

# Resultados de evaluación en ensayos de cultivos de invierno 2023

---

## **EDITORES:**

*Andrea Figueruelo; Fernando Porta Siota; Walter Guillot Giraudo y Alexandra Dillchneider*



Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,  
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía  
**Argentina**

**Centro Regional La Pampa-San Luis**

Estación Experimental Agropecuaria Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas"

---

**Este documento queda sujeto al cumplimiento  
de la Ley Nro. 26.899**

**Colaboradora y Curadora de Datos del  
Repositorio Institucional - INTA Digital**  
Bibl. Flavia Epuñan

**Diseño Gráfico**  
Dis. Gráf. Francisco Etchart

*Abril de 2024*



**EDICIONES INTA**

Centro Regional La Pampa-San Luis  
EEA INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas"  
RN N°5 Km 580, CP 6326, Anguil, La Pampa, Argentina

# CONTENIDOS

<b>Introducción</b>	5
<b>Características edafoclimáticas del sitio</b>	6
<b>Capítulo 1</b>	7
<b>Red de evaluación de cultivares de trigo. Campaña 2023</b> <i><a href="https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/17420">https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/17420</a></i>	
<b>Capítulo 2</b>	12
<b>Balance nutricional en trigo: macro y micronutrientes</b> <i><a href="https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/17419">https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/17419</a></i>	
<b>Capítulo 3</b>	15
<b>Ensayo comparativo de rendimiento de trigo Candeal</b> <i><a href="https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/17418">https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/17418</a></i>	
<b>Bibliografía</b>	18



# INTRODUCCIÓN

La presente publicación, recopila los resultados productivos y sanitarios de la red de evaluación de cultivares de trigo y de los ensayos de manejo de trigo y cártamo, llevados a cabo en la en la campaña 2023 en el campo experimental de la EEA "Ing. Agr. Guillermo Covas" de INTA, situada en Ruta Nacional N 5 Km 580, Anguil, La Pampa.

Se presentan las redes de evaluación de cultivares de trigo que tienen como objetivo dar a conocer el comportamiento productivo y sanitario de los cultivares disponibles en el mercado, evaluados bajo un mismo ambiente. Esta información es de vital importancia para el productor o asesor a la hora de tomar decisiones sobre la elección del cultivar y manejo agronómico a realizar.

En el año 2021, Abbate et al., (2021) elaboraron un nuevo mapa de subregiones para los cere-

ales de invierno, basado en diferencias de precipitaciones, temperaturas, relieve y suelo (Fig. 1). La provincia de La Pampa pertenece a la Región denominada Pampeana y se diferencia en 3 subregiones: subregión Pampa Semiárida Central (9), subregión Pampa Semiárida Sur (10) y subregión Pampa Seca (11). En las subregiones 9 y 10, se concentra la mayor producción de cereales de invierno de la provincia.

Los ensayos de manejo se realizan con el objetivo de generar e incrementar los conocimientos locales sobre el desempeño agronómico de nuevos cultivos y generar medidas de manejo, basadas en la elección de la fecha de siembra y en estrategias de fertilización, más adecuadas para la región.

