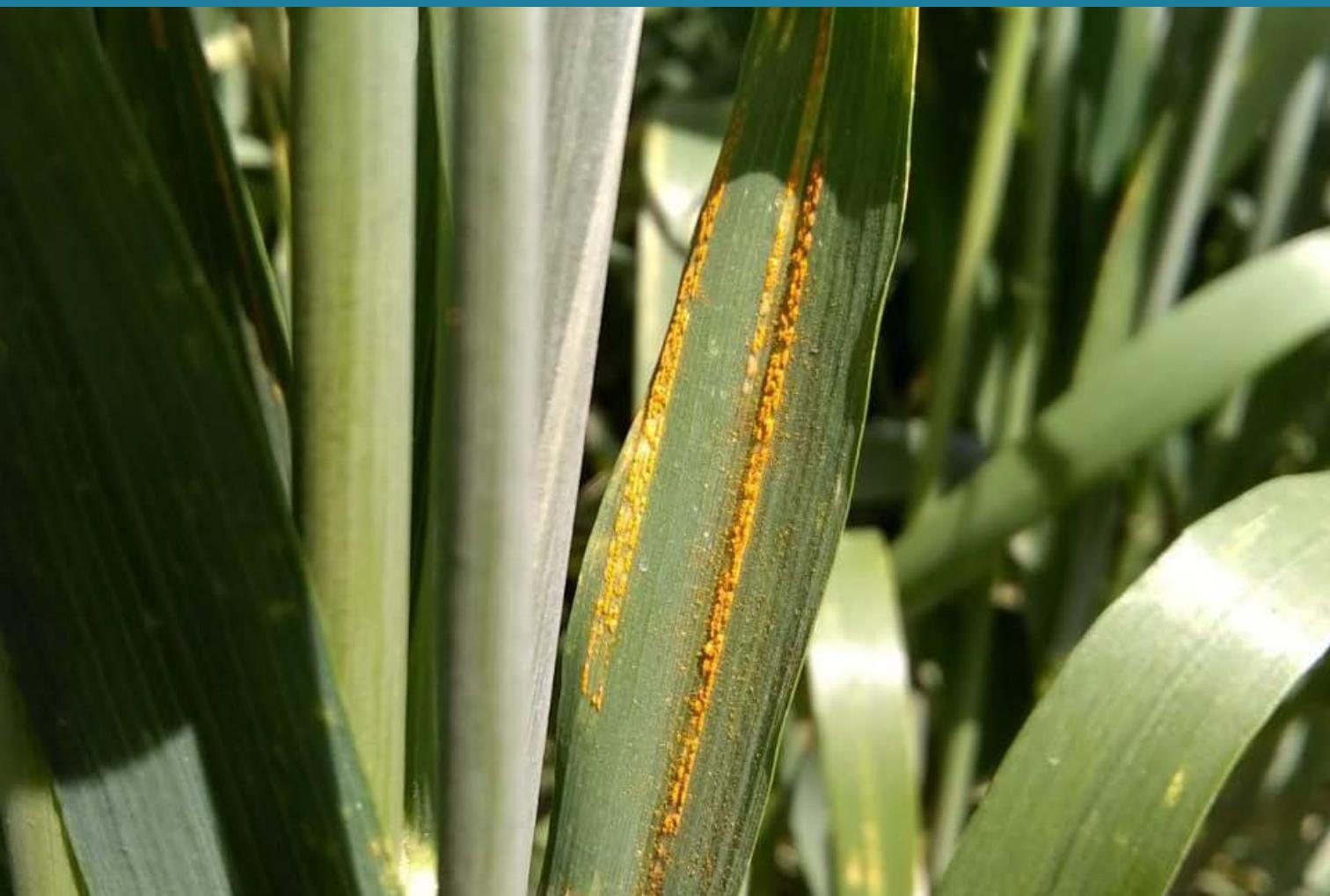


Respuesta a la aplicación de fungicida en los cultivares de trigo más rendidores, en las principales subregiones trigueras argentinas

Pablo Eduardo Abbate, Francisco Di Pane, Mariana Villafaña, Lucrecia Cristina Gieco y Juan José Lanzilotta



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

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

Abbate P.E.¹, Di Pane F.², Villafañe M.³, Giéco L.C.⁴, Lanzillotta J.J.⁵

¹Ecofisiología y modelado de trigo. INTA Balcarce. Buenos Aires, Argentina. abbate.pablo@gmail.com

²Grupo de Mejoramiento de Cereales de Invierno, CEI Barrow, INTA-MDA. Buenos Aires, Argentina.

³Chacra Experimental Miramar. Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA). Buenos Aires, Argentina.

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

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

Publicación digital, 17 de junio 2021

Resumen

En el presente informe se compara el rendimiento (*RTO*) de los cultivares más destacados (aquellos que alcanzaron los tres *RTO* más altos) tratados con fungicida vs. el de los más destacados sin fungicida, en nueve estaciones experimentales, durante los últimos 11 años (2010-2020), a partir de los datos provienen de la Red de Evaluación de Cultivares de Trigo coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (RET-INASE). Se encontró que hubo un aumento generalizado en la respuesta a la aplicación de fungicida, a través de estaciones experimentales y ciclos de desarrollo de los cultivares, entre los años 2010-2016 y 2017-2020. Este aumento puede atribuirse al aumento de la virulencia y difusión de la roya amarilla. Tanto para cultivares de ciclo largo como corto, los mayores aumentos se dieron en las dos estaciones del sudeste bonaerense (INTA Balcarce y CE Miramar). Para los cultivares de ciclo largo, las mayores respuestas se presentaron en tres estaciones del sudeste (INTA Balcarce, CE Miramar y Criadero Buck); para los cultivares de ciclo corto las mayores respuestas se presentaron en las estaciones Criadero Buck, CE Miramar, Criadero Klein e INTA Balcarce, las cuales no presentan un patrón geográfico definido. INTA Balcarce fue la estación que presentó mayor diferencia de respuesta entre ciclos. Las respuestas encontradas cubrirían el costo de uso de fungicidas en los últimos 4 años (2017-2020), pero solamente en algunos de los años anteriores (2010-2016). La respuesta promedio para el período 2017-2020 a través de todas las estaciones y ciclos representó el 11% del rendimiento.

