

Incidencia de la aplicación de fitoestimulantes sobre la calidad panadera de cultivares de trigo pan argentinos de distinto grupo de calidad

Effects of plant stimulants application on the baking quality of Argentine bread wheat cultivars of different quality groups

Incidência da aplicação de fitostimulantes na qualidade da padaria de cultivares de trigo tipo pão argentino de diferente grupo de qualidade

Adriana Cecilia Arrigoni¹, María Paula Álvarez¹, Agustín Francisco Arata¹, Maribel Capra¹

¹ Facultad de Agronomía- Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

aarrigoni@faa.unicen.edu.ar

DOI: <https://doi.org/10.35305/agro38.e013>

Recibido 15/06/2021 Aceptado 12/10/2021

Resumen

Analizar la calidad de los granos de trigo pan adquiere gran importancia debido a la gran cantidad de productos para consumo humano que se elaboran a partir de su harina. En Argentina, las variedades de trigo se clasifican en tres grupos según parámetros de calidad panadera, aunque la harina resultante puede diferir aún dentro del mismo grupo. Una de las prácticas más utilizadas para incrementar el rendimiento y calidad en el cultivo de trigo es la fertilización nitrogenada, aunque desde hace unos años comenzaron a usarse fertilizantes biológicos. En esta investigación se intentó evaluar la influencia de fosfitos de potasio y manganeso sobre el rendimiento y la calidad industrial de trigo, de variedades de trigo pan de distinto grupo de calidad, y también sobre el rendimiento en grano. Para eso se realizó un ensayo a campo en el año 2018 en la chacra experimental de la Facultad de Agronomía de Azul, ubicada en el centro de la provincia de Buenos Aires. No se encontraron diferencias en rendimiento entre los tratamientos fertilizados con nitrógeno (N) con respecto a los tratamientos con la aplicación de N y fosfitos, aunque si ambos tratamientos mencionados generaron mayores rendimientos que el tratamiento sin el agregado de N. Los cultivares difirieron en porcentaje de proteínas, porcentaje de gluten, fuerza y extensibilidad de la masa y fuerza del gluten. Dichos parámetros también presentaron diferencias entre los tratamientos de fertilización. Asimismo se observaron diferencias significativas en la interacción cultivar x tratamiento de fertilización en algunos parámetros de calidad industrial, resultando por ejemplo la aplicación de fosfitos en mayor tenacidad y fuerza de gluten, generando una mejora de dichos parámetros de calidad de las harinas en ciertos cultivares.

Palabras-clave: calidad de trigo; fosfitos; gluten

Abstract

Analyzing the quality of bread wheat grains is of great importance due to the large number of products for human consumption made from wheat flour. In Argentina, wheat varieties are classified into three groups according to flour quality parameters. One of the most widely used practices to increase wheat yield and quality is nitrogen fertilization, although biological fertilizers began to be used a few years ago. The aim of this research was to evaluate the influence of potassium and manganese phosphites on bread wheat quality of bread wheat varieties belonging to different quality groups, and also on grain yield. For this, a field trial was carried out in 2018 in the experimental farm of the College of Agronomy of Azul, located in the center of the province of Buenos Aires. No differences were found in yield between the treatments fertilized with nitrogen (N) and the treatments with the application of N and phosphites, although both

treatments resulted in higher yields than the treatment with no addition of N. The cultivars differed in protein percentage, gluten percentage, dough strength and extensibility, and gluten strength. These parameters also showed differences between the fertilization treatments. In addition, significant differences in some industrial quality parameters were also observed in the cultivar x fertilization treatment interaction, such as greater tenacity and gluten strength in treatments with phosphites application, resulting in an enhancement of these quality parameters in the flours obtained from certain cultivars.

Keywords: wheat quality; phosphites; gluten

Resumo

Analisar a qualidade dos grãos de trigo pão é muito importante devido ao grande número de produtos para consumo humano que são elaborados a partir da sua farinha. Na Argentina, as variedades de trigo são classificadas em três grupos segundo os parâmetros de qualidade da padaria, embora a farinha resultante possa ainda diferir dentro do mesmo grupo. Uma das práticas mais utilizadas para aumentar o rendimento e a qualidade no cultivo do trigo é a fertilização com nitrogênio, embora os fertilizantes biológicos tenham começado a ser usados há alguns anos. Nesta pesquisa, buscou-se avaliar a influência de fosfitos de potássio e manganês no rendimento e na qualidade industrial do trigo, de variedades de trigo pão de diferentes grupos de qualidade, e também no rendimento de grãos. Para isso, foi realizado um ensaio de campo em 2018 na fazenda experimental da Facultad de Agronomía de Azul, localizada no centro da província de Buenos Aires. Não foram encontradas diferenças no rendimento entre os tratamentos fertilizados com nitrogênio (N) em relação aos tratamentos com aplicação de N e fosfitos, não obstante ambos os tratamentos citados geraram rendimentos superiores ao tratamento sem adição de N. Os cultivares diferiram na porcentagem de proteínas, porcentagem de glúten, força e extensibilidade da massa e força do glúten. Esses parâmetros também mostraram diferenças entre os tratamentos de fertilização. Da mesma forma, diferenças significativas também foram observadas na interação cultivar x tratamento de fertilização em alguns parâmetros de qualidade industrial, resultando, por exemplo, maior tenacidade e força do glúten com a aplicação de fosfitos, gerando uma melhoria dos referidos parâmetros de qualidade das farinhas em certos cultivares.