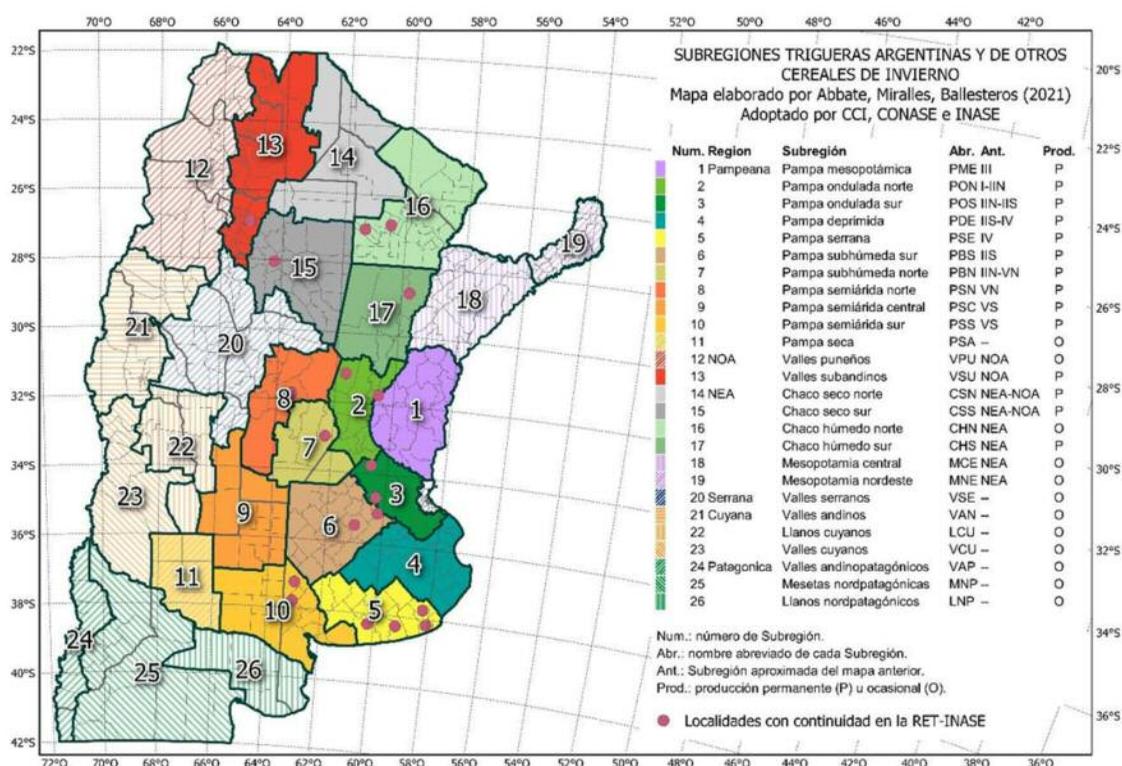


Figura 1. Mapa de las Subregiones trigueras de Argentina y de otros cereales de invierno. (Abbate et al., 2021).

## Características edafoclimáticas del sitio

El sitio de evaluación de ensayos se encuentra ubicado en el campo de la EEA Anguil, cuya posición georreferencial es 36° 36' 5,19''S; 63° 57' 59,77''W. El suelo fue caracterizado como franco, con 2 % de Materia orgánica, 14.1 ppm de fósforo, 57.6 kg ha<sup>-1</sup> de N-nitratos y una profundidad de perfil de 120 cm, limitado por un manto calcáreo.

El contenido de agua útil al momento de la siembra fue de 28.6 mm el 29 de mayo, de 57 mm el 10 de julio y 34.3 mm el 9 de agosto.

Las precipitaciones del período junio-diciembre fueron 334 mm, con una distribución concentrada

en el trimestre octubre-noviembre-diciembre (81% del total) (Fig. 2). Por lo tanto, el inicio del ciclo del cultivo se desarrolló en su totalidad con el agua útil disponible al momento de la siembra. Se destacan los escasos milímetros registrados en el mes de septiembre con respecto a la media histórica.

Las temperaturas medias mínimas y máximas para el año 2023 y el promedio histórico 1973-2016 se muestran en la Fig. 3. Los valores de temperatura máxima fueron similares a la histórica en los meses invernales, pero durante octubre y noviembre, se registraron 2 °C por encima de la media histórica. Las temperaturas mínimas medias registradas en los meses invernales resultaron 2°C mayor que los valores históricos.

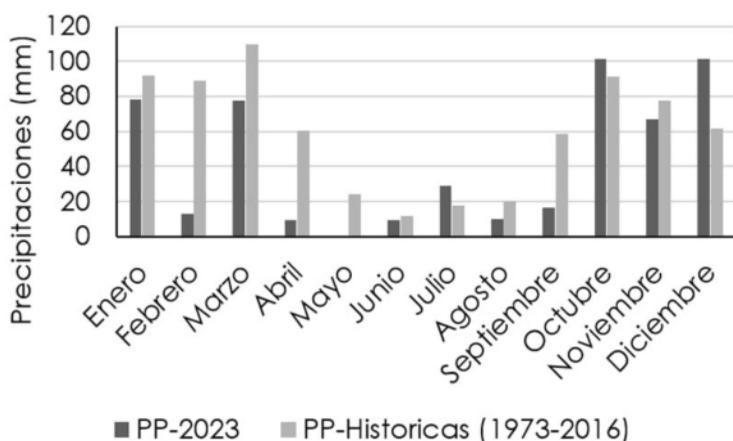


Figura 2. Precipitaciones (mm) para el año 2023 y serie histórica 1973-2016. Estación meteorológica automática INTA Anguil Fuente: Belmonte et al., 2017.