Introducción

En el año 1995 comenzó a comercializarse en Argentina el primer fungicida específicamente recomendado para trigo, se trataba de Folicur® (triazol tebuconazole). Hasta entonces la sanidad de trigo se controlaba mediante la selección genética y la elección de cultivares de buena sanidad. No obstante, el uso de fungicidas en trigo comenzó a incrementarse a partir del año 2000, motivado por la introducción de cultivares de origen francés, más susceptibles a las enfermedades foliares que los cultivares locales de entonces. Estos cambios en la sanidad del cultivo de trigo y su manejo fueron lo suficientemente importantes como para motivar la evaluación de cultivares sin y con aplicación de fungicida en la Red de evaluación de cultivares de trigo (RET, coordinada en ese entonces por el Comité de Cereales de Invierno) a partir del año 2000.

El uso de fungicidas se justifica solo si el ingreso marginal debió a su uso, supera el costo marginal, o sea, cuando se cumple que:

$$\text{Ec.}[1] \quad (RTO_{CF} - RTO_{SF}) \cdot P \geq CTA$$

donde RTO es el rendimiento en grano por unidad de superficie, RTO_{CF} es el RTO con uso de fungicida, RTO_{SF} es el RTO sin uso de fungicida; P es el precio de venta neto (precio en puerta o tranquera) por unidad de peso de grano; CTA es el costo total de aplicación del fungicida (incluyendo el costo del producto y el de su aplicación) el cual representa el costo marginal; la diferencia $RTO_{CF} - RTO_{SF}$ es la respuesta al fungicida y el producto entre la respuesta y P , o sea, el término izquierdo de la Ec.[1] es el ingreso marginal.

Cuando la Ec.[1] se aplica al considerar el estado sanitario de un cultivo ya creciendo con un cultivar dado, corresponde computar el RTO esperado sin y con aplicación de fungicida, para el cultivar en cuestión. No obstante, cuando la Ec.[1] se aplica durante la planificación del cultivo, el RTO_{SF} y el RTO_{CF} no tienen por qué corresponder al mismo cultivar ya que el cultivar de mayor RTO y mejor comportamiento agronómico sin aplicación de fungicida, no es necesariamente el mismo que con aplicación de fungicida. Este criterio para elegir en cultivar y, en consecuencia, el uso de fungicidas, no es una novedad por sí misma ya que muchos asesores y productores la aplican. Sin embargo, no hay informes presentados en Argentina que ayude a tomar decisiones siguiendo este enfoque, es decir, que comparen el RTO de los cultivares más destacados con uso de fungicida vs. el de los más destacados sin fungicida.

Cuando en la RET conducida en INTA Balcarce, se compararon los RTO de los cultivares más destacados (aquellos que alcanzaron los tres RTO más altos) tratados con fungicida vs. el de los más destacados sin fungicida, se observó que (Fig. 1) en los últimos cuatro años (2017-2020) la respuesta fue mayor que en los siete años anteriores (2010-2016), particularmente en los cultivares de ciclo largo, pasando de 321 a 1417 kg/ha y de -11 a 663 kg/ha en cultivares de CL y CC respectivamente.

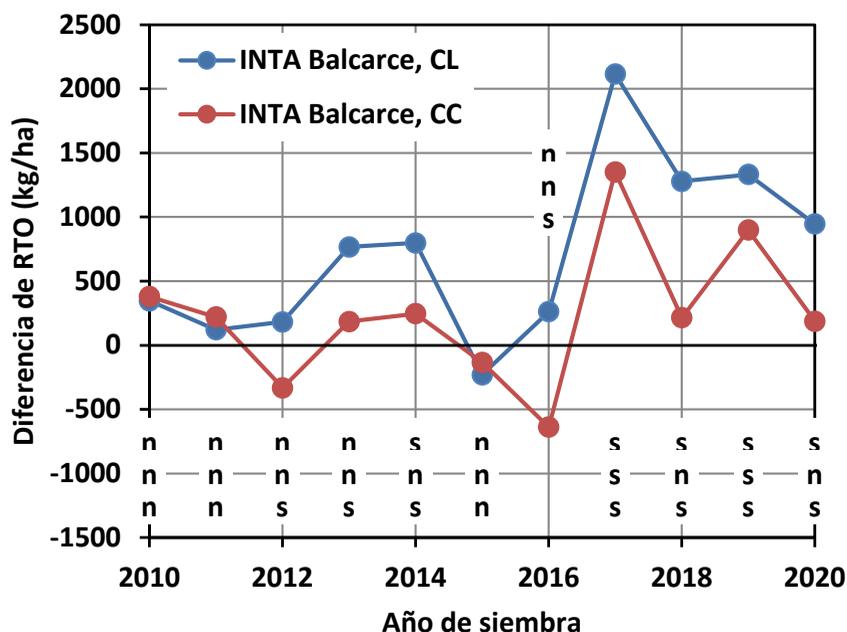


Fig. 1. Respuesta del rendimiento (RTO) entre el promedio de los tres cultivares de mayor RTO con aplicación de fungicida y el de los tres de mayor RTO sin aplicación de fungicida, en la primera época de siembra (cultivares de ciclo largo, CL) y en la tercera época (cultivares de ciclo corto, CC), de la Red de evaluación de cultivares de trigo conducida en INTA Balcarce. Las letras s y n indican diferencias estadísticamente significativas y no significativas respectivamente, para respuesta distinta de cero en cultivares de CL (primera fila de letras) y CC (segunda fila de letras), y diferencia de respuesta entre cultivares CL y CC (tercera fila de letras).

Una pregunta que surge luego de la observación de la Fig. 1 es si ocurre lo mismo en otras estaciones experimentales donde se conduce la RET-INASE, o si es un resultado particular de INTA Balcarce. Existe consenso entre los especialistas y asesores de trigo de Argentina en que el *RTO* de los cultivares más destacados sin fungicida está por debajo del de los cultivares con fungicida. Sin embargo, no se han realizado análisis formales de la respuesta del *RTO* a la aplicación de fungicida a través de varios años y localidades. Los objetivos del presente informe fueron corroborar si, al igual que en INTA Balcarce la respuesta a fungicida (1) fue mayor en los últimos cuatro años (2017-2020) respecto de los seis años previos (2010-2016) y (2) fue mayor en cultivares de ciclo largo que en cortos, en nueve estaciones experimentales participantes de la RET-INASE donde los experimentos se conducen con y sin aplicación de fungicida.

