



Aapresid

Red de **INNOVADORES**

REVISTA TÉCNICA CULTIVOS DE INVIERNO 2019

**Diseñan un modelo para estimar
el daño por helada en trigo**

ADEMÁS

**Roya amarilla del trigo:
nuevas razas, monitoreo
y uso de fungicidas**

**Cultivos de servicios para
uso forrajero**

Revista de
Cultivos
de Invierno
Francés o pagar
Cta. Cle. N° 14641

ISSN 1850 0633

**Protege tu trigo.
Maximiza tu inversión.**

Stinger[®]

FUNGICIDA

Utilización forrajera de los cultivos de servicios	59
Eclesia, R.P.; Wingeyer, A.B.; Ré, A.E.; Rampoldi, A.; Marnetto, M.J.; Pautasso, J.M.; Valentinuz, E.; Wouterlood, N.; Roman, L.; Engler, P.; Caviglia, O.; Novelli, L.; Dupleich, J.; Piñeiro, G.; Corte, F. cc	
Respuesta a agronómica a la fertilización nitrogenada en cuatro cultivares de trigo candeal y dos cultivares de trigo para pan cc	67
Maich, R. H.	
Nutrición de trigo y cebada: ¿que vemos a campo?	76
Divito, G.A.; Sainz Rozas H.R.; Torres, A.; Berg, G.; Piloni, L.; Therisod, G. cc	
Evaluación de herbicidas para la supresión del cultivo de vicia	86
Néstor Hernán Panaggio, Guillermo Divito, Ana Venturino, Matías Carlon, Agustín Torres, Valeria Gianelli, Francisco, Bedmar cc	
Roya amarilla del trigo: nuevas razas, monitoreo y uso de fungicidas	92
Carmona, M.; Sautua, F. cc	
Fusariosis de la Espiga en trigo y cebada: panorama actual en la región centro-sur de la provincia de Buenos Aires	106
Martínez Mauro, Castañares Eliana, Dinolfo Inés; Stenglein Sebastián cc	
Calidad del trigo pan: la búsqueda de genotipos con altos valores de proteína y gluten y su variación frente a las enfermedades foliares	114
Ma. Rosa Simon cc	
Control de malezas en cereales de invierno	122
Víctor F. Juan, Federico Núñez Fré; Horacio Saint-André cc	
Daño de helada sobre el número de granos de trigo y su modelado	128
Pablo Abbate cc	
Empresas Socias	137

Autores: Castro, A.C.^{1,2}; Cardelli, M.1,2; Schierenbeck, M.^{1,2}; Uranga, J.P.^{1,2}; del Río, J. 1; Berrueta, W.A.; Simón, M.R.^{1,3}

¹ Cerealicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), La Plata, Buenos Aires.

³ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), La Plata, Buenos Aires.

Calidad del trigo pan: la búsqueda de genotipos con altos valores de proteína y gluten y su variación frente a las enfermedades foliares

La búsqueda de genotipos con altos valores de proteína y gluten, y su variación frente a las enfermedades foliares fúngicas.

Palabras Claves:

Trigo pan; Enfermedades;
Ensayos; Genotipos
primaverales.

Introducción

El conocimiento de la calidad del grano de trigo pan resulta fundamental para definir el destino industrial que tendrá su harina. La creciente exigencia de la industria de la panificación y las amplias preferencias de los consumidores demandan diferentes calidades para la obtención de productos tales como panes, galletitas, tartas, cereales para el desayuno, crackers, pastas, etc. (Kerfal *et al.*, 2010).

En esta línea, los programas de mejoramiento genético incluyeron “la calidad del grano de trigo” como un objetivo primordial en las investigaciones (Bushuk, 1988; Donaire *et al.*, 2010; Lombardo *et al.*, 2011; Cuniberti *et al.*, 2011; Cuniberti, 2014). En la actualidad, la selección asistida por marcadores moleculares es la vía más económica para capitalizar el creciente caudal de información genómica del trigo y especies emparentadas e incorporar rápidamente caracteres valiosos en un germoplasma cualquiera. Por lo tanto, la búsqueda de genotipos con buena calidad panadera es esencial.

El porcentaje de proteína y el contenido de gluten de un genotipo son determinaciones cruciales que están fuertemente influenciadas por las condiciones ambientales (suelo, clima, adversidades bióticas), las características genéticas del mismo y el manejo agronómico.