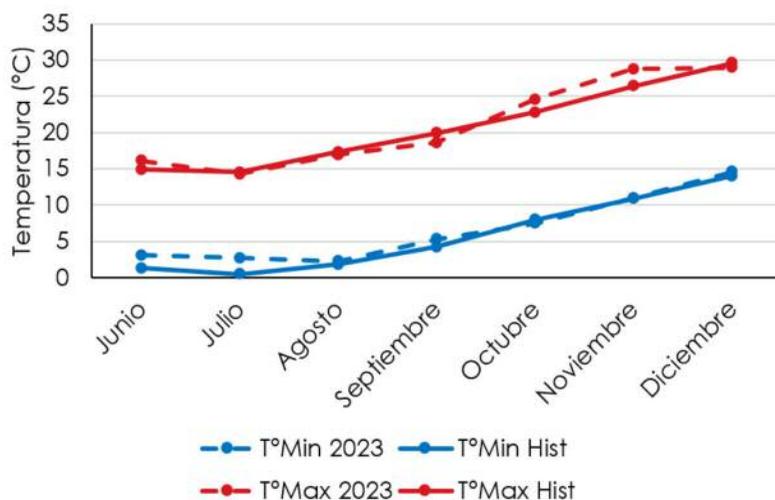


Figura 3. Temperatura máxima y mínima del año 2023 e históricas (período 1973-2016). Estación meteorológica automática INTA Anguil.

# CAPÍTULO 1

## Red de evaluación de cultivares de trigo. Campaña 2023

### REGION 9 PAMPA SEMI ÁRIDA CENTRAL

Alexandra DILLCHNEIDER<sup>1</sup>; Andrea FIGUERUELO<sup>1 2</sup>; Daniel FUNARO<sup>1</sup>; Fernando PORTA SIOTA<sup>1 2</sup>; Donato FOSSACECA<sup>1</sup>; Alan SANNEN<sup>1</sup>; Valentín FOSSACECA<sup>1</sup>; Walter GUILLOT GIRAUDO<sup>1</sup>; Pablo SPHAN<sup>1</sup>; José María BUSCH<sup>1</sup>; Daniela ORTIZ<sup>1</sup>

1 EEA INTA Anguil "Ing.Agr. Guillermo Covas"; 2 Facultad de Agronomía, UNLPAM

#### **Introducción**

La red de ensayos de cultivares de trigo se encuentra distribuida en todas las regiones trigueras de la Argentina. En ella se evalúan las características fenológicas, productivas y de comportamiento frente a enfermedades. Esta información es de suma utilidad en la caracterización de la adaptabilidad, estabilidad y producción de los cultivares en cada región.

#### **Metodología experimental**

Se evaluaron 75 cultivares de trigo pan, 24 cultivares de ciclo largo (primera y segunda fecha de siembra), 29 cultivares de ciclo intermedio (segunda y tercera fecha de siembra) y 22 cultivares de ciclo corto (tercera fecha y cuarta fecha de siembra). La primera fecha de siembra se realizó el 5 de junio, la segunda el 27 de junio, la tercera el 18 de julio y la cuarta el 7 de agosto. La densidad de siembra fue de 220, 260, 280 y 300 para la primera, segunda, tercera y cuarta fecha respectivamente. En todas las fechas se utilizó un diseño experimental en bloques aleatorizados con 4 repeticiones. Cada parcela constó de 7 surcos distanciados 20 cm en sí y de un largo de 5 m.

