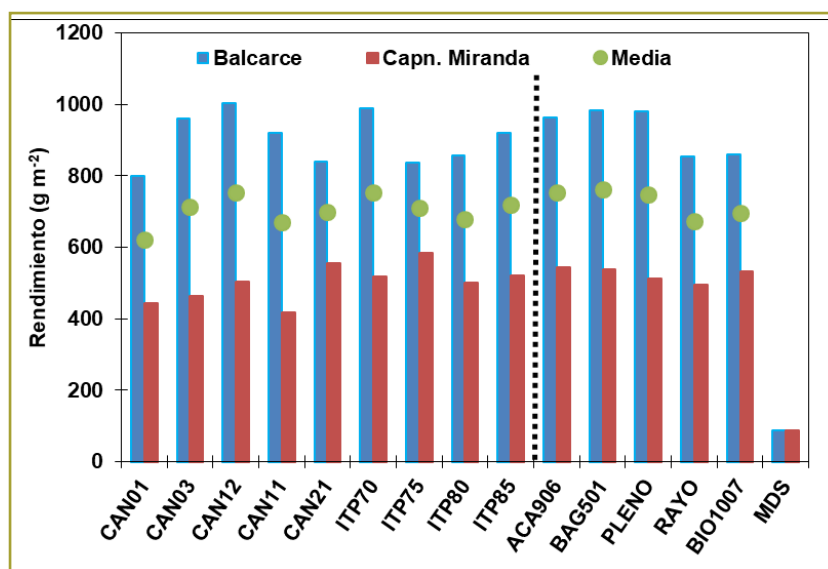
El rendimiento se analizó como el producto entre el peso por grano y el número de granos m<sup>-2</sup>. Tanto en Paraguay como en Argentina se encontró que el rendimiento de los cultivares paraguayos fue igual al de los argentinos, aunque los rendimientos logrados en Argentina fueron superiores (44% mayor) a los obtenidos en Paraguay. Hubo diferencias de rendimiento (Figura 1) entre los cultivares analizados, con interacción significativa localidad x cultivar (interacción Genotipo x Ambiente). Las variaciones de rendimiento entre cultivares no sólo estuvieron vinculadas con el número de granos m<sup>-2</sup> (R<sup>2</sup>=0.80, gl=12, Capitán Miranda; R<sup>2</sup>=0.46, gl=12, Balcarce), sino también con el peso por grano y el peso potencial por grano. En Balcarce se encontraron evidencias de limitaciones por fuente para el llenado del grano, mientras que en Capitán Miranda predominaron las limitaciones de los destinos. Sin embargo, ninguna de estas diferencias se asoció con el número de granos m<sup>-2</sup> entre localidades.

Los resultados obtenidos muestran que se puede lograr un alto rendimiento potencial combinando distintas estrategias ecofisiológicas, combinadas, a través del mejoramiento genético. Las relaciones encontradas entre el rendimiento y algunos de sus componentes podrían ser válidas solamente para el conjunto particular de cultivares con el que fueron obtenidas. Es de esperar que en Capitán Miranda se logren avances más importantes de rendimiento aumentando el número de granos m<sup>-2</sup> que en Balcarce.



**Tabla 1.** Lista de cultivares estudiados, su origen.

Núm.	Nombre del Cultivar	Abreviatura	País de difusión	Origen
1	Canindé 1	CAN01	Paraguay	CIMMYT
2	Canindé 3	CAN03	Paraguay	Paraguay
3	Canindé 12	CAN12	Paraguay	CIMMYT
4	Canindé 11 (BIOINTA 1005)	CAN11	Paraguay (Argentina)	CIMMYT
5	Canindé 21	CAN21	Paraguay	Paraguay
6	Itapúa 70	ITP70	Paraguay	CIMMYT
7	Itapúa 75	ITP75	Paraguay	Paraguay
8	Itapúa 80	ITP80	Paraguay	CIMMYT
9	Itapúa 85	ITP85	Paraguay	Paraguay
10	ACA 906	ACA906	Argentina	Argentina
11	Baguette 501	BAG501	Argentina	Argentina
12	Buck Pleno	PLENO	Argentina	Argentina
13	Klein Rayo	RAYO	Argentina	Argentina
14	BIOINTA 1007	BIO1007	Argentina	Argentina



**Figura 1.** Rendimiento (14% humedad) en dos localidades: Balcarce (Argentina, campaña 2015/16) y Capitán Miranda (Paraguay, campaña 2016). La línea vertical punteada separa los cultivares paraguayos de los argentinos.

## Estabilidad interanual del rendimiento de cultivares cebada cervecera en INTA Balcarce durante las campañas 2015/16 a 2017/18

Abbate, P.E.\* y Carpaneto B.B.  
INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.  
\*abbate.pablo@inta.gob.ar ó abbate.pablo@gmail.com

### Introducción

En INTA Balcarce se vienen realizando ensayos comparativos de cebada cervecera con continuidad desde la campaña 2015/16. El objetivo de este siguiente informe es presentar el rendimiento promedio de los cultivares evaluados y su estabilidad a través de tres campañas. Los informes de cada campaña fueron presentados por Carpaneto y Abbate (disponibles como documento PDF en <https://inta.gob.ar>).

### Materiales y métodos

#### • Manejo del cultivo

Los experimentos se condujeron en INTA Balcarce (Balcarce, Bs. As., Argentina, latitud 38° S, longitud 58° O, altitud 130 m), sobre un suelo Argiudol Típico (USDA Taxonomy), Serie Mar del Plata, con aproximadamente 4.7% de materia orgánica (0-20 cm) y con tosca presente a una profundidad promedio de 80 a 120 cm. 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 similar en todas las campañas.

El cultivo antecesor fue soja. Las labores fueron con sistema de siembra directa. Cada ensayo contó con una única fecha de siembra (Tabla 1). Los ensayos se condujeron sin riego. La cantidad total de nitrógeno aplicada fue calculada para satisfacer los requerimientos de un cultivo de cebada con rendimiento de 80 qq/ha y 11% de concentración de proteína en el grano, descontado el nitrógeno presente en el suelo a la siembra (Tabla 2). La cantidad de fósforo aplicada correspondió a la reposición del nutriente exportado por el cultivo, mientras que la cantidad de azufre aplicada correspondió al 50% de la reposición del nutriente exportado. El fósforo se aplicó previo a la siembra como fosfato diamónico. La fertilización con nitrógeno se dividió en tres momentos: (1) previo 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 fueron en cobertura total.

Las malezas fueron controladas inicialmente por medio de un herbicida total en pre-siembra. En macollaje se aplicó un herbicida compuesto para controlar malezas gramí-

neas y latifoliadas (Tabla 3). Las enfermedades fueron controladas por medio de una mezcla comercial de un triazol y una estrobilurina (Tabla 3), mediante una única aplicación en la campaña 2015/14 en hoja bandera expandida y por medio de dos aplicaciones en las campañas restantes, una en hoja bandera expandida y otra en espigazón.

**Tabla 1.** Fechas de siembra y cosecha de los Ensayos Comparativos de Rendimiento de Cebada Cervecera de INTA Balcarce, para las campañas 2015/16 a 2017/18.

Campaña	Siembra	Cosecha
2015/16	23/jul/2015	18/dic/2015
2016/17	7/jul/2016	20/dic/2016
2017/18	5/jul/2017	29/dic/2017

**Tabla 2.** Detalle de la aplicación de fertilizantes (N, nitrógeno; P, fósforo; S, azufre), de los Ensayos Comparativos de Rendimiento de Cebada Cervecera de INTA Balcarce, para las campañas 2015/16 a 2017/18.

Nutriente, fertilizante, momento	Campaña		
	2015/16	2016/17	2017/18
Rendimiento esperado (qq/ha)	80	80	80
P (kg P/ha), PDA, a la siembra	26	26	26
N (kg N/ha), PDA, a la siembra	29	29	29
N (kg N/ha), urea, principios de macollaje	52	50	50
N (kg N/ha), urea, inicio de encañazón	79	101	137
S (kg S/ha), yeso, inicio de encañazón	21	21	21

**Tabla 3.** Fitosanitarios usados en Ensayos Comparativos de Rendimiento de Cebada Cervecera de INTA Balcarce, durante las campañas 2015/16 a 2017/18.

Estado promedio del ensayo	Tipo	Producto
Presiembra	Herbicida	Glifosato
Siembra	Curasemilla (Insecticida + fungicida)	Chúcaro
Macollaje	Herbicida	Hussar Plus
Hoja bandera expandida Espigazón	Fungicida	Criptón
Repelente para pájaros	Floración/Madurez	Rayen

#### • Mediciones

El rendimiento en grano se cuantificó cosechando mecánicamente los cinco surcos centrales de cada parcela; las fechas se presentan en la Tabla 1. 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 de cosecha. Los rendimientos calculados incluyen esas pérdidas, si bien fueron bajas (rara vez > 5%). El grano cosechado se pesó en húmedo y de los mismos se tomó una submuestra de aproximadamente 40 g que se pesó en húmedo y en seco (secando a 65° C hasta peso constante) para calcular el porcentaje de humedad del grano.

Los rendimientos presentados se expresaron con la humedad de comercialización vigente (12%), transformando el peso inicial ( $P_i$ ) por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Ec.[1]} \quad P_f = P_i (1 - H_i) / (1 - 0.12)$$

donde  $P_f$  es el peso final del grano expresado con 12% de humedad y  $H_i$  es la humedad inicial de la muestra.

#### • Diseño experimental y análisis estadísticos

En cada campaña, se condujo un ensayo. Los cultivares (tratamientos) dentro de cada ensayo se dispusieron siguiendo un diseño experimental en bloques completos aleatorizados, con cuatro 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 (ANVA). Cuando el ANVA indicó diferencias significativas entre cultivares ( $P \leq 0.05$ ), los promedios se compararon por el método de la mínima diferencia significativa (MDS) de Fisher.

Siguiendo el método de análisis de Abbate et al. (2017; Estabilidad del rendimiento interanual en INTA Balcarce, campañas 2013/14 a 2016/17. INTA Balcarce. Documento PDF), el rendimiento de cada cultivar también se expresó como la diferencia porcentual respecto del rendimiento promedio del ensayo como:

$$\text{Ec.[2]} \quad DRTO_{ij} = \frac{RTO_{ij} - \overline{RTO}_j}{\overline{RTO}_j} 100$$

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

$$\text{Ec.[3]} \quad CV_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (DRTO_{ij} - \overline{DRTO}_i)^2 / (n-1)}}{\overline{RTO}_i} 100$$

donde  $CV_i$  es el coeficiente de variación de  $DRTO$  correspondiente al cultivar  $i$ . De esta manera el cálculo del  $CV_i$  resulta balanceado, es decir, incluye en todos los ensayos los mismos cultivares.

El valor de  $CV_i$  es un cuantificador 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.

## Resultados

Los resultados para cada cultivar en cada campaña se presentan en la Tabla 4. En la Figura 1 se presenta el rendimiento expresado como  $DRTO$  para cada cultivar, en cada campaña. La Figura permite apreciar visualmente las diferencias entre cultivares y entre campañas, pero no facilita la comparación del rendimiento promedio

ni la cuantificación de la estabilidad. La Figura 2 permite comparar mejor el rendimiento promedio en función de la estabilidad de los cultivares. Los cultivares más recomendables, e.d. los de mayor rendimiento y mayor estabilidad, son los ubicados en el cuadrante superior izquierdo de la Figura 2.

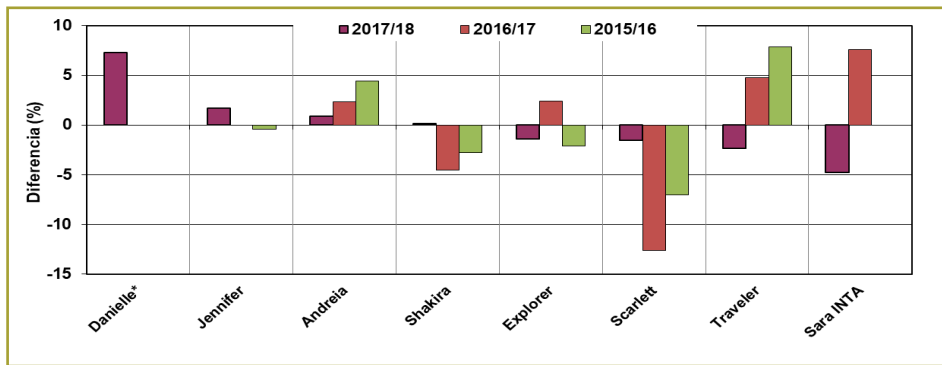
La siguiente página Web puede consultarse un informe interactivo de la Red de Cebada Cervecera para varias localidades:

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

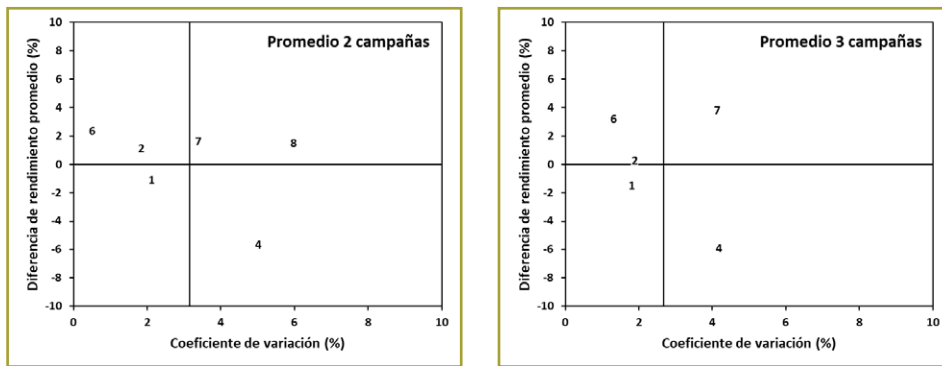
### **Agradecimientos**

A Bayer por la donación de Chúcaro, Hussar Plus, Criptón y Decis Forte usados en los ensayo.

A los ayudantes Carlos Cabral Farías, Marcio Muñoz y Juan Toledo por su participación en la obtención de los datos.



**Figura 1.** Diferencia del rendimiento (Ec.[2]), para los cultivares evaluados en los Ensayos Comparativos de Rendimiento de Cebada Cervecera de INTA Balcarce en las campañas 2015/16 a 2017/18.; las barras ausentes se debe a que el respectivo cultivar no fue evaluado en la respectiva campaña. \*indica cultivar nuevo en INTA Balcarce. Las MDS se presentan en la Tabla 4.



**Figura 2.** Relación entre la diferencia del rendimiento promedio (DRTO, Ec.[2]) y el coeficiente de variación (CV, Ec.[3]) del promedio de las 2 (izquierda; 2017/18 y 2016/17) y 3 (derecha; 2017/18, 2016/17 y 2015/16) campañas, para los cultivares evaluado en los Ensayos Comparativos de Rendimiento de Cebada Cervecera de INTA Balcarce. La línea horizontal corresponde al promedio de las DRTO y la vertical al promedio de los CV. Los números de cultivar y las MDS se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Rendimiento (RTO), diferencia de rendimiento porcentual (DRTO, Ec.[2]) y coeficiente de variación de DRTO (CV, Ec.[3]), promedio de 1, 2 y 3 campañas, para cada cultivar evaluado en los Ensayos Comparativos de Rendimiento de Cebada Cervecera de INTA Balcarce, con fungicida (cultivares ordenados alfabéticamente).

	Cultivar	GC <sup>d</sup>	RTO (qq/ha) <sup>a</sup>			DRTO (%) <sup>b</sup>			CV (%) <sup>c</sup>	
			1 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	1 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>
1	Shakira	2	78	69	67	0	-1	-1	2	2
2	Explorer	3	77	70	68	-1	1	0	2	2
3	Danielle*	1	84	--	--	7	--	--	--	--
4	Scarlett	1	77	65	64	-2	-6	-6	5	4
5	Jennifer	2	79	--	--	2	--	--	--	--
6	Andreia	1	79	71	70	1	2	3	1	1
7	Traveler	2	76	71	71	-2	2	4	3	4
8	Sara INTA	1	74	70	--	-5	2	--	6	--
10	Promedio	2	78	61	66	0	0	0	3	3
11	Máximo	3	84	69	71	7	2	4	6	4
12	MDS <sup>f</sup>	--	9.7	7.8	8.4	12	13	13	--	--
13	CV% <sup>g</sup>	--	8.6	8.8	8.8	9	9	9	--	--

<sup>a</sup>RTO (qq/ha): rendimiento en grano, con 12% de humedad.

<sup>b</sup>DRTO (%): diferencia de rendimiento, calculado por medio de la Ec.[2].

<sup>c</sup>CV (%): Coeficiente de variación porcentual, calculado por medio de la Ec.[3].

<sup>d</sup>GC: Grupo de calidad.

<sup>e</sup>Promedio de las campañas: (1) 2017/18; (2) 2017/18 y 2016/17; (3) 2017/18, 2016/17 y 2015/16.

<sup>f</sup>MDS: mínima diferencia significativa para comparar medias de cultivares dentro de una misma campaña;

ns: diferencias entre medias no significativas.

<sup>g</sup>CV (%): Coeficiente de variación del ANVA.

\*Cultivar nuevo en los Ensayos Comparativos de Rendimiento de INTA Balcarce.

## Pronóstico de la severidad de roya anaranjada en trigo en INTA Balcarce para la campaña 2018/19

Carpaneto B.B.<sup>1</sup> y Abbate P.E.<sup>2</sup>

INTA Balcarce, Balcarce, Bs. As., Argentina.

<sup>1</sup>carpaneto.barbara@inta.gob.ar; <sup>2</sup>abbate.pablo@inta.gob.ar

### Introducción

Debido a la aparición de nuevas razas, la roya amarilla (o estriada) ocasionada por *Puccinia striiformis f.sp. tritici*, es la enfermedad de trigo que está recibiendo la mayor atención. No obstante, la roya anaranjada (o de la hoja) producida por *Puccinia recondita f. sp tritici* provoca en la mayoría de los años severas epifitias que determinan pérdidas importantes de rendimiento y calidad de grano de trigo si no se utiliza control químico (Kohli, 2003). Según los datos de la RET-INASE (Red de evaluación de cultivares de trigo coordinada por el INASE) de INTA Balcarce, la roya anaranjada causa pérdidas de rendimiento en cultivares susceptibles que llegan al 40% y rondan el 5% en cultivares con un grado de resistencia promedio.

A fin de contar con herramientas que permitan prever la severidad de los ataques de roya anaranjada en trigo, Moschini y Pérez (1999) y Moschini (2001) propusieron un modelo de carácter predictivo, basado en variables meteorológicas. El modelo utiliza datos diarios de temperatura máxima y mínima, humedad relativa media y precipitación, desde un día inicial (específico de cada localidad) hasta alcanzar un tiempo térmico (*TT*, específico de cada localidad). Al cumplirse el *TT* correspondiente, el modelo arroja una estimación de severidad de la roya de la hoja al momento de espigazón (estado Z59). Dado que la acumulación de *TT* concluye 30-40 días antes que la espigazón, el modelo permite realizar un pronóstico, i.e. realizar una predicción de la severidad futura. La severidad estimada dependerá también de un índice de resistencia del cultivar, el cual puede tomar valores desde 0 a 1, siendo 0 el de menor resistencia (mayor susceptibilidad) y 1 el de mayor resistencia (menor susceptibilidad). El modelo de Moschini y Pérez (1999) y Moschini (2001) fue ajustado para cuatro localidades argentinas, incluyendo Balcarce. Posteriormente el modelo fue validado en Miramar y Balcarce (Gutheim y Abbate, 2004) y se elaboró un programa informático (Abbate y Moschini, 2004) para realizar el cálculo desde la planilla de cálculo Excel y lenguajes de programación.

El objetivo del presente trabajo fue pronosticar la severidad de la roya de la hoja en trigo, para la actual campaña 2018/19, en Balcarce, por medio del modelo propuesto por Moschini y Pérez (1999) y Moschini (2001), a fin de facilitar el seguimiento del cultivo y la decisión del control químico.



## Materiales y métodos

El modelo predictivo de la severidad porcentual de la roya anaranjada en trigo ( $SR$ ) propuesto por Moschini y Pérez (1999) y Moschini (2001) se basa en la siguiente ecuación general:

$$Ec.[1] \quad SR = a + b \cdot IR + c \cdot GD + d \cdot DHR$$

donde  $IR$  es el índice de resistencia (complemento de 1 de la susceptibilidad),  $GD$  es la acumulación térmica y  $DHR$  es la cantidad de días sin lluvia. El cómputo de  $GD$  y  $DHR$  tienen condicionante basados en la temperatura media y la humedad relativa descriptos por Moschini (2001). Para el caso particular de Balcarce,  $GD$  y  $DHR$  se computan desde el 13-ago hasta acumularse 340 °Cd lo cual ocurre entre el 9 y 21-sep.

A los fines de facilitar la comparación de la  $SR$  entre años, se puede definir la diferencia de la severidad de la roya anaranjada ( $DSR$ ) entre dos años cualesquiera (1 y 2) como:

$$Ec.[2] \quad DSR = SR_1 - SR_2$$

Suponiendo que la  $IR$  es constante entre años, resulta que:

$$Ec.[3] \quad DSR = c \cdot GD_1 + d \cdot DHR_1 - (c \cdot GD_2 + d \cdot DHR_2)$$

Llamando  $DGD$  a  $GD_1 - GD_2$  y  $DDHR$  a  $DHR_1 - DHR_2$

$$Ec.[4] \quad DSR = c \cdot DGD + d \cdot DDHR$$

La ventaja de esta ecuación es que permite analizar la  $DSR$  independiente de  $IR$ .

Desde el año 2000, en la RET-INASE de INTA Balcarce se evalúa el rendimiento de la 1.º y 3.º época de siembra (correspondiente a los cultivares de ciclo largo y corto respectivamente) con y sin la aplicación de fungicida. Eso datos fueron comparados con la  $DSR$  estimada para los años 2000 al 2017. A tal efecto la respuesta al fungicida en la RET-INASE de INTA Balcarce se calculó promediando el rendimiento de todos los cultivares evaluados en cada época y año. Las estimaciones de  $SR$  se calcularon por medio del programa de Abbate y Moschini (2004).

## Resultados

En la Figura 1 se presenta la  $DSR$  estimada a partir de la  $Ec.[4]$ , respecto del promedio histórico, para los años 1970 al 2018, en Balcarce. Puede observarse que los años con mayor  $DSR$  fueron 1991, 1982 y 2014, y que la  $DSR$  alcanzó un máximo de 23% sobre el promedio histórico. A su vez, los años con menor  $DSR$  fueron 2016, 2011 y 1976, siendo la  $DSR$  mínima de -21%. Para la campaña actual (2018) se estimó un valor de  $DSR$  muy próximo al promedio histórico: 3%. A fin de contar con comparaciones más fáciles de interpretar, en la Figura 2 se compara la  $DSR$  estimada para la presente campaña con el valor de la anteúltima campaña (2017) y el promedio de las últimas 3 campañas (2017, 2016 y 2015). Se puede observar que la severidad estimada para la presente campaña fue 1% mayor a la estimada

para el año anterior y 11% ( $11\% = 3\% - (-8\%)$ ) mayor al promedio de las 3 últimas campañas.

Al comparar la *DSR* estimada para los años 2000 a 2017 con la respuesta a la aplicación de fungicida observada en la RET-INASE de INTA Balcarce, se encontró una asociación estadísticamente significativa ( $R^2 = 0.35$ ;  $n = 15$ ;  $P \leq 0.02$ ; Figura 3) luego de descartar los años 2001, 2007 y 2017. En estos años predominaron enfermedades y/o adversidades que claramente tuvieron un efecto más importante que el de la roya anaranjada. El año 2001 fue uno de los dos años que le la RET-INASE de INTA Balcarce presentó mayor respuesta a la aplicación de fungicida (Figura 3), pero la enfermedad predominante no fue la roya anaranjada, la septoriosis de la espiga (*Septoria tritici*) prosperó severamente hasta bien entrada la encañazón; posteriormente comenzó un severísimo ataque de bacteriosis de la hoja (*Pseudomonas sp.*) y finalmente se presentaron ataques de fusariosis de la espiga (*Fusarium graminearum*) por tal motivo ese año fue descartado de la relación. En el año 2007 se presentó la helada más dañina de los últimos años en Balcarce, por lo cual no sorprende que la respuesta al fungicida haya sido mucho menor que la esperada. En el año 2017 se presentó la mayor respuesta a la aplicación de fungicida desde el año 2000 (Figura 3) debido al ataque de roya amarilla el cual fue el más severo registrado históricamente en la zona y en Argentina; en consecuencia, resulta entendible que la respuesta al fungicida del 2017 no esté asociada a la *DSR* estimada. A partir de la asociación obtenida se puede estimar que por cada 1% de aumento en la *DSR* la respuesta al fungicida se incrementará 0.5%. Cabe hacer notar que la asociación de la Figura 3 supone que la enfermedad preponderante es la roya anaranjada y que otras adversidades bióticas o abióticas no reducen la respuesta al fungicida; si no se cumple tal condición (como ocurrió en los años 2001, 2007 y 2017) no se debería utilizar esta asociación.