El clima es decisivo durante el ciclo del cultivo, pero especialmente en el período crítico (20 días antes de floración y 5 a 10 días después) y el llenado de grano cumple un rol muy importante en la expresión de la calidad de trigo. Las temperaturas superiores a los 25-30° C y baja humedad relativa durante el llenado de grano producen acortamiento del período, lo que se traduce en granos con menor rendimiento molinero y modificación en la composición de las proteínas, con la consiguiente reducción en la calidad. Por otro lado, cuando el grano de trigo recibe agua de lluvia previo a la cosecha, la absorbe, se hincha y al secarse nuevamente, no recobra su tamaño original. Esto provoca fracturas internas que disminuyen la densidad del grano, peso hectolítrico, y afectan el rendimiento molinero (Brach, 2011). Asimismo, las precipitaciones, pueden producir lavado y brotado al aumentar la cantidad de enzima alfa amilasa, lo que licua el almidón y resulta en trigos que darán masas pegajosas.

Con relación al manejo agronómico, las consideraciones más importantes a tener en cuenta para mejorar el rendimiento y la calidad serán la preparación del lote previo a la siembra, los antecesoros utilizados, la elección de la fecha de siembra, la fertilización nitrogenada y el manejo integrado de adversidades. El momento de aplicación del fertilizante es muy importante en la definición de la calidad. El nitrógeno (N) aplicado en la siembra, generalmente no es suficiente para incrementar rendimiento y proteínas a la vez. Esto se observa particularmente en años de altos rendimientos, si la oferta del N fue escasa. En situaciones como éstas, los porcentajes de proteína en grano suelen ser bajos, debido a la relación inversa que existe entre rendimiento y proteína, comúnmente llamado “efecto de dilución” (Brach, 2011).

Por otra parte, la presencia de enfermedades va a depender en gran medida de las condiciones meteorológicas predominantes durante el ciclo del cultivo. Si bien existe una amplia variedad de patógenos, las enfermedades de origen fúngico son las más importantes y dentro de éstas, prevalecen las foliares. El efecto que pueden generar en la calidad, dependerá considerablemente del hábito nutricional que el patógeno posea. Aquí podemos encontrar los biótrosos como *Puccinia triticina* Eriks, agente causal de la roya de la hoja, organismos que necesitan del hospedante vivo para poder alimentarse, y que provocan mayor daño sobre la acumulación y partición del N en el grano, que el que provocan sobre la acumulación y partición de la materia seca (Dimmock y Gooding, 2002; Schierenbeck *et al.*, 2019). De este modo, generalmente ocasionan una disminución en el contenido de proteína en el grano.

Por otro lado, los necrótrofos como *Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Shoem, agente causal de la mancha amarilla, son microorganismos que provocan la muerte del hospedante para poder alimentarse. Éstos provocan una disminución del área foliar fotosintéticamente activa, reducen la fotosíntesis y la acumulación de carbohidratos, principalmente, y afectan más el rendimiento que la acumulación de N, provocando generalmente un incremento en el porcentaje de proteína (Dimmock y Gooding, 2002; Schierenbeck *et al.*, 2019).

Finalmente, se encuentran los patógenos hemibiotrofos, como *Zymoseptoria tritici*, agente causal de la mancha de la hoja, que tienen un efecto variable sobre la calidad. Algunas pruebas sugieren que regularmente disminuyen el rendimiento de proteína en grano por unidad de superficie, y reducen tanto la captación como partición de N al grano (Mc cabe *et al.*, 2001). Sin embargo, otros investigadores han encontrado una disminución del rendimiento e incrementos en el contenido de proteína debido a un proceso de concentración (Dimmock y Gooding 2002; Castro y Simón, 2017).

Por último, un buen cuidado postcosecha también será necesario para mantener la calidad. Con relación a esto, lo más importante es el almacenaje con una humedad inferior al 14% en silos (previa desinfección y limpieza del grano) y el secado artificial que se debe realizar con flujos de aire caliente, sin que la temperatura exceda los 60 °C, de lo contrario dañará a las proteínas formadoras de gluten.