Palavras-chave: qualidade do trigo; fosfitos; glúten

Introducción

El trigo pan (*Triticum aestivum* L.) es uno de los principales cereales producidos a nivel mundial, principalmente debido a la capacidad de sus granos de ser procesados e incluidos en la dieta humana en una amplia gama de productos ([Gao et al., 2016](#)). Es por eso que reviste gran importancia su calidad, la cual está determinada principalmente por la combinación de la elección de genotipo, la influencia del ambiente y la interacción que pueda existir entre ellos ([Molfese, 2016](#)).

En Argentina, los genotipos comerciales de trigo pan se clasifican en tres grupos de calidad determinados por el Instituto nacional de semillas (INASE) según parámetros de calidad panadera (peso hectolítrico, porcentaje de proteínas, porcentaje de gluten húmedo, fuerza de la masa, relación tenacidad/extensibilidad de la masa, estabilidad farinográfica y volumen de pan), siendo el grupo de calidad 1 (GC1) el que agrupa a las variedades correctoras, el grupo 2 (GC2) incluye los cultivares aptos para panificación industrial con más de 8 horas de fermentación, y el grupo de calidad 3 (GC3) son variedades que requieren menos de 8 horas de fermentación, aptos para panificación directa ([Cuniberti, 2004](#)).

A pesar de la clasificación mencionada, se han encontrado diferencias en la calidad entre cultivares, aún dentro de un mismo grupo, probablemente debido a la diferencia en la composición de proteínas que componen el gluten, gliadinas y gluteninas ([Lerner et al., 2016](#)).

Con respecto al efecto del ambiente sobre la calidad, existen prácticas de manejo agronómico que pueden modificar el ambiente explorado por el cultivo, en este sentido la fertilización es una de las prácticas más difundida para aportar nutrientes al cultivo, tendientes a influir tanto sobre el rendimiento como sobre la calidad de los granos. Según datos del Ministerio de Agroindustria de la Nación del año 2017, los dos nutrientes más aplicados como fertilizantes al cultivo de trigo fueron el Nitrógeno (N) y el Fósforo (P).

Los fertilizantes nitrogenados agregados en las primeras etapas del ciclo del cultivo tienden a incrementar el rendimiento por unidad de superficie, en tanto que cuando son aplicados en estadíos más avanzados tienden a incidir en la calidad de los granos ([García, 2004](#)). Mientras que, en el caso del P, la gran mayoría de las veces es aplicado en el momento de la siembra, o previo a la misma ([Reussi Calvo et al., 2020](#)). En las últimas campañas agrícolas la fertilización del trigo se concentró principalmente en la emergencia y macollaje del cultivo, en tanto que solo se observó un 4% de fertilización en presiembra y también un 4% en etapas reproductivas del cultivo. En el año 2020, en la región sudeste de la provincia de Buenos Aires, las mayores dosis de urea, que es el fertilizante sólido más utilizado como fuente nitrogenada en trigo, se aplicaron en las etapas de emergencia y macollaje, a razón de 114 y 160 Kg ha⁻¹ respectivamente ([Brihet et al., 2021](#)).

Asimismo, los fertilizantes agregados al sistema productivo son susceptibles de sufrir pérdidas, con un consecuente riesgo de impacto ambiental ([Andrade, 2017](#)). En este sentido, en los últimos años se ha hecho hincapié en las buenas prácticas de aplicación de fertilizantes, las mismas tienden tanto a eficientizar los resultados productivos como a cuidar el medio disminuyendo el impacto ambiental, y se basan en cuatro pilares fundamentales: elegir correctamente la fuente y la dosis del fertilizante, el momento más conveniente y la mejor forma de aplicarlo ([García, 2014](#)).

Adicionalmente, en Argentina, se ha difundido en los últimos años el uso de bioestimulantes en diferentes cultivos, tanto para aportar nutrientes como para incidir sobre la sanidad de los mismos ([Ferraris et al., 2016](#)). Entre ellos, diferentes fosfitos aplicados como fertilizantes foliares, han resultado correctores de deficiencias de nutrientes en cultivos extensivos (calcio, magnesio, zinc, cobre, manganeso, potasio) ([Lovatt y Mikkelsen, 2006](#)).

Según Caballero y Zamora ([2017](#)), en un experimento en el que aplicaron fosfito de potasio en distintos momentos del ciclo del cultivo de trigo (siembra, macollaje y hoja bandera expandida), registraron un incremento de rendimiento superior a los 600 Kg ha⁻¹ en el tratamiento con las tres aplicaciones de fosfitos, comparado con un tratamiento control.

El objetivo de este trabajo fue analizar los efectos de fosfitos de potasio y manganeso, sobre la calidad industrial y el rendimiento de genotipos de trigo pan argentinos pertenecientes a distintos grupos de calidad.