Materiales y métodos

Los datos analizados provienen de la Red de Evaluación de Cultivares de Trigo coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (RET-INASE), obtenidos entre las campañas 2010/2011 y 2020/2021. El análisis involucra todas las estaciones experimentales en que los ensayos se condujeron con y sin aplicación de fungicida y con continuidad histórica en datos (no más de 3 campañas sin datos durante el período considerado). Las estaciones (listadas por orden de latitud), están ubicadas en la actual Subregión 5 (ex Subr. IV, Fig. 2): Barrow (responsable actual de la conducción de los ensayos F. Di Pane, CEI Barrow), La Dulce (L. González *et al.*, Criadero Buck), Miramar (M. Villafañe, CE Miramar) y Balcarce (P.E. Abbate y C.A. Cabral Farias, INTA Balcarce), y las otras cinco al norte de las anteriores: Plá (Criadero Klein, Subr. 6), Chacabuco (Criadero Don Mario, Subr. 3), Pergamino (J.J. Lanzillotta e I. Terrile, INTA Pergamino, Subr. 3), Marcos Juárez (D. Gómez *et al.*, INTA Marcos Juárez, Subr. 7) y Paraná (L.C. Gioco y L.S. Schutt, INTA Paraná, Subr. 1). Los datos originales pueden consultarse en <https://www.argentina.gob.ar/inase/red-variedades-de-trigo> o en <https://cultivaresargentinos.com/trigo/>.

En cada estación experimental y para cada año, se calculó la diferencia (o respuesta, o incremento) de *RTO* en grano (*DMAX3*) con y sin aplicación de fungicida como:

$$\text{Ec. [2]} \quad DMAX3 = RMAX3_{CF} - RMAX3_{SF}$$

donde el $RMAX3_{CF}$ y el $RMAX3_{SF}$ es el *RTO* promedio de los tres cultivares de mayor *RTO* con y sin aplicación de fungicida respectivamente. El cálculo se realizó separadamente para la primera y tercera época de siembra de la RET-INASE, las cuales incluyen a los cultivares de ciclo largo y corto respectivamente. Cuando los datos de primera época no estuvieron disponibles se utilizaron los datos de la segunda; esto ocurrió para dos años en el Criadero Buck, CE Miramar, INTA Balcarce e INTA Paraná y para un solo año en INTA Pergamino. Se consideró el *RTO* promedio de los 3 cultivares de mayor *RTO* porque es de esperarse que este promedio esté compuesto por cultivares de gran difusión o que al menos, los cultivares de mayor difusión tengan un *RTO* cercano al promedio calculado.

En la Tabla 1 se listan, para cada año y estación experimental, los tres cultivares de cada ciclo que presentaron el mayor *RTO*. En algunos casos hay cultivares que aparecen listados como ciclo largo y ciclo corto simultáneamente. En dos casos esto se dio al reemplazar la primera época ausente por segunda época, estos fueron Jacarandá en el Criadero Buck en el 2018, ACA 603 y Buck Colihue en INTA Balcarce en el 2019. En principio, la presencia del mismo cultivar en las dos fechas de siembra tendría a reducir las diferencias entre ciclo, sin embargo, en estos dos casos las diferencias de *DMAX3* entre épocas fue estadísticamente significativa (Fig. 1 y Fig. 3), por lo cual no hay evidencia de que esta repetición de cultivares haya alterado las conclusiones. En otros casos, un mismo cultivar aparece en ambos ciclos porque a través de los años el criadero fue cambiando la fecha de siembra recomendada, este es el caso de Jacarandá y Baguette 620; no hay novito que haga suponer que cambio pueda distorsionar las conclusiones. Un último caso es el de cultivares ubicados en ambos ciclos, pero en distintas localidades, debido a que su ciclo cambia entre ellas, este es el caso de Alhambra que aparece como ciclo largo en INTA Pergamino en el 2018 y como ciclo corto en INTA Balcarce en los años 2018 y 2019.

Las aplicaciones de fungicida se realizaron siguiendo el protocolo de la RET-INASE. Inicialmente el protocolo estableció que se realice una única aplicación, cuando en el 50% de las parcelas de cada bloque comienza la aparición de la hoja bandera (estado Zadoks DC 3.7), con una mezcla de estrobirulina y tebuconazole. La limitante de esta modalidad es que, la efectividad del tratamiento puede estar comprometida en los cultivares con adelanto o retraso mayor a unos 5 días en el estado fenológico de referencia, respecto del promedio de los cultivares. Por tal motivo, cuando la respuesta en *RTO* resultó baja, surge la duda si se debió a la buena sanidad del cultivar en cuestión o a su desfase fenológico. Si bien la información fenológica y las lecturas sanitarias ayudaría a descartar las respuestas dudosas, el análisis de tales casos se torna más tedioso de lo deseable. Esta incertidumbre en los resultados no es un problema particular de la RET-INASE, ya que se da en todos los ensayos en que se evalúan varios cultivares con una aplicación de fungicida en una única fecha. A partir de la campaña 2017/18 en que se expandieron los ataques de roya estriada (o amarilla, *Puccinia striiformis*), se comenzó a realizar doble aplicación de fungicida en la mayoría de las estaciones de la RET-INASE, por lo cual el tratamiento de los cultivares resulta más homogéneo. Ya sea que el ensayo haya recibido una o dos aplicaciones, en análisis basado en la *DMAX3* (Ec.[2]) minimiza el efecto confundido entre la sanidad y la calidad y momento de la aplicación de fungicida ya que el $RMAX3_{CF}$ es calculado a partir del *RTO* alcanzado por los tres mejores cultivares tratados con fungicida, independientemente de la calidad de la aplicación y el $RMAX3_{SF}$ es calculado a partir del *RTO* alcanzado los tres mejores cultivares sin tratamiento de fungicida, independientemente de su sanidad.