Objetivo

El objetivo del estudio fue evaluar la influencia de las enfermedades foliares fúngicas en el porcentaje de proteína (%) y contenido de gluten (%) en una colección de genotipos de trigo primaverales de origen internacional.

Materiales y metodología

El ensayo fue llevado a cabo en la Estación Experimental Julio Hirschhorn de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. Se utilizó un diseño de parcela dividida en el cual la parcela principal fue el tratamiento de fungicida: con fungicida (CF) y sin fungicida (SF), y la subparcela fueron 110 genotipos de trigo de origen internacional. En las subparcelas con control de enfermedades, se aplicó una triple mezcla (BASF Orquesta Ultra) de fluxapyroxad 50 g/l (carboxamida), epoxiconazole 50 g/l (triazol) y pyraclostrobin 81 g/l (1,2 l/ha) (estrobilurina), en cuatro estadios de crecimiento (EC): 2-3 hojas (EC12), encañazón (EC31), hoja bandera desplegada (EC 39) y floración, (EC60) (Zadoks *et al.*, 1974) para asegurar un testigo con baja infección y observar diferencias entre genotipos en ambas condiciones. En todas las sub-parcelas, se aplicó 100 kg N/ha (46-0-0), particionados en dos momentos: a la siembra y a fines de macollaje.

La determinación de la severidad de cada enfermedad se realizó mediante estimación visual, expresada como porcentaje de lesión cubierta por necrosis y clorosis de las enfermedades presentes en la hoja, discriminando si la sintomatología observada era ocasionada por un agente biótrofo o necrotrofo. Se evaluaron diez plantas tomadas al azar por cada parcela. Las evaluaciones se realizaron en los estadios EC39, EC60 y grano pastoso (EC82). Con las medias de severidad de las tres evaluaciones, se calculó el área bajo la curva de progreso de enfermedad (ABCPE) (Shanner y Finney, 1977).

Se tomaron muestras de hojas afectadas por patógenos y posteriormente, en el laboratorio, se determinó la frecuencia de patógenos mediante el método de cámara húmeda. El mismo consistió en trozar el material vegetal muestreado con síntomas visibles, y en cámara de flujo laminar, desinfectarlo en forma superficial mediante inmersión en una solución de NaClO al 1%, durante 2 minutos. Se repitió el procedimiento y luego se realizó una esterilización superficial sumergiendo el material en una solución de etanol al 70% durante 30 segundos. Se enjuagó el material esterilizado con agua destilada estéril y se dejó secar sobre papel absorbente. Una vez secos, los trozos se colocaron en cajas de Petri con papel absorbente humedecido. Posteriormente, las placas se incubaron durante 5 a 7 días a temperatura ambiente. Luego se observaron los trozos de material en microscopio óptico (20x) y se realizaron identificaciones morfológicas de los patógenos en base a diversas claves dicotómicas.

Luego de la cosecha, las muestras de grano fueron acondicionadas y molidas con el molino Bühler MLU 202 en el laboratorio de Cerealicultura de la misma Facultad. El % de proteína se determinó mediante el método micro-Kjeldahl (IRAM 15852-1) y el contenido de gluten fue determinado con equipo Glutomatic 2200 (IRAM 15864-1). Las variables de estudio se analizaron estadísticamente con el programa Genstat 12 Ed (VSN, 2011).

Resultados y discusión

Enfermedades predominantes en los genotipos de trigo

La frecuencia de patógenos hallada mostró diferencias significativas entre los genotipos. El 57% de los genotipos fueron afectados por *Puccinia triticina*, el agente causal de la roya de la hoja, el 33% fue afectado

por *Alternaria* spp. incluyendo especies patógenicas y saprofiticas, mientras que en el 6% de los genotipos se observó *Zymoseptoria tritici*, el agente causal de la mancha de la hoja y el 4% registró *Dreschlera tritici-repentis*, el agente causal de la mancha amarilla. La severidad de los genotipos se fue incrementando a través del ciclo del cultivo en forma significativa. El ABCPE fue estadísticamente superior en los genotipos SF con respecto a los genotipos CF, lo que evidenció el efecto del fungicida.