Materiales y métodos

En el año 2018 se realizó un ensayo en la Chacra experimental de la Facultad de Agronomía de Azul, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, ubicada en kilómetro 307 de la Ruta Nacional N°3 (36° 49' 53" latitud Sur, 59° 53' 23" longitud Oeste). Se sembraron sobre un Argiudol típico, los siguientes genotipos de trigo pan pertenecientes a los tres grupos de calidad (INASE), GC1: Buck Meteoro (Ciclo intermedio-corto) y Klein Proteo (Ciclo intermedio-corto), GC2: Bioceres Basilio

(Ciclo intermedio-largo) y Buck Pleno (Ciclo corto) y GC3: Bioceres Timbó (ciclo largo) y Klein Liebre (Ciclo intermedio-corto).

La siembra se realizó la primera semana de agosto, intentando abarcar la fecha de siembra recomendada por los criaderos de semillas para los cultivares utilizados en la región triguera "Pampa deprimida" (anterior subregión IV), exceptuando el cultivar B. Timbó que por ser un cultivar de ciclo largo quedó un poco desfasado de la fecha óptima. La densidad fue de 300 plantas por m². Previo a la siembra se incorporó superfosfato triple para asegurar suficiencia.

El diseño experimental fue un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones y con un arreglo en parcelas divididas, donde la parcela principal fue el cultivar y la subparcela incluyó los distintos tratamientos. Se sembraron 7 surcos a 20 cm de distancia, constituyendo cada subparcela 6,5 m².

Los tratamientos de fertilización analizados fueron los siguientes: Testigo (sin el agregado de fertilizante nitrogenado ni fosfitos), N (Con el agregado de 180 Kg de N ha⁻¹ en forma de Urea, fraccionada entre emergencia y macollaje) y N+FOS (aplicación de Urea fraccionada, y Fosfitos de potasio y manganeso en encañazón del cultivo).

En madurez fisiológica del cultivo, se cosechó manualmente y se trillaron las espigas con máquina estática. Se midió el rendimiento por unidad de superficie y el peso de mil granos (P1000).

Además, se determinaron parámetros de calidad de los granos y de las masas resultantes, como el porcentaje de proteínas (%P) y porcentaje de gluten húmedo (%GH) con equipo de transmitancia de infrarrojo cercano (NIT), fuerza de la masa (W), tenacidad (P), extensibilidad (L) y relación P/L con el Alveógrafo de Chopin (Método ICC, 1992) y se estimó fuerza de gluten a partir del volumen de sedimentación o test de SDSS ([Dick y Quik, 1983](#)).

Los resultados obtenidos se analizaron mediante Análisis de la Varianza y las medias se compararon con el test de Fisher ($\alpha = 0,05$). El paquete estadístico utilizado fue INFOSTAT ([DiRienzo et al., 2019](#)).

Resultados

Condiciones ambientales durante el ciclo del cultivo

Para conocer el efecto de las condiciones ambientales exploradas por el cultivo, las cuales inciden directamente sobre el resultado del mismo, se analizaron las temperaturas, precipitaciones y características edáficas del sitio de ensayo durante el ciclo del cultivo.

Como se observa en la [Figura 1](#), las precipitaciones durante el segundo semestre del año 2018 ascendieron a 488 milímetros (mm), resultando en una buena disponibilidad hídrica, siendo el mes de Noviembre en el que más milímetros de lluvia se registraron coincidiendo con los datos históricos y con el período crítico para la definición del rendimiento del cultivo, alrededor de la floración, para los trigos de la región ([Miralles et al., 2014](#)), por lo que el rendimiento no estuvo limitado por la disponibilidad hídrica.

Con respecto a las temperaturas, la última helada del año se registró la segunda semana de Septiembre, por lo que no generó daño al cultivo que se encontraba aún en la etapa vegetativa ([Satorre et al., 2003](#)).