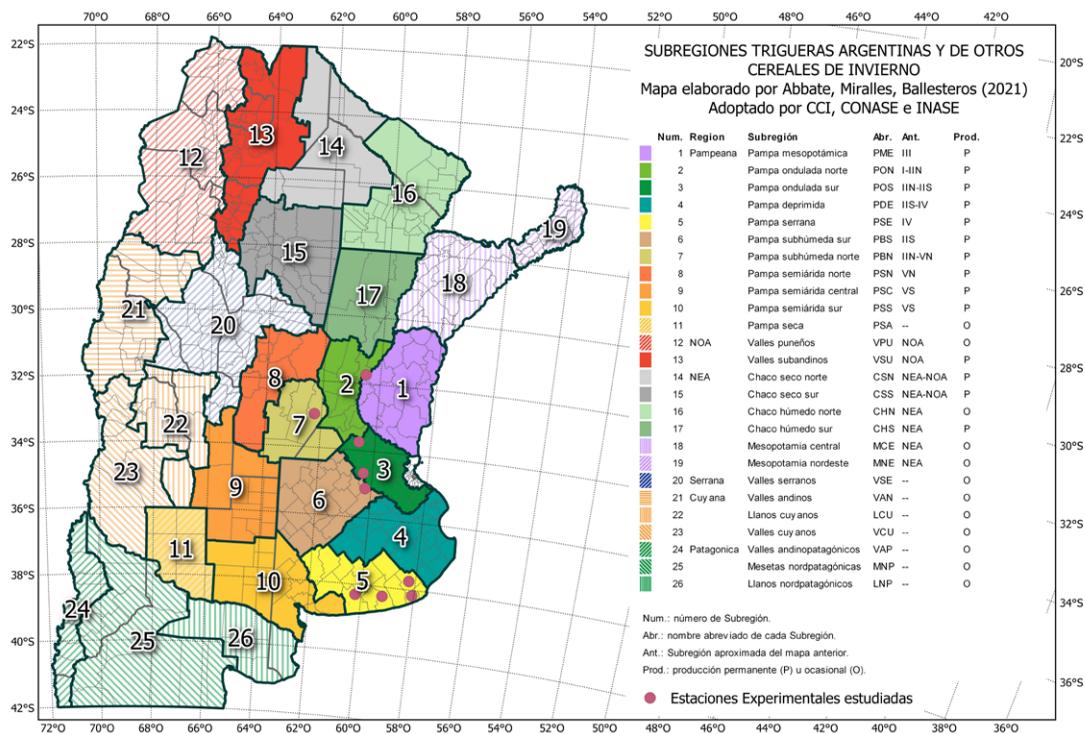


Fig. 2. Nuevo mapa de Subregiones trigueras argentinas y de otros cultivos de invierno, adoptado en el año 2021 por el Comité de Cereales de Invierno (CCI), la Comisión Nacional de Semillas (CONASE) y el Instituto Nacional de Semillas (INASE), mostrando la ubicación de las estaciones experimentales estudiadas.

Cada experimento individual correspondió a un diseño en bloques completos con 2-4 repeticiones, con los cultivares (tratamientos) sembrados en una misma fecha, con o sin fungicida. Si bien los ensayos de la CE Miramar se conducen según un diseño en parcelas divididas con aplicación de fungicida como tratamiento principal y cultivares como subtratamientos, estos se analizaron según un diseño en bloques como el del resto de las estaciones experimentales. El diseño en bloques no permite realizar una comparación directa entre cultivares con y sin aplicación de fungicida, ya que

la aplicación de fungicida no está aleatorizada dentro de cada bloque (repetición). No obstante, se trata de datos provenientes de experimentos a partir de los cuales se puede calcular el error estándar de la media de los tratamientos, obtenidos con manejo protocolizado y con los cultivares sembrados en la fecha apropiada para su ciclo en ensayos contiguos, por lo cual son la mejor fuente de datos disponible para realizar las comparaciones propuestas. Si la comparación entre tratamientos se realiza para varios años es muy poco probable que la falta de aleatorización de la aplicación de fungicida en cada bloque genere un vicio que distorsione las conclusiones. Por lo tanto, la *DMAX3* de cada año, cada ciclo y en cada estación, se comparó para los 11 años estudiados.

Para facilitar la comparación entre períodos anuales y estaciones, se calculó para cada estación, (1) la *DMAX3* promedio entre los años 2010-2016 y 2017-2020, para los cultivares de ciclo largo y corto separadamente y (2) la proporción de años con *DMAX3* estadísticamente positivas (diferencia a favor de los cultivares con aplicación de fungicida), estadísticamente negativas (diferencia a favor de los cultivares sin aplicación de fungicida) y no significativas (no distintas a cero, sin diferencias entre cultivares con y sin fungicida).

Resultados

En la Fig. 1 se presenta la *DMAX3* (Ec.[2]) entre cultivares con y sin aplicación de fungicida, a través de los últimos 11 años, para INTA Balcarce, y en la Fig. 3 para otras ocho estaciones experimentales. El análisis visual no permite identificar un patrón de respuesta común a todas las estaciones experimentales. No obstante, al comparar la *DMAX3* promedio entre los años 2010-2016 y 2017-2020 (Fig. 4) y la proporción de años con *DMAX3* estadísticamente positivas (Fig. 1 y Fig. 3) se encontraron coincidencias y discrepancias entre estaciones experimentales.

Comparando la Fig. 4a con la Fig. 4b puede notarse que durante los últimos cuatro años (2017-2020) hubo un aumento generalizado en la respuesta a la aplicación de fungicida respecto del período anterior (2010-2016), pasando de 337 kg/ha (promedio a través de todas las estaciones y ciclos) a 615 kg/ha y este aumento estuvo acompañado de un aumento en la frecuencia de años con *DMAX3* estadísticamente positivas (Fig. 1 y Fig. 3). No obstante, hubo diferencias entre estaciones. Las estaciones con mayor incremento de *DMAX3* para los cultivares de ciclo largo entre períodos fueron INTA Balcarce (aumento de 1097 kg/ha) y CE Miramar (431 kg/ha), seguidas por el resto de las estaciones con aumentos entre 272 y 36 kg/ha. Por su parte, las estaciones con mayor incremento en la para cultivares de ciclo corto fueron, CE Miramar (aumento de 817 kg/ha) e INTA Balcarce (674 kg/ha) seguidas por el resto de las estaciones con aumentos entre 391 y -140 kg/ha. Es decir, el mayor aumento entre períodos, para los cultivares de ambos ciclos, se presentó en las dos estaciones del sudeste. No obstante, en todas las estaciones consideradas, la *DMAX3* de los cultivares de ciclo largo y corto del período 2017-2020 resultó similar o mayor a la del período anterior (2010-2016) (Fig. 4), junto con la cantidad de años con diferencias estadísticamente positivas (Fig. 1 y Fig. 3). Queda claro, entonces, que en ninguna estación mejoró la situación sanitaria en los últimos años, en el mejor se los casos, se mantuvo sin cambios.