## Conclusiones

La severidad de la roya anaranjada de trigo estimada para la campaña 2018/19, en Balcarce, por medio del modelo de Moschini y Pérez (1999) y Moschini (2001) fue 3% mayor al promedio histórico, 1% mayor a la estimada para la campaña previa y 11% mayor al promedio de las 3 últimas campañas.

Debido a que en la campaña 2017/18 la incidencia de la roya amarilla fue muy superior a la de la roya anaranjada, la respuesta al fungicida fue mayor que la sugerida por la severidad de la roya anaranjada estimada. Dado que la difusión de las nuevas razas de roya amarilla estarían aún en expansión, también podría esperarse que en la campaña actual la respuesta al fungicida sea mayor que la correspondiente a la severidad de la roya anaranjada estimada. En tal caso, la aplicación de fungicida orientado al control de roya amarilla permitiría el control simultáneo de la roya anaranjada.

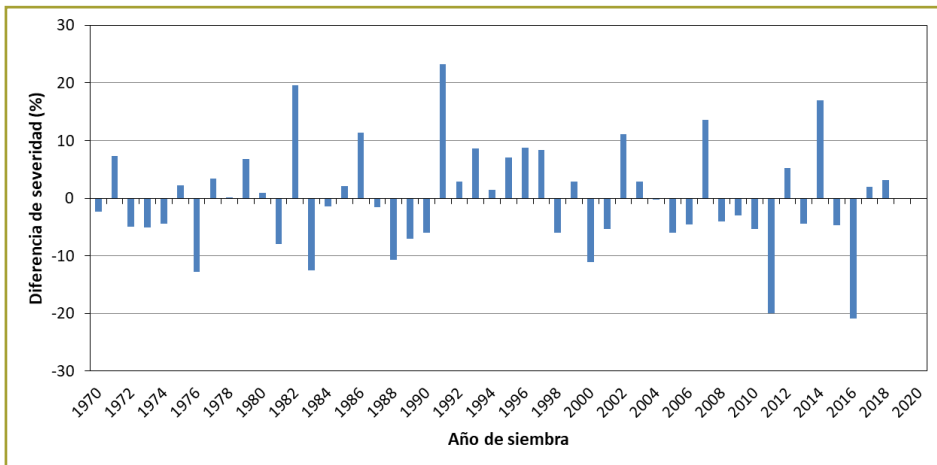
## Referencias

- Abbate P.E.; Moschini R.C. 2004. Sanidad: Un programa para calcular la severidad de Roya de la Hoja en Trigo por el modelo de Moschini desde planilla de cálculo y lenguajes de programación. 6° Congreso Nacional de Trigo, Bahía Blanca, Bs. As, 20 al 22-oct-2004.
- Gutheim F.; Abbate P.E. 2004. Validación del modelo de predicción de la severidad de Roya de la Hoja (*Puccinia recondita*) con datos de Miramar y Balcarce. 6° Congreso Nacional de Trigo, Bahía Blanca, Bs. As, 20 al 22-oct-2004

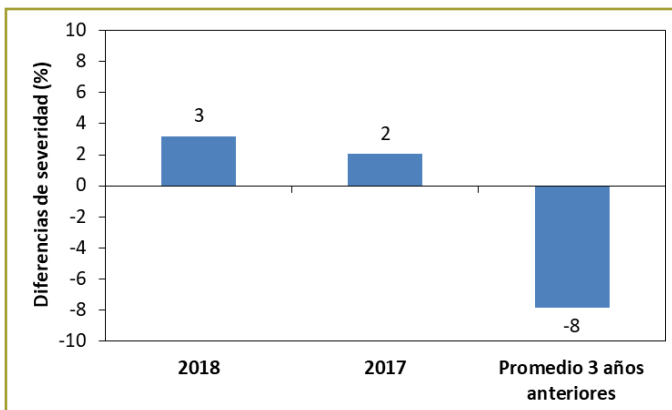
Kohli M. 2003. La resistencia genética a enfermedades de trigo en el Cono Sur. Panorama pasado, actual y futuro de la roya de la hoja. Jornadas Técnicas de Manejo Integrado de Enfermedades en cultivos Extensivos, Buenos Aires, 16 y 17-sep-2003.

Moschini R.C. 2001. Sistemas predictivos de enfermedades relevantes del trigo, con base meteorológica. En: Estrategias y metodologías utilizadas en el mejoramiento de trigo: un enfoque multidisciplinario. La Estanzuela, Uruguay. M.M. Kohli, D. Ackermann, M. Castro (eds.). 137-148.

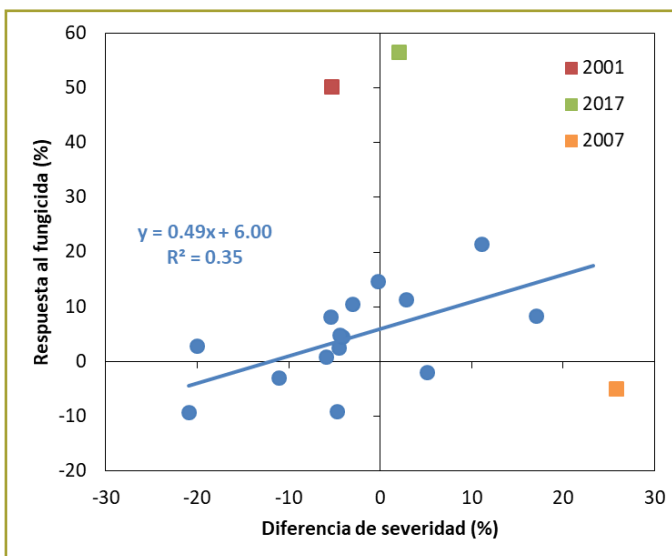
Moschini R.C. y Pérez B.A. 1999. Predicting wheat leaf rust severity using planting date, genetic resistance, and weather variables. *Plant Dis.*, 83, 381-384.



**Figura 1.** Diferencia entre la severidad de la roya anaranjada estimada por el modelo de Moschini y Pérez (1999) y Moschini (2001) para cada año y el promedio histórico (Ec.[4]), para los años 1970 al 2018 (los años corresponden al año de siembra), en Balcarce.



**Figura 2.** Diferencia de severidad de la roya anaranjada estimada respecto el promedio histórico (Ec.[4]) por el modelo de Moschini y Pérez (1999) y Moschini (2001) para la última campaña (2018), la anteúltima (2017) y promedio de las 3 últimas campañas (2017, 2016 y 2015), en Balcarce.



**Figura 3.** Asociación entre la respuesta a la aplicación de fungicida, promedio de todos los cultivares evaluados en la 1.º y 3.º épocas de siembra de la RET-INASE (Red de evaluación de cultivares de trigo) de INTA Balcarce y la severidad de la roya anaranjada estimada por el modelo de Moschini y Pérez (1999) y Moschini (2001) (Ec.[4]) para los años 2000 a 2017. Cada punto corresponde al promedio de todos los cultivares. Los años 2001, 2007 y 2017 fueron descartados del ajuste.

## Evaluación temprana de la severidad a la roya amarilla en la RET-INASE de INTA Balcarce durante la campaña 2018/19

Abbate, P.E.\* , Cabral Farias C.A., Muñoz M., Toledo J.I.  
INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.  
\*abbate.pablo@inta.gob.ar ó abbate.pablo@gmail.com

### Introducción

En la última campaña triguera argentina, se produjo el ataque de roya amarilla (o estriada, *Puccinia striiformis* f. sp. tritici), más importante desde, al menos el año 1929 (Lindquist, 1982). La epifitía se atribuyó (Campos, 2017) a la difusión de un conjunto de razas denominadas "Warrior" identificadas por primera vez en 2011, en el cultivar inglés homónimo, las que se hicieron predominantes en Europa a partir de 2013. Dado que el grado de susceptibilidad de los cultivares Argentinos a estas nuevas razas no es bien conocido, se presentó un informe (Abbate et al., 2018) con la situación sanitaria de los cultivares evaluados durante la campaña 2017/18 en la RET-INASE de INTA Balcarce. El objetivo del presente informe es presentar los datos de severidad correspondientes a la evaluación temprana durante la campaña 2018/19 en la RET-INASE de INTA Balcarce a fin de facilitar el seguimiento del cultivo y la decisión del control químico de la enfermedad.



## Materiales y métodos

Los datos presentados fueron obtenidos en ensayos conducidos en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce "Ing. Agr. Domingo Pasquale", Buenos Aires, Argentina (latitud 38° S, longitud 58° O, altitud 130 m), ubicada en la Subregión triguera IV. Estos ensayos forman parte de la "Red de ensayos comparativos de variedades de trigo pan" (RET), coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (INASE), dependiente del Ministerio de Producción y Trabajo.

Los ensayos fueron manejados sin aplicación de fungicidas y sin riego, bajo siembra directa, sobre un suelo Argiudol Típico (USDA Taxonomy), Serie Mar del Plata, con tosca presente a una profundidad promedio de 1 m. El cultivo antecesor fue soja. Los cultivares evaluados se distribuyeron en cuatro épocas de siembra a elección del respectivo criadero.

El nivel de ataque de la roya amarilla se evaluó el 10-oct-2018 por medio de la escala Cobb modificada (Roelfs et al., 1992), registrando el porcentaje de severidad (0 a 100) y el tipo de pústula (uredias) como: 0 (nula, sin infección visible), R (resistente, áreas necróticas con o sin pústulas pequeñas), MR (moderadamente resistente, presencia de pústulas pequeñas rodeadas por áreas necróticas o cloróticas), MS (moderadamente susceptible, presencia de pústulas de tamaño mediano sin necrosis posiblemente rodeadas de clorosis), S (susceptible, presencia de pústulas grandes, sin necrosis y poca o ninguna clorosis). La severidad y reacción se evaluaron en el horizonte de hojas con mayor severidad. Adicionalmente, se registró la altura hasta la donde la enfermedad alcanzó una severidad mayor a 5%, expresada como altura desde el suelo, donde 8 correspondió a la hoja bandera expandida, 7 a la anteúltima hoja expandida y 6 a la antepenúltima hoja expandida.

Los datos de la presente campaña se compararon con los de campaña 2017/18, los cuales fueron obtenidos siguiendo una metodología similar.

## Resultados

La severidad promedio de todos los cultivares evaluados fue 15%. En la Figura 1a puede observarse que la severidad promedio tendió a aumentar de las dos primeras épocas de siembra (12%) a la cuarta (19%). Paralelamente, la cantidad de cultivares que presentaron severidad mayor al 10% fue menor en las dos primeras épocas de siembras, 34 y 30%, que en las dos últimas, 74 y 69%, respectivamente (Figura 1b).

En todas las épocas de siembra hubo cultivares con reacción nula (Figura 2). En la 1.º época de siembra predominaron con cultivares con reacción MR, en la 2.º no hubo un tipo de reacción preponderante, en la 3.º predominaron los cultivares MS y S, y en la 4.º los cultivares S (Figura 2).

Los resultados para cada cultivar, en cada época de siembra, se presentan en la Figura 3 y Tabla 1. La Figura 3a permite encontrar un cultivar alfabéticamente, mientras que la Figura 3b facilita la búsqueda de cultivares por su severidad.

Al comparar la severidad registrada en la presente campaña con la registrada en similar fecha de la campaña anterior (Figura 4) se encontró una baja asociación. Hubo cultivares con baja o alta severidad temprana coincidente en ambas campañas, pero también hubo cultivares con mayor severidad en esta campaña que en la anterior y con menor severidad en esta campaña que en la anterior. Esta falta de coincidencia entre años obliga a realizar el seguimiento de cada lote para poder decidir el control químico y su momento de aplicación apropiado.

## Agradecimientos

A Bayer por la donación de Chúraro, Hussar Plus, Criptón y Decis Forte usados en los ensayo de la RET de INTA Balcarce.

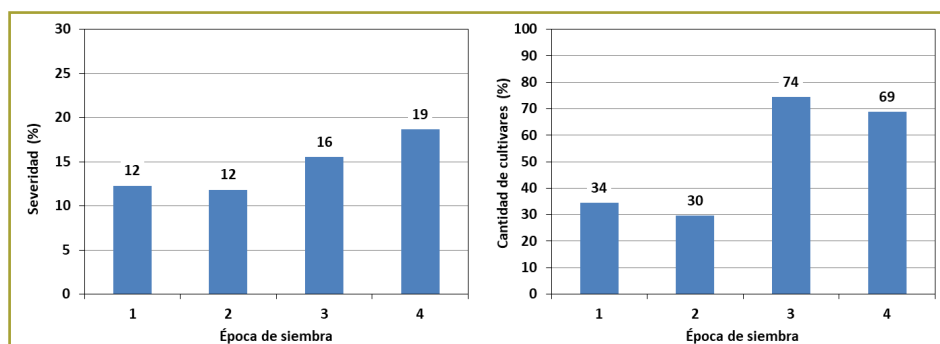
## Referencias

Abbate P.E., Cabral Farias C.A., Muñoz M., Toledo J.I. 2017. Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan (RET-INASE): Severidad a roya amarilla en INTA Balcarce durante la campaña 2017/18. En: Cultivos de invierno: Informes técnicos de INTA Balcarce 2018. Abbate P.E. y Carpaneto B.B. Ediciones INTA, libro digital. CABA. ISBN 978-987-521-944-1. <https://inta.gob.ar/documentos/cultivos-de-invierno-informes-tecnicos-de-inta-balcarce-2018> [accedido 1-oct-2018]. 34-39.

Campos P. 2017. Identificación de razas exóticas de roya amarilla en región triguera argentina. Documento PDF. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/roya\\_amarilla\\_en\\_trigo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/roya_amarilla_en_trigo.pdf) [accedido 13-nov-2017].

Lindquist, J. C. 1982. Royas de la República Argentina y zonas limítrofes. Colección científica del INTA. 574 p.

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.



**Figura 1.** (a) Severidad a la roya amarilla promedio de todos de todos los cultivares de cada época de siembra y (b) porcentaje de cultivares con severidad a la roya amarilla mayor al 10%. Severidad evaluada el 10-oct-2018 en la RET-INASE de INTA Balcarce.

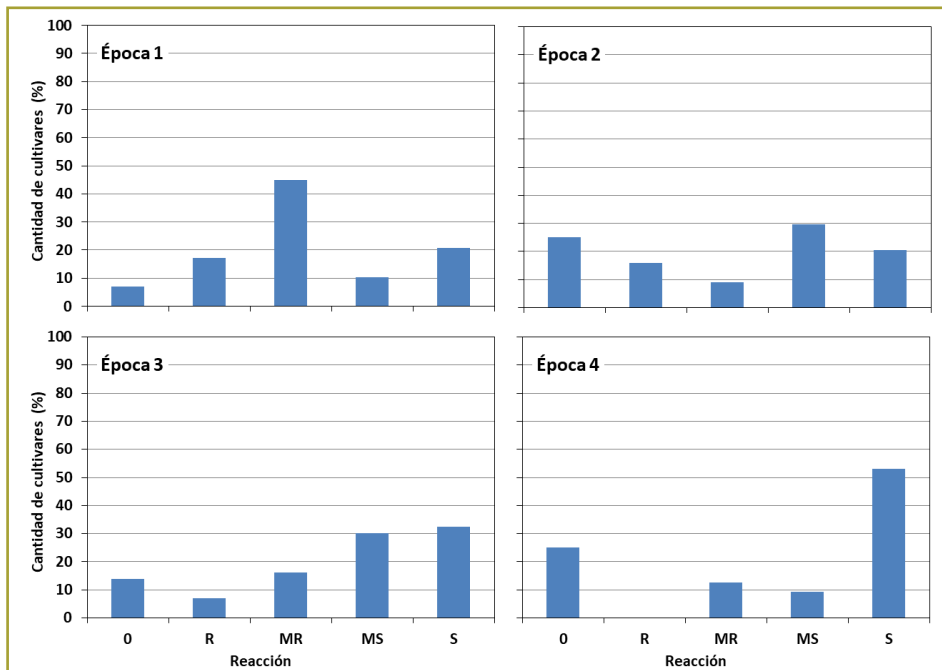


Figura 2. Reacción a roya amarilla promedio de todos de todos los cultivares de cada época de siembra, el 10-oct-2018 en la RET-INASE de INTA Balcarce.

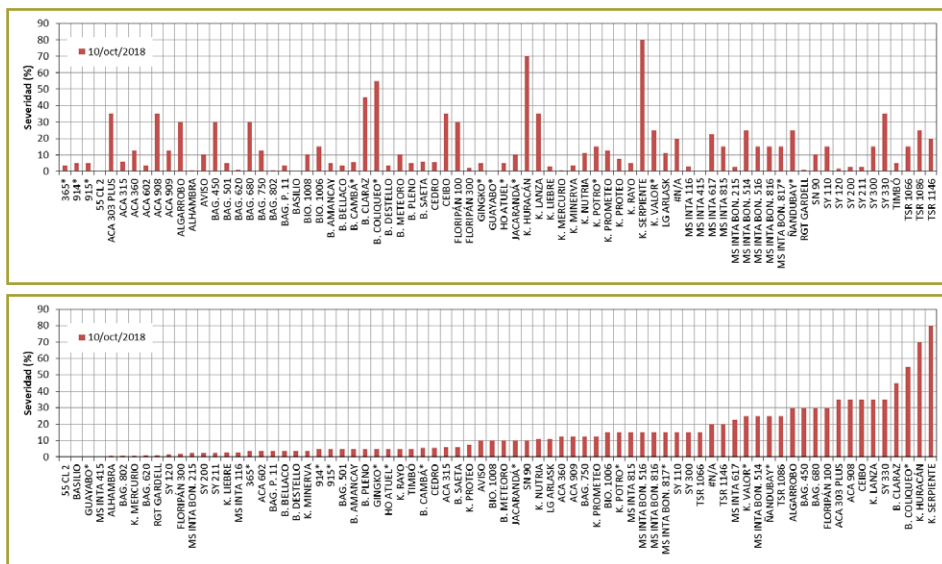
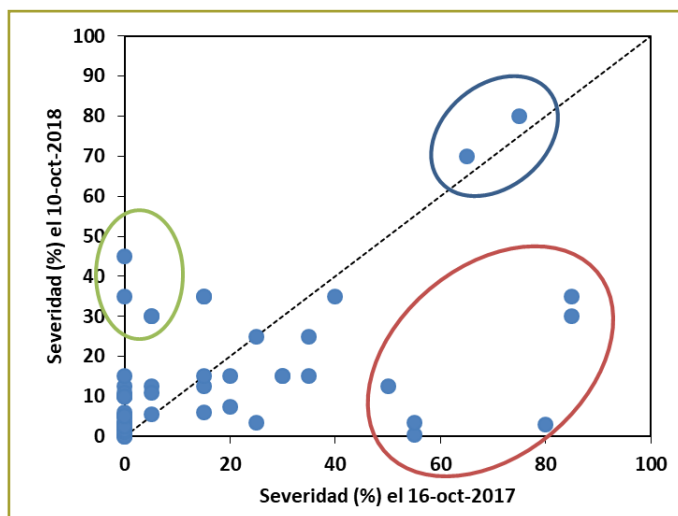


Figura 3. Severidad a roya amarilla de cada cultivar evaluado el 10-oct-2018 en la RET-INASE de INTA Balcarce: (a) resultados ordenados alfabéticamente por cultivar, (b) resultados ordenados por el nivel de severidad (el asterisco a continuación del nombre del cultivar indica que el cultivar no fue evaluado previamente en la RET-INASE).





**Figura 4.** Asociación entre la severidad a roya amarilla promedio de cada cultivar evaluada en la campaña 2017/18 vs. campaña 2018/19, en la RET-INASE de INTA Balcarce. Las elipses agrupan: (azul) cultivares con alta severidad registrada en ambas campañas, (verde) cultivares con mayor severidad registrada en la presente campaña que en la anterior y (rojo) cultivares con menor severidad registrada en la presente campaña que en la anterior. La línea punteada representa  $y=x$ .

**Tabla 1.** Severidad (S), tipo de reacción (R) y altura (A, ver escala en Materiales y métodos), de roya amarilla, evaluada en cuatro épocas de siembra, de la RET-INASE de INTA Balcarce.

Época de siembra:			1	2	3	4
Fecha observación:			10-oct	10-oct	10-oct	10-oct
Estado Zadoks: <sup>a</sup>			43	41	39	37
Cultivar <sup>b</sup>	Intro. <sup>c</sup>	GC <sup>d</sup>	S-R-A	S-R-A	S-R-A	S-R-A
365*	2018	1	5-MR-6	2-MR-5	--	--
914*	2018	3	--	--	0-0-0	10-MR-4
915*	2018	2	--	--	0-0-0	10-MR-4
55 CL 2	2008	2	--	--	--	0-0-0
ACA 303 PLUS	2016	1	20-S-6	50-S-6	--	--
ACA 315	2006	1	10-MR-6	2-MS-6	--	--
ACA 360	2013	1	5-MR-6	20-MS-6	--	--
ACA 602	2013	2	--	2-R-5	5-MR-4	--
ACA 908	2013	1	--	--	10-MS-4	60-S-4
ACA 909	2015	2	--	--	5-R-4	20-MS-3
ALGARROBO	2015	2	10-S-6	50-S-6	--	--
ALHAMBRA	2014	3	--	1-R-4	0-0-0	--
AVISO	2013	2	10-MR-6	--	--	--
BAG. 450	2017	1	--	--	--	30-S-4
BAG. 501	2012	3	--	--	0-0-0	10-S-4
BAG. 620	2017	2	1-R-5	1-R-4	--	--
BAG. 680	2017	2	10-S-6	50-S-4	--	--
BAG. 750	2016	2	5-MR-5	20-S-4	--	--
BAG. 802	2012	2	1-R-5	0-0-0	--	--
BAG. P. 11	2004	2	5-MR-5	2-MS-3	--	--
BASILIO	2015	2	0-0-0	0-0-0	--	--
BIO. 1008	2016	3	--	--	20-MS-4	0-0-0

Época de siembra:			1	2	3	4
Fecha observación:			10-oct	10-oct	10-oct	10-oct
Estado Zadoks: <sup>a</sup>			43	41	39	37
Cultivar <sup>b</sup>	Intro. <sup>c</sup>	GC <sup>d</sup>	S-R-A	S-R-A	S-R-A	S-R-A
BIO. 1006	2009	2	--	--	20-MS-4	10-MR-4
B. AMANCAY	2014	4	--	--	--	5-S-4
B. BELLACO	2014	1	2-MR-7	5-MS-5	--	--
B. CAMBÁ*	2018	1	--	10-MR-4	1-R-4	--
B. CLARAZ	2016	1	--	--	40-S-4	50-S-4
B. COLIQUEO*	2018	1	60-S-7	50-MS-5	--	--
B. DESTELLO	2017	1	2-MS-7	5-MS-4	--	--
B. METEORO	2008	1	--	0-0-0	20-S-3	--
B. PLENO	2012	2	--	--	10-MR-4	0-0-0
B. SAETA	2015	1	--	--	10-MR-3	2-MR-4
CEDRO	2013	3	10-MS-6	1-R-5	--	--
CEIBO	2015	2	--	--	20-S-4	50-S-4
FLORIPÁN 100	2012	2	--	--	10-MS-4	50-S-5
FLORIPÁN 300	2012	3	--	2-MS-6	--	--
GINGKO*	2018	3	--	--	10-MR-4	0-0-0
GUAYABO*	2018	3	0-0-0	0-0-0	--	--
HO ATUEL*	2018	2	--	--	0-0-0	10-S-4
JACARANDÁ*	2018	3	--	0-0-0	20-S-4	--
K. HURACÁN	2017	3	80-S-7	60-S-5	--	--
K. LANZA	2016	3	--	--	40-S-3	30-S-4
K. LIEBRE	2013	3	--	1-R-5	5-MS-4	--
K. MERCURIO	2017	1	1-MR-6	0-0-0	--	--
K. MINERVA	2017	1	5-MR-5	2-R-5	--	--
K. NUTRIA	2009	2	--	--	2-MS-3	20-S-4
K. POTRO*	2018	1	--	--	10-R-4	20-MS-4
K. PROMETEO	2016	1	--	5-MS-5	20-S-4	--
K. PROTEO	2003	1	--	5-MS-5	10-MR-4	--
K. RAYO	2010	1	--	--	10-MR-4	0-0-0
K. SERPIENTE	2014	1	80-S-7	80-S-6	--	--
K. VALOR*	2018	1	--	--	20-MS-5	30-S-4
LG ARLASK	2017	1	--	2-S-4	20-S-4	--
LGWA11-0169*	2018	2	--	--	20-S-4	20-S-4
MS INTA 116	2016	2	1-MR-5	5-S-6	--	--
MS INTA 415	2016	3	--	0-0-0	0-0-0	--
MS INTA 617	2017	2	--	5-MS-4	40-S-3	--
MS INTA 815	2015	3	--	--	10-MR-3	20-S-4
MS INTA BON. 215	2016	2	5-MS-7	0-0-0	--	--
MS INTA BON. 514	2015	1	--	--	40-S-3	10-MS-4
MS INTA BON. 516	2017	2	--	10-MS-5	20-MS-4	--
MS INTA BON. 816	2017	2	--	--	10-MS-4	20-S-4
MS INTA BON. 817*	2018	3	--	--	10-S-4	20-S-4
ÑANDUBAY*	2018	2	--	5-MR-5	20-S-3	50-S-4
RGT GARDELL	2014	3	2-MR-5	0-0-0	--	--

Época de siembra:			1	2	3	4
Fecha observación:			10-oct	10-oct	10-oct	10-oct
Estado Zadoks: <sup>a</sup>			43	41	39	37
Cultivar <sup>b</sup>	Intro. <sup>c</sup>	GC <sup>d</sup>	S-R-A	S-R-A	S-R-A	S-R-A
SN 90	2017	2	--	--	20-MS-3	0-0-0
SY 110	2011	3	10-MR-6	20-MR-4	--	--
SY 120	2017	2	1-R-5	2-R-5	--	--
SY 200	2010	2	5-MR-6	0-0-0	--	--
SY 211	2015	2	5-R-5	0-0-0	--	--
SY 300	2010	2	--	--	30-S-4	0-0-0
SY 330	2015	2	--	--	30-MS-4	40-S-4
TIMBÓ	2013	3	5-R-6	5-MS-5	--	--
TSR 1066	2017	3	--	--	30-MS-5	0-0-0
TSR 1086	2017	2	--	20-S-5	30-S-4	--
TSR 1146	2017	2	--	20-MS-4	20-MS-3	--

<sup>a</sup>Estado Zadoks promedio de todos los cultivares.