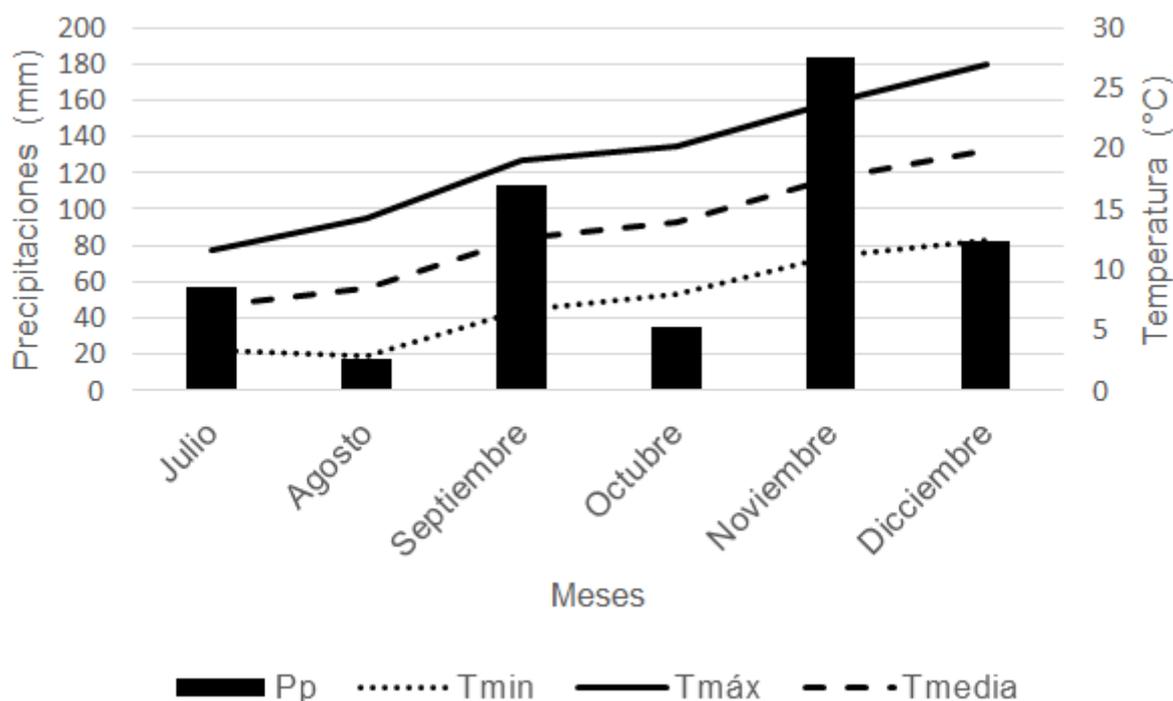


Figura 1: Precipitaciones y temperaturas máximas, medias y mínimas desde Julio a Diciembre, durante el año de ensayo.

Existieron elevadas temperaturas ($>30^{\circ}\text{C}$) en dos ocasiones en el mes de Noviembre (9 y 21/11) y en 9 días de Diciembre (9, 16, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28/12). Cabe mencionar que, los cultivares llegaron a floración el 12 de noviembre (con una diferencia de 2 días entre ellos).

Si se tiene en cuenta que la calidad industrial depende en gran medida de las proteínas de reserva del grano de trigo, gliadinas y gluteninas, y que las gliadinas empiezan a depositarse aproximadamente a los 7 días después de anthesis (DDA) y las gluteninas a los 12 DDA ([Rondanini et al., 2019](#)), se podría considerar que no se generaron mermas considerables en la calidad de los granos debido a altas temperaturas. Adicionalmente, no se produjo un acortamiento sustancial de la etapa de llenado de granos la cual duró 33 días.

En cuanto a las características del suelo, se puede mencionar el bajo contenido de materia orgánica, un moderado contenido de P, y una baja disponibilidad de N, lo que probablemente hizo al cultivo altamente dependiente del N provisto por la fertilización para satisfacer sus requerimientos productivos ([Tabla 1](#)).

Tabla 1: Datos provenientes del análisis de suelo (Materia orgánica, Fósforo y Nitrógeno) en las profundidades (Prof.) 0-20cm y 20- 40cm.

Prof. (cm)	Mat.Org. (%)	Fósforo- Bray & Kurtz I (ppm)	Nitrógeno (Kg N ha ⁻¹)
0-20	3,84	18,94	7,8
	Bajo	Moderado	Bajo
20-40	2,6	15,96	9,79

Rendimiento

Se observaron diferencias significativas en el rendimiento en grano por unidad de superficie (gr m⁻²) entre las variedades (p: 0,0365) y entre los tratamientos aplicados (Testigo, Nitrógeno y Nitrógeno + Fosfitos; p: 0,0001), sin llegar a ser significativa la interacción entre ambos (p: 0,4857).

El cultivar B. Basilio rindió 642 gr m⁻² siendo superior a B. Pleno, B. Meteoro y K. Proteo, que rindieron 478 gr m⁻², 471 gr m⁻² y 442 gr m⁻² respectivamente. En cuanto a las diferencias entre los tratamientos, ambos tratamientos fertilizados (N: 620 gr m⁻² y N+F: 565 gr m⁻²) rindieron más que el tratamiento testigo (T: 394 gr m⁻²) (Figura 2).

Cabe mencionar que, si bien la mayoría de los cultivares fueron sembrados en la fecha recomendada, B. Timbó fue sembrado tarde respecto de la fecha óptima. Sin embargo, según los registros fenológicos, no presentó mayores diferencias en su ciclo con respecto a los demás (datos no mostrados), lo que se ve reflejado en el rendimiento obtenido, el cual supera los 600 g m⁻² en los tratamiento fertilizados (N y N+Fosfitos) encontrándose entre las variedades más rendidoras (Figura 2).