Al considerar las diferencias entre ciclos, se encontró que entre los años 2010 y 2016, la mayor *DMAX3* promedio (Fig. 4a), tanto para cultivares de ciclo largo como cortos, se presentó en el Criadero Buck con 827 y 580 kg/ha respectivamente y las *DMAX3* anuales resultaron estadísticamente positivas en más del 50% de los años (Fig. 3). Otras estaciones también presentaron una *DMAX3* alta, p.ej. 619 kg/ha para cultivares de ciclo largo de CE Miramar, pero la frecuencia de años con respuesta positiva fue menor al 50%, es decir, en estas estaciones predominó la ausencia de respuesta a la aplicación de fungicida. Sin embargo, durante estos siete años, las cuatro estaciones del sur (Barrow, Buck, Miramar y Balcarce) presentaron una mayor frecuencia de años con *DMAX3* para cultivares de ciclo largo mayor que la de los ciclos cortos (Fig. 1 y Fig. 3). De hecho, la *DMAX3* promedio para los cultivares de ciclo largo de las estaciones del sur y norte fueron 558 y 295 kg/ha respectivamente, mientras que para los cultivares de ciclo corto las respuestas fueron mucho más similares: 218 y 299 kg/a respectivamente (Fig. 4a).

Las *DMAX3* promedio para los cultivares de ciclo largo durante el período 2017-2020 (Fig. 4b) se presentaron en INTA Balcarce (1417 kg/ha), CE Miramar (1050 kg/ha) y Criadero Buck (864 kg/ha), con una frecuencia de años con respuesta estadísticamente positiva mayor al 50% (Fig. 1 y Fig. 3). Buena parte de las altas *DMAX3* de INTA Balcarce y CE Miramar puede atribuirse al alto aumento entre períodos como consecuencia de la mayor virulencia de roya amarilla, sin embargo, el caso de Criadero Buck resulta diferente ya que presentó un menor aumento entre período junto a una alta respuesta a otras enfermedades foliares, ya presente en el período previo. El resto de las estaciones presentaron una *DMAX3* promedio sustancialmente menor a la de las localidades anteriores y con respuesta estadísticamente positiva en menos del 50% (Fig. 3), por lo cual el éxito de la aplicación dependió de cada año en particular (Fig. 3). En consecuencia, las más altas *DMAX3* para los cultivares de ciclo largo durante el período 2017-2020 se registraron en tres estaciones del sudeste (INTA Balcarce, CE Miramar y Criadero Buck).

Por su parte, la *DMAX3* promedio para los cultivares de ciclo corto durante el período 2017-2020 (Fig. 4b) alcanzó 971 kg/ha en el Criadero Buck, 959 kg/ha en la CE Miramar y 711 kg/ha en el Criadero Klein, todas estas con frecuencia de años con respuesta estadísticamente positiva mayor al 60% (Fig. 3) y mayores a las del período anterior. La *DMAX3* en INTA Balcarce (663 kg/ha) alcanzó valores muy cercanos a los del Criadero Klein y también fue mayor que la del período anterior, pero la cantidad de años con respuesta estadísticamente positiva no superó el 50% (Fig. 1). El resto de las estaciones presentaron *DMAX3* promedio igual o mayor a la del período anterior (Fig. 4b). INTA Pergamino fue la única estación que presentó aumento numéricamente negativo de la *DMAX3* entre períodos (-140 kg/ha, Fig. 4b); sin embargo, este aumento no difirió estadísticamente de cero. Para estas estaciones, la frecuencia de años con *DMAX3* estadísticamente positiva fue igual o menor al 50% (Fig. 3) indicando la existencia de respuesta al fungicida dependió de cada año en particular. Nótese que si bien CE Miramar e INTA Balcarce fueron las estaciones en que el incremento de la *DMAX3* fue mayor, no fueron las únicas que presentaron alto *DMAX3* en los últimos cuatro años, ya que las *DMAX3* para los cultivares de ciclo corto en los criaderos Buck y Klein también resultó alta. El definitiva, el aumento de la *DMAX3* de los cultivares de ciclo corto podría asociarse a las estaciones del sudeste y a proliferación en esa zona de roya amarilla, sin embargo, las estaciones con las *DMAX3* más altas en los últimos años, no presentan un patrón geográfico definido sugiriendo el efecto dominante de otras enfermedades foliares distintas a la roya amarilla. Por otra parte, INTA Balcarce fue la estación que presentó mayor diferencia de respuesta al fungicida entre cultivares de ciclo largo y corto, durante el período 2017-2020 (Fig. 4).

La *DMAX3* promedio, para el período 2017-2020 a través de todas las estaciones, fue de 693 y 536 kg/ha para los cultivares de ciclo largo y corto respectivamente, valor equivalente al 11% del $RMAX3_{sf}$ en ambos ciclos. Aceptando que las estaciones experimentales aquí consideradas representan adecuadamente la región más productiva de trigo de Argentina, el último valor presentado (11%) correspondería a la pérdida de producción esperable a nivel nacional si no se utilizan fungicidas para el control de enfermedades durante el desarrollo del cultivo. Dado que el uso de fungicida cumpliría con la condición presentada en la Ec.[1] y que su uso tiene un impacto importante en la producción nacional de trigo, parece poco probable que se reduzca su uso si no se mejora la sanidad genética de los cultivares comerciales.

Finalmente, un aspecto interesante de la Tabla 1 es que algunos cultivares aparecen simultáneamente entre los tres de mayor *RTO* con y sin fungida, en un mismo año y estación experimental. Estos no fueron casos aislados, ocurrió con 37 de los 77 (48%) cultivares listados en la Tabla 1. A modo de ejemplo se mencionan solo tres casos, ACA 602 y Timbó en la CEI Barrow en el año 2019, y Buck Pleno en INTA Paraná en el año 2018. Estas coincidencias demuestran que muchos cultivares presentan características que favorecen un alto *RTO* más definitorias que la sanidad.

Conclusiones

En este informe se indagó si el patrón de respuesta al fungicida observado en la RET-INASE de INTA Balcarce entre los años 2010-2020 (Fig. 1), para los tres cultivares de mayor *RTO* con y sin fungicida, se dio en otras ocho estaciones experimentales.