Influencia de las enfermedades sobre el porcentaje de proteína y gluten de los genotipos de trigo

El porcentaje de proteína en grano fluctuó entre 9% y 14,5% entre los genotipos evaluados. El valor medio de porcentaje de proteína de los genotipos SF fue 11,4% y CF 12,4%. La interacción fungicida × genotipo mostró que en aquellos genotipos en los que predominó la roya de la hoja, la proteína presentó incrementos significativos en el tratamiento CF con respecto al SF (**Figura 1**).

Los genotipos de trigo presentaron variabilidad en el contenido de gluten determinado. Hubo diferencias significativas entre genotipos, como así también en

la interacción fungicida × genotipo (**Tabla 1**). Los tratamientos CF obtuvieron valores superiores de gluten húmedo, siendo el promedio 28,9% y 24,9% para los tratamientos SF. Se contabilizaron los tratamientos según rangos de porcentaje de gluten húmedo (**Tabla 2**). De esto surge que de los 110 cultivares analizados, en los tratamientos CF, 84 de ellos superan el 25% en contenido de gluten húmedo, representando el 76,4%. En el otro grupo SF, 70 cultivares superan el 25%, representando el 63,6%. La diferencia entre genotipos de ambos grupos es del 12,8%, demostrando lo antes mencionado.

La aplicación de fungicida y la interacción fungicida × genotipo influyó estadísticamente sobre el contenido de gluten de los cultivares. Los genotipos afectados por Roya de la hoja, causada por un patógeno biotrófico, mostraron disminuciones significativas del gluten (verificado en las parcelas SF) mientras que la aplicación de fungicida provocó aumentos del gluten (**Figura 2**). Los genotipos en los que predominaron mancha de la hoja (hemibiotrófico) y mancha amarilla (necrotrofico) tuvieron mayor valor de gluten en las parcelas SF, mientras que la aplicación de fungicida disminuyó este parámetro (**Figura 3**).

Figura 1

Proteína en grano (%) en genotipos de trigo de origen internacional afectados por roya de la hoja sin fungicida (SF) y con fungicida (CF). Las letras diferentes dentro de cada genotipo indican diferencias significativas según test LSD $p < 0,05$.

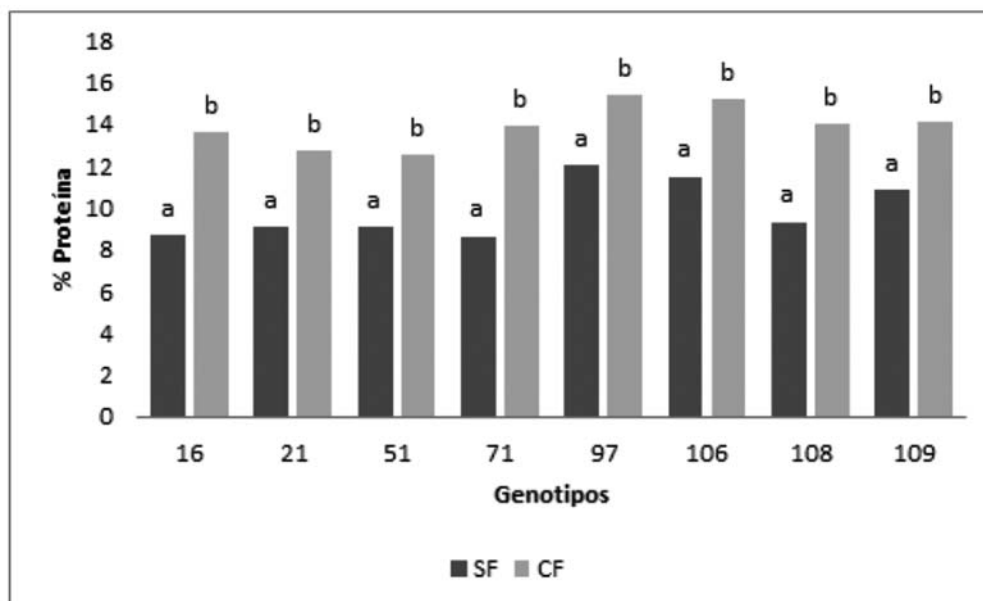


Tabla 1

Gluten húmedo (%) en una colección de genotipos de trigos de origen internacional con fungicida (CF) y sin fungicida (SF) en 2017. Las letras diferentes en cada genotipo indican diferencias significativas según test LSD $p < 0,05$.