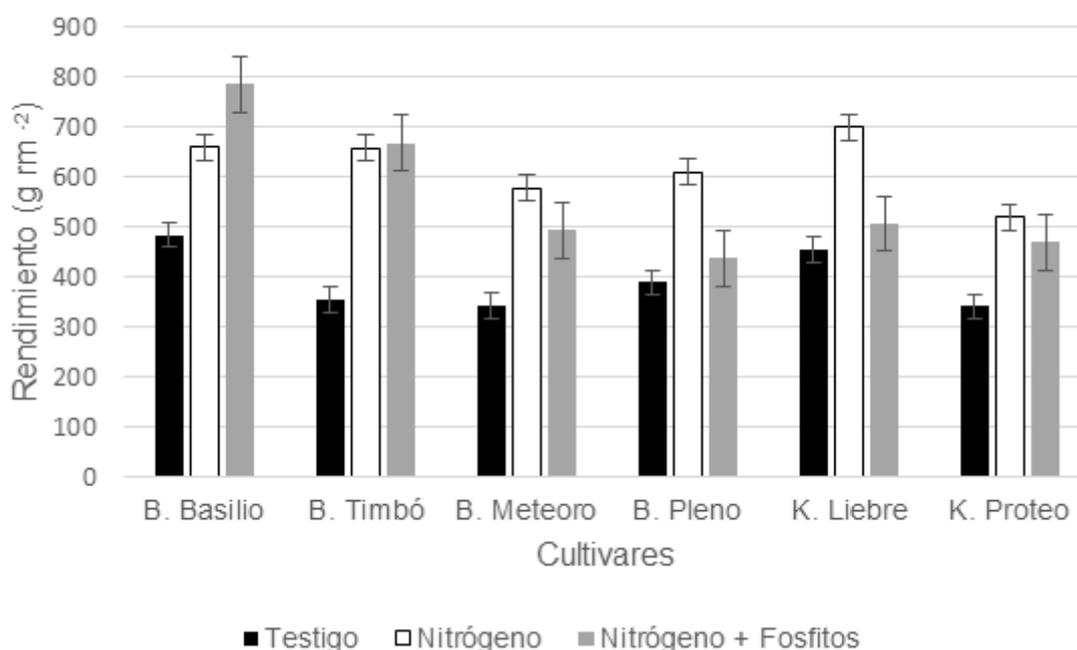


Figura 2: Rendimiento en grano (g m⁻²) de los cultivares, en los tres tratamientos analizados (Testigo, Nitrógeno, Nitrógeno +Fosfitos).

Calidad industrial

Con respecto a los parámetros de calidad de los granos y de las masas, se encontraron diferencias significativas entre cultivares y entre tratamientos en: Porcentaje de proteínas (%P), Porcentaje de gluten húmedo (%GH), fuerza de la masa (W), extensibilidad de la masa (L) y fuerza del gluten (FG), resultando la tenacidad de las masas (P) más estable entre variedades y entre prácticas de fertilización.

A su vez, al resultar significativa la interacción cultivar x tratamiento de fertilización para P y FG, se infirió que los tratamientos generaron diferentes efectos sobre genotipos en dichos parámetros de calidad.

Se observó una superioridad de los tratamientos N y N+F con respecto al tratamiento testigo tanto en porcentaje de proteínas, porcentaje de gluten, W y L ([Tabla 2](#)). En cambio, en la fuerza del gluten estimada a través del test de sedimentación y en tenacidad de las masas (P), se encontró que los tratamientos afectaron diferencialmente a cada cultivar, por ser significativa la interacción entre Cv x Trat. Fert. ([Tabla 2](#)).

Tabla 2: Valores de F y significancia del porcentaje de proteínas (%P), porcentaje de gluten (%GH), fuerza panadera (W), tenacidad (P), extensibilidad (L) y fuerza de gluten (FG) para las fuentes de variación Cultivar (Cv) y Tratamiento de fertilización (Trat. Fert.), y para la interacción Cv x Trat. Fert.

Fuente de Variación	% P	%GH	W	P	L	FG
CV	16,22***	15,81***	14,88***	2,38ns	6,76**	74,18***
Trat. Fert.	90,98***	44,67***	4,41*	3,40ns	10,01***	11,56***
CV * Trat. Fert.	1,97ns	1,54ns	0,73ns	3,54**	0,68ns	6,30***

Los asteriscos *, ** y *** indican el nivel de significancia al 0,1, 0,05 y 0,01 y ns significa no significativo

Se encontraron mayores valores de %P y % GH en los tratamientos con el agregado de fosfitos con respecto a los fertilizados solo con N (por ejemplo, K. Liebre: 13,87 vs. 12,11 %P; 36,17 vs. 32,53GH).

Si se puntualiza en el valor de fuerza de gluten (FG), obtenido a través del test de sedimentación en dodecyl sulfato de sodio, considerado como un buen estimador de la calidad industrial de las masas ([Dick y Quik, 1983](#)), se observó que el efecto de los tratamientos con N y N+F mejoró sustancialmente los valores obtenidos con respecto al tratamiento T principalmente en las variedades B. Basilio (GC2) y B. Timbó (GC3 ([Figura 3](#)).

En cuanto al resto de los cultivares, no se presentaron grandes diferencias en FG entre los tratamientos ([Figura 3](#)).