Al igual que en INTA Balcarce, hubo un aumento generalizado en la respuesta a la aplicación de fungicida, a través de estaciones experimentales y ciclos de desarrollo, entre los años 2010-2016 y 2017-2020, y este aumento estuvo acompañado de un aumento en la frecuencia de años con respuesta estadísticamente positivas. Puede concluirse, entonces, que en ninguna estación mejoró la situación sanitaria en los últimos años ya que no se observó reducción en la respuesta al fungicida, en el mejor de los casos, se mantuvo sin cambios. No obstante, hubo diferencias de aumentos entre estaciones; para ambos ciclos, los aumentos de INTA Balcarce y CE Miramar, es decir, dos estaciones del sudeste bonaerense, fueron los más importantes. Estos incrementos de respuesta al fungicida en los últimos cuatro años, pueden atribuirse al conocido aumento de la virulencia y difusión de la roya amarilla debido al ingreso de nuevas razas.

Al igual que en INTA Balcarce, se encontró que durante el período 2010-2016, las cuatro estaciones del sur (Barrow, Buck, Miramar y Balcarce) presentaron una mayor frecuencia de años con mayor respuesta al fungicida en cultivares de ciclo largo que en los de ciclo corto. Durante el período siguiente (2017-2020), las más altas respuestas para los cultivares de ciclo largo se registraron en las estaciones del sudeste (INTA Balcarce, CE Miramar y Criadero Buck), no obstante, INTA Balcarce fue la estación que presentó mayor diferencia de respuesta entre ciclos. Durante este último período las estaciones que presentaron mayor respuesta para los cultivares de ciclo corto fueron Criadero Buck, CE Miramar, Criadero Klein e INTA Balcarce, las cuales no presentan un patrón geográfico definido, sugiriendo el efecto dominante de otras enfermedades foliares distintas a la roya amarilla.

Las respuestas mencionadas cubrirían el costo de uso de fungicidas en los últimos cuatro años (2017-2020), pero solamente en algunos de los años anteriores (2010-2016). La respuesta promedio para el período 2017-2020 a través de todas las estaciones y ciclos representó el 11% del rendimiento, este valor correspondería a la pérdida de producción esperable a nivel nacional si no se utilizan fungicidas para el control de enfermedades en trigo, por lo cual resulta poco esperable que se reduzca el uso de fungicidas en trigo si no se mejora la sanidad genética de los cultivares.

Agradecimientos

A Lisardo (Ito) González (Criadero Buck) por sus sugerencias.

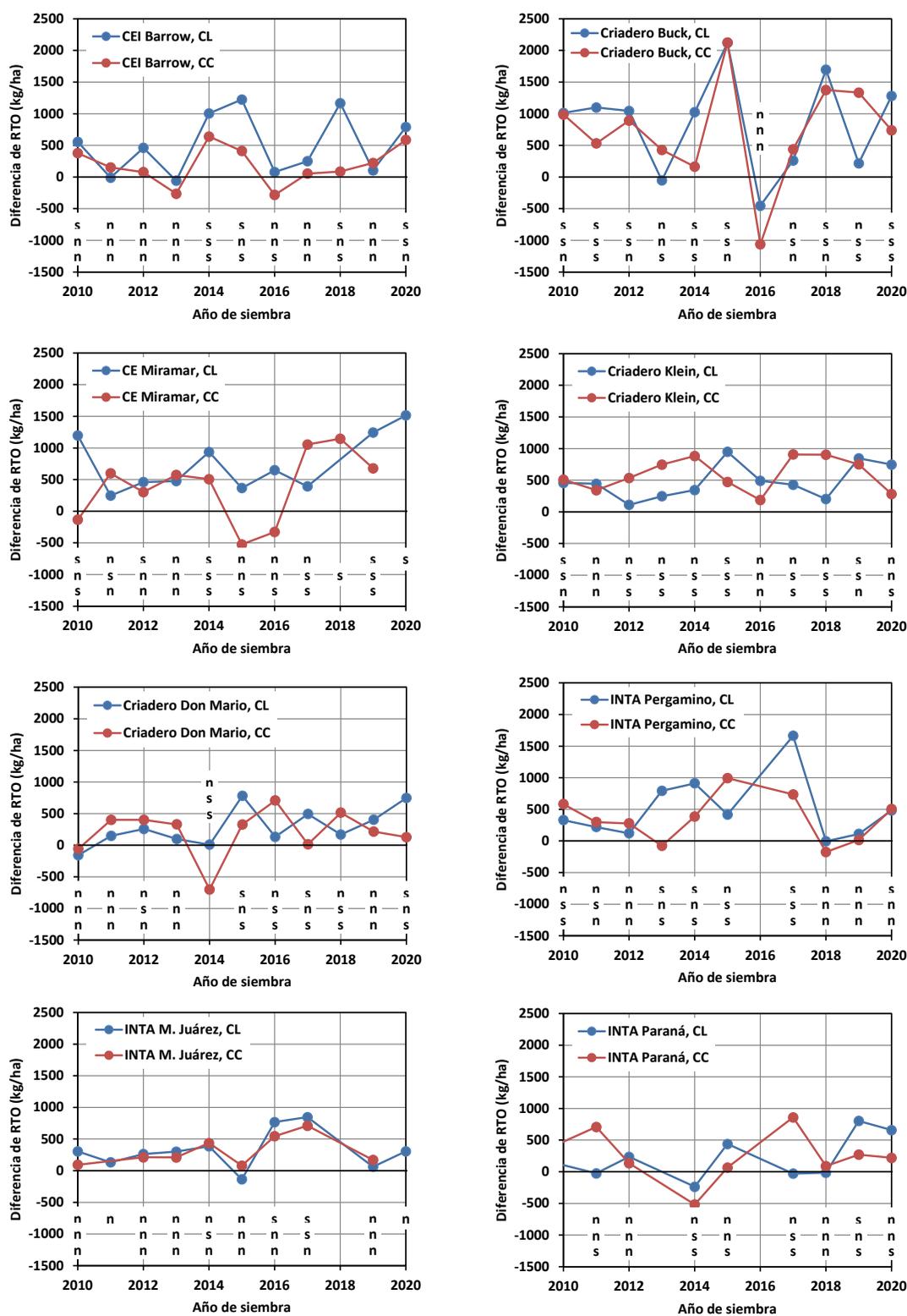


Fig. 3. Respuesta del rendimiento (*RTO*) entre el promedio de los tres cultivares de mayor *RTO* con aplicación de fungicida y el de los tres de mayor *RTO* sin aplicación de fungicida (Ec.[2]), para cultivares de ciclo largo (CL) y corto (CC), entre los años 2010 a 2020, en ocho estaciones experimentales (Fig. 2) participantes de la RET-INASE, ordenadas por latitud. Las letras s y n indican diferencias estadísticamente significativas y no significativas respectivamente, para respuesta distinta de cero en cultivares de CL (primera fila de letras) y CC (segunda fila de letras), y diferencia de respuesta entre cultivares CL y CC (tercera fila de letras).