<sup>b</sup>Abreviaturas: B., Buck; K., Klein; P., Premium.; BON., Bonaerense; BAG., Baguette; BIO., BIOINTA/BIO-CERES.

<sup>c</sup>Año de introducción en la RET de INTA Balcarce.

<sup>d</sup>Grupo de calidad.

<sup>e</sup>-- indica cultivar no disponible en esa época de siembra.

\* Cultivar evaluado por primera vez en la RET-INASE.

## Evaluación de la severidad a la roya amarilla en la RET-INASE de INTA Balcarce durante dos campañas trigueras

Abbate, P.E.\*, Cabral Farias C.A.  
INTA Balcarce. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.  
\*abbate.pablo@inta.gob.ar ó abbate.pablo@gmail.com

### Resumen

En el presente artículo se analizan la severidad de roya amarilla en trigo pan, evaluada durante las campañas 2017/18 y 2018/19 en la RET-INASE de INTA Balcarce. No se encontró efecto del ciclo del cultivar sobre la severidad a la roya amarilla. Al considerar la severidad promedio en función del Grupo de Calidad de los cultivares, en ambas campañas se encontró que la severidad tendió a decrecer del Grupo 1 al 3. Se encontraron cultivares que presentaron alta estabilidad en severidad entre campañas, la cual fue independiente del nivel de severidad. En base al nivel de severidad temprana (evaluada a principios de encañazón), el nivel de severidad tardía (evaluada en hoja bandera expandida) y la estabilidad de la severidad, se definieron seis grupos de cultivares que requerían distinto manejo sanitario.

### Introducción

En las dos últimas campañas trigueras de la Región Pampeana comenzaron a observarse ataques de roya amarilla (*Puccinia striiformis*) de alta virulencia, los cuales fueron atribuidos (Campos, 2017; Carmona y Sautura, 2017) a la presencia de un conjunto de razas denominadas "Warrior" encontradas por primera vez en el cultivar homónimo en Inglaterra durante el año 2011. Dado que los ataques de roya amarilla ocurren entre 20 y 40 días antes de los de la roya anaranjada (*Puccinia triticina*) y negra (*Puccinia graminis*), esta pasó a ser el problema sanitario más relevante del trigo.

Anteriormente se presentó el informe correspondiente a la campaña 2017/18 (Abbate et al., 2017a; Abbate et al., 2017b) y un informe (Abbate et al., 2018) con la situación sanitaria temprana de los cultivares evaluados durante la campaña 2018/19 en la RET-INASE de INTA Balcarce. En esta oportunidad se presenta el análisis de los datos correspondientes a la evaluación temprana y final de las campañas 2017/18 y 2018/19.

### Materiales y métodos

Los datos presentados fueron obtenidos en ensayos conducidos en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce "Ing. Agr. Domingo Pasquale", Buenos Aires, Argentina (latitud 38° S, longitud 58° O, altitud 130 m), ubicada en la Subregión

triguera IV. Estos ensayos forman parte de la “Red de ensayos comparativos de variedades 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.

Los ensayos considerados fueron manejados sin aplicación de fungicidas y sin riego, bajo siembra directa, sobre un suelo Argiudol Típico (USDA Taxonomy), Serie Mar del Plata, con tosca presente a una profundidad promedio de 1 m. El cultivo antecesor fue soja. Los cultivares evaluados se distribuyeron en cuatro épocas de siembra a elección del respectivo criadero, correspondiendo la fecha de siembra más temprana a los cultivares de ciclo más largo y la fecha de siembra más tardía a los cultivares de ciclo más corto.

El nivel de ataque de la roya amarilla se evaluó en dos momentos: (1) temprano: el 10-oct-2018, cuyos resultados ya se presentaron en un informe previo (Abbate et al., 2018), y (2) tardío: el 12-nov-2017, cuando todos los cultivares habían completado la expansión de la hoja bandera. La evaluación se realizó por medio de la escala Cobb modificada (Roelfs et al., 1992), registrando el porcentaje de severidad (0 a 100) y el tipo de pústula (uredias) como: 0 (nula, sin infección visible), R (resistente, áreas necróticas con o sin pústulas pequeñas), MR (moderadamente resistente, presencia de pústulas pequeñas rodeadas por áreas necróticas o cloróticas), MS (moderadamente susceptible, presencia de pústulas de tamaño mediano sin necrosis posiblemente rodeadas de clorosis), S (susceptible, presencia de pústulas grandes, sin necrosis y poca o ninguna clorosis). La evaluación temprana se realizó en el estrato de hojas con mayor severidad: adicionalmente, se registró la altura hasta la donde la enfermedad alcanzó una severidad mayor a 5%, expresada como altura desde el suelo, donde 8 correspondió a la hoja bandera expandida, 7 a la anteúltima hoja expandida y 6 a la antepenúltima hoja expandida. La evaluación tardía se realizó en la hoja bandera, es decir en altura 8.

Los datos de la presente campaña 2018/19 se compararon con los de campaña anterior (Abbate et al., 2017b), los cuales fueron obtenidos siguiendo una metodología similar.

## Resultados y discusión

Los resultados de severidad y reacción a roya amarilla para cada cultivar, en cada época de siembra, se presentan en la Tabla 1 y Figura 1.

En la campaña 2018/19, la evaluación temprana (10-oct-2018) de la severidad promediada a través de cultivares fue 15% (Figura 2a), porcentaje comparable al observado en la campaña anterior (16%, Figura 2d). En la evaluación tardía (12-nov-2018) la severidad promedio de la campaña 2018/19 se elevó a 34% (Figura 2a), valor por debajo del encontrado en la evaluación tardía (3-nov-2017) de la campaña anterior (63%, Figura 2d). Como era de esperarse, en ambos años, la severidad tardía fue mayor que la temprana.

El efecto de la época de siembra sobre la severidad tuvo un comportamiento disímil entre momentos de evaluación y campañas. En la campaña 2018/19 la severidad temprana tendió a aumentar de la primera a la última época de siembra; sin embargo, la severidad tardía tuvo la tendencia inversa (Figura 2a). Por su parte en la campaña anterior, tanto la severidad temprana como la tardía presentaron un comportamiento opuesto entre ellas y respecto a la campaña siguiente (Figura 2b). Dado que la RET-INASE los cultivares de ciclo largo se siembran solo en las primeras épocas

de siembras, los de ciclo intermedio en las épocas intermedias y los de ciclos cortos en las últimas épocas, las épocas de siembra refleja el efecto del ciclo más que el de la fecha de siembra en sí mismo. En definitiva, a partir de las Figura 2a y Figura 2b no se pudo obtener ningún patrón claro entre ciclo (representado por la época de siembra) y severidad a la roya amarilla.

En la evaluación temprana de ambas campañas, hubo un número importante de cultivares con severidad mayor al 10% (Figura 2b y Figura 2e). Estos cultivares requerirían una aplicación de fungicida temprana, adicional a la aplicación tradicional en hoja bandera expandida. En contrapartida, hubo un número de cultivares con severidad temprana lo suficientemente baja como suponer que una única aplicación de fungicida con la hoja bandera expandida resultaría suficiente, la lista de tales cultivares puede consultarse en la columna STE de la Tabla 1 y en la Tabla 2.

Al considerar la severidad promedio en función del Grupo de Calidad de los cultivares (Figura 3), en ambas campañas se encontró que la severidad tendió a decrecer del Grupo 1 al 3, excepto en la evaluación temprana de la campaña 2017/18 en la cual no se evidenciaron diferencias entre grupos (Figura 3b).

En la Figura 1 se presenta la severidad de cada cultivar evaluada en la campaña 2018/19, si bien esta Figura no permite observar la fluctuación entre campañas que presentaron varios cultivares. En la Figura 4a contrasta la severidad tardía observada en la campaña 2018/19 con la observada en la campaña 2017/18. Si hubiera coincidencia entre ambas observaciones tendría que haberse obtenido una recta de regresión altamente significativa, lo cual no ocurrió. La baja asociación entre estas severidades pone de manifiesto la existencia de una alta interacción cultivar x año, la cual podría deberse a que la población de las nuevas razas de roya amarilla aún no se ha estabilizado. Ante esta situación resulta relevante identificar qué cultivares manifiestan una severidad estable entre años y cuáles no. Existen al menos cuatro tipos de estabilidad y métodos de evaluación específicos para cada tipo. Sin entrar en detalles que vayan más allá de los alcances del presente artículo, se puede decir que la severidad de la roya amarilla parece corresponder con la "estabilidad estática" u "homeostasis", ya que es de esperar que, en un amplio rango de ambientes, la severidad de un cultivar susceptible sea alta y la de un cultivar resistente sea baja. La manera más sencilla de evaluar tal estabilidad es por medio del desvío estándar (DE) a través de ambientes. En la Figura 4b se presenta la asociación entre la severidad tardía (STA) de cada cultivar promediada entre campañas vs. su correspondiente DE. La Figura permite separar a los cultivares por con estabilidad en alta ( $DE \leq 20\%$ , límite cercano al DE promedio = 23%) o baja ( $DE > 20\%$ ), por la STA baja ( $\leq 10\%$ ), intermedia ( $10\% < STA \leq 60\%$ ) o alta STA ( $> 60\%$ ) y por la severidad temprana (STE) baja ( $\leq 10\%$ ) y alta ( $> 10\%$ ). A partir de esos límites tentativos se pueden definir seis grupos de cultivares que requerirían distinto manejo sanitario (Tabla 2):

**Grupo 1:** incluye cultivares de alta estabilidad, STE baja y STA baja. Los cultivares de este grupo tendrían alta probabilidad de no requerir una aplicación temprana de fungicida y presentar escasa o nula pérdida de rendimiento si no se realiza el control tardío (en hoja bandera expandida) de la roya amarilla; no obstante, estos cultivares podrían requerir el uso de fungicidas para el control de otras enfermedades foliares.

**Grupo 2:** incluye cultivares de alta estabilidad, STE baja y STA intermedia. Estos cultivares tendrían alta probabilidad de no requerir aplicación temprana de fungicida pero requerirían una aplicación en hoja bandera si las condiciones ambientales son favorables para la difusión de la enfermedad.

**Grupo 3:** incluye cultivares de alta estabilidad, STE baja y STA alta. Este grupo de cultivares es de alta susceptibilidad a la roya amarilla por lo cual es esperable que se requiera del control tardío por medio de fungicidas la mayoría de los años, si bien puede que no sea necesario el control temprano.

**Grupo 4:** incluye cultivares de alta estabilidad, STE alta y STA intermedia. Estos cultivares tiene alta probabilidad de requerir doble aplicación de fungicida si las condiciones ambientales son favorables para la difusión de la enfermedad.

**Grupo 5:** incluye cultivares de alta estabilidad, STE alta y STA alta. Este grupo de cultivares manifestó alta susceptibilidad a la roya amarilla desde la evaluación temprana por lo cual es esperable que se requiera doble aplicación de fungicida la mayoría de los años.

**Grupo 6:** incluye cultivares de baja estabilidad. Estos cultivares se caracterizan por un grado de inestabilidad de la severidad que dificulta pronosticar cuál será su comportamiento requiriendo un seguimiento exhaustivo. Ninguno de estos cultivares presentó una severidad baja.

Finalmente, es hacer notar que (1) los grupos establecidos son tentativos ya que los límites entre grupos son tentativos y que (2) los manejos sugeridos no fueron validados por tratamientos realizados en el ámbito del presente análisis ya que todos los datos presentados fueron obtenidos sin fungicida.

## Conclusiones

Luego de dos años de evaluación temprana y tardía de la severidad a la roya amarilla en la RET-INASE de INTA Balcarce no se encontró asociación entre severidad y el ciclo del cultivar. Sin embargo, en ambos años se encontró que la severidad tendió a decrecer del grupo 1 al 3.

La severidad presentó una interacción cultivar x año relevante, por lo cual se evaluó su estabilidad por medio del desvío estándar a través de años. Considerando a la estabilidad, la severidad temprana y tardía de cada cultivar, se los clasificó en seis grupos que implican distinta probabilidad de severidad y estrategia de control.

## Agradecimientos

Al Dr. F. Quirós (INTA Balcarce) por sus sugerencias y a Bayer por la donación de Chúro, Hussar Plus, Cripton y Decis Forte usados en los ensayos de la presente campaña.

## Referencias

Abbate P.E., Cabral Farias C.A., Muñoz M., Toledo J.I. 2017a. Red de ensayos comparativos de cultivares de trigo pan (RET-INASE): severidad a la roya amarilla el 16-oct-2017 en INTA Balcarce. Documento PDF. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_severidad\\_a\\_la\\_roya\\_amarilla\\_el\\_16-oct-2017.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_severidad_a_la_roya_amarilla_el_16-oct-2017.pdf)

Abbate P.E., Cabral Farias C.A., Muñoz M., Toledo J.I. 2017b. Severidad a roya amarilla en INTA Balcarce durante la campaña 2017/2018. En: Cultivos de invierno: Informes técnicos de INTA Balcarce 2018, B.B. Carpaneto y P.E. Abbate (comp.). CABA, INTA Balcarce. 34-39. Documento PDF. <https://inta.gob.ar/documentos/cultivos-de-invierno-informes-tecnicos-de-inta-balcarce-2018>

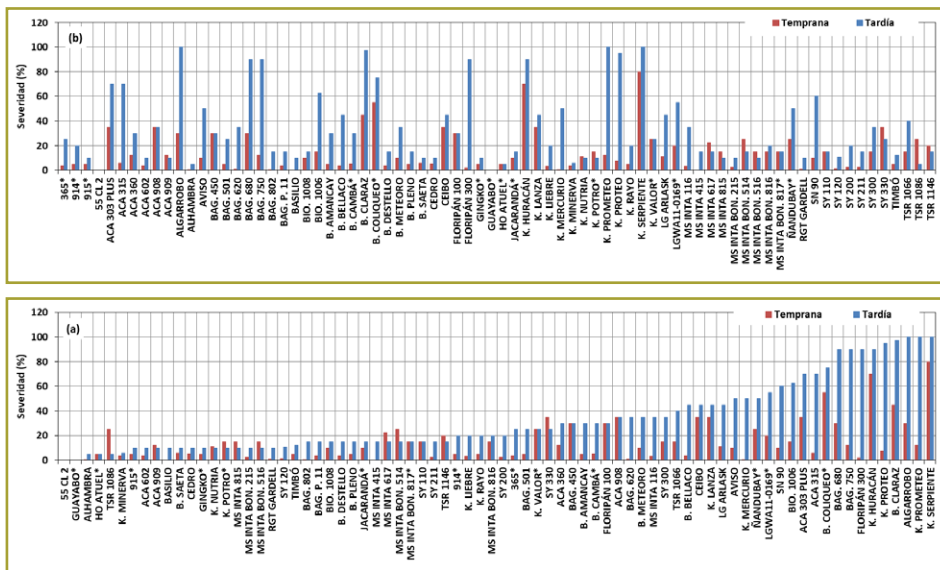
Abbate P.E., Cabral Farias C.A., Muñoz M., Toledo J.I. 2018. Evaluación temprana de la severidad a la roya amarilla en la RET-INASE de INTA Balcarce durante la campaña 2018/19. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_2018\\_roya\\_amarilla\\_2018-10-10\\_-\\_inta.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_2018_roya_amarilla_2018-10-10_-_inta.pdf)

Campos P. 2017. Identificación de razas exóticas de roya amarilla en región triguera argentina. Documento PDF. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/roya\\_amarilla\\_en\\_trigo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/roya_amarilla_en_trigo.pdf).

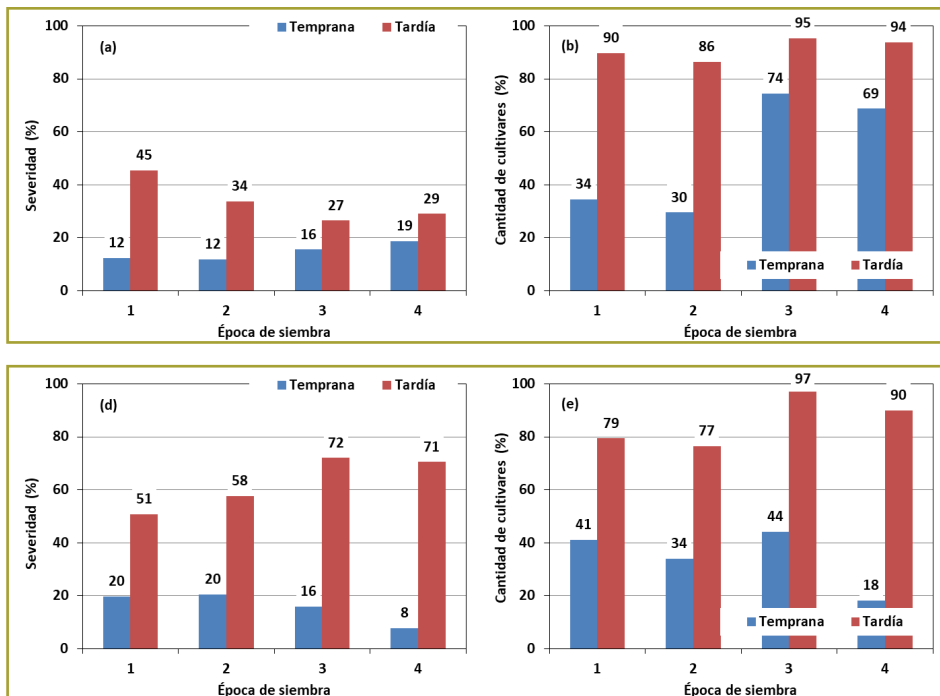
Carmona M., Sautua F. 2017. Roya amarilla del trigo Nuevas razas en el mundo, monitoreo y uso de fungicidas. Documento PDF. [http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/wp-content/uploads/2016/03/CARMONA-SAUTUA\\_Roya-amarilla-2017\\_FAUBA.pdf](http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/wp-content/uploads/2016/03/CARMONA-SAUTUA_Roya-amarilla-2017_FAUBA.pdf).

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.

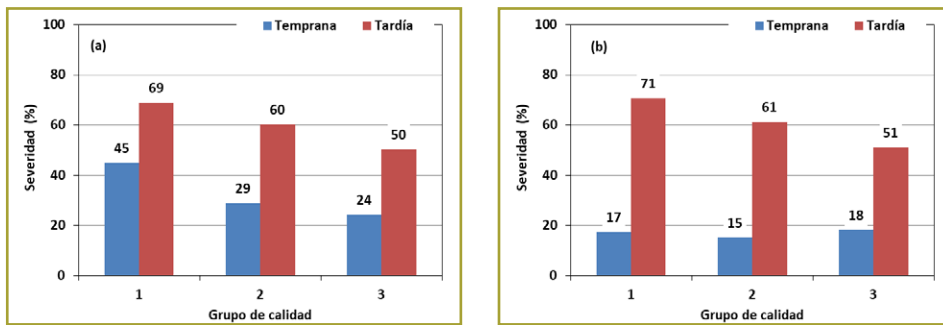




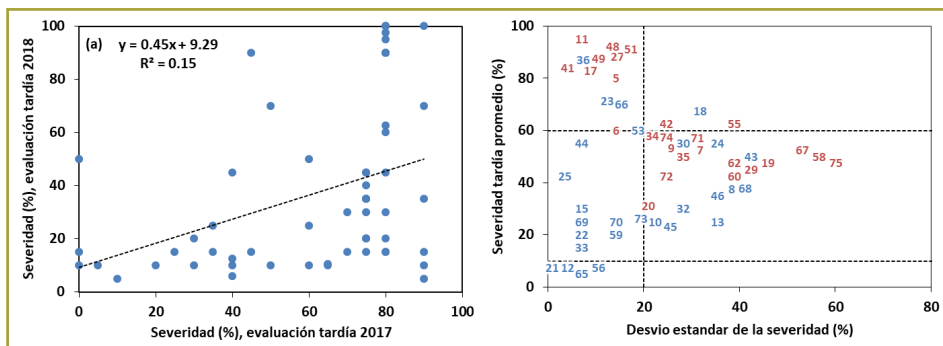
**Figura 1.** Severidad de roya amarilla de cada cultivar en dos momentos de evaluación en la campaña 2018/19, en la RET-INASE de INTA Balcarce: (a) evaluación temprana (10-oct-2018) y tardía (12-nov-2018), con resultados ordenados por el nivel de severidad; (b) igual que la anterior con resultados ordenados alfabéticamente por cultivar. El asterisco a continuación del nombre del cultivar indica que el cultivar no fue evaluado previamente en la RET-INASE de INTA Balcarce.



**Figura 2.** (a) Severidad a la roya amarilla, promedio de todos los cultivares de cada época de siembra, en evaluación temprana (10-oct-2018) y tardía (12-nov-2018) y (b) porcentaje de cultivares con severidad a la roya amarilla mayor al 10% en la hoja bandera, en evaluación temprana y tardía; durante la campaña 2018/19, en la RET-INASE de INTA Balcarce. (d) y (e) similar a (a) y (b) con datos correspondientes a la campaña 2017/18 (severidad temprana y tardía evaluadas el 16-oct-2017 y el 3-nov-2017 respectivamente).



**Figura 3.** Severidad a la roya amarilla promedio para los cultivares de cada grupo de calidad, en dos campañas y momentos de evaluación, (a) campaña 2018/19, evaluación temprana el 10-oct-2018 y tardía el 12-nov-2018, (b) campaña 2017/18, evaluación temprana el 10-oct-2018 y tardía el 12-nov-2018; en la RET-INASE de INTA Balcarce.