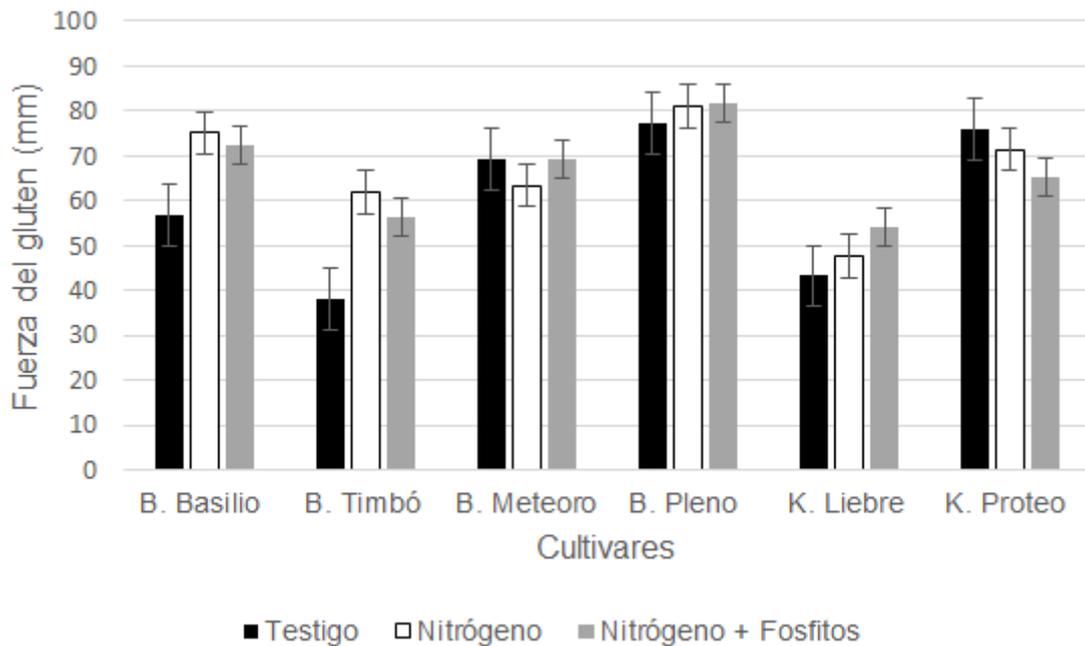


Figura 3: Fuerza de la masa de los cultivares, en los tres tratamientos analizados (Testigo, Nitrógeno, Nitrógeno +Fosfitos).

Adicionalmente, se puede observar cómo cultivares como B. Meteoro (GC1) y K. Liebre (GC3), con la aplicación de N+F mejoraron sus valores de fuerza de la masa. K. Proteo (GC1) y B. Timbó (GC3) no mostraron diferencias sustanciales en los parámetros de calidad analizados entre ambos tratamientos de fertilización. En tanto que los resultados de calidad de los cultivares del grupo de calidad 2, B. Basilio y B. Pleno, no mostraron comportamientos similares frente al agregado de fosfitos ([Figura 4](#)).

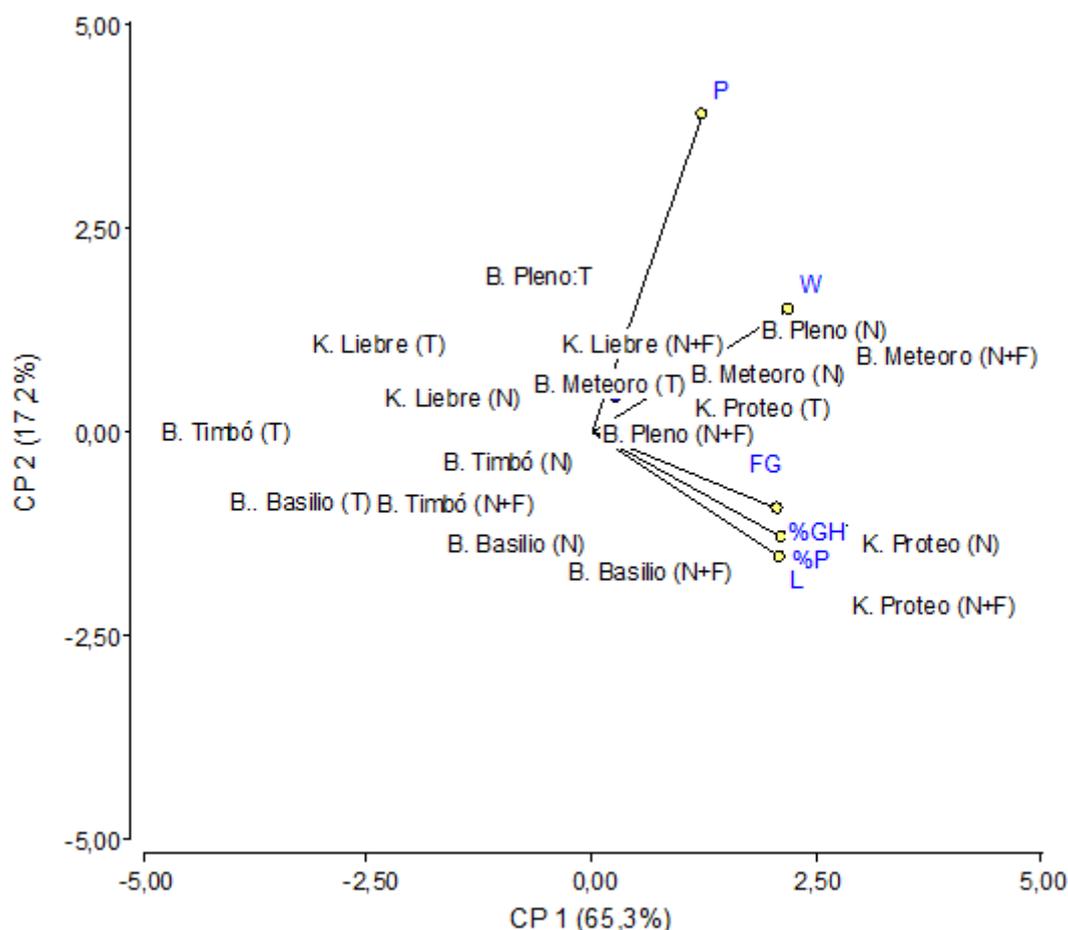


Figura 4: Análisis de componentes principales de las variedades y los tratamientos analizados (T, N, N+F), clasificados según los valores de fuerza (W), tenacidad (P) y extensibilidad de la masa (L), fuerza de gluten (FG), porcentaje de proteínas (%P) y porcentaje de gluten (%GH).