Genotipo	1	2	3	4	5	6
CF	24,3 a	19,9 b	27,6 a	18,6 a	25,8 a	33,3 a
SF	29,7 b	0a	29,2 a	23,6 a	23,5 a	32,2 a
Genotipo	7	8	9	10	11	12
CF	25,6 a	30,6 a	24,3 b	32,7 b	40,0 b	36,9 a
SF	27,7 a	29,9 a	0a	0a	25,9 a	35,3 a
Genotipo	13	14	15	16	17	18
CF	32,3 a	33,9 a	32,7 b	27,1 a	18,6 a	28,5 b
SF	28,3 a	32,6 a	22,4 a	22,9 a	26,5 b	22,9 a
Genotipo	19	20	21	22	23	24
CF	36,0 b	33,6 a	21,4 b	30,2 b	36,8 b	24,3 a
SF	28,9 a	30,9 a	0a	24,3 b	28,1 a	23,9 a
Genotipo	25	26	27	28	29	30
CF	28,5 a	42,3 b	27,5 a	33,3 a	29,6 a	28,9 a
SF	24,2 a	34,4 a	27,6 a	28,0 a	25,0 a	27,2 a
Genotipo	31	32	33	34	35	36
CF	31,9 b	33,6 a	27,7 b	22,9 a	33,4 b	27,6 b
SF	25,5 a	34,7 a	0a	20,4 a	24,1 a	22,3 a
Genotipo	37	38	39	40	41	42
CF	25,1 a	33,1 a	32,9 a	28,6 a	25,1 b	33,1 b
SF	34,2 b	29,8 a	33,5 a	30,1 a	19,7 a	23,9 a
Genotipo	43	44	45	46	47	48
CF	31,2 b	20,3 b	31,8 a	33,4 a	23,1 a	33,1 a
SF	24,4 a	0a	34,4 a	28,1 a	31,0 b	28,0 a
Genotipo	49	50	51	52	53	54
CF	26,7 a	37,9 b	19,8 a	29,8 a	26,6 b	22,4 a
SF	30,1 a	17,7 a	22,8 a	26,6 a	20,6 a	18,9 a
Genotipo	55	56	57	58	59	60
CF	21,9 b	0a	16,1 b	29,7 a	29,4 a	32,6 b
SF	0a	0a	0a	27,6 a	24,5 a	21,8 a
Genotipo	61	62	63	64	65	66
CF	31,3 a	25,1 a	19,9 a	38,6 a	32,5 b	24,7 a
SF	38,2 b	25,3 a	15,8 a	35,4 a	21,7 a	30,7 b
Genotipo	67	68	69	70	71	72
CF	33,2 a	31,9 a	23,2 a	30,4 a	24,6 a	40,7 b
SF	34,6 a	38,5 b	27,0 a	29,1 a	23,8 a	28,2 a
Genotipo	73	74	75	76	77	78
CF	23,5 b	35,5 b	28,7 a	28,5 a	29,1 a	28,0 a
SF	0a	26,8 a	33,4 a	37,4 b	25,6 a	27,4 a
Genotipo	79	80	81	82	83	84
CF	24,2 a	28,1 b	32,4 a	28,1 a	29,1 a	29,7 a
SF	35,1 b	13,4 a	28,4 a	32,9 a	34,5 b	29,0 a
Genotipo	85	86	87	88	89	90
CF	29,7 a	16,9 a	30,1 b	28,2 a	30,9 a	31,4 a
SF	35,7 b	24,8 b	24,9 a	31,2 a	32,1 a	33,3 a
Genotipo	91	92	93	94	95	96
CF	32,2 a	39,9 b	37,4 b	38,2 a	31,8 b	39,5 b
SF	38,1 b	32,1 a	28,7 a	34,1 a	25,7 a	28,8 a
Genotipo	97	98	99	100	101	102
CF	30,9 a	37,1 a	31,5 a	26,3 a	49,5 b	35,5 b
SF	27,8 a	29,6 a	27,7 a	29,6 a	31,2 a	26,9 a
Genotipo	103	104	105	106	107	108
CF	23,6 a	18,2 b	27,1 a	26,9 a	30,5 b	28,8 a
SF	19,8 a	7,7 a	33,5 b	25,7 a	16,4 a	27,5 a
Genotipo	109	110				
CF	27,4 a	20,9 a				
SF	25,2 a	31,1 b				

Tabla 2

Número de cultivares con diferentes rangos de porcentaje de gluten húmedo GH (%) en una colección de genotipos trigos de origen internacional con fungicida (CF) y sin fungicida (SF) en 2017.