**Figura 4.** (a) Asociación entre la severidad a la roya amarilla, a través de cultivares, en evaluación tardía durante la campaña 2018 (12-nov-2018) vs. la campaña 2017/18 (3-nov-2017). (b) Severidad a la roya amarilla para cada cultivar, en evaluación tardía, promedio de las campañas 2018/19 y 2017/18, en función del desvío estándar entre campañas; la línea punteada vertical corresponde a un desvío estándar de 20%; las líneas punteadas horizontales corresponden a 10% y 60% de severidad en la evaluación tardía; cada número corresponde a un cultivar de la Tabla 1; los números azules corresponden a severidad en la evaluación temprana  $\leq 10\%$  y los rojos a  $> 10\%$ ; los límites elegidos son tentativos; algunos números están levemente desplazados para facilitar su visualización (los valores exactos son los presentados en la Tabla 1). Datos de la RET-INASE de INTA Balcarce.

**Tabla 1.** Severidad (S), tipo de reacción (R) y altura porcentual desde el suelo hasta donde se evaluó la enfermedad, de roya amarilla en dos momentos (10-oct y 12-nov-2018), durante la campaña 2018/19, en la RET-INASE de INTA Balcarce, para los cultivares evaluados en las cuatro épocas de siembra (9-jun; 28-jun; 26-jul y 7-ago-2018), y severidad temprana (STE, evaluada en octubre) y tardía (STA, evaluada en noviembre) promedio de las dos últimas campañas (2017/18 y 2018/19), y el correspondiente desvío estándar (DE) de la STA.

Época de siembra:			1	1	2	2	3	3	4	4	Promedios entre campañas		
Fecha observación:			10-oct	12-nov	10-oct	12-nov	10-oct	12-nov	10-oct	12-nov	STE	STA	DE
Estado Zadoks: <sup>a</sup>			43	69	41	59	39	53	37	51			
Cultivar <sup>b</sup>	GC <sup>d</sup>	Ciclo <sup>c</sup>	S-R-A	S-R-A	S-R-A	S-R-A	S-R-A	S-R-A	S-R-A	S-R-A	STE	STA	DE
365*	1	L	5-MR-6	30-MR-8	2-MR-5	20-MR-8	--	--	--	--	--	--	--
914*	3	C	--	--	--	--	0-0-0	20-MR-8	10-MR-4	20-MR-8	--	--	--
915*	2	C	--	--	--	--	0-0-0	10-R-8	10-MR-4	10-MR-8	--	--	--
55 CL 2	2	C	--	--	--	--	--	--	0-0-0	0-0-8	--	--	--
ACA 303 PLUS	1	L	20-S-6	80-S-8	50-S-6	60-S-8	--	--	--	--	60	80	14
ACA 315	1	L	10-MR-6	100-S-8	2-MS-6	40-MS-8	--	--	--	--	11	60	14
ACA 360	1	L	5-MR-6	50-S-8	20-MS-6	10-MR-8	--	--	--	--	14	53	32
ACA 602	2	I	--	--	2-R-5	10-MR-8	5-MR-4	10-MR-8	--	--	2	38	39
ACA 908	1	C	--	--	--	--	10-MS-4	20-MS-8	60-S-4	50-MS-8	25	55	28
ACA 909	2	C	--	--	--	--	5-R-4	10-MR-8	20-MS-3	10-MS-8	6	25	21
ALGARROBO	2	L	10-S-6	100-S-8	50-S-6	100-S-8	--	--	--	--	18	95	7
ALHAMBRA	3	I	--	--	1-R-4	10-MR-8	0-0-0	0-0-8	--	--	0	8	4
AVISO	2	L	10-MR-6	50-MS-8	--	--	--	--	--	--	5	25	35
BAG. 450	1	C	--	--	--	--	--	--	30-S-4	30-MS-8	--	--	--
BAG. 501	3	C	--	--	--	--	0-0-0	20-MR-8	10-S-4	30-MR-8	3	30	7
BAG. 620	2	L	1-R-5	50-S-8	1-R-4	20-MS-8	--	--	--	--	--	--	--
BAG. 680	2	L	10-S-6	90-S-8	50-S-4	90-S-8	--	--	--	--	58	85	7
BAG. 750	2	L	5-MR-5	90-S-8	20-S-4	90-S-8	--	--	--	--	9	68	32
BAG. 802	2	L	1-R-5	30-MS-8	0-0-0	0-0-8	--	--	--	--	28	48	46
BAG. P. 11	2	L	5-MR-5	20-MR-8	2-MS-3	10-MR-8	--	--	--	--	29	30	21
BASILIO	2	L	0-0-0	10-MR-8	0-0-0	10-MR-8	--	--	--	--	0	8	4
BIO. 1008	3	C	--	--	--	--	20-MS-4	10-MR-8	0-0-0	20-MR-8	5	20	7
BIO. 1006	2	C	--	--	--	--	20-MS-4	95-S-8	10-MR-4	30-MS-8	8	71	12
B. AMANCAY	4	C	--	--	--	--	--	--	5-S-4	30-MR-8	3	55	35
B. BELLACO	1	C	2-MR-7	80-S-8	5-MS-5	10-MS-8	--	--	--	--	2	43	4
B. CAMBÁ*	1	I	--	--	10-MR-4	40-MS-8	1-R-4	20-MR-8	--	--	--	--	--
B. CLARAZ	1	C	--	--	--	--	40-S-4	95-S-8	50-S-4	100-S-8	23	89	12
B. COLIQUEO*	1	L	60-S-7	80-S-8	50-MS-5	70-S-8	--	--	--	--	--	--	--
B. DESTELLO	1	L	2-MS-7	20-MS-8	5-MS-4	10-R-8	--	--	--	--	14	45	42
B. METEORO	1	I	--	--	0-0-0	50-MR-8	20-S-3	20-MR-8	--	--	5	55	28
B. PLENO	2	C	--	--	--	--	10-MR-4	20-MR-8	0-0-0	10-MR-8	3	48	46
B. SAETA	1	C	--	--	--	--	10-MR-3	10-MR-8	2-MR-4	10-MR-8	3	30	28
CEDRO	3	L	10-MS-6	20-MR-8	1-R-5	0-0-8	--	--	--	--	5	15	7
CEIBO	2	C	--	--	--	--	20-S-4	20-MR-8	50-S-4	70-MS-8	18	60	21
FLORIPÁN 100	2	C	--	--	--	--	10-MS-4	20-MS-8	50-S-5	40-MS-8	18	50	28
FLORIPÁN 300	3	I	--	--	2-MS-6	90-S-8	--	--	--	--	1	85	7
GINGKO*	3	C	--	--	--	--	10-MR-4	20-MR-8	0-0-0	0-0-8	--	--	--
GUAYABO*	3	C	0-0-0	0-0-8	0-0-0	0-0-8	--	--	--	--	--	--	--
HO ATUEL*	2	C	--	--	--	--	0-0-0	0-0-8	10-S-4	10-MS-8	--	--	--
JACARANDÁ*	3	I	--	--	0-0-0	10-R-8	20-S-4	20-S-8	--	--	--	--	--

Época de siembra:			1	1	2	2	3	3	4	4	Promedios entre campañas		
Fecha observación:			10-oct	12-nov	10-oct	12-nov	10-oct	12-nov	10-oct	12-nov	STE	STA	DE
Estado Zadoks: <sup>a</sup>			43	69	41	59	39	53	37	51			
Cultivar <sup>b</sup>	GC <sup>d</sup>	Ciclo <sup>c</sup>	S-R-A	S-R-A	S-R-A	S-R-A	S-R-A	S-R-A	S-R-A	S-R-A			
K. HURACÁN	3	L	80-S-7	90-S-8	60-S-5	90-S-8	--	--	--	--	68	85	7
K. LANZA	3	C	--	--	--	--	40-S-3	70-S-8	30-S-4	20-MR-8	38	63	25
K. LIEBRE	3	I	--	--	1-R-5	20-MR-8	5-MS-4	20-MR-8	--	--	2	50	42
K. MERCURIO	1	L	1-MR-6	80-S-8	0-0-0	20-MS-8	--	--	--	--	0	55	7
K. MINERVA	1	L	5-MR-5	10-R-8	2-R-5	2-R-8	--	--	--	--	2	23	24
K. NUTRIA	2	C	--	--	--	--	2-MS-3	10-MR-8	20-S-4	10-MR-8	6	35	35
K. POTRO*	1	C	--	--	--	--	10-R-4	10-R-8	20-MS-4	10-MR-8	--	--	--
K. PROMETEO	1	I	--	--	5-MS-5	100-S-8	20-S-4	100-S-8	--	--	31	90	14
K. PROTEO	1	I	--	--	5-MS-5	100-S-8	10-MR-4	90-MS-8	--	--	14	88	11
K. RAYO	1	C	--	--	--	--	10-MR-4	20-MR-8	0-0-0	20-MR-8	3	48	39
K. SERPIENTE	1	L	80-S-7	100-S-8	80-S-6	100-S-8	--	--	--	--	78	90	14
K. VALOR*	1	C	--	--	--	--	20-MS-5	20-MR-8	30-S-4	30-MS-8	--	--	--
LG ARLASK	1	I	--	--	2-S-4	50-S-8	20-S-4	40-MS-8	--	--	8	60	21
LGWA11-0169*	2	C	--	--	--	--	20-S-4	60-MS-8	20-S-4	50-MS-8	--	--	--
MS INTA 116	2	L	1-MR-5	50-MR-8	5-S-6	20-MS-8	--	--	--	--	42	63	39
MS INTA 415	3	I	--	--	0-0-0	10-MR-8	0-0-0	20-MR-8	--	--	0	8	11
MS INTA 617	2	I	--	--	5-MS-4	20-MS-8	40-S-3	10-MR-8	--	--	--	--	--
MS INTA 815	3	C	--	--	--	--	10-MR-3	10-MR-8	20-S-4	10-MR-8	23	50	57
MS INTA BON. 215	2	L	5-MS-7	10-MR-8	0-0-0	10-R-8	--	--	--	--	1	20	14
MS INTA BON. 514	1	C	--	--	--	--	40-S-3	20-MR-8	10-MS-4	10-MR-8	25	43	39
MS INTA BON. 516	2	I	--	--	10-MS-5	10-MR-8	20-MS-4	10-MR-8	--	--	--	--	--
MS INTA BON. 816	2	C	--	--	--	--	10-MS-4	20-MR-8	20-S-4	20-MR-8	18	48	39
MS INTA BON. 817*	3	C	--	--	--	--	10-S-4	20-MR-8	20-S-4	10-MR-8	--	--	--
ÑANDUBAY*	2	C	--	--	5-MR-5	70-S-8	20-S-3	20-MR-8	50-S-4	60-MS-8	--	--	--
RGT GARDELL	3	L	2-MR-5	10-MR-8	0-0-0	10-MR-8	--	--	--	--	1	5	7
SN 90	2	C	--	--	--	--	20-MS-3	30-MS-8	0-0-0	90-S-8	5	70	14
SY 110	3	L	10-MR-6	10-R-8	20-MR-4	20-MR-8	--	--	--	--	23	53	53
SY 120	2	L	1-R-5	1-R-8	2-R-5	20-MS-8	--	--	--	--	1	38	39
SY 200	2	L	5-MR-6	20-MR-8	0-0-0	20-MR-8	--	--	--	--	1	25	7
SY 211	2	L	5-R-5	30-MR-8	0-0-0	0-0-8	--	--	--	--	1	25	14
SY 300	2	C	--	--	--	--	30-S-4	30-MR-8	0-0-0	40-MR-8	15	55	28
SY 330	2	C	--	--	--	--	30-MS-4	20-MR-8	40-S-4	30-MR-8	25	43	25
TIMBÓ	3	L	5-R-6	5-MR-8	5-MS-5	20-MR-8	--	--	--	--	3	26	19
TSR 1066	3	C	--	--	--	--	30-MS-5	30-MS-8	0-0-0	50-MS-8	25	58	25
TSR 1086	2	I	--	--	20-S-5	0-0-8	30-S-4	10-MR-8	--	--	30	48	60
TSR 1146	2	I	--	--	20-MS-4	20-MR-8	20-MS-3	10-MR-8	--	--	--	--	--

<sup>a</sup> Estado Zadoks promedio.

<sup>b</sup> Abreviaturas: B., Buck; K., Klein; P., Premium.; BON., Bonaerense; BAG., Baguette; BIO., BIOINTA/BIO-CERES. \*cultivar nuevo.

<sup>c</sup> Ciclo en Balcarce: L, largo; I, intermedio; C, corto.

-- indica cultivar no disponible en esa época de siembra.

**Tabla 2.** Clasificación de los cultivares a partir de Figura 4b y la Tabla 1, en base a la estabilidad alta (desvío estándar,  $DE \leq 10\%$ ) o baja ( $DE > 10\%$ ), la de la severidad en evaluación temprana (STE) baja ( $STE \leq 10\%$ ) o alta ( $STE > 10\%$ ), y la severidad tardía (STA) baja ( $STA \leq 10\%$ ), intermedia ( $10\% < STA \leq 60\%$ ) o alta ( $STA > 60\%$ ). Los límites elegidos son tentativos.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	
Estab.:	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	
STE:	Baja	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta/Baja	
STA:	Baja	Intermedia	Alta	Intermedia	Alta	Inter./Alta	
1	ALHAMBRA	B. BELLACO	BIO. 1006	ACA 315	ACA 303 PLUS	ACA 360	K. LIEBRE
2	BASILIO	BAG. 501	FLORIPÁN 300		ALGARROBO	ACA 602	K. MINERVA
3	MS INTA 415	BIO. 1008	SN 90		B. CLARAZ	ACA 908	K. NUTRIA
4	RGT GARDELL	CEDRO			BAG. 680	ACA 909	K. RAYO
5		K. MERCURIO			K. HURACÁN	AVISO	LG ARLASK
6		MS INTA BON. 215			K. PROMETEO	B. AMANCAY	MS INTA 116
7		SY 200			K. PROTEO	B. DESTELLO	MS INTA 815
8		SY 211			K. SERPIENTE	B. METEORO	MS INTA BON. 514
9		TIMBÓ				B. PLENO	MS INTA BON. 816
10						B. SAETA	SY 110
11						BAG. 750	SY 120
12						BAG. 802	SY 300
13						BAG. P. 11	SY 330
14						CEIBO	TSR 1066
15						FLOR. 100	TSR 1086
16						K. LANZA	

Abreviaturas: B., Buck; K., Klein; P., Premium.; BON., Bonaerense; BAG., Baguette; BIO., BIOINTA/BIOCE-RES; FLOR., Floripan.

## Daño de helada sobre el número de granos de trigo y su modelado<sup>a</sup>

Abbate, P.E.<sup>1</sup>, Martino D.L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Unidad integrada Balcarce (INTA Balcarce y Facultad Ciencias Agrarias, UNMDP). abbate.pablo@gmail.com

<sup>2</sup> Unidad Integrada Balcarce y CONICET; actualmente Buck Semillas S.A. dianamartino@hotmail.com

<sup>a</sup> Basado en el artículo de Martino y Abbate (2019). Frost damage on grain number in wheat at different spike developmental stages and its modelling. *European Journal of Agronomy*. 103, 13-23.

### Resumen

El daño por helada del número de granos en trigo dependió de la duración e intensidad de la helada y de la etapa de desarrollo de la espiga. El efecto de la duración de la helada fue más importante que el de la temperatura mínima. El periodo en el que se registró el daño máximo siempre incluyó la antesis de la espiga. Se propuso un modelo que logró estimar satisfactoriamente el daño por heladas en el número de grano en el trigo.

### Introducción

En gran parte de las localidades trigueras de latitud media a alta, mayores a 30°, adelantar la fecha de floración del cultivo de trigo permitiría (1) incrementar el rendimiento potencial debido a un mayor cociente fototermal (Fischer, 1985; Abbate et al., 1997), (2) reducir la probabilidad de deficiencias hídricas debido a una menor demanda atmosférica (Woodruff y Tonks, 1983), (3) incrementar la eficiencia de uso de agua debido a un menor déficit de presión de vapor (Abbate et al., 2004) y (4) mejorar la productividad anual del sistema ya que contribuiría a anticipar la cosecha del trigo y la siembra de cultivos de segunda (Monzon et al., 2007). Sin embargo, esta estrategia también aumenta el riesgo de que las heladas dañen la espiga de trigo. Esta situación de compromiso entre alto riesgo de ocurrencia de heladas y la pérdida de productividad del sistema, suele definir la fecha óptima de floración (Stapper y Fischer, 1990; Abbate et al., 1994). Tradicionalmente, esta fecha se establece a partir de la probabilidad de ocurrencia de heladas, sin contar con una idea clara de nivel de daño asociado a las heladas.

Se sabe que la magnitud del daño producido por las heladas al cultivo de trigo depende de su duración, de la temperatura mínima alcanzada (intensidad) y del estado de desarrollo de la planta (Livingston y Swinbank, 1950; Single, 1964; Shroyer et al., 1995; Al-Issawi et al., 2013; Frederiks et al., 2015). Sin embargo, las relaciones cuantitativas entre estas variables no son bien conocidas. La mayor parte de la información disponible fue recopilada aprovechando la ocurrencia circunstancial de heladas sin disponer de un diseño experimental convincente o mediante heladas artificiales las cuales no suelen imitar adecuadamente el fenómeno natural. De hecho, al

momento de realizar el presente estudio, no se contaba con resultados provenientes de experimentos formales conducidos a campo, en un cultivo creciendo en condiciones de campo mínimamente alterado y ante heladas naturales. En este artículo se exponen en idioma español y evitando la formulación matemática, los resultados obtenidos y el modelo desarrollado para estimar el daño causado por heladas sobre el número de granos en trigo, presentado por Martino y Abbate (2019).

## Materiales y métodos

Los datos fueron obtenidos en tres experimentos conducidos a campo en INTA Balcarce (37° 45' latitud sur y 58° 18' longitud oeste, 130 m s.n.m.) durante los ciclos agrícolas 2014/15 y 2015/16. Los experimentos estuvieron libres de limitaciones de agua, de nutrientes y sanitarias. Cada experimento incluyó dos cultivares de trigo pan de ciclo corto: Klein Roble y Floripan 100. En ellos se evaluó el daño que provocó una misma secuencia de heladas en espigas de trigo con distintos estados de desarrollo. Para lograr esto, en cada bloque (repetición), se sembraron surcos de 1.4 m de largo, en siete fechas desde mediados de abril hasta fines de mayo. Para proteger al cultivo de las heladas anteriores y posteriores a las estudiadas, se construyeron carpas desmontables (Figura 1) confeccionadas con una tela térmicamente aislante (polietileno aluminizado), y se colocaron botellas plásticas llenas de agua dentro de cada carpa para lograr un efecto aclimatador. A fin de alterar el ambiente del cultivo lo menos posible, las carpas se utilizaron solo para proteger a los surcos durante las noches con pronóstico de heladas, retirándolas durante el día. Cuando los surcos presentaron la gama de estados de desarrollo deseada, esto es, entre el inicio de la expansión de la hoja bandera y comienzo del llenado del grano, se dejaron todos los surcos expuestos a una misma serie de heladas consecutivas y luego se les siguió brindando protección hasta mediados de primavera cuando finalizó la ocurrencia de heladas. El día posterior a las heladas se identificaron espigas que recibieron las heladas en distintos estados de desarrollo. En madurez, las espigas fueron cosechadas y se contaron los granos presentes y faltantes en las dos posiciones proximales (las más próximas al raquis) de las espiguillas que ocuparon el 50% central de la espiga. Se consideró que el porcentaje de granos proximales ausentes es estimador adecuado del daño de las heladas ya que estos granos suelen estar presentes, incluso en espigas con diferentes números de grano, excepto en el caso de un fuerte estrés, como el producido por una helada. Para caracterizar la duración e intensidad de las heladas se instalaron sensores de temperatura de registro automático cada 15 min a la altura final de las espigas (aprox. 1 m) adentro y afuera de las carpas.

Se realizó un análisis de varianza combinado los datos de los tres experimentos según un diseño en bloques completos aleatorizados con arreglo en parcelas divididas para cada experimento. La parcela principal estuvo representada por el cultivar, la subparcela por el estado de desarrollo y los bloques por las parcelas cubiertas por la misma carpa en cada experimento. Tal como suele ocurrir al analizar porcentajes, en todos los análisis la varianza del error resultó heterogénea entre estados de desarrollo, por ello se modeló la heterogeneidad mediante la función identidad de varianza (Pinheiro y Bates, 2000). Los análisis de regresión se realizaron con los datos individuales de cada repetición. Los parámetros de los modelos fueron ajustados iterativamente minimizando el error estándar de estimación (EEE) entre los valores observados y estimados. En todos los análisis estadísticos realizados en este capítulo el nivel de significancia utilizado fue  $P \leq 0.05$ .

A partir de los datos obtenidos con el cultivar Klein Roble, se establecieron asociaciones cuantitativas que permitieron generar un modelo de estimación de daño por heladas sobre el número de granos. El modelo fue validado usando los datos de Floripan 100. Además, se realizó la validación del modelo a nivel de cultivo usando la información proveniente de los reportes de la Red Nacional de Ensayos Comparativos de Rendimiento de trigo (RET-INASE) conducida en INTA Balcarce durante el ciclo de cultivo 2007/08 (Abbate y Toledo, 2008). En ese año, en floración, se produjo la helada tardía (15 de noviembre) más importante de los últimos 30 años generando daños relevantes en los cultivos de trigo. El daño fue medido en los cultivares de ciclo largo y corto como el producto entre la proporción de espigas dañadas y el porcentaje de granos proximales dañados en cada espiga. La temperatura en el experimento fue medida automáticamente mediante sensores de temperatura.

## Resultados y discusión

Al comparar los datos obtenidos con ambos cultivares no se detectaron diferencias de daño entre ellos. Tampoco resultó significativa la interacción entre cultivar y estado de desarrollo o experimento, ni la interacción triple. En todos experimentos, hasta la expansión de la hoja bandera (-15 días desde antesis) el daño registrado fue menor al 10% y se acrecentó a medida que avanzaron los estados de desarrollo (Figura 2a). Se encontró que cuanto mayor fue el daño máximo que produjo la helada, más temprano se alcanzó el correspondiente daño máximo (Figura 2a). Si bien en los Expt. 1 y 2 no se logró evaluar el daño al comienzo del llenado de grano (10 días desde antesis, Figura 2a), los datos disponibles muestran que durante el comienzo del llenado no se afectó el número de granos y que el período de máxima susceptibilidad, siempre incluyó la antesis de la espiga (Figura 2a).

Con los datos obtenidos (Figura 2a) se desarrolló un modelo matemático para estimar el porcentaje de granos daños (perdidos) a nivel espiga a partir de la duración y temperatura mínima de cada helada y el correspondiente estado de desarrollo de la espiga. Adicionalmente, se propuso un modelo para estimar el daño sobre el número de granos a nivel cultivo el cual considera la dispersión de estados de desarrollo entre espigas de un cultivo. El modelo desarrollado se basó en los datos propios y en supuestos que describen el efecto de las heladas más allá de los datos obtenidos. Estos supuestos son necesarios para definir las ecuaciones del modelo:

- 1) El proceso de transferencia de calor entre la cara externa de las glumas y la flor está dominado por la conducción.
- 2) Las flores en igual estado de desarrollo, expuestas a una misma helada, tienen igual nivel de daño, siendo los niveles posibles muerte o supervivencia, sin niveles de daño intermedios.
- 3) Para que la flor muera, la temperatura del lado externo de la gluma ( $T_e$ ) debe ser menor que una temperatura crítica ( $T_c$ ) medida del lado externo de la gluma, y el tiempo con menor  $a$  debe ser mayor que una duración crítica ( $DUR_c$ ).
- 4) A nivel de espiga, los niveles de daño entre 0 y 100% pueden considerarse como una consecuencia del tiempo que tardan las flores en alcanzar la  $T_c$  y del tiempo durante el cual permanecen por debajo de ese nivel de temperatura.
- 5) Las heladas sucesivas solamente dañan a las flores no dañadas en una helada previa.



- 6) La proporción de espigas que alcanzan un dado estado de desarrollo siguen una distribución normal en función del tiempo.
- 7) Pasados los 10 días luego de antesis, las heladas no producen pérdida de granos (podrían reducir el peso por grano, pero esas situaciones no fueron contempladas en este estudio).