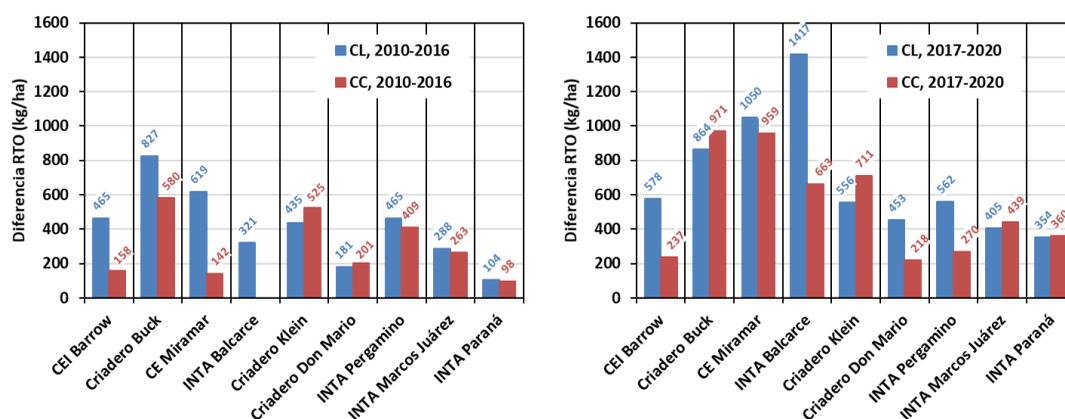


Fig. 4. Diferencia de rendimiento (RTO) entre el promedio de los tres cultivares de mayor RTO con aplicación de fungicida y el de los tres de mayor RTO sin aplicación de fungicida (Ec.[2]), para cultivares de ciclo largo (CL) y corto (CC), (a) promedio entre los años 2010 a 2016 y (b) promedio entre los años 2017-2020, en nueve estaciones experimentales (Fig. 2) participantes de la RET-INASE, ordenadas por latitud.

Tabla 1. Listado de los tres cultivares de ciclo largo (CL) y corto (CC), con (CF) y sin (SF) aplicación de fungicida, de mayor rendimiento en cada una de las últimas cuatro campañas (indicada por el año de siembra), en cada estación experimental. Las letras s y n de la tercera y cuarta columna indica si hubo respuesta a la aplicación de fungicida estadísticamente significativas o no significativas, en cultivares de CL y CC.

Estación	Año	Sign. CL	Sign. CC	Ranking	CF, CL ^a	SF, CL ^a	CF, CC ^a	SF, CC ^a
CEI Barrow	2017	n	n	1	BAG. 802	BAG. 802	BAG. 501	BAG. 501
				2	SY 211	BASILIO	ACA 602	MS INTA 415
				3	CEDRO	RGT GARDELL	SY 300	ACA 602
	2018	s	n	1	BAG. 620	BAG. 620	HO ATUEL	HO ATUEL
				2	BASILIO	RGT GARDELL	B. SAETA	ÑANDUBAY
				3	GUAYABO	BASILIO	ACA 602	BAG. 501
	2019	n	n	1	TIMBÓ	TIMBÓ	BAG. 620	915
				2	BASILIO	SY 200	ACA 602	ACA 602
				3	GUAYABO	BASILIO	B. CAMBÁ	SY 330
	2020	s	s	1	BAG. 802	SY 109	ACA 917	GINGKO
				2	TIMBÓ	BAG. 802	ACA 604	ACA 604
				3	CEDRO	LG ARYAL	ACA 602	ACA 917
Criadero Buck	2017	n	s	1	LAPACHO	BASILIO	B. SAETA	TSR 1066
				2	SY 120	SY 120	TSR 1066	B. SAETA
				3	BASILIO	LAPACHO	SN 90	BAG. 501
	2018	s	s	1	B. DESTELLO	CEDRO	JACARANDÁ	JACARANDÁ
				2	BAG. 802	GUAYABO	ALHAMBRA	K. POTRO
				3	GUAYABO	JACARANDÁ	BAG. 501	B. SAETA
	2019	n	s	1	CEDRO	BASILIO	B. COLIHUE	B. COLIHUE
				2	JACARANDÁ	CEDRO	B. SAETA	K. POTRO
				3	RGT GARDELL	JACARANDÁ	CEIBO	B. SAETA
	2020	s	s	1	JACARANDÁ	BASILIO	TBIO AUDAZ	GINGKO
				2	GUAYABO	GUAYABO	BAG. 620	ACA 602
				3	MS INTA 119	JACARANDÁ	B. COLIHUE	914