GH (%)	<20%	20-25 %	25-30 %	30-35 %	> 35 %
CF	10	16	34	34	16
SF	18	22	38	24	8

Figura 2

Gluten húmedo en genotipos de trigo de origen internacional afectados por roya de la hoja sin fungicida (SF) y con fungicida (CF). Las letras diferentes en cada genotipo indican diferencias significativas según test LSD $p < 0,05$.

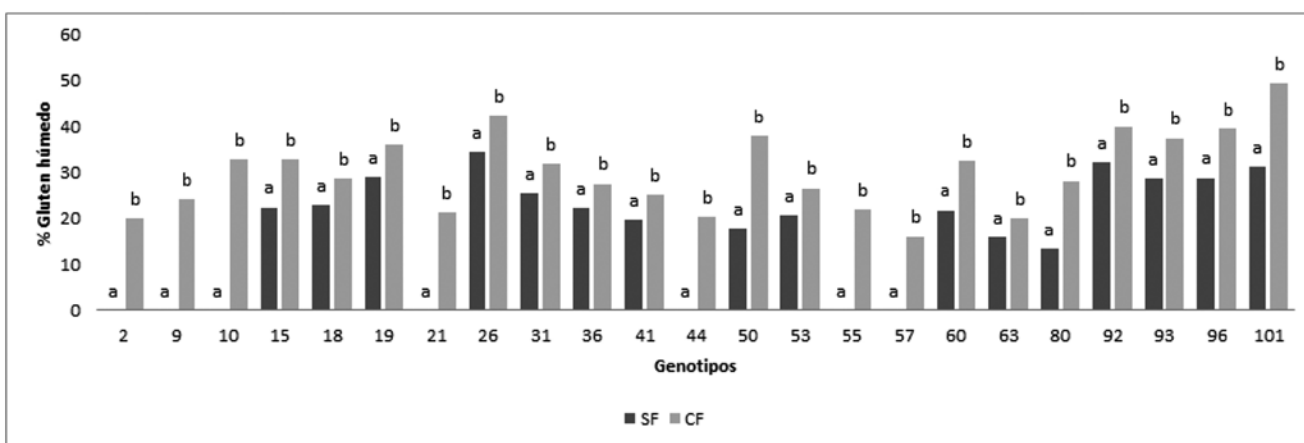
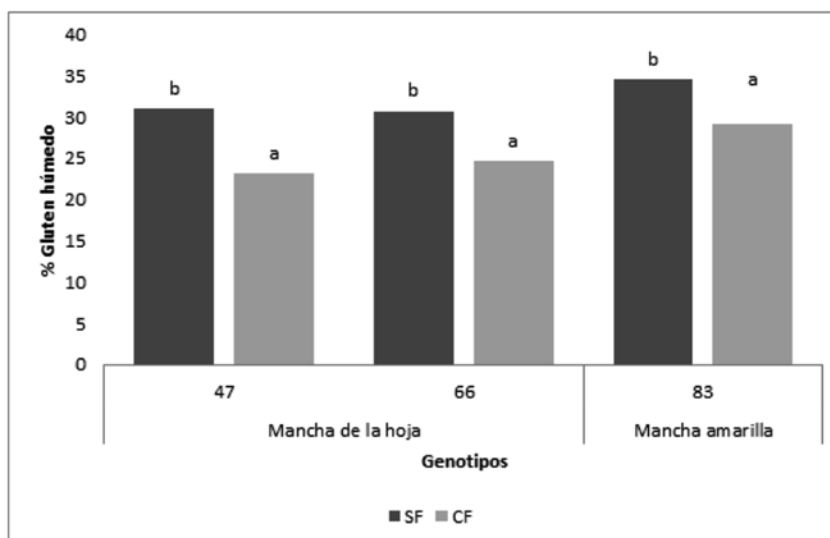


Figura 3

Gluten húmedo en genotipos de trigo de origen internacional afectados por mancha de la hoja y mancha amarilla sin fungicida (SF) y con fungicida (CF). Las letras diferentes en cada genotipo indican diferencias significativas según test LSD $p < 0,05$.