Tomando como referencia el daño máximo alcanzado en cada experimento (Figura 2a), se ajustó una relación lineal entre el daño máximo, la duración de la helada y el término  $\ln(1+1.5/T_{min})$ , donde  $T_{min}$  es la temperatura mínima de la helada. El valor  $-1.5$  es la  $T_c$ , medida a la intemperie a la altura de las espigas (aprox. 1 m), por debajo de la cual encontramos que la helada causó daños (Figura 3). La  $T_c$  encontrada, además de estar por debajo de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , lo cual es esperable debido al descenso crioscópico causado por los solutos disueltos en el tejido vegetal, es una temperatura intermedia entre las indicadas como dañinas durante la floración medidas a la altura del canopeo del cultivo en condiciones de campo:  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Rebbeck y Knell, 2007) y  $-1$  a  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Frederiks et al., 2015). Según los datos tomados durante 4 años, esta equivale a  $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  medida en el abrigo meteorológico estándar de la estación de INTA Balcarce, en los meses de septiembre, octubre y noviembre (Figura 4). En la Figura 3 se presenta la asociación entre el daño y la duración de la helada, para dos niveles de  $T_{min}$ , resultando evidente que el efecto de la duración de la helada fue más importante que el de su  $T_{min}$ , al menos para el rango de datos explorado. Se pudo estimar que con  $T_{min}$  igual o menor a  $5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (a la intemperie a la altura de las espigas), la DURc (i.e. la mínima duración para que ocurran daños) fue de 36 min, y que la DURc aumentó a 43 min cuando la  $T_{min}$  fue de  $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Figura 3). Por otra parte el máximo daño se alcanzaría con heladas de 11 h de duración, para  $T_{min}$  entre  $1.5$  y  $5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Por medio de la Figura 3 puede estimarse el daño máximo causado por una helada, a partir de la información meteorológica. Con los datos de la Figura 2a se construyó la Figura 2b, la cual permite estimar el daño para distintos estados de desarrollo de la espiga a partir del daño máximo. El caso de heladas sucesivas se resolvió calculando el porcentaje de daño de las heladas adicionales como si fueran la primera, pero aplicando el daño al complemento de 100% del daño de la helada anterior, o sea a los granos no dañados. El cuerpo de la Tabla 1 suministra el daño estimado luego de dos heladas sucesivas, a partir del daño estimado de las dos heladas como si fueran heladas aisladas. El EEE del modelo definido por la Figura 2b, Figura 3 y Tabla 1 estimó satisfactoriamente los datos observados (Figura 6a) con  $EEE = 9\%$  y  $R^2 = 0.90$  ( $P < 0.01$ ;  $GL = 40$ ).

Por medio de la Figura 2b se puede estimar el daño a nivel espiga, es decir, sin considerar la dispersión de estados de desarrollo entre espigas de un cultivo. Estimar el daño a nivel cultivo requiere considerar las diferencias de estado de las distintas cohortes de espigas. Suponiendo que el número de espigas que alcanzan cada estado de desarrollo sigue una distribución normal (Rickman et al., 1983; Abbate et al., 1997), se puede estimar el daño a nivel cultivo, como la suma del daño a nivel de espiga ponderado por la frecuencia de espigas en cada estado de desarrollo. De esta manera se estimó que si el 95% de las espigas tarda 7 días para completar la antesis (valor normal para Balcarce), no habría diferencias relevantes entre el daño a nivel espiga y a nivel cultivo (Figura 5). Si la dispersión de la antesis fuese el triple (21 días) la discrepancia aumentaría con el nivel de daño estimado, alcanzando 10% para 70% de daño (Figura 5).

Usando los datos del cultivar Floripan 100, se realizó la validación del modelo propuesto (Figura 2b, Figura 3 y Tabla 1). La estimación de los datos observados presentó un  $EEE = 9\%$  y  $R^2 = 0.87$  ( $P < 0.001$ ;  $gl = 40$ ), y el intercepto y la pendiente de la regresión lineal entre los valores observados y estimados no difirieron de 0 y 1, respectivamente. Estos resultados indican que la validación del modelo con los datos de Floripan 100 fue satisfactoria. Con los datos de RET-INASE conducida en INTA Balcarce durante el ciclo de cultivo 2007/08, se realizó una validación del modelo a nivel cultivo. En esos ensayos, el daño alcanzado por los cultivares de ciclo largo y corto fue de 44 y 45% respectivamente (Abbate y Toledo, 2008). Las estimaciones realizadas por medio del modelo fueron 42% y 38% para los cultivares de ciclo largo y corto respectivamente, con  $EEE = 7\%$ , por lo cual la validación se consideró satisfactoria.

## Conclusiones

El modelo presentado mostró un error estándar de ajuste adecuado (9%) y un error de validación satisfactorio (9% y 7%). Si bien el ajuste y la validación resultaron satisfactorios, hay varias razones por la cual la estimación del modelo podría resultar poco apropiada, entre las causas más evidentes se pueden mencionar: (1) la posible diferencia entre cultivares en susceptibilidad a helada, (2) el efecto de factores abióticos (nivel de radiación, disponibilidad de nutrientes, situación hídrica del cultivo, etc.) y (3) la discrepancia entre la temperatura registrada y la temperatura a la intemperie a la altura de la espiga utilizada por el modelo. Si bien el modelo presentado podría tener sus limitaciones, es el único a nivel mundial que reúne las siguientes características:

- 1) Está basado en las leyes de conducción de calor.
- 2) Fue construido a partir de heladas naturales en un cultivo creciendo en condiciones de campo mínimamente alterado.
- 3) Considera los cambios de susceptibilidad de los distintos estados de desarrollo de la espiga.
- 4) Considera el efecto de heladas sucesivas.
- 5) Considera la asincronía de estados de desarrollo que presentan normalmente las espigas de un cultivo de trigo.

La aplicación del modelo ayudaría a: (1) evaluar lotes afectados para estimar el nivel de daño, (2) realizar pronósticos de daño por helada a partir de los pronósticos meteorológicos, (3) ajustar la fecha de espigazón de trigo teniendo en cuenta la probabilidad de daño por helada en función de las variaciones del relieve.

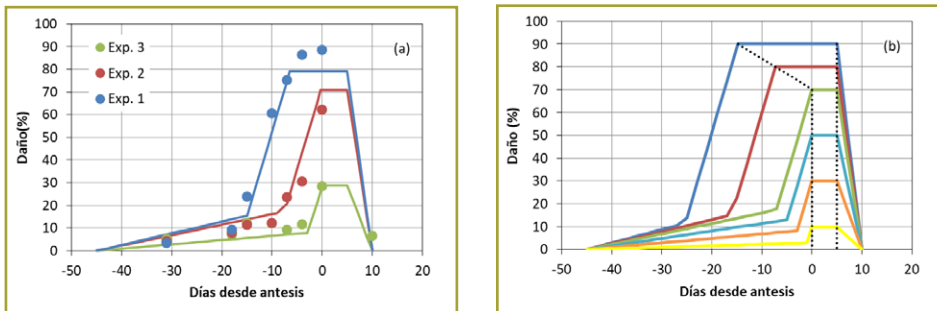
## Referencias

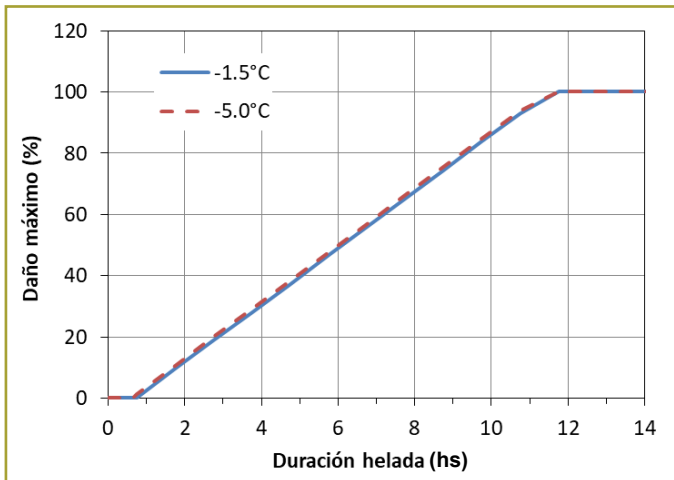
- Abbate P.E., Andrade F., Culot J.P. 1994. Determinación del rendimiento en trigo. Boletín técnico, 133, 17 pp. INTA Balcarce.
- Abbate P.E., Andrade F.H., Culot J.P., Bindraban, P.S. 1997. Grain yield in wheat: Effects of radiation during spike growth period. Field Crops Research, 54, 245-257 [Erratum, 1998, 56, 317-318].
- Abbate P.E., Dardanelli J.L., Cantarero M.G., Maturano M., Melchiori R.J.M., Suero E.E. 2004. Climatic and water availability effects on water-use efficiency in Wheat. Crop Science, 44, 474-483.
- Abbate P.E., Toledo J.I. 2008. Resultados de los ensayos comparativos de variedades de trigo pan con alta tecnología de la RET, conducidos en Balcarce, durante la campaña 2007/08. INASE. <https://www.inase.gov.ar/>.

- Al-Issawi M., Rihan H.Z., El-Sarkassy N., Fuller M.P. 2013. Frost Hardiness Expression and Characterisation in Wheat at Ear Emergence. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 199, 66-74.
- Fischer R.A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *Journal Agricultural Science, Cambridge*, 105, 447-461.
- Frederiks T., Christopher J., Sutherland M., Borrell, A. 2015. Post-head-emergence frost in wheat and barley: defining the problem, assessing the damage, and identifying resistance. *Journal of Experimental Botany*, 66, 3487-3498.
- Livingston J., Swinbank J. 1950. Some factors influencing the injury to winter wheat heads by low temperatures. *Agronomy Journal*, 42, 153-57.
- Martino D.L., Abbate P.E. 2019. Frost damage on grain number in wheat at different spike developmental stages and its modelling. *European Journal of Agronomy*, 103, 13-23.
- Monzon J.P., Sadras V.O., Abbate P.A., Caviglia O.P. 2007. Modelling management strategies for wheat-soybean double crops in the south-eastern Pampas. *Field Crops Research*, 101, 44-52.
- Pinheiro J., Bates D. 2000. *Mixed-Effects Models in S and S-Plus*. Springer Verlag, New York. 528 pp.
- Rebeck M., Knell G.R. 2007. *Managing frost risk: A guide for Southern Australian grains*. South Australian Research and Development Institute, Canberra, 64 pp.
- Rickman R., Klepper B., Peterson C.M. 1983. Time distributions for describing appearance of specific culms of winter wheat. *Agronomy Journal*, 75, 551-556.
- Shroyer J.P., Mikesell M.E., Paulsen G.M. 1995. *Spring freeze injury to Kansas wheat*. Kansas State University Publications, Manhattan, 12 pp.
- Single W. 1964. Studies on frost injury to wheat. II. Ice formation within the plant. *Australian Journal of Agricultural Research*, 15, 869-875.
- Stapper M., Fischer R. 1990. Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in southern New South Wales. III. Potential yields and optimum flowering dates. *Australian Journal of Agricultural Research*, 41, 1043-1056.
- Woodruff D., Tonks J. 1983. Relationship between time of anthesis and grain yield of wheat genotypes with differing developmental pattern. *Australian Journal of Agricultural Research*, 34, 1-11.

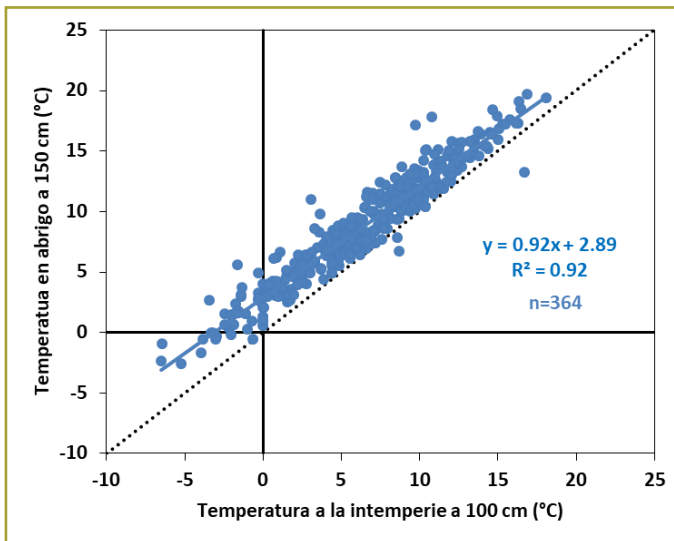


**Figura 1.** Carpas colocadas sobre las parcelas.

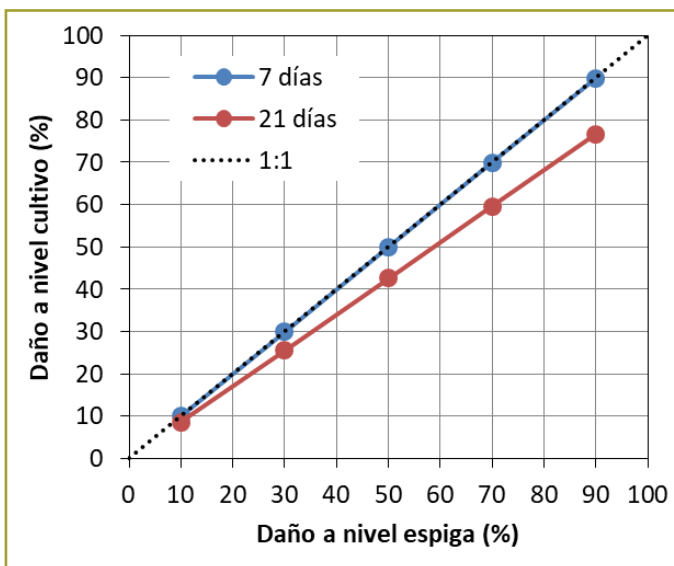




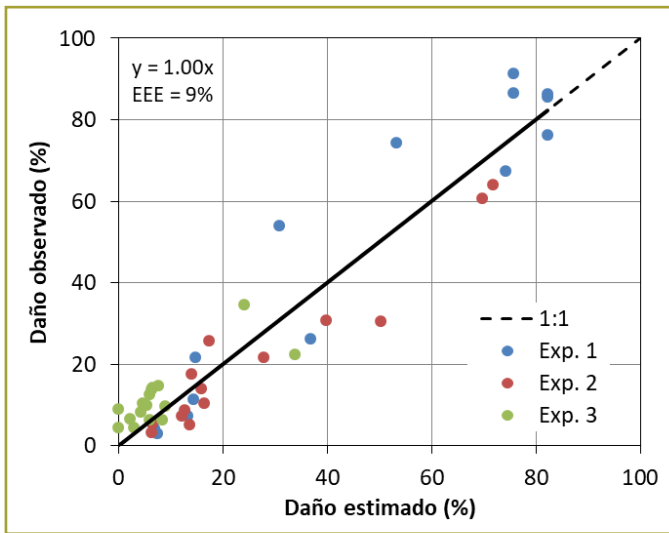
**Figura 3.** Asociación entre el daño máximo estimado a nivel espiga causado por una helada y la duración de la helada, para heladas con temperaturas mínimas de -1.5 y -5.0 °C (medida a la intemperie a la altura de la espiga).



**Figura 4.** Asociación entre la temperatura mínima medida en abrigo meteorológico (a 150 cm de altura) y la temperatura mínima medida a la intemperie a una altura de 100 cm; datos correspondientes a los meses de septiembre, octubre y noviembre, durante 4 años en INTA Balcarce.



**Figura 5.** Asociación entre el daño estimado causado por una helada a nivel cultivo y el daño estimado a nivel espiga, para dos niveles de dispersión de la antesis a nivel cultivo. La línea punteada indica igualdad de daño entre espiga y cultivo.



**Figura 6.** Asociación entre el daño observado (evaluado como porcentaje de granos proximales abortados, en las espiguillas del centro de la espiga, correspondiente a la Figura 2a) y el daño estimado por medio del modelo correspondiente a la Figura 2b y Figura 3), para (a) el ajuste del modelo y (b) su validación. La línea punteada indica igualdad entre el daño observado y el estimado. En ambas asociaciones el término independiente y la pendiente de la regresión lineal no difirieron de cero ni de uno ( $P < 0.05$ ), respectivamente. EEE: error estándar de estimación.

**Tabla 1.** Daño estimado luego de dos heladas sucesivas.

		Daño causado por la helada anterior (%)										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Daño causado por la helada siguiente (%)	0	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	10	10	19	28	37	46	55	64	73	82	91	100
	20	20	28	36	44	52	60	68	76	84	92	100
	30	30	37	44	51	58	65	72	79	86	93	100
	40	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100
	50	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
	60	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	70	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100
	80	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100
	90	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

## INFORME ONLINE DEL RENDIMIENTO Y LA ESTABILIDAD DE:

# Informe online del rendimiento de los cultivares de trigo pan evaluados en la RET-INASE de Argentina

Abbate P.E.<sup>1</sup> y Abbate N.F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina. abbate.pablo@gmail.com

<sup>2</sup>Estudiante FCE, UBA; CABA, Argentina. abbate.nico@gmail.com

## Resumen

El objetivo del presente artículo es presentar una página Web que permite consultar fácilmente los datos de la "Red de ensayos comparativos de variedades de trigo" coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (RET-INASE), para ayudar a decidir qué cultivar de trigo pan sembrar. La página, compara el rendimiento y su estabilidad de cultivares de distintos ciclos y grupos de calidad comercializados en Argentina, evaluados en distintos manejos y lugares, promediando los datos a través de una cantidad de años a elección del usuario. La página permite seleccionar, en promedio, 54 combinaciones de datos por lugar de evaluación; los resultados de cada combinación se presentan en Figuras y tablas.

## Introducción

La Argentina cuenta con una red de evaluación de cultivares de trigo pan, actualmente conocida como "RET-INASE", que se originó a partir de la "Ley de granos y elevadores" (Ley 12253) promulgada en el año 1935. Esta ley incluyó un capítulo de "Fomento de la Genética" en el cual se estableció que el Ministerio de Agricultura "...formulará un plan metodológico para toda la República Argentina, de ensayos comparativos de adaptación, rendimiento y resistencia a las enfermedades, épocas de siembra, etcétera,...". La ley no aclaraba el cultivo, pero en aquellos años, el cultivo más difundido era el trigo.

Entre los años 1938 y 1978, la red de valuación de cultivares de trigo se coordinó desde el ámbito oficial denominándose ROET (Red Oficial de Ensayos Territoriales). Sus resultados fueron publicados como "Consejos de siembra de trigo" por el Tribunal de Fiscalización de Semillas a través del Ministerio Agricultura de la Nación. Esas publicaciones contaban con una primera parte que incluía los objetivos del informe, una muy breve descripción metodológica y un mapa de la "Región Triguera" con su descripción. Esta primera parte de los Consejos se repitió año tras años con muy pocas modificaciones. La segunda parte consistía en el listado de las "variedades aconsejada" la cual se dividía en las "nuevas variedades", las "recomendadas" y las "mencionadas", para cada subregión triguera. También se incluía un listado de las variedades con el tipo comercial (Duro, Semiduro y Blando), la fecha de siembra recomendada (Temprana, Mediana, Tardía) y la susceptibilidad a roya negra (Poco susceptible, Susceptible, Muy susceptible). Estos informes no incluían valores numéricos de rendimiento y se basan en "una determinada cantidad de años" sin especificar.

El capítulo “Fomento de la Genética” de la Ley 12253 se derogó en el año 1972 al sancionarse la “Ley de semillas y creaciones fitogenéticas” (Ley 20247). En 1978, al reglamentarse esta última ley, se disuelve el Tribunal de Fiscalización de Semillas y se crea la Comisión Nacional de Semillas (CONASE) la cual continuó con la elaboración de los Consejos de siembra hasta por lo menos el año 1984. Durante esta etapa, comenzó a ser común la difusión de los resultados de la ROET en medios de difusión impresos locales, incluyendo tablas con los rendimientos de cada cultivar y en muchos casos una tabla con los promedios de los últimos 2 y/o 3 años. En el año 1991, con la aprobación del Decreto 2817 de Creación del Instituto Nacional de Semillas (INASE), la administración pública dejó de coordinar la ROET, no obstante los ensayos se continuaron conduciendo y la red pasó a denominarse “RET” eliminándose de su nombre el calificativo “oficial” que tenía hasta entonces. Con la difusión de la computadora personal, los informes de la RET incorporaron cada vez más resultados numéricos y estadísticos, pero fueron cada vez más locales y dispersos, sin una publicación global y centralizada que facilite su consulta.

En el año 2003 la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, oficializa nuevamente la RET encomendando al INASE su coordinación, y establece “...la participación obligatoria en la RET de todas las variedades de trigo... para la que se produzca semilla de clase Fiscalizada.” quedando exceptuadas “aquellas variedades que, aun teniendo producción de semilla fiscalizada, hayan cumplido un período de 4 años de ensayos.”. Una consecuencia de este cambio fue que el INASE logró concentrar toda la información generada por la RET, ahora llamada RET-INASE, en un único sitio Web (<https://www.inase.gov.ar/>) de acceso público y gratuito, el cual mantiene continuidad desde el año 2004. La base de datos de la RET-INASE es la fuente de información más amplia y completa de evaluación de cultivares de trigo pan de Argentina. Sin embargo, su acceso no es fácil para un usuario poco entrenado. El objetivo del presente artículo es presentar una página Web que facilita la consulta de los datos de la RET-INASE, promediando los datos a través de distinta cantidad de años de evaluación, a fin de ayudar en la elección de cultivares de trigo pan argentinos a sembrar.

## Descripción de la página Web

- **Método de comparación de cultivares**

La comparación de cultivares se realiza por medio del método propuesto por Abbate et al. (2017). Este método considera que para un productor es más importante la comparación de variedades 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. Según este método de análisis, el cultivar más ventajoso será aquel que combine una alta DIF con un bajo CV.



- **Acceso a la página Web**

Para acceder a la página Web es necesario contar con conexión a Internet. El acceso a la página es libre y gratuito; no requiere suscripción ni la instalación de ninguna aplicación. La página está disponible en dos direcciones de Web:

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



A ambos sitios se puede acceder desde una computadora, un teléfono celular o una tablet, por medio de los programas navegadores de Web más difundidos.

- **Secciones de la página Web**

La página comienza con un encabezado y una breve descripción de la misma. Por debajo tiene dos secciones principales: (1) la de selección de datos (Figura 1), y (2) la de resultados (Figura 2). Los elementos de ambas secciones poseen una descripción a la cual se accede presionando (con el mouse o con el dedo si la pantalla es táctil) la leyenda correspondiente.

- **Selección de datos**

Los controles disponibles para seleccionar los datos son (Figura 1):

**Ubicación de los ensayos:** Por medio de esta lista desplegable se puede elegir uno de los lugares en donde se realizaron los ensayos de la RET-INASE. Los ensayos están identificados por la subregión triguera, la provincia, la localidad más cercana y el nombre del sitio experimental. La lista solo incluye lugares con datos de al menos 3 campañas disponibles. Al seleccionar una ubicación se actualizará la tabla de “detalles de los datos seleccionados”, en la cual se presenta el responsable de los ensayos del último año, la lista de campañas promediadas y el rendimiento promedio correspondiente a los datos seleccionados.

**Cantidad de campañas:** Por medio de esta lista desplegable se puede elegir la cantidad de campañas a promediar; puede seleccionarse entre 2 y 4 campañas. Las campañas se seleccionan a partir de la última disponible, p.ej. si la última campaña fue 2010/11, el promedio de 3 campañas incluye la campaña 2010/11 y las 2 campañas anteriores que estén disponibles. Los cultivares que se incluyen en la comparación son solo los que estuvieron presentes en todas las campañas promediadas. Dado que el recambio de cultivare en la RET-INASE es muy alto (en promedio se recambian 50% de los cultivares en 3 años), cuanto más campañas se seleccionen, habrá menos cultivares para comparar y los cultivares ausentes serán los más nue-

vos. Al cambiar la cantidad de campañas seleccionadas, se actualizará la tabla de “detalles de los datos seleccionados”.