Discusión

Con respecto al rendimiento por unidad de superficie de las variedades analizadas en esta investigación, se encontró una clara superioridad de los tratamientos fertilizados, tanto con N como con N y fosfitos, frente al tratamiento sin fertilización nitrogenada, concordando con lo observado en el análisis de suelo previo a la siembra, el cual reportó un bajo contenido de N en el perfil de suelo ([Tabla 1](#)). Esto coincidió con lo demostrado por Dilchneider et al. ([2019](#)) quienes afirmaron que la disponibilidad de N es el principal condicionante del rendimiento del cultivo de trigo.

Asimismo, no existió interacción CV x Trat. Fert. para el rendimiento ($p: 0,4857$), en discordancia con lo reportado por Ferraris y Ortis ([2020](#)), que encontraron una respuesta diferencial a la fertilización según el genotipo.

Como se mencionó anteriormente, el cultivar B. Basilio, de grupo de calidad 2, rindió entre un 34% y un 45% más que B. Pleno, B. Meteorito y K. Proteo ([Figura 2](#)). Cabe aclarar que las dos variedades que obtuvieron un menor rendimiento en grano pertenecen al grupo de calidad 1, coincidiendo con lo reportado por Cuniberti et al. ([2017](#)), en que las variedades de mejor calidad panadera rindieron menos en general que las variedades de pertenecientes al GC3.

Probablemente lo registrado se relaciona con la tendencia de las últimas campañas agrícolas en Argentina donde se observó una disminución del porcentaje de las

variedades sembradas de GC1, con respecto a la de cultivares de los otros dos grupos de inferior calidad panadera. La siembra de variedades de GC1 pasó de 23% a 11% entre las campañas 2019 y 2020, frente a un claro aumento de siembra de las variedades del GC2, que pasaron de 64% a 76%, en el mismo período de tiempo ([Brihet et al., 2021](#)).

Además, contribuye con dicha tendencia el hecho de que la norma de comercialización de trigo pan en nuestro país (Norma XX), que sirve de base para la liquidación comercial de los granos de trigo, solo incluye dentro de sus rubros al porcentaje de proteínas como parámetro de calidad industrial, por el que se pueden percibir bonificaciones o descuentos utilizando como base el valor de 11%. Pero como se mencionó anteriormente, puesto que el principal uso de los granos de trigo es la elaboración de productos para consumo humano, resulta importante la calidad de los granos y las masas resultantes.

El incremento de %P y %GH en algunos de los casos analizados, podría significar un sobreprecio con respecto a los valores obtenidos con respecto a los granos provenientes de las mismas variedades, pero fertilizadas solo con N. Esto concuerda con lo reportado por Ventimiglia y Torres Baudrix ([2018](#)), que encontraron que las fertilizaciones en etapas avanzadas del cultivo incidían sobre parámetros de calidad.

Adicionalmente, la fuerza de gluten y la tenacidad de la masa, al presentar diferencias significativa en la interacción Cv y Trat. Fert. ([Tabla 2](#)), generaron en algunos cultivares valores superiores en el tratamiento N+F, con respecto a los otros dos, como se observa en la [Figura 3](#).

Cabe mencionar además que, los elevados valores de FG en todas las variedades en sus tratamientos fertilizados, observados en la [Figura 3](#), podrían estar asociados a que en dichos casos el porcentaje de proteínas siempre estuvo por encima de 11%, lo que representa un valor aceptable para la calidad panadera, como se cita en la norma de comercialización de trigo pan (Norma XX).

Con respecto a los resultados observados en el análisis de componentes principales ([Figura 4](#)), sobre las diferencias de comportamiento de los parámetros de calidad de las masas de los distintos cultivares aún dentro de un mismo grupo de calidad, podría asociarse con las diferencias en la composición de proteínas del gluten reportadas dentro de cada GC ([Lerner et al., 2016](#)).

Conclusión

Si bien el rendimiento en grano no fue superior en los tratamientos con el agregado de fosfitos, con respecto al tratamiento fertilizado solamente con N, sí se logró mejorar valores de algunos parámetros de calidad industrial en algunos cultivares con el agregado de fosfitos de potasio y manganeso.,.

Además, en el contexto actual donde se tiene cada vez más en cuenta la sustentabilidad de los sistemas productivos en las distintas producciones agrícolas, adquiere importancia contar con fertilizantes biológicos como complemento de insumos más tradicionales.

Por todo lo mencionado, se considera que en las condiciones de ensayo mencionadas, los fosfitos de Potasio y Manganeso, constituyeron una alternativa interesante para la producción de trigo pan. Cabe mencionar que los resultados obtenidos corresponden a

un solo año de experimento por lo que los resultados deberían ser validados, y además se podría profundizar en los análisis de su influencia sobre otros parámetros de calidad, como así también sobre las proteínas que conforman el gluten, gliadinas y gluteninas.

Agradecimientos

Sin la colaboración del ingeniero agrónomo Daniel Pérez, técnico del Laboratorio de Valoración de calidad industrial de trigo (LABCIT) de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, no se hubiese podido desarrollar la presente investigación

Bibliografía

ANDRADE, F. (2017) *Los desafíos de la agricultura argentina. Satisfacer las futuras demandas y reducir el impacto ambiental*. INTA ediciones. 124 p.