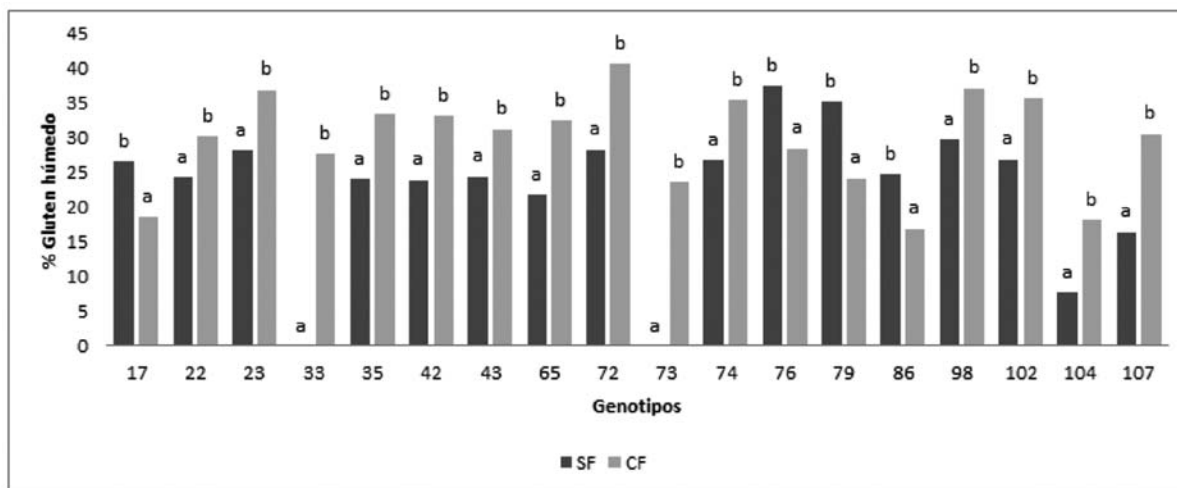
Por último, los genotipos afectados por *Alternaria* spp. (patógeno necrotrófico) mostraron incrementos o disminuciones del contenido de gluten (**Figura 4**), probablemente debido a la presencia de especies patogénicas y no patogénicas de *Alternaria*, causando que los otros patógenos no prevalentes determinen la fluctuación en el contenido de gluten.

Estos resultados pueden ser explicados a partir del comportamiento nutricional diferente de los patógenos involucrados. Ya se mencionó que cuando los clásicos patógenos biotróficos son controlados por fungicidas, la concentración de proteína del grano a menudo se incrementa, porque el patógeno tiene un efecto de

daño mayor en la acumulación y partición de N al grano que en la acumulación y partición de la materia seca. Contrariamente, la mayoría de los reportes encuentran que los efectos de controlar necrotrófos con fungicidas se asocia con una reducción de proteína, porque el patógeno interrumpe el suplemento de asimilados a través de reducir la capacidad fotosintética de la planta vía destrucción de los tejidos foliares y, por lo tanto, tiene un mayor efecto en la acumulación de C que en la de N (Dimmock y Gooding, 2002). Los resultados indican la importancia de conocer la susceptibilidad de los genotipos a la mayoría de los patógenos prevalentes para inferir su impacto en el contenido de gluten cuando se aplican fungicidas.

Figura 4

Gluten húmedo en genotipos de trigo de origen internacional afectados por especies de *Alternaria* sp. sin fungicida (SF) y con fungicida (CF). Letras diferentes en cada genotipo indican diferencias significativas según test LSD $p < 0,05$.