**Nivel de manejo:** En la mayoría de los lugares, la RET-INASE se conduce con más de un nivel de manejo. Puede seleccionarse uno de los niveles de manejo que se presentan en la lista desplegable, pero debe tenerse en cuenta que no todos los niveles están disponibles en todas los lugar y en todos los años. Los niveles que se listan son: (1) RET sin fungicida: corresponde a la comparación de cultivares sin la aplicación de fungicidas foliares; (2) RET con fungicida: similar a la anterior pero con 1 o 2 aplicaciones de fungicida para el control de enfermedades foliares; (3) RET con alta tecnología: el manejo trata de maximizar el rendimiento por medio de la aplicación de los insumos que sean necesarios, esto incluye, doble aplicación de fungicida, fertilización en cantidad suficiente como para evitar limitación de nutrientes y riego para evitar deficiencias de agua; (4) RET con tecnología tradicional: esta modalidad de manejo se conduce solamente en INTA Balcarce, consiste en darle al cultivo una cantidad de nutrientes más limitada que la de la RET con funguicida, reduciendo el costo productivo y la expectativa de rendimiento. Por medio de esta lista desplegable se puede elegir el nivel de manejo a analizar. Al cambiar el nivel de manejo seleccionado, se actualizará la tabla de “detalles de los datos seleccionados”.

**Época de siembra:** La RET-INASE se organiza en cuatro épocas de siembra en cada Subregión, separadas por 15-20 días. Cada criadero puede elegir hasta dos fechas de siembra para cada uno de sus cultivares, las cuales deberían ser consecutivas, por lo cual, las épocas 1 y 3 suelen reunir a casi todos los cultivares a evaluar en cada Subregión. No todas las épocas de siembra están disponibles en todos los niveles de manejo, p.ej. la RET con fungicida suele conducirse solamente en las épocas 1 y 3, excepto en algunas localidades de la Subregión IV y en algunas ocasiones hay épocas que no se pudieron sembrar por razones climáticas. Por medio de una lista despegable se puede elegir la época en la cual se realizará la comparación de cultivares. Al cambiar la época de siembra seleccionada, se actualizará la tabla de “detalles de los datos seleccionados”.

**Grupo de calidad:** El Grupo de calidad es una clasificación de los cultivares realizada por el Comité de Cereales de Invierno de la CONASE, por la cual los cultivares se categorizan en tres grupos. El Grupo 1 incluye a los cultivares de mayor calidad panadera y el Grupo 3 a los de menor. A los fines del análisis presentado en esta página, se definió el Grupo 4 que incluye a los cultivares de trigo blando. La clasificación por Grupos de calidad se basa en ocho variables: el peso hectolítrico del grano, el rendimiento porcentual de harina, el porcentaje de cenizas de la harina, la concentración de proteína del grano, la concentración de gluten de la masa, el W alveográfico de la masa, la estabilidad farinográfica de la masa y el volumen de pan. Téngase en cuenta que esta clasificación de calidad se refiere a los cultivares y no al grano cosechado. En una situación ambiental dada, es de esperar que con un cultivar de Grupo 1 se obtenga grano de mayor calidad panadera que con un cultivar de Grupo 3, si bien la calidad de ambos cultivares puede ser mayor o menor según hayan sido la condición ambiental en la cual creció el cultivo. Por medio del control despegable se pueden comparar cultivares con distintas combinaciones de Grupos de calidad (sin seleccionar ninguno se incluyen todos los grupos en el análisis).

- **Presentación de los resultados**

La página permite seleccionar, en promedio, 54 combinaciones de datos por lugar de evaluación. Los resultados de cada combinación se presentan por medio de una Figura y de una Tabla (Figura 2). Al rotar la pantalla de un celular o tablet, vuelva a recargar la página para visualizar mejor los resultados.

**Figura:** Cada Figura muestra en el eje vertical el rendimiento expresado como diferencia porcentual (DIF) respecto del promedio de todos los cultivares comparados, y en el eje horizontal la estabilidad del rendimiento expresada como coeficiente de variación entre años (CV). Una línea gruesa horizontal y otra vertical muestran el promedio de cada eje. Por lo tanto, los cultivares más recomendables serán los ubicados en el cuadrante superior izquierdo. El color de los puntos identifica el Grupo de calidad. Presionando un punto de la Figura se podrá ver el nombre del cultivar, su grupo de calidad y los valores de los ejes.

**Tabla:** Las columnas de la tabla muestran: (1) el nombre del cultivar; (2) su grupo de calidad; (3) la diferencia de rendimiento porcentual respecto del promedio de cada ensayo (DIF), correspondiente al eje vertical de la Figura y (4) el coeficiente de variación porcentual (CV), correspondiente al eje horizontal de la Figura. La tabla facilita la comparación de cultivares específicos. Ordenando los datos por DIF o CV ayuda a comparar cultivares por rendimiento o estabilidad; ordenando los datos por Grupo de calidad ayuda a comparar cultivares de un mismo o distinto grupo de calidad. Para ordenar los datos de la tabla, se debe presionar el encabezado de la columna correspondiente.

### **Agradecimientos**

Nuestro agradecimiento a (en orden alfabético) Alberto Ballesteros (INASE), Alejandro Álvarez Prado (Asesor privado y productor), Bárbara Carpaneto (INTA Balcarce), Gaston Therisod (Asesor privado), Javier Fornieles (Asesor privado), Marcelo López De Sabando (INTA Tandil), Mariana Villafañe (CE Miramar), Pablo Calviño (Asesor privado) y Sebastián Bordenave (Asesor privado) por sus sugerencias para mejorar la página.

### **Referencias**

Abbate P.E., Aguate F.M., Del Vecchio E., y Balzarini M. 2017. Estabilidad del rendimiento interanual en INTA Balcarce, campañas 2013/14 a 2016/17. INTA, versión digital. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_ret\\_balcarce\\_2016\\_estabilidad.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_ret_balcarce_2016_estabilidad.pdf)



Figura 1. Captura de pantalla de la sección de selección de datos de la página Web.

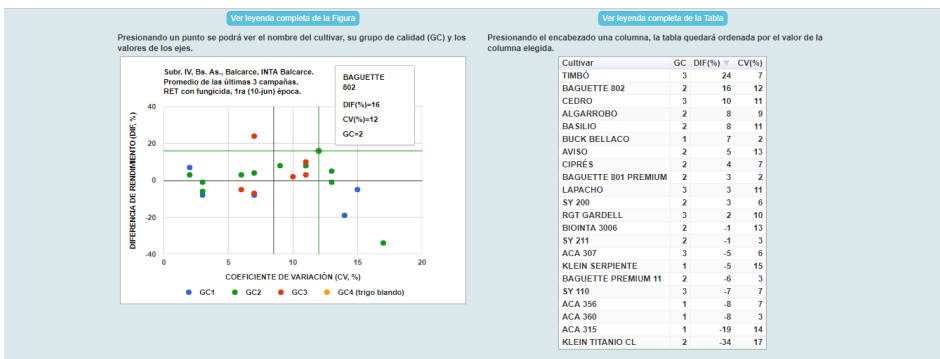


Figura 2. Captura de pantalla de la sección de resultados de la página Web.

## INFORME ONLINE DEL RENDIMIENTO Y LA ESTABILIDAD DE:

# Informe online de la Red Argentina de Cebada Cervecera

Abbate P.E.<sup>1</sup>, Abbate N.F.<sup>2</sup>, Conti V.A.<sup>3</sup>, Moreyra F.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina. [abbate.pablo@gmail.com](mailto:abbate.pablo@gmail.com)

<sup>2</sup>Estudiante FCE, UBA; CABA, Argentina. [abbate.nicolas@gmail.com](mailto:abbate.nicolas@gmail.com).

<sup>3</sup>INTA Bordenave, Bordenave, Buenos Aires, Argentina. [conti.veronica@inta.gob.ar](mailto:conti.veronica@inta.gob.ar)

<sup>4</sup>INTA Bordenave, Bordenave, Buenos Aires, Argentina. [moreyra.federico@inta.gob.ar](mailto:moreyra.federico@inta.gob.ar)

## Resumen

El objetivo del presente artículo es presentar una página Web que permite consultar fácilmente los datos de la “Red Nacional de Cebada Cervecera” (REC) coordinada por INTA Bordenave, para ayudar a decidir qué cultivar de cebada cervecera sembrar en un determinado ambiente. La página compara el rendimiento y la estabilidad, de los cultivares comercializados en Argentina, evaluados en distintos lugares, promediando los datos a través de una cantidad de años a elección del usuario. Esta herramienta permite seleccionar, en promedio, 9 combinaciones de datos en más de 15 lugares de evaluación; los resultados de cada combinación se presentan en figuras y tablas.

## Introducción

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 esta comunicación es presentar una página Web que facilita 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.

## Descripción de la página Web

- **Método de comparación de cultivares**

La comparación de cultivares se realiza por medio del método propuesto por Abbate et al. (2017). Este método considera que para un productor es más importante la

comparación de variedades 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. Según este método de análisis, el cultivar más ventajoso será aquel que combine una alta DIF con un bajo CV.

- **Acceso a la página Web**

Para acceder a la página Web es necesario contar con conexión a Internet. El acceso a la página es libre y gratuito; no requiere suscripción, ni la instalación de ninguna aplicación, ni el uso de cookies. Se puede acceder desde cualquier dispositivo (computadora, teléfono celular, tablet, etc.) que permita el uso de programas navegadores de Web. La página está disponible en la dirección Web:

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



- **Secciones de la página Web**

La página comienza con un encabezado y una breve descripción de la misma. Por debajo tiene dos secciones principales: (1) la de selección de datos (Figura 1), y (2) la de resultados (Figura 2). Los elementos de ambas secciones poseen una descripción a la cual se accede presionando (con el mouse o con el dedo si la pantalla es táctil) la leyenda correspondiente.

- **Selección de datos**

Los controles disponibles para seleccionar los datos son (Figura 1):

**Ubicación de los ensayos:** Por medio de esta lista desplegable se puede elegir uno de los lugares en donde se realizaron los ensayos de la REC. Los ensayos están identificados por la subregión triguera/cebadera, la provincia, la localidad más cercana y el nombre del sitio experimental. La lista solo incluye lugares con datos de al menos 2 campañas disponibles. Al seleccionar una ubicación se actualizará la tabla de "detalles de los datos seleccionados", en la cual se presenta el responsable de los ensayos del último año, la lista de campañas promediadas y el rendimiento promedio correspondiente a los datos seleccionados.

**Cantidad de campañas promediadas:** Por medio de una lista desplegable se puede elegir la cantidad de campañas a promediar; puede seleccionarse entre 2 y 4

campañas. Las campañas se seleccionan a partir de la última disponible, p.ej. si la última campaña fue 2018/19, el promedio de 3 campañas incluye la campaña 2018/19 y las 2 campañas anteriores que estén disponibles. Los cultivares que se incluyen en la comparación son solo los que estuvieron presentes en todas las campañas promediadas. Dado que todos los años ingresan y salen cultivares de la REC, cuanto más campañas se seleccionen, habrá menos cultivares para comparar y los cultivares ausentes serán los más nuevos. Al cambiar la cantidad de campañas seleccionadas, se actualizará la tabla de “detalles de los datos seleccionados”.

**Nivel de manejo:** Actualmente la REC incluye un solo nivel de manejo, con una aplicación de fungicida.

**Época de siembra:** Actualmente la REC incluye solo una fecha de siembra por campaña. Al seleccionar cada lugar se presenta la fecha de siembra promedio de las campañas analizadas en el control “fecha de siembra” y se actualizará la tabla de “detalles de los datos seleccionados”.

**Grupo de calidad:** Los cultivares se clasificaron en tres Grupos de Calidad definido por el porcentaje de descuento del precio según la Norma V (Norma de Calidad y Comercialización de Cebada, Resolución 27/2013 del SENASA): (1) incluye los cultivares con descuento entre 0% y 1% menor (equivalente a bonificación entre 0% y 1% mayor) al promedio de los cultivares; (2) cultivares con descuento entre 0% y 1% mayor al promedio de los cultivares y (3) cultivares con descuento 1% mayor al promedio de los cultivares. Téngase en cuenta que esta clasificación de calidad se refiere a los cultivares y no al grano cosechado. En una situación ambiental dada, es de esperar que con un cultivar de Grupo 1 se obtenga grano de mayor calidad que con un cultivar de Grupo 3, si bien la calidad de ambos cultivares puede ser mayor o menor según hayan sido la condición ambiental en la cual creció el cultivo. Por medio de un control desplegable se pueden comparar cultivares con distintas combinaciones de Grupos de calidad (sin seleccionar ninguno se incluyen todos los grupos en el análisis).

#### • Presentación de los resultados

La página permite seleccionar, en promedio, 9 combinaciones de datos en más de 15 lugares de evaluación. Los resultados de cada combinación se presentan por medio de una Figura y de una tabla (Figura 2). Para lograr una correcta visualización de los resultados, habrá que recargar la página al rotar la pantalla del dispositivo.

**Figura:** Cada Figura muestra en el eje vertical el rendimiento expresado como diferencia porcentual (DIF) respecto del promedio de todos los cultivares comparados, y en el eje horizontal la estabilidad del rendimiento expresada como coeficiente de variación entre años (CV). Una línea gruesa horizontal y otra vertical muestran el promedio de cada eje. Por lo tanto, los cultivares más recomendables serán los ubicados en el cuadrante superior izquierdo. El color de los puntos identifica el Grupo de calidad. Presionando un punto de la Figura se podrá ver el nombre del cultivar, su grupo de calidad y los valores de los ejes.

**Tabla:** Las columnas de la tabla muestran: (1) el nombre del cultivar; (2) su grupo de calidad; (3) la diferencia de rendimiento porcentual respecto del promedio de cada ensayo (DIF), correspondiente al eje vertical de la Figura y (4) el coeficiente de variación porcentual (CV), correspondiente al eje horizontal de la Figura. La tabla facilita la comparación de cultivares específicos. Ordenando los datos por DIF o CV ayuda a comparar

cultivares por rendimiento o estabilidad; ordenando los datos por Grupo de calidad ayuda a comparar cultivares de un mismo o distinto grupo de calidad. Para ordenar los datos de la tabla, se debe presionar el encabezado de la columna correspondiente.

En la siguiente dirección Web puede verse un video de presentación de la página:

<https://www.youtube.com/watch?v=jHd7KbISlUs>

### Agradecimientos

Agradecemos a cada uno de los integrantes de la REC, por aportar la información generada para su procesamiento.

### Referencias

Abbate P.E., Aguete F.M., Del Vecchio E., y Balzarini M. 2017. Estabilidad del rendimiento interanual en INTA Balcarce, campañas 2013/14 a 2016/17. INTA, versión digital. [https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta\\_ret\\_balcarce\\_2016\\_estabilidad.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_ret_balcarce_2016_estabilidad.pdf)



Figura 1. Captura de pantalla de la sección de selección de datos de la página Web.

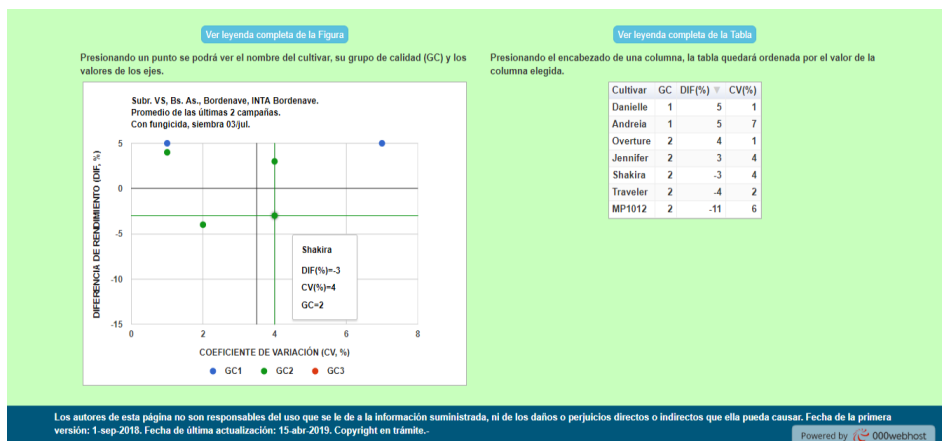


Figura 2. Captura de pantalla de la sección de resultados de la página Web.



## INFORME ONLINE DEL RENDIMIENTO Y LA ESTABILIDAD DE:

# Informe online del rendimiento de las variedades comerciales de trigo pan de Paraguay

Abbate P.E.<sup>1</sup>, Chávez Sanabria P.<sup>2</sup>, Abbate N.F.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina. abbate.pablo@gmail.com

<sup>2</sup>IPTA Capitán Miranda, Ruta Sexta, km 16 (6990), Capitán Miranda, Itapúa, Paraguay.

<sup>3</sup>Estudiante FCE, UBA; CABA, Argentina. abbate.nicolas@gmail.com

## Resumen

El objetivo del presente artículo es presentar una página Web que permite consultar fácilmente los datos de la “Red de evaluación de variedades de trigo pan” conducida por el Programa de Investigación de Trigo en el Paraguay en el marco del Convenio IPTA/CAPECO/INBIO, con el fin de ayudar a decidir qué variedad de trigo sembrar. La página, compara el rendimiento y su estabilidad de variedades de distintas precocidad y grupos de calidad comercializados en Paraguay, en distintos lugares de evaluación, promediando los datos a través de distinta cantidad de años. El resultado de la selección de datos que la página permite realizar, se presentan en gráficos y tablas interactivos. Esta es la primera página Web que permite realizar un análisis interactivo de un cultivo de granos del Paraguay.

## Introducción

Desde hace más de 20 años el Programa de Investigación de Trigo en el Paraguay conducido por el Convenio IPTA/CAPECO/INBIO realiza ensayos de evaluación de variedades de trigo. Los resultados de tales ensayos son publicados regularmente y constituyen la fuente de información más amplia y completa de evaluación de variedades de trigo pan del Paraguay. Sin embargo, su acceso no es fácil para un usuario poco entrenado. El objetivo de la ésta comunicación es presentar una página Web que facilita la consulta de los datos de la Red de evaluación de variedades (cultivares) de trigo del Paraguay, promediando los datos a través de distinta cantidad de años de evaluación, a fin de ayudar en la elección de variedades a sembrar. Esta página fue desarrollada por colaboración de miembros del IPTA (Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria) y del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina).

## Descripción de la página Web

- **Método de comparación de variedades**

La comparación de variedades se realiza por medio del método propuesto por Abbate et al. (2017). El método considera que para un productor es más importante la comparación de variedades entre años dentro de una localidad de referencia, cercana al lugar de producción, que la comparación entre localidades. En conse-

cuencia, el rendimiento de cada variedad se expresó como la diferencia porcentual respecto del rendimiento promedio de todas las variedades comparados (DIF). Por su parte, la estabilidad del rendimiento de cada variedad se cuantificó por medio del coeficiente de variación porcentual (CV) de la DIF a través de los años de evaluación seleccionados. Según este método de análisis, la variedad más ventajoso será aquel que combine una alta DIF con un bajo CV.

- **Acceso a la página Web**

Para acceder a la página Web es necesario contar con conexión a Internet. El acceso a la página es libre y gratuito; no requiere suscripción ni la instalación de ninguna aplicación. La página está disponible en la siguiente dirección Web:

<https://granosdelparaguay.000webhostapp.com/trigo>

Al sitio se puede acceder desde una computadora o un teléfono celular por medio



de los programas navegadores de Web más difundidos.

- **Secciones de la página Web**

La página comienza con un encabezado y una breve descripción de la misma. Por debajo tiene dos secciones principales: (1) sección de selección de datos (Figura 1), y (2) sección de resultados (Figura 2). Los elementos de ambas secciones poseen una descripción a la cual se accede presionando (con el mouse o con el dedo si la pantalla es táctil) la leyenda correspondiente.

- **Selección de datos**

Los controles disponibles para seleccionar los datos son los siguientes (Figura 1):

**Ubicación de los ensayos:** Por medio de esta lista desplegable se puede elegir uno de los lugares en donde se realizaron los ensayos. Los ensayos están identificados por la zona triguera (Norte o Sur), el departamento, y la estación experimental. Al seleccionar una ubicación se actualizará la tabla de “detalles de los datos seleccionados”, en la cual se presenta los responsables de los ensayos del último año, la lista zafras (campañas) y el rendimiento promedio correspondiente a los datos seleccionados.

**Cantidad de zafras:** Por medio de esta lista desplegable se puede elegir la cantidad de zafras a promediar; puede seleccionarse entre 2 y 4 campañas. Las zafras se seleccionan a partir de la última disponible, p.ej. si la última zafra fue 2010, el pro-

medio de 3 zafas incluye las zafas 2010 y las 2 zafas anteriores que estén disponibles. Las variedades que se incluyen en la comparación son solo las que estuvieron presentes en todas las zafas promediadas. Dado que existe un recambio de variedades año tras año, cuanto más zafas se seleccionen, habrá menos variedades para comparar y las variedades ausentes serán las más nuevas. Al cambiar la cantidad de zafas seleccionadas, se actualizará la tabla de "detalles de los datos seleccionados".

**Duración de ciclo de desarrollo:** Las variedades se clasifican en tres ciclos de desarrollo: (1) Precoz, menos de 120 días a madurez; (2) Intermedio, entre 120 y 130 días a madurez; y (3) Tardío, más de 130 días a madurez. Por medio de un control despegable se pueden comparar variedades con distintas combinaciones de ciclos (sin seleccionar ningún ciclo se incluyen todos los ciclos en el análisis). Por medio del control despegable se pueden comparar variedades con distintas combinaciones de ciclos (sin seleccionar ninguno se incluyen todos los ciclos en el análisis).

**Fecha de siembra:** Cada lugar de evaluación tiene definida una fecha óptima de siembra. Al seleccionar un lugar de evaluación de variedades se presenta la fecha de siembra recomendada para la correspondiente zona triguera. Estas fechas de siembra pudieron retrasarse cuando se presentaron condiciones que impidieron la siembra. La fecha de siembra se presentará en una lista desplegable que solo incluye una única fecha de siembra por lugar.

**Nivel de calidad:** Las variedades se clasifican en tres niveles de calidad: (1) Mejorador, corresponde al mayor nivel de calidad; (2) Superior, nivel de calidad intermedio; y (3) Pan, corresponde al menor nivel de calidad. A los fines del análisis presentado en esta página, se definió el Nivel 4 que incluye a las variedades con nivel de calidad aún no definido. Téngase en cuenta que esta clasificación de calidad se refiere a las variedades y no al grano cosechado. Por medio del control despegable se pueden comparar variedades con distintas combinaciones de niveles de calidad (sin seleccionar ninguno se incluyen todos los niveles en el análisis).

#### • Presentación de los resultados

Los resultados de la comparación se presentan por medio de una Figura y de una Tabla (Figura 2). La combinación de opciones de selección de datos que la página permite realizar, produce en promedio 48 gráficos y tablas por lugar de evaluación.

**Figura:** Cada Figura muestra en el eje vertical el rendimiento expresado como diferencia porcentual (DIF) respecto del promedio de todas las variedades comparadas, y en el eje horizontal la estabilidad del rendimiento expresada como coeficiente de variación entre años (CV). Una línea gruesa horizontal y otra vertical muestran el promedio de cada eje. Por lo tanto, las variedades más recomendables serán los ubicados en el cuadrante superior izquierdo. El color de los puntos identifica el nivel de calidad. Presionando un punto de la Figura se podrá ver el nombre de la variedad, los valores de los ejes, su nivel de calidad y su ciclo.

**Tabla:** Las columnas de la Tabla muestran: (1) el nombre de la variedad; (2) su nivel de calidad; (3) su ciclo; (4) la diferencia de rendimiento porcentual respecto del promedio de cada ensayo (DIF), correspondiente al eje vertical de la Figura y (5) el coeficiente de variación porcentual (CV), correspondiente al eje horizontal de la Figura. La Tabla facilita la comparación de variedades específicas. Ordenando los datos por DIF o CV ayuda a comparar variedades por rendimiento o estabilidad; ordenando los datos por nivel de calidad o ciclo ayuda a comparar variedades de un mismo o

distinto nivel de calidad o ciclo. Para ordenar los datos de la Tabla, se debe presionar el encabezado de la columna correspondiente.

Hay una página Web equivalente a la presentada en este artículo, que permite comparar variedades de trigo pan argentino (Abbate y Abbate, 2019):

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

### Agradecimientos

A todos los miembros del Equipo Técnico del IPTA y del Convenio IPTA/CAPECO/INBIO, en especial a su Asesor Principal Dr. M.M. Kohli.

### Referencias

Abbate P.E., Abbate N.F. 2019. Informe online del rendimiento de los cultivares de trigo pan evaluados en la RET-INASE de Argentina. Engormix. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/informe-online-rendimiento-cultivares-t43505.htm>

Abbate P.E., Aguete F.M., Del Vecchio E., y Balzarini M. 2017. Estabilidad del rendimiento interanual en INTA Balcarce, campañas 2013/14 a 2016/17. INTA, versión digital. [https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta\\_ret\\_balcarce\\_2016\\_estabilidad.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_ret_balcarce_2016_estabilidad.pdf)



Figura 1. Captura de pantalla de la sección de selección de datos de la página Web.