Boletín agrometeorológico del centro sur de la provincia de Buenos Aires: partidos de Azul, B. Juárez, Olavarría, Las Flores y Tandil. (2018) Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Volumen 28. N°12, Volumen 29, N°1, N°2, N°3, N°4.

BRIHET, J.; GAYO, S.; REGEIRO, D. (2021) Tecnología y calidad de trigo: caso sudeste de Buenos Aires. Informe mensual N°44. *Bolsa de Cereales*. Disponible en <https://www.bolsadecereales.com/> [Acceso: 27 de mayo de 2021]

CABALLERO, V. y ZAMORA, M. (2017) *Impacto de la utilización de Fosfito de Potasio, sobre la implantación, productividad y calidad de trigo pan*. AGROBARROW, 59.

CUNIBERTI, M. (2017) *Calidad del trigo. Región central del país: 30 años*. INTA Ediciones. 232p.

CUNIBERTI, M.; NISI, J. y ASIERO, B. (2004) Estabilidad en la calidad de variedades de trigo: relación rendimiento vs. calidad industrial. *IDIA*, 21, 6:26-28.

LERNER, S. E. , ARATA, A. F. y ARRIGONI, A. C. (2016) Relación entre eficiencia de uso del nitrógeno y calidad industrial en variedades argentinas de Trigo Pan (*Triticum Aestivum* L.) con distinta composición de gluten. *RIA*: 42, N°1.

DICK, J. y QUICK, J. (1983). A modified screening test for rapid estimation of gluten strength in early-generation durum wheat breeding lines. *Cereal Chemistry* 60, 315-318.

DILLCHNEIDER, A.; FRASIER, I.; FUNARO, D.; FERNÁNDEZ, R. y QUIROGA, A. (2019) Estrategias de fertilización nitrogenada para incrementar el rendimiento y proteína de trigo en la región semiárida. *SEMIÁRIDA. Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam* Vol 29(1): 5362.

DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZÁLEZ, L.A.; TABLADA, M. y ROBLEDO, C. W. *InfoStat versión 2019*. Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>, 2019.

FERRARIS, G. y ORTIS, L. (2020) *Variabilidad en la respuesta a nutrición en cultivares de trigo y cebada cervicera-Campaña 2019/20*. EEA Pergamino, INTA.

FERRARIS, G.; TORIBIO, M.; FALCONARO, R. y MORONI, F. (2016) Estrategias sobre rendimientos, Balance de Nutrientes y Fertilidad de suelos. *Boletín INTA*.

GAO, X.; LIU, T.; Yu, J.; LI, L.; FENG, Y. y Li, X. (2016) Influence of high-molecular-weight glutenin subunit composition at Glu-B1 locus on secondary and micro structures of gluten in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food Chemistry* 197 (2016) 1184–1190.

GARCÍA, A. (2004) Manejo de la fertilización con Nitrógeno en trigo y su interacción con otras prácticas agronómicas. *Serie técnica N°144*. INIA. 57p.

GARCÍA, F. (2014) *Fertilidad de suelo y fertilización de cultivos*. INTA.

LOVATT, M. y MIKKELSEN, R. (2006) Phosphite: What are they? Can you use them?, What can they do? *Better crops with plant food*. 90 (4) 11:13.

MIRALLES, D. (2014) Consideraciones sobre ecofisiología y manejo de Trigo. Información técnica. *Publicación Miscelánea N° 101*. Inta Rafaela.

MOLFESE, M. E. (2016) *Caracterización de la calidad del Trigo Pan en el centro sur bonaerense*. Ediciones INTA.

REUSSI CALVO, N.; DIOVISALVI, N.; BERARDO, A. y GARCÍA, F. (2020) Del paper al lote: ¿Cuándo, cómo y por qué debería fertilizar mis trigos?. Comunicaciones técnicas N°5/2020. *FERTILAB*. Disponible en https://www.laboratoriofertilab.com.ar/Trabajos/2020_Pautas_Trigo.pdf [Acceso: 1 de marzo de 2021].

RONDANINI, D. P.; BORRÁS, L. y SAVIN, R. (2019) Improving grain quality in oil and cereal crops. *Crop Science*, 269-285.

SATORRE, E. H.; BENECH, R. L.; SLAFER, G. A.; DE LA FUENTE, E. B.; MIRALLES, D. J.; OTEGUI, M. E., y SAVIN, R. (2003) *Producción de granos: bases funcionales para su manejo*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina. 783p.

VENTIMIGLIA, L. y TORRENS BAUDRIX, L. (2015) *Trigo: Fertilización foliar con urea. Efecto de la dilución, momento, dosis de aplicación y mezcla con fungicida*. Publicaciones AER 9 de Julio, EEA Pergamino, INTA.

ARRIGONI, A., ÁLVAREZ, M., ARATA, A., & CAPRA, M. (2021). Incidencia de la aplicación de fitoestimulantes sobre la calidad panadera de cultivares de trigo pan argentinos de distinto grupo de calidad. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNR*, 21(38).
doi:<https://doi.org/10.35305/agro01.e013>

Copyright (c) 2021 Adriana Cecilia Arrigoni, María Paula Álvarez, Agustín Francisco Arata, Maribel Capra



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).