Conclusiones

- La alta variabilidad en el contenido de proteína y gluten de los genotipos de trigo de origen internacional utilizados, resulta prometedora para encaminar objetivos de mejoramiento genético que permitan incrementar las especificaciones industriales del trigo y posicionarse mejor ante las demandas de la industria local e internacional. En el mercado internacional hay una marcada diferenciación en los distintos tipos de trigo usados por las diferentes industrias. En Argentina se produce, básicamente, trigo pan y por el momento, no se diferencia por calidades industriales. Esto hace casi imposible obtener las diferentes harinas que el mercado actual demanda.
- Asimismo, este amplio set de genotipos con variabilidad en resistencia a diversas enfermedades foliares permite discriminar el efecto de patógenos de diferente hábito nutricional sobre variables de calidad como la proteína y el gluten
- Es necesario profundizar los estudios y la búsqueda de cualidades en relación a las propiedades reológicas de la harina, y analizar las correlaciones entre los parámetros de calidad panadera porque harían posible una selección en forma indirecta de genotipos con alta calidad de granos. Si bien se mapearon características asociadas a calidad, es relevante evaluar regiones del genoma de trigo en genotipos con y sin enfermedades foliares, para determinar la estabilidad de estas características frente a los agentes bióticos. Por esto mismo, es necesario conocer el efecto de las enfermedades foliares sobre las gliadinas y gluteninas, proteínas constituyentes del trigo, ya que no es suficiente el estudio de parámetros reológicos.

Referencias

- Brach, A. M. 2012. Factores que determinan la variación de la calidad panadera en trigo. Reconquista. INTA Reconquista. Revista Voces y Ecos N 28º. pp. 26-29
- Bushuk, W., Leisle, D. 1988. Nature and inheritance of protein quality in Canadian durum wheat cultivars. In: G. Wittmer (Ed.), The Future of Cereals for Human Feeding and Development of Biotechnological Research, pp. 119-134. Chamber of Commerce, Industry, Handicraft and Agriculture, Foggia, Italy.
- Castro, A.C., Simón, M.R. 2017. The impact of Septoria tritici blotch in bread making quality among argentinean wheat cultivars. *Journal of Cereal Science* 77, 259-265.
- Cuniberti, M., 2014. Productos que demanda el mercado y que el mejoramiento genético de trigo debe atender. Seminario Internacional de trigo. INIA La Estanzuela, Uruguay. Resúmenes p.67.
- Cuniberti, M., Mir, L., Molfese, E., Seghezze, M., 2011. Evaluación de calidad en programas de mejoramiento de trigo. www.iberolab.org/comunicaciones/requisitostécnicos.
- Dimmock, J. P. R. E., Gooding, M. J. 2002. The influence of foliar diseases, and their control by fungicides, on the protein concentration in wheat grain: a review. *Journal of Agricultural Science* 138, 349-366.
- Donaire, G., Nisi, J., Helguera, M., Bainotti, C., Fraschina, J., Masiero, B., Cuniberti, M., López, J., Salines, J., Alberione, E., Formica, B., 2010. Caracterización de la variabilidad genética del programa Nacional de mejoramiento de trigo del INTA. 8 th IWC. St. Petersburg, Russia.
- IRAM 15852-1. Determinación de proteínas totales. Método Kjeldahl modificado.
- IRAM 15864-1. Trigo y harina de trigo. Determinación de gluten húmedo, gluten seco y de índice de gluten. Método de lavado automático. Parte 1- Lavado con agua para análisis. seco y de índice de gluten. Método de lavado automático.
- Kerfal, S., Giraldo, P., Rodríguez Quijano, M., Vázquez, F. J., Adams, K., Lukow, O. M., Röder, M. S., Somers, D. J., Carrillo, J. M., 2010. Mapping quantitative trait loci (QTLs) associated with dough quality in a soft × hard bread wheat progeny. *Journal of Cereal Science* 52, 46-52.
- Lombardo, L.; Vanzetti, L.; Nisi, M.; Helguera, M. 2011. Uso de la selección asistida por marcadores moleculares en el mejoramiento del trigo. *Revista técnica en S.D. Trigo*. p. 11-15.
- McCabe, T.; Mulhare, J.J.; Byrne, J.J.; McIvor, A y Gallagher, E.J. 2001. Yield and quality improvement with strobilurin fungicides in winter wheat. *Aspects of Applied Biology and Wheat Quality* 64, 219-226.
- Schierenbeck, M., Fleitas, M.C., Cortese, F., Golik, S.I., Simón, M.R. 2019. Nitrogen accumulation in grains, remobilization and post-anthesis uptake under tan spot and leaf rust infections on wheat. *Field Crop Research* 235, 27-37.
- Shaner, G., Finney, R.E. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology* 67, 1051-1056.
- VSN International, 2011. *GenStat for Windows*, fourteenth ed. VSN International, Hemel Hempstead, UK GenStat.co.uk.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14, 415-421.