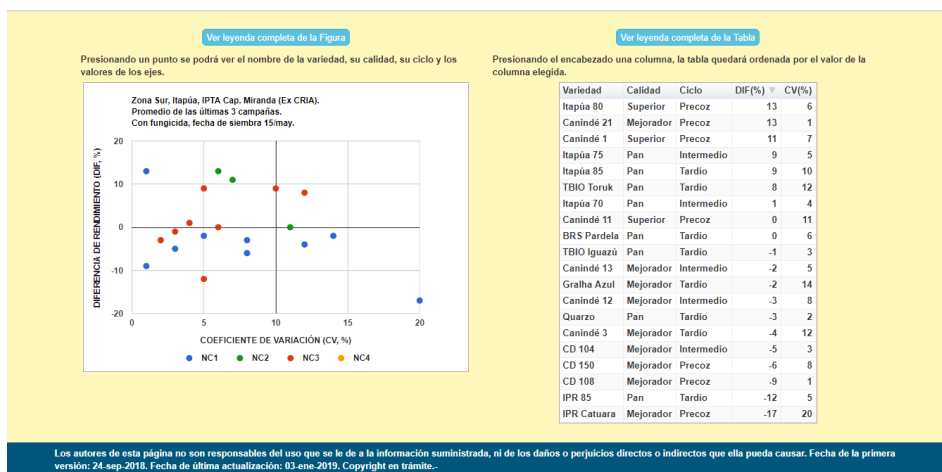


Figura 2. Captura de pantalla de la sección de resultados de la página Web.

## Consulta online del grupo de calidad de los cultivares de trigo pan comercializados en Argentina

Abbate P.E.<sup>1</sup>, Ballesteros A.H.M.<sup>2</sup>, Abbate N.F.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina. [abbate.pablo@gmail.com](mailto:abbate.pablo@gmail.com)

<sup>2</sup>DRV, INASE, CABA, Argentina; [aballesteros@inase.gov.ar](mailto:aballesteros@inase.gov.ar)

<sup>3</sup>Estudiante FCE, UBA; CABA, Argentina. [abbate.nicolas@gmail.com](mailto:abbate.nicolas@gmail.com)

El objetivo de este informe nota es presentar una página Web (Figura 1) que permite consultar fácilmente los Grupo de Calidad y el Ciclo de los cultivares de trigo pan comercializados en Argentina. La página está disponible en la dirección Web:

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



Para acceder a la misma solo es necesario contar con conexión a Internet. El acceso es libre y gratuito; no requiere suscripción, ni la instalación de ninguna aplicación, ni el uso de cookies. Se puede acceder desde cualquier dispositivo (computadora, teléfono celular, tablet, etc.) que permita el uso de programas navegadores de Web. La página permite (1) ver la lista de todos los cultivares disponibles ordenada por el nombre del cultivar, el Grupo de Calidad, el ciclo, criadero o empresa distribuidora, (2) filtrar la lista por Grupo de Calidad y/o ciclo, o (3) buscar un cultivar en particular.

El Grupo de Calidad es una categorización de los cultivares inscriptos en Argentina que realiza el Comité de Cereales de Invierno de la Comisión Nacional de Semillas (CONASE), dependiente del Instituto Nacional de Semilla (INASE). El Grupo 1 incluye a los cultivares de mayor calidad panadera, cultivares correctores, aptos para panificación industrial. El Grupo 2 incluye cultivares con características adecuadas para panificación tradicional (más de 8 h de fermentación). El Grupo 3 incluye cultivares con características adecuadas para panificación directa (menos de 8 horas de fermentación). La clasificación por Grupos de Calidad se basa en ocho variables: el peso hectolítrico del grano, el rendimiento porcentual de harina, el porcentaje de

cenizas de la harina, la concentración de proteína del grano, la concentración de gluten de la masa, el W alveográfico de la masa, la estabilidad farinográfica de la masa y el volumen de pan. Téngase en cuenta que esta clasificación de calidad se refiere a los cultivares y no al grano cosechado.

Los datos originales que se presentan en la página pueden consultarse en:

[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/grupos\\_de\\_calidad\\_2019\\_l.xls](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/grupos_de_calidad_2019_l.xls)

**CONSULTA ONLINE DEL GRUPO DE CALIDAD DE LOS CULTIVARES DE TRIGO PAN COMERCIALIZADOS EN ARGENTINA**

ABBATE P.E. (INTA Balcarce; [abbate.pablo@gmail.com](mailto:abbate.pablo@gmail.com))  
 ABBATE N.F. (estudiante FCE, UBA; [nicolas.abbate@gmail.com](mailto:nicolas.abbate@gmail.com))

CATEGORIZACIÓN REALIZADA POR EL COMITÉ DE CEREALES DE INVIERNO DE LA COMISIÓN NACIONAL DE SEMILLAS DEL INASE  
 Mayo 2019

En esta página se lista el Grupo de Calidad de los cultivares de trigo pan comercializados en Argentina. El Grupo de Calidad es una categorización de los cultivares inscriptos en Argentina que realiza el Comité de Cereales de Invierno de la Comisión Nacional de Semillas (CONASE) del Instituto Nacional de Semilla (INASE). El Grupo 1 incluye a los cultivares de mayor calidad panadera y el Grupo 3 a los de menor:

- Grupo 1: cultivares correctores, aptos para panificación industrial.
- Grupo 2: cultivares con características adecuadas para panificación tradicional (más de 8 horas de fermentación).
- Grupo 3: cultivares con características adecuadas para panificación directa (menos de 8 horas de fermentación).

La clasificación por Grupos de calidad se basa en ocho variables: el peso hectolítrico del grano, el rendimiento porcentual de harina, el porcentaje de cenizas de la harina, la concentración de proteína del grano, la concentración de gluten de la masa, el W alveográfico de la masa, la estabilidad farinográfica de la masa y el volumen de pan. Téngase en cuenta que esta clasificación de calidad se refiere a los cultivares y no al grano cosechado. En una situación ambiental dada, es de esperar que con un cultivar de Grupo 1 se obtenga grano de mayor calidad panadera que con un cultivar de Grupo 3, pero la calidad de ambos cultivares puede ser mayor o menor según hayan sido la condición ambiental en la cual creció el cultivo. Los datos originales pueden consultarse en la página de la RET-INASE o contactando al correspondiente criadero/distribuidor.

Buscar un cultivar :

Grupos de calidad:

Ciclo (L: largo, I: intermedio, C: corto):

Cultivar	Grupo	Ciclo	1° año RET	Titular	Empresa comercializadora
365	1	L	2018	ACA	ACA
55 CL 2	2	C	2008	SYNGENTA	BUCK SEMILLAS S.A.
603	2	I	2019	ACA	ACA
914	3	C	2018	ACA	GYT
915	2	C	2018	ACA	ACA
916	2	C	2019	ACA	ACA
920	1	C	2018	ACA	ACA
ACA 303 PLUS	2	L	2015	ACA	ACA
ACA 315	1	L	2006	ACA	ACA
ACA 356	1	L	2012	ACA	ACA
ACA 360	1	L	2013	ACA	ACA

Powered by 000webhost

Figura 1. Captura de pantalla de la sección de selección de datos de la página Web.

## Cultivos ancestrales: origen, difusión y usos<sup>a</sup>

Claudia Monika Haros  
 Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos IATA-CSIC  
 Valencia, España. E-mail. cmharos@iata.csic.es

Hoy en día, existe un creciente interés por parte de los consumidores por el consumo de alimentos elaborados con granos ancestrales, principales componentes de la dieta de nuestros antepasados. El redescubrimiento y revalorización de muchos de ellos, con potencial agronómico frente al cambio climático, alto valor nutricional con claros beneficios para la salud y potencial tecnológico, ha llamado la atención de agricultores, tecnólogos, nutricionistas y científicos de todo el mundo. Los granos ancestrales proceden de cultivares milenarios, y ahora han irrumpido en el mercado internacional como integrantes de una dieta nutritiva y saludable, para toda la población o para colectivos con requerimientos dietéticos especiales. Algunos de estos cultivos se refieren a los trigos ancestrales como la escaña, el farro, la espelta y khorasan; otros cereales ancestrales como el teff; los pseudocereales como el amaranto, la quinoa y el trigo sarraceno; u oleaginosas de las que destaca la chía, entre otros tantos cultivos.



<sup>a</sup> - Trabajo presentado en el 27º Congreso de AAPRESID 30:10 000 Conciencia suelo, Rosario, 7 al 9-ago-2019.

## Trigos ancestrales

El trigo se cultivó por primera vez hace más de 10 000 años formando parte de la “Revolución Neolítica”, durante la transición de la caza y recolección de alimentos a la agricultura asentada en el área de la Media Luna Fértil (Hlisenkovský et al., 2019). Las primeras formas cultivadas fueron einkorn (*Triticum monococcum*, conocida como “escaña” o “farro piccolo”) y emmer (*Triticum dicoccum*, conocida como “farro medio” o “farro”), que son especies diploides (genoma AA) y tetraploides (genomas AABB), respectivamente (Shewry, 2018). Ambas especies probablemente se originaron en la parte sudeste de Turquía (Dubcovsky y Dvorak, 2007), y emmer derivó de la hibridación espontánea del antepasado de einkorn con una especie silvestre. Así, ambas especies surgieron de la domesticación de poblaciones naturales y trigos silvestres que aún crecen en el Medio Oriente. Los trigos duros modernos se han desarrollado a partir del mismo ancestro salvaje que emmer, y tanto emmer como durum (*Triticum durum*) ahora se consideran formas de la misma especie (*Triticum turgidum*). Tres especies más de trigos sin cascarilla, provenientes de emmer, emergieron como cultivos menores en Europa, Oriente Medio y Asia: Kamut® (*Triticum turanicum*, llamado “khorasan”), Polaco (*Triticum polonicum*) y Persa (*Triticum carthlicum*), de los que el más conocido y explotado es el Kamut® (Collar, 2006). En contraste con einkorn y emmer, el trigo pan (*Triticum aestivum*) solo ha existido como cultivo hace unos 9 000 años por la hibridación de emmer cultivada con *Triticum tauschii*. Por lo tanto, es una especie hexaploide con tres genomas (AABBDD) (Shewry, 2018).

La domesticación de cultivos está asociada con la selección de una variedad de rasgos genéticos, que se denominan “síndrome de domesticación”. En el trigo, estos rasgos incluyen un cambio de las formas descascaradas, en las cuales las glumas de la flor se adhieren fuertemente al grano y no se eliminan mediante la trilla (grano vestido), a formas de trilla libre en las que el grano desnudo se libera al trillar. En consecuencia, mientras que la mayoría de las formas de einkorn y emmer son de grano vestido, el trigo pan es de trilla libre/grano desnudo (Shewry, 2018). Sin embargo, las formas de grano vestido tras la trilla de trigo harinero existe y se denomina “espelta”. El trigo pan y la espelta se consideran formas de la misma especie *Triticum aestivum* (Dubcovsky y Dvorak, 2007). La espelta (*T. aestivum* ssp *spelta*, también conocido como “escanda” o “farro grande”) se entrecruza fácilmente con el trigo pan, lo que ha dado lugar a muchos tipos modernos de espelta que contienen material genético del trigo harinero, que se ha incorporado para mejorar su rendimiento (Shewry, 2018).

Las tres especies ancestrales de trigo (einkorn, emmer y spelta) también se caracterizan por una buena resistencia a enfermedades (Konvalina et al. 2010) y son más rústicos, lo que las hace relativamente amigables con el medio ambiente. Por otro lado, la fertilización e intensificación de estas especies de trigo podría ser un problema, ya que son especies de tallo alto, lo que sería una desventaja en comparación a los cultivos de trigo pan modernos (Hlisenkovský et al., 2019). Las diferencias de rendimiento promedio entre cultivares de tallo largo y corto pueden superar el 100% (Hejcman y Kunzova, 2010). El trigo pan también proporciona rendimientos de grano más altos en comparación con las especies ancestrales, pero estas últimas, debido a su composición proteica ofrece excelentes propiedades de cocción en la fabricación de productos fermentados (Hlisenkovský et al., 2019).

Si bien el rendimiento de los trigos modernos es mayor que el de las especies antiguas, estas últimas presentan menores requerimientos de nutrientes (incluido el



nitrógeno) por lo cual son una opción válida para rotaciones con leguminosas en áreas con limitaciones hídricas y en sistemas orgánicos o agroecológicos (Mefleh et al., 2019). No obstante, a pesar del menor rendimiento de grano de las variedades ancestrales en comparación con los cultivares modernos, las razones por las cuales existe un renovado interés por el consumidor y el mercado por estas variedades incluyen su supuesta mayor sostenibilidad y mejores perfiles nutricionales, por lo que su producción se debe basar en una mayor calidad de sus productos finales (productos artesanales e innovadores), a fin de compensar el menor rendimiento través un mayor precio (Mefleh et al., 2019).

Los panes artesanales hechos con tecnologías tradicionales parecen ser la mejor opción para estos trigos. La harina de einkorn muestra un nivel más bajo de fibra dietética, pero tiene concentraciones más altas de antioxidantes seleccionados, proteínas (15–18%), lípidos y oligoelementos, y en general tiene excelentes propiedades en comparación con el trigo pan. La harina de emmer se caracteriza por una alta concentración de proteínas y minerales. La concentración de proteínas puede alcanzar 18-23%. Este trigo también se caracteriza por altas concentraciones de fibra y antioxidantes, principalmente tocotrienoles y tocoferoles, alta digestibilidad de proteínas y bajo índice glucémico (Hlisnikovský et al., 2019). Hoy en día, emmer se utiliza en la elaboración de pan, pastas, galletas y pasteles (mezcladas con trigo duro o trigo común, harina de avena, etc.) como cereales integrales para ensaladas y sopas, e incluso para la producción de cerveza (Mefleh et al., 2019).

El trigo espelta se caracteriza por una mayor concentración de proteínas y lípidos que el trigo común, y es adecuado para obtener pasta de buena calidad. Su concentración de proteínas alcanza entre 16 y 17% y posee un mayor contenido de fibra soluble.

Sin embargo, en cuanto a su funcionabilidad biológica, dado el número limitado de pruebas en humanos, no es posible concluir de forma definitiva que las variedades de trigos ancestrales son superiores a todas las contrapartes modernas en la reducción de enfermedades crónicas (Dinu et al., 2018). Aunque la mayoría de los estudios publicados en este sentido han hecho esfuerzos para asegurar la “comparabilidad” del material en términos de condiciones de crecimiento y procesamiento, es esencial que estos estén estandarizados en estudios futuros y esto quizás debería ser una condición para la posterior difusión de resultados (Shewry y Hey, 2015; Shewry, 2018).

La demanda de este tipo de productos es alta como consecuencia de la mayor conciencia de los consumidores sobre productos agrícolas tradicionales y sostenibles. De hecho, se espera que la demanda de productos de trigos ancestrales garantice precios favorables para estos cultivos y, por lo tanto, los ingresos de los agricultores, además de proteger la gran diversidad genética de estas poblaciones (Mefleh et al., 2019).

## Teff

En los últimos años, el teff (*Eragrostis tef*) ha ganado protagonismo en el mercado global de alimentos saludables, pero su consumo data hace miles de años. Etiopía y Eritrea son el centro del origen y de su diversificación, y se cree que su domesticación se haya producido entre 4 000 y 1 000 a.C. (Cheng et al., 2017). El grano también se ha cultivado ampliamente, no solo en África, también en India, Australia y Estados Unidos donde ha servido principalmente como cultivo forrajero en estos dos últimos. El teff es un cereal ancestral perteneciente a la Familia *Poaceae*, es un

tetraploide originado de dos progenitores diploides. En la actualidad, los progenitores diploides exactos del teff son aún desconocidos, aunque la mayoría de los estudios sobre caracteres morfológicos, anatómicos, citológicos y bioquímicos sugieren que el teff está estrechamente relacionado con *Eragrostis pilosa*, un alotetraploide silvestre, y la única especie conocida por ser compatible con las variedades de teff modernas (Cheng et al., 2017).

Es una planta herbácea clasificada entre tropical y de zonas templadas. La producción máxima tiene lugar a altitudes de 1800 a 2100 m, creciendo en temporada de lluvias fuertes de 450–550 mm, y temperaturas entre 10 y 27 °C (Collar, 2006). Se han llevado a cabo muchas investigaciones que indican que Teff está adaptado a entornos que van desde condiciones de estrés por sequía hasta condiciones de inundación del suelo, lo que lo convierte en un alimento básico confiable dentro y más allá de su centro de origen actual.

El grano de teff es muy pequeño, con dimensiones entre 1.0 y 1.7 mm de largo y entre 0.6 y 1.0 mm de diámetro. La cosecha del teff para grano merece algunas consideraciones especiales precisamente por su tamaño minúsculo. Las cosechadoras no deben tener orificios que permitan la pérdida de los granos, y se debe prevenir que las partículas de tierra alcancen la tolva ya que posteriormente será imposible separarlas del grano de teff (Collar, 2006).

El rendimiento máximo de grano es de 3.3 t/ha que se obtuvo bajo riego sin estrés hídrico. Esta cantidad es tres veces el rendimiento que los agricultores actualmente cosechan en secano. Esto indica que el cultivo es muy sensible al estrés hídrico, incluso cuando solo está sujeto a un déficit del 25%, su rendimiento puede disminuir en aproximadamente 1 t/ha (Yihun et al., 2013). Este cereal germina rápidamente y compite fuertemente con las malas hierbas.

Hoy en día, el teff es ampliamente utilizado como ingrediente alimentario debido a su carencia de gluten, su contenido en minerales, lípidos y sus altos niveles de proteína. Además, el teff es una fuente adecuada de los nueve aminoácidos esenciales, incluida la lisina, que a menudo se encuentra en déficit en la mayoría de los cereales (Cheng, 2017).

El teff que se cultiva en Etiopía comprende selecciones naturales y variedades desarrolladas adaptadas a regiones geográficas. El mayor número de variedades de teff se encuentran en el Centro de Recursos Genéticos de Plantas de Etiopía (PGRC/E) (Collar, 2006).

Si bien la masa de teff no leuda, hoy en día es considerado una alternativa de cereal saludable en Occidente y es buscado por los aficionados a la salud y aquellos con enfermedad celíaca o sensibilidad al gluten (Yihun et al., 2013).

## Pseudocereales

Los pseudocereales han ganado atención mundial debido a las notables propiedades nutricionales de sus granos. Los tres grupos principales de pseudocereales distribuidos en todo el mundo son el amaranto, la quinoa y el trigo sarraceno (alforfón) (Reguera y Haros, 2017). El amaranto y la quinua se utilizaron ampliamente en Mesoamérica durante el período prehispánico y formaron parte de la dieta de los aztecas, mayas, incas y otras civilizaciones precolombinas. Sin embargo, después de la conquista española, se desalentó su cultivo debido a su asociación con las culturas y religiones de estas civilizaciones (De la Cruz Torres et al., 2008). Por

otro lado, el trigo sarraceno es originario de las estepas de Asia Central y Siberia (Di Fabio y Parraga, 2017).

La calidad nutricional de los pseudocereales es superior a la de los granos de cereales, debido a que su proteína se caracteriza por una composición equilibrada de aminoácidos esenciales, minerales (como calcio, magnesio, hierro, potasio y zinc) y alta proporción de lípidos, gran aporte de fibra dietética, vitaminas y compuestos bioactivos (Reguera y Haros, 2017). Estos granos se pueden incluir para desarrollar nuevos alimentos funcionales, una de las tendencias más atractivas para la industria alimentaria moderna (Sanz-Penella y Haros, 2017). Además, su versatilidad le permite ser aplicada en un amplio espectro de alimentos similares al de los cereales, tales como productos de panadería especiales, galletas, tartas, biscochos, panqueques, snacks, cereales para el desayuno, alimentos infantiles, pastas, bebidas, leche fermentada, entre otros. Debido a que no poseen gluten, los pseudocereales son particularmente adecuados para su incorporación en la dieta de pacientes con enfermedad celíaca y otras alergias. Además, no tienen requerimientos agronómicos especiales y pueden ser cultivados por métodos simples, es fuente potencial de nutrición para la lucha contra el hambre en el mundo (Di Fabio y Parraga, 2017).

**Amaranto.** Las especies de amaranto son plantas herbáceas anuales domesticadas en tiempos prehistóricos en las tierras altas tropicales y subtropicales de América. El género *Amaranthus* L. contiene más de 60 especies, de las cuales las más utilizadas en alimentación humana son *A. caudatus* L., *A. cruentus* L. y *A. hypochondriacus* L. Actualmente, se cultivan como alimento en grano en las regiones tropicales de África, América Central y del Sur y el sudeste de Asia (especialmente en la India), así como en las regiones cálidas de Norteamérica, Europa y Australia. Los países productores son Estados Unidos, México, Guatemala, Ecuador, Perú, Bolivia y, en menor medida, Argentina. En la década de 1980, estas especies han sido redescubiertas como un cultivo alimenticio prometedor para la seguridad alimentaria debido a su resistencia y tolerancia a los factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (temperatura y sequía), y también debido al alto valor nutricional de sus granos (Di Fabio y Parraga, 2017).

**Quinoa.** La quinoa pertenece a la familia *Amaranthaceae* y es un pariente cercano del amaranto. La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) se domesticó por primera vez en la región Andina hace más de 7 000 años. Luego de la conquista española, la quinoa fue abandonada y su potencial fue redescubierto durante la segunda mitad del siglo XX (Bazile et al., 2016). La región andina, un área habitada originalmente por las civilizaciones Inca y Tiwanaku, se considera el centro de su origen. Es un cultivo anual tradicionalmente producido en las áreas de los valles interandinos, mesetas altas, y el altiplano andino principalmente de Perú y Bolivia, y del norte de Argentina y Chile (Di Fabio y Parraga, 2017). Dada su versatilidad agronómica, la quinoa podría producirse en regiones donde la población no tiene acceso a otras fuentes de proteínas. La planta se adapta bien a diferentes suelos agroecológicos y zonas climáticas. Es un cultivo eficiente en agua, sobrevive en condiciones de baja humedad del suelo. Hoy en día, la quinoa se cultiva no solo en las áreas de producción tradicionales mencionadas anteriormente, sino también en los Estados Unidos, Canadá, Europa (España, Italia, Francia, Inglaterra, Suecia, Dinamarca, los Países Bajos), algunas regiones de África y Asia como Marruecos e India, respectivamente.

**Trigo sarraceno.** Originaria de las estepas de Asia Central y Siberia, esta especie se extendió a Occidente a lo largo de las rutas comerciales. Los primeros registros se

remontan a China, en los siglos IX y X. Más tarde, el trigo sarraceno se introdujo en Turquía, Polonia a través de Rusia, y posteriormente se llevó a Francia, Italia, Suiza y Austria. La expansión de la cosecha se originó a partir de los siglos XVII y XVIII, llegando a Gran Bretaña, los Estados Unidos de América y Canadá. El alforfón es un cultivo de temporada corta, los frutos maduros se cosechan luego de tres meses. Tiene una notable capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelos, incluidos los suelos pobres de baja fertilidad. Prospera en climas frescos y húmedos, y no es tolerante a las heladas. Durante la floración y la formación de semillas, el desarrollo de la planta se ve afectado por condiciones desfavorables tales como clima seco y altas temperaturas. Su producción mundial alcanza alrededor de 3 000 000 de toneladas con fluctuaciones anuales. Los países productores son los mayores consumidores, China produce aproximadamente el 50% de la producción total mundial, seguido de Rusia, Ucrania, Polonia, entre otros (Di Fabio y Parraga, 2017).