Continúa en página siguiente

Tabla 1. Continuación

Estación	Año	Sign. CL	Sign. CC	Ranking	CF, CL ^a	SF, CL ^a	CF, CC ^a	SF, CC ^a
CE Miramar	2017	n	s	1	SY 120	BASILIO	BAG. 501	MS INTA 415
				2	BASILIO	AVISO	SY 300	B. SAETA
				3	LAPACHO	LAPACHO	BIO. 2006	MS INTA 815
	2018	sd	s	1	---	CEDRO	MS INTA 617	K. POTRO
				2	---	JACARANDÁ	HO ATUEL	HO ATUEL
				3	---	SY 200	BAG. 501	B. SAETA
	2019	s	s	1	CEDRO	K. LIEBRE	BAG. 620	B. COLIHUE
				2	JACARANDÁ	JACARANDÁ	CEIBO	ALHAMBRA
				3	SY 120	BASILIO	MS INTA BON. 817	603
	2020	s	sd	1	BAG. 802	PEHUEN	B. COLIHUE	---
				2	SY 120	B. PEREGRINO	BAG. 620	---
				3	JACARANDÁ	SY 200	ACA 917	---
INTA Balarce	2017	s	s	1	TIMBÓ	RGT GARDELL	BAG. 501	MS INTA 415
				2	BAG. 680	LAPACHO	B. SAETA	BAG. 501
				3	CEDRO	BASILIO	MS INTA 415	B. SAETA
	2018	s	n	1	CEDRO	CEDRO	MS INTA 617	JACARANDÁ
				2	BAG. 802	SY 211	JACARANDÁ	ALHAMBRA
				3	TIMBÓ	BAG. 802	ALHAMBRA	HO ATUEL
	2019	s	s	1	B. COLIHUE	B. COLIHUE	ACA 602	ACA 602
				2	SY 120	ACA 602	B. COLIHUE	B. COLIHUE
				3	BAG. 620	BAG. 620	B. CAMBÁ	K. NUTRIA
	2020	s	n	1	MS INTA BON. 215	MS INTA BON. 215	ALHAMBRA	ACA 917
				2	SY 120	BASILIO	BAG. 450	BIO. 1008
				3	PEHUEN	SY 120	MS INTA BON. 817	B. COLIHUE
Criadero Klein	2017	n	s	1	ACA 307	ACA 307	K. LIEBRE	K. LIEBRE
				2	RGT GARDELL	BAG. 750	SY 300	MS INTA 415
				3	LAPACHO	B. DESTELLO	BIO. 2006	BIO. 2006
	2018	n	s	1	BAG. 620	SY 211	ÑANDUBAY	K. VALOR
				2	B. DESTELLO	BAG. 620	CEIBO	K. LIEBRE
				3	SY 211	SY 200	SY 300	K. VALOR
	2019	s	s	1	MS INTA 119	B. DESTELLO	BIO. 1006	BIO. 1006
				2	B. DESTELLO	SY 120	ÑANDUBAY	K. VALOR
				3	SY 120	B. CUMELÉN	PAMPERO	K. LIEBRE
	2020	n	n	1	B. RESPLANDOR	BAG. 620	B. CAMBÁ	ACA 604
				2	PEHUEN	B. DESTELLO	PAMPERO	K. POTRO
				3	GUAYABO	B. RESPLANDOR	ÑANDUBAY	B. COLIHUE

Continúa en página siguiente

Tabla 1. Continuación

Estación	Año	Sign. CL	Sign. CC	Ranking	CF, CL ^a	SF, CL ^a	CF, CC ^a	SF, CC ^a
C. Don Mario	2017	s	n	1	ALGARROBO	SY 120	CEIBO	B. PLENO
				2	BASILIO	LAPACHO	B. PLENO	K. LIEBRE
				3	BAG. 750	ACA 307	ACA 602	SY 300
	2018	n	s	1	BAG. 620	SY 120	CEIBO	BIO. 1006
				2	ALGARROBO	SY 211	ÑANDUBAY	SY 300
				3	CEDRO	BAG. 620	MS INTA BON. 817	B. CAMBÁ
	2019	n	n	1	B. COLIQUEO	BAG. 620	K. POTRO	K. VALOR
				2	BAG. 620	SY 211	MS INTA 415	HO ATUEL
				3	MS INTA 119	SY 120	920	K. POTRO
	2020	s	n	1	ALGARROBO	BAG. 620	B. CAMBÁ	LG ARLASK
				2	B. CUMELÉN	MS INTA 119	MS INTA 415	MS INTA 415
				3	BAG. 620	K. FAVORITO II	PAMPERO	BAG. 550
INTA Pergamino	2017	s	s	1	SY 120	SY 120	K. LIEBRE	K. LIEBRE
				2	BASILIO	K. MINERVA	ACA 602	ACA 602
				3	LAPACHO	LAPACHO	K. RAYO	BAG. 450
	2018	n	n	1	SY 211	SY 211	MS INTA BON. 817	SY 300
				2	ALHAMBRA	B. COLIQUEO	BIO. 1006	GINGKO
				3	BAG. 620	GUAYABO	914	MS INTA BON. 817
	2019	n	n	1	B. DESTELLO	B. COLIHUE	BIO. 1006	BIO. 1006
				2	B. COLIHUE	B. DESTELLO	ACA 909	BIO. 1008
				3	GUAYABO	ALHAMBRA	SN 90	ACA 909
	2020	s	n	1	SY 120	BAG. 620	MS INTA 815	HO ATUEL
				2	B. RESPLANDOR	SY 120	HO ATUEL	BAG. 550
				3	SY 109	B. CUMELÉN	ÑANDUBAY	ACA 604
INTA M. Juárez	2017	s	s	1	BAG. 680	SY 120	K. LIEBRE	K. LIEBRE
				2	BAG. 750	BAG. 750	B. CLARAZ	B. SAETA
				3	SY 120	B. DESTELLO	SN 90	MS INTA 415
	2018	sd	sd	1	---	---	---	---
				2	---	---	---	---
				3	---	---	---	---
	2019	n	n	1	SY 120	B. CUMELÉN	BIO. 1006	PAMPERO
				2	B. CUMELÉN	SY 120	PAMPERO	914
				3	MS INTA 116	BASILIO	ÑANDUBAY	BIO. 1006
	2020	n	sd	1	B. RESPLANDOR	BAG. 620	K. LIEBRE	---
				2	B. CAMBÁ	B. PEREGRINO	PAMPERO	---
				3	K. GEMINIS	CEDRO	ACA 909	---

Continúa en página siguiente

Tabla 1. Continuación

Estación	Año	Sign. CL	Sign. CC	Ranking	CF, CL ^a	SF, CL ^a	CF, CC ^a	SF, CC ^a
INTA Paraná	2017	n	s	1	B. BELLACO	ACA 360	CEIBO	ACA 602
				2	SY 120	SY 120	SN 90	MS INTA 415
				3	ALGARROBO	K. TITANIO CL	MS INTA 815	CEIBO
	2018	n	n	1	BASILIO	BASILIO	K. LIEBRE	K. POTRO
				2	K. SERPIENTE	CEDRO	B. PLENO	K. NUTRIA
				3	LG ARLASK	LG ARLASK	B. CLARAZ	B. PLENO
	2019	s	n	1	JACARANDÁ	SY 211	BIO. 1006	BIO. 1006
				2	B. COLIQUEO	SY 200	916	914
				3	SY 211	LG ARLASK	914	915
	2020	n	n	1	CEDRO	K. FAVORITO II	ACA 917	K. NUTRIA
				2	MS INTA 119	SY 109	BAG. 550	PAMPERO
				3	BAG. 620	B. PEREGRINO	K. LIEBRE	DL 201 TP

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