## Chía

La semilla de chía (*Salvia hispanica* L.), de la familia Lamiaceae, tiene una extensa historia como alimento básico en las culturas mesoamericanas. Su cultivo, por parte de los antiguos pueblos asentados en lo que actualmente es el territorio de México y Guatemala, se remonta al año 2600 a.C. En la época prehispánica, la semilla de chía se utilizaba con fines alimenticios, pero también medicinales, artísticos y religiosos. Durante la época de la conquista, en el siglo XVI, este cultivo se vio interrumpido ya que, al ser ofrendado a los dioses, se prohibió por considerarlo sacrílego, y estuvo a punto de extinguirse. En la actualidad, y después de numerosos estudios que han revelado sus notables propiedades nutricionales, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, 2009) emitió dictamen sobre su inocuidad como ingrediente alimentario. Por consiguiente, ese mismo año se autorizó su comercialización en el mercado comunitario para ser utilizada como ingrediente en productos de panadería con un contenido máximo del 5% (DOUE, 2009). Más tarde, su uso se extendió hasta el 10% en productos de panadería, en cereales para el desayuno, mezclas de frutas, frutos secos y semillas, y como semillas preenvasadas (DOUE, 2013). Posteriormente, se permitió la inclusión de su aceite hasta un 10 por ciento en la fase grasa de alimentos y su comercialización como suplemento alimentario (DOUE, 2014), y desde el año 2015 se la puede incluir en batidos y zumos de fruta. En contraste con el resto del mundo, la chía posee aún restricciones en la Unión Europea por ser considerada un “novel food”.

La chía es una planta anual que se encuentra naturalmente en áreas de bosques de encino o pino-encino y se distribuye en ambientes semi-cálidos y templados del Eje Neovolcánico Transversal de las Sierras Madre Occidental y del sur de Chiapas, entre 1 400 y 2 200 m donde se ubica el centro de diversidad genética y fenotípica de chía silvestre y domesticada (Hernández y Miranda, 2008). Históricamente, esta especie se ha cultivado en ambientes tropicales como subtropicales, en regiones libres de heladas y con heladas, específicamente en las áreas montañosas de la vertiente del océano pacífico (Xingú López et al., 2017). Es una planta de día corto, por lo cual reduce los días a floración con bajo fotoperíodo; además, el período de crecimiento se ve afectado por la latitud en la que se desarrolle, por lo cual el ciclo de cultivo varía de 90 a 150 días (Xingú López et al., 2017). El pH adecuado para el cultivo es de 6.5 a 7.5, el sitio de cultivo afecta la composición de las semillas debido a los factores ambientales, como temperatura, luz, suelo y nutrientes disponibles (Xingú López et al., 2017). El método de siembra y la densidad influyen en el crecimiento

y rendimiento de chía. Cuanto mayor sea la densidad habrá más biomasa y por lo tanto el rendimiento de semilla aumenta, la densidad más apropiada es 40 000 plantas/ha (Yeboah et al., 2014).

La semilla de chía posee entre el 25 y el 38 por ciento de aceite, el cual contiene un alto contenido de ácidos grasos omega-3 (principalmente, 50-67% de ácido linolénico), por lo que es una de las principales fuentes vegetales. El consumo de alimentos con alto contenido de omega-3 reduce el colesterol en sangre, y por tanto disminuye el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. La chía también contiene una alta proporción de compuestos antioxidantes (flavonoides, tocoferol y beta-caroteno, entre otros) y es una fuente de minerales tales como el calcio, fósforo, hierro y magnesio. Sus proteínas son de alto valor biológico, y también es rica en vitaminas. Otro aspecto importante es su alto contenido en fibra (18-30%), su consumo conlleva importantes beneficios como la regulación del tránsito intestinal, disminución del índice glucémico, y su correspondiente respuesta insulínica, entre otros. Su fibra contiene mucílagos, los cuales absorben grandes cantidades de agua con importantes implicaciones tecnológicas en los alimentos que la contienen.



En 2016 finalizó el Proyecto Multilateral i-Link0923 «*Estudio físico-químico, nutricional y tecnológico de la contribución de subproductos de chía (Salvia hispanica L.) como nuevos ingredientes alimentarios en Europa*» ([www.chialink.es/](http://www.chialink.es/)). En él participaron grupos de investigación y empresas de Argentina, Chile, México y España. Los objetivos de este proyecto se centralizaban en el desarrollo de nuevos productos de panadería, con una elevada calidad nutricional y funcional debido al alto contenido de fibra dietética, minerales biodisponibles, proteínas de alto valor biológico, bajo índice glucémico, con alto poder protector frente al estrés oxidativo, y vehículo de compuestos bioactivos. Las actividades del proyecto permitieron la creación de la Red Internacional Chia-Link y la celebración anual de sus Conferencias Internacionales. Actualmente la red se ha extendido a cultivos iberoamericanos en el marco del Proyecto CYTED 119RT0567 “*Desarrollo de ingredientes alimentarios a partir*

de cultivos ancestrales iberoamericanos" con la creación de la Red la ValSe-Food (Iberoamerican Valuable Seeds o Valiosas Semillas Iberoamericanas), con la participación de más de 200 investigadores de Iberoamérica de Universidades, Centros de Investigación, Asociaciones y Empresas de 12 países, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, España, Guatemala, México, Paraguay, Perú, Portugal ([www.cyted.org/es/valse\\_food](http://www.cyted.org/es/valse_food)). Las actividades e investigaciones de la Red se extienden desde estudios agronómicos, calidad e inocuidad de las semillas, procesamiento de los granos, evaluación de propiedades nutricionales y saludables de ingredientes, y la viabilidad de incorporación en reemplazo de ingredientes críticos en alimentos, fomentando la colaboración entre los expertos de diferentes áreas que componen la Red y transferencia al sector productivo. Las reuniones científico-técnicas, que organiza y celebra la Red Chia-Link/Red la ValSe-Food están abiertas a todos los profesionales interesados en los cultivos iberoamericanos.

### Agradecimientos

La autora desea agradecer la concesión de la financiación para realizar sus actividades de investigación en el marco de los Proyectos QuiSalhis-Food (AGL2016-75687-C2-1-R) del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MICINN), la ValSe-Food CYTED-119RT0567 y LINCE (PROMETEO/2017/189) de la Generalitat Valenciana, España. La autora también desea expresar su agradecimiento al Dr. Pablo Abbate del INTA de Balcarce, Prov. de Buenos Aires, Argentina, por sus valiosos comentarios y sugerencias constructivas sobre esta publicación.

### Referencias

- Bazile, G.; Jacobsen, S.E.; Verniau, A. (2016). The Global Expansion of Quinoa: Trends and Limits. *Frontiers in Plant Science*, 7, 622.
- Cheng, A.; Mayes, S.; Dalle, G.; Demissew, S.; Massawe, F. (2017). Diversifying crops for food and nutrition security – a case of teff. *Biological Reviews*, 92, 188–198.
- Collar, C. (2006). Cereales Antiguos. En: De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en iberoamérica, Eds León, A. y Molina, C. pp. 195-242, Córdoba, Argentina.
- Di Fabio, A.; Parraga, G. (2017). Origin, Production and Utilization of Pseudocereals. En: *Pseudocereals: Chemistry and Technology*, Eds. Haros, C.M. y Schönlechner, R. Chapter 1, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester – West Sussex, England, pp.1-27.
- Dinu, M.; Whittaker, A.; Pagliai, S.; Sofi, F. (2018). Ancient wheat species and human health: biochemical and clinical implications. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 52, 1-9.
- DOUE, Diario Oficial de la Unión Europea, L 294/14, 11 de noviembre de 2009.
- DOUE, Diario Oficial de la Unión Europea, L 21/34, 24 de enero de 2013.
- DOUE, Diario Oficial de la Unión Europea, L 353/15, 10 de diciembre de 2014.
- Dubcovsky, J.; Dvorak, J. (2007). Genome plasticity a key factor in the success of polyploidy wheat under domestication. *Science* 316, 1862-1866.
- EFSA, European Food Safety Authority, *The EFSA Journal* 996 (2009), pp. 1-26.
- Haros, C.M.; Sanz-Penella, J.M. (2017). Food uses of whole pseudocereals. En: *Pseudocereals: Chemistry and Technology*, Eds. Haros, C.M. y Schönlechner, R. Chapter 8, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester – West Sussex, England, pp. 163-192.
- Hejman, M.; Kunzova, E. (2010). Sustainability of winter wheat production on sandy-loamy Cambisol in the Czech Republic: results from a long-term fertilizer and crop rotation experiment. *Field Crops Research* 115, 191–199.
- Hernández, J.A.; Miranda, S. (2008). Caracterización morfológica de chíá (*Salvia hispanica*). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(2), 105-113.
- Hlisenkovský, L.; Hejman, M.; Kunzová, E.; Menšík, L. (2019). The effect of soil-climate conditions on yielding parameters, chemical composition and baking quality of ancient wheat species *Triticum monococcum* L., *Triticum dicoccum* Schrank and *Triticum spelt* L. in comparison

- with modern *Triticum aestivum* L. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 65(2): 152-163.
- Mefleh, M.; Conte, P.; Fadda, C.; Giunta, F.; Piga, A.; Hassoun, G.; Motzo, R. (2019). From ancient to old and modern durum wheat varieties: interaction among cultivar traits, management, and technological quality, *Journal of the Science of Food Agriculture*, 99, 2059–2067.
- Reguera, M.; Haros, C.M. (2017). Structure and composition of kernels. En: *Pseudocereals: Chemistry and Technology*, Eds. Haros, C.M. y Schönlechner, R. Chapter 2, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester – West Sussex, England, pp. 28-48.
- Sosa, A. (2016). *Journal of Crop Research and Fertilizers*.
- Shewry, P.R. (2018). Do ancient types of wheat have health benefits compared with modern bread wheat? *Journal of Cereal Science*, 79, 469-476.
- Shewry, P.R.; Hey, S. (2015). Do “ancient” wheat species differ from modern bread wheat in their contents of bioactive components? *Journal of Cereal Science*, 65, 236-243.
- Xingú López, A.; González Huerta, A.; de la Cruz Torrez, E.; Sangerman-Jarquín, D.M.; Orozco de Rosas, G.; Arriaga, M.R. (2017). Chía (*Salvia hispanica* L.) situación actual y tendencias futuras -Chia (*Salvia hispanica* L.) current situation and future trends. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7), 1619-1631.
- Yihun, Y.M.; Haile, A.M.; Schultz, B.; Erkossa, T. (2013) Crop Water Productivity of Irrigated Teff in a Water Stressed Region. *Water Resources Management* 27, 3115–3125.
- Yeboah, S.; Owusu, D.E.; Lamptey, J.N.L.; Mochiah, M.B.; Lamptey, S.; Oteng, D.P.; Adama, I.; Appiah, K.Z.; Agyeman, K. (2014). Influence of planting methods and density on performance of chia (*Salvia hispanica* L.) and its suitability as an oilseed plant. *Agricultural Science*, 2(4), 14-26.

## Edición digital del “Simposio del Trigo, 1969”

Abbate P.E. \*

\*INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina. [abbate.pablo@gmail.com](mailto:abbate.pablo@gmail.com)

Con motivo de cumplirse cincuenta años de trabajos ininterrumpidos de actividad científica en nuestro país de Enrique Klein “la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, estimó que el mejor homenaje que se podía tributar a un luchador infatigable, debía ser una reunión científica en la cual participaran todos aquellos que siguen su camino en la investigación y búsqueda de nuevas variedades [vegetales] y razas de ganado, en la certeza de lograr una sostenida expansión de la producción agropecuaria.”. La reunión se realizó del 5 a 8 de mayo de 1969, titulándose “Simposio del trigo en homenaje al Ing. Agr. y Dr. Honoris Causa Enrique Klein”. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Buenos Aires, República Argentina. 1969.

A principio de los años 1970 el trigo era el cultivo más difundido y tecnológicamente más avanzado de la Argentina, ocupando el 40% del área sembrada. En este libro, los protagonistas relatan en primera persona, una parte importante de la historia del cultivo del trigo en Argentina, presentando el avance tecnológico alcanzado en esos años. La edición digital de dominio público, fue preparada con la autorización de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, para facilitar el acceso a esta obra a cualquier persona interesada en la historia del trigo.

El libro PDF puede descargarse desde:

[https://www.researchgate.net/publication/336347040\\_Simposio\\_del\\_trigo\\_1969\\_5\\_a\\_8\\_de\\_mayo\\_de\\_1969\\_en\\_homenaje\\_al\\_Ing\\_Agr\\_y\\_Dr\\_Honoris\\_Causa\\_Enrique\\_Klein](https://www.researchgate.net/publication/336347040_Simposio_del_trigo_1969_5_a_8_de_mayo_de_1969_en_homenaje_al_Ing_Agr_y_Dr_Honoris_Causa_Enrique_Klein)





## Norman Borlaug en las publicaciones del INTA<sup>a</sup>

Bonomo A.J.<sup>1</sup> y Abbate P.E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gerencia Informática y Gestión de la Información, INTA, CABA, Argentina. bonomo.adriana@inta.gov.ar

<sup>2</sup>INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires, Argentina. abbate.pablo@gmail.com

Con motivo de cumplirse 10 años del fallecimiento de Norman Borlaug, Ing. Agrónomo, Padre de la “Revolución Verde” y Premio Nobel de la Paz 1970, desde INTA queremos homenajearlo compartiendo una serie de artículos sobre él.

Norman Borlaug mantuvo un fluido contacto con Argentina a partir de 1962. Ese año el INTA establece un convenio por el cual Norman Borlaug participa en la reorganización del Programa de Mejoramiento de Trigo llegando a convertirse en el primer programa de mejoramiento genético de INTA a nivel nacional. Este programa incluyó todos los factores que limitaban la producción triguera, por lo cual se inició una red de ensayos de fertilización y manejo del cultivo de trigo.

Durante varios años fueron constantes sus prolongadas estadías en varias EEs donde trabajara a campo codo a codo con los investigadores y genetistas nacionales - Marcos Juárez, Paraná Bordenave, Pergamino, y Balcarce. A su orientación mucho debe el país tanto en lo que se refiere al desarrollo de variedades de caña corta y fuerte resistencia a las enfermedades como a su notable reacción a los fertilizantes nitrogenados, lo que se tradujo en el cubrimiento de gran parte de la superficie triguera cultivada con semillas híbridas producto de tal concepción y a su constante recomendación de rotaciones del cultivo con maíz y soja, todo lo cual produjo la obtención de notables rendimientos nunca antes alcanzados.

Biografía (Extraído de la nota necrológica del Ing. Agr. Ángel Marzocca publicada en Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria 63: CVI-CVII. 2009): Norman E. Borlaug, falleció el 12 de septiembre de 2009 en Texas, Estados Unidos, a la edad de 95 años. De ascendencia noruega, su familia de granjeros-agricultores se había radicado al nordeste de Iowa, en donde naciera el 25 de marzo de 1914. Sus primeros estudios fueron en una escuela rural de un aula única. Más adelante obtiene el grado BS con orientación Forestal en la Universidad de Minnesota. Inicia su carrera profesional en el United States Forest Services, Luego se graduó como Ph.D. en Fitopatología y pasó a trabajar como microbiólogo en la E. I. DuPont de Nemours & Co. (DuPont), hasta que su país se viera envuelto en la Segunda Guerra Mundial. A partir de 1944 se integró a las actividades pioneras de asistencia técnica desarrolladas por la Fundación Rockefeller en México. En la última mitad del siglo XX, su contribución a elevar la productividad agrícola de países con bajos ingresos y marcado déficit alimentario, resultó excepcional; particularmente en Asia y América

a - Artículo publicado en <https://inta.gov.ar/documentos/norman-borlaug-en-las-publicaciones-del-inta>, 18-sep-2019.

Latina. Desde México, en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), cuya dirección llegó a ejercer, obtuvo la creación de nuevas variedades de trigo capaces de tornar en autosuficiente la producción de la especie en ese país, al conseguir incorporarles caracteres de resistencia a diversas enfermedades y adaptabilidad a diferentes climas y suelos. Sus éxitos se trasladarían más tarde a países como India, Pakistán, Bangladesh y Turquía, donde logro rendimientos por hectárea superiores. En Argentina se vinculó con el INTA en particular. Fiel a su axioma repetidamente expresado que “no habrá paz en el mundo con los estómagos vacíos” y que “habiendo cooperación mundial la humanidad no pasará hambre”, este excepcional científico fue unánimemente reconocido más allá de toda frontera como el cerebro o padre de la que se dio en llamar “la revolución verde”. El 20 de octubre de 1970 le fue conferido el Premio Nobel de la Paz en mérito a su singular contribución a combatir el hambre en el mundo. La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria se honró al incorporarlo en su seno como miembro honorario con fecha 9 de junio de 1971.

Publicaciones de Borlaug en la Biblioteca Central INTA La Biblioteca Central INTA cuenta en su colección con las publicaciones de Norman Borlaug editas por INTA; escritas por él o acerca de él, ilustradas con fotografías de su paso por la institución, todas resaltan la impronta de su cabal conocimiento compartido. De entre lo editado, se destaca el número especial de la revista IDIA en su honor.

Descargas disponibles:

- 1) Edición de IDIA en homenaje al premio Nobel de la Paz 1970 Dr. Borlaug en oportunidad de su reciente visita a Buenos Aires en 1971. IDIA, 1972, 289, p. 2-4. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia\\_enero\\_1972\\_289-2-4.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia_enero_1972_289-2-4.pdf)
- 2) Pensamiento vivo de un agrónomo Premio Nobel de la Paz: El doctor Norman E. Borlaug. Papadakis J. IDIA, 1972, 289, p. 5-10. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia\\_enero\\_1972\\_289-5-10.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia_enero_1972_289-5-10.pdf)
- 3) El Dr. Borlaug en Pergamino. IDIA, 1972, 289, p. 11-22. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia\\_enero\\_1972\\_289-11-22.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia_enero_1972_289-11-22.pdf)
- 4) El Dr. Borlaug en Marcos Juárez. IDIA, 1972, 289, p. 23-34. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia\\_enero\\_1972\\_289-23-34.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia_enero_1972_289-23-34.pdf)
- 5) El Dr. Borlaug habló en el CNIA, Castelar. IDIA, 1972, 289, p. 35-44. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia\\_enero\\_1972\\_289-35-44.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia_enero_1972_289-35-44.pdf)
- 6) Progresos en investigaciones sobre trigo durante 1964. Borlaug N.E., Gibler J.W. IDIA, 1967, 233-235, p. 195-217. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia\\_mayo-julio\\_1967\\_233-235-195-217.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia_mayo-julio_1967_233-235-195-217.pdf)
- 7) El papel del sector agropecuario en la reactivación de la economía argentina. Borlaug N.E., McMahon M. INTA, 1985, 19 p, Buenos Aires. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugmcmahonel\\_papel\\_del\\_sector\\_agropecuario1985\\_1.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugmcmahonel_papel_del_sector_agropecuario1985_1.pdf)
- 8) Nobel en Argentina. Campo y tecnología, 1996, 25, p. 19-20. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugcampo\\_y\\_tecnologia\\_1996\\_mar\\_abr\\_a05\\_no25\\_19-20.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugcampo_y_tecnologia_1996_mar_abr_a05_no25_19-20.pdf)
- 9) Agricultura y población. Borlaug N.E. [s.l.], [1980]?, [s.n.], 74 pp. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugagricultura\\_y\\_poblacion\\_1980.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugagricultura_y_poblacion_1980.pdf)
- 10) El Dr. Borlaug en las Estaciones Experimentales del INTA. IDIA, 1972, 289, p. 45-49. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia\\_enero\\_1972\\_289-45-49.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugidia_enero_1972_289-45-49.pdf)
- 11) Tecnología del trigo en la región semiárida. Conferencia dictada por el Dr. Norman Borlaug en la EEA Bordenave el 10 de diciembre de 1971. EEA Bordenave, 1971, 40 pp. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugtecnologia\\_del\\_trigo\\_en\\_la\\_region\\_semiarida1971.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/borlaugtecnologia_del_trigo_en_la_region_semiarida1971.pdf)

## A 90 años de la primera cosechadora de trigo patentada del mundo: Rotaria (1929)

Abbate P.E. \*

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

Aunque pocos argentinos lo saben, la primera cosechadora automotriz (propulsada por su propio motor) patentada del mundo, fue argentina. Esta cosechadora fue diseñada y fabricada por Alfredo Rotania y sus hermanos en Sunchales, Santa Fe. La construcción de la máquina concluyó en 1927, año en que comenzó la fabricación del Ford A, y fue patentada como invento en 1929. La máquina contaba con motor Hércules, diferencial Chevrolet y una cuchilla de 4.5 de ancho de corte. En su época, cuando el trigo era el principal cultivo de Argentina y los rendimientos promediaban 1500 kg/ha, esta cosechadora podía cosechar 15 ha/d con 3 operarios (un maquinista y 2 embolsadores). Las ruedas no eran neumáticas lo que le daba un andar duro, el arranque del motor era a manija, las correas eran planas y de tela, y que el cuerpo de la máquina estaba decorado con bordes rojos y líneas amarillas y blancas al estilo "art nouveau" local con "firuletes". La máquina que se observa fue restaurada por Helmud Claas y colaboradores en el año 2000. En la siguiente dirección Web puede verse la máquina en acción, una demostración realizada en Balcarce el 17-ene-2019 al comentarse los 90 años de la cosechadora.

<https://www.youtube.com/watch?v=l3FI8UKW7RM&feature=youtu.be>



Según los Anales de la Sociedad Rural (1919), José Fric, de 28 años de edad, habría concluido en 1917 la construcción de una cosechadora de su invención, en Pigüé, la cual fue presentada en la Exposición de Palermo y comercializada al año siguiente. La máquina no fue patentada y según parece, tuvo poca difusión por las elevadas pérdidas de grano por la cola.



**Figura 1.** Distintas vistas de la cosechadora Rotaria modelo 1929, tomadas en la demostración realizada en Balcarce el 17-ene-2019.

## Obituario al Ing. Agr. Rubén Miranda (1946-2019)

Abbate P.E.

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

Fue uno de los fitomejoradores de trigo con mayor experiencia de la Argentina. Nació en 1946 en la chacra paterna de Colonia La Carlota, en la zona rural bonaerense de Mayor Buratovich, donde cursó sus estudios primarios. Se trasladó a Bahía Blanca para realizar la secundaria en el Colegio Nacional. Ingresó en 1965 a la Universidad Nacional del Sur, donde se graduó de Ingeniero Agrónomo en 1972. Se casó con Teresa Zanetti, con quien tuvieron tres hijos y cuatro nietos.

Comenzó su actividad profesional en 1972 como “técnico en cereales bajo riego” en la Estación Experimental del INTA en Hilario Ascasubi. En 1976 ingresó como fitomejorador en el Criadero de Cereales de la Asociación de Cooperativas Argentinas (ACA), donde trabajó durante 43 años, llegando a ocupar el cargo de director del mismo. Fue discípulo del Ing. Agr. Hans Aage Olsen, fitomejorador de origen dinamarqués, quien venía trabajando en mejoramiento de trigo en Argentina desde 1927. Juntos pusieron en marcha el programa de mejoramiento de trigo que ACA desarrolló en el Criadero de la localidad bonaerense de Cabildo cercana a Bahía Blanca. Estuvo involucrado en el desarrollo de más de 40 cultivares de trigo pan y fideo que inscribió el criadero incluyendo los de la serie “Cooperación” y la serie “ACA”, muchos de los cuales alcanzaron difusión más allá de la zona de origen.

Desde noviembre de 1984, fue miembro de la Comisión Nacional de Semillas (CONASE) y desde 1995, participó del Comité de Cereales de Invierno. Fue autor de publicaciones científicas, disertante en conferencias y seminarios, y docente del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur, como Profesor Mejoramiento Vegetal. Recibió el Premio Espiga de Oro en 2010. Falleció a los 73 años en la ciudad de Bahía Blanca.



*De derecha a izquierda Néstor Machado, Rubén Miranda, Pablo Campos, Pablo Abbate; 14-dic-2010, INTA Balcarce.*

Esta publicación reúne información sobre cultivos de invierno, generada durante la campaña 2018/19, con la participación de la Unidad Integrada Balcarce: Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Mar del Plata (FCA, UNMDP) y Estación Experimental Agropecuaria Balcarce del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA Balcarce). La obra cubre una amplia gama temática incluyendo el análisis de las condiciones meteorológicas de la campaña; la evaluación del rendimiento, la estabilidad, la sanidad, la calidad y el efecto del nivel tecnológico sobre distintos cultivares y cultivos invernales; la comparación de rendimiento entre cultivares de trigo argentinos y paraguayos; la estimación del daño causado por heladas tardías en trigo; el estrés hídrico de soja intersebrada en trigo; la presentación de herramientas informáticas para facilitar la elección de cultivares de trigo y de cebada, en Argentina y en Paraguay; la descripción de cultivos ancestrales alternativos a los cultivos tradicionales y el reconocimiento a Agrónomos que dedicaron su vida profesional al trigo.



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Argentina