El ensayo se estableció bajo sistema de siembra directa sobre girasol como cultivo antecesor. Al momento de la siembra, se fertilizó con 60 kg/ha de fosfato diamónico (18-46-0) y con 180 kg/ha de urea granulada (46-0-0) a la siembra incorporado. El control de malezas se realizó

mediante barbecho químico el 8 de abril con 2500 cc Glifosato (66,2%), 800 cc 2,4-D (98%), 150 cc de Dicamba y 8 g de Metsulfuron. En tres bloques se realizó una aplicación de fungicida el día 28 de octubre utilizando Orquesta ultra (fluxapyrozad 5% + epoxiconazole 5% + pyraclostrobin 8,1%) a razón de 1.5 l ha<sup>-1</sup>, dejando un bloque sin aplicación con el propósito de evaluar el efecto de las enfermedades sobre el rendimiento. Se determinó la altura y el número de espigas formadas. A madurez fisiológica, se realizó la cosecha de la parcela con cosechadora autopropulsada. Se procesó cada muestra registrando humedad mediante humidímetro Delver HD1021 para corregir el rendimiento obtenido a la humedad comercial. Se determinó el peso hectolítrico, el peso de 1000 granos y mediante espectroscopía de infrarrojo cercano, NIRS (equipo FOSS DS-2500), el contenido de proteína en grano.

#### **Análisis estadístico**

Para las comparaciones entre cultivares con fungicida, los datos obtenidos en cada fecha de siembra se analizaron por separado y se calcularon las diferencias mínimas significativas (DMS) respectivas para  $\alpha=0.05$  y el coeficiente de variación (Tabla 1).

#### **Resultados**

El rendimiento en grano fue en promedio de 2083, 2280, 2233 y 1928 kg ha<sup>-1</sup> para la primera

(Tabla 1), segunda (Tabla 2), tercera (Tabla 3) y cuarta (Tabla 4) fecha, respectivamente. La diferencia entre cultivares resultó significativa en la segunda y tercera fecha de siembra. El contenido de proteína fue, en promedio, de 13.9%, 13.7%, 14% y 14.1% en la primera, segunda, tercera y cuarta fecha de siembra, con máximos de 17% y mínimos de 9%.

El número promedio de espigas formadas en los cultivares fue de 403, 403, 400 y 407 espigas

m<sup>2</sup> para la primera, segunda, tercera y cuarta fecha de siembra. La primera y la tercera fecha de siembra mostraron una mayor variación entre cultivares para esta variable. Sin embargo, no se encontró relación entre esta y el rendimiento. De los componentes que forman el número de granos, el número de granos por espiga explicó un 50% de las variaciones en el rendimiento, la tercera y segunda fecha obtuvieron mayor formación de este componente, respecto de las otras.

Variedad	Rendimiento		PH	PMG	Proteína
	C/F	S/F			
	kg ha <sup>-1</sup>		kg hl <sup>-1</sup>	g	%
SY 109	2698.7	3116.5	68.1	38.0	12.7
ACA 502	2435.2	2592.1	68.8	37.1	12.7
ACA 308	2421.5	2459.2	65.9	40.7	13.6
KLEIN CIEN AÑOS	2420.4	1064.8	68.6	40.4	14.8
BAGUETTE 610	2413.7	1689.3	68.6	37.2	13.7
CATALPA	2365.0	1801.2	64.5	39.9	12.3
ACA 362	2353.6	1363.8	70.2	40.8	15.6
BASILIO	2349.5	2120.3	66.7	35.5	13.5
LG BAYO	2338.7	1782.1	62.9	35.7	13.5
KLEIN SELENIO CL	2327.7	2635.8	70.5	41.6	14.0
MS INTA BON 122	2303.3	1722.8	66.8	38.6	13.4
LAUREL	2231.4	2052.5	70.8	32.5	13.3
FRESNO	2215.2	2296.8	66.4	39.5	12.9
ACA 363	2197.4	2229.9	72.1	36.5	13.2
BAGUETTE 820	2189.5	2371.2	64.4	37.6	13.5
ACA 318	2175.5	1981.5	67.4	41.8	13.4
KLEIN EXTREMO	2117.8	2129.4	69.6	37.8	13.7
MS INTA BON 324	2098.6	3075.8	69.5	39.9	13.4
ARAZA	2091.0	1891.4	65.4	32.8	13.3
SY 211	2073.7	1378.2	68.6	39.2	14.5
BUCK DESTELLO	2067.8	1885.9	67.4	42.4	16.0
LG ARYAL	2028.5	1589.9	66.1	38.1	14.9
SY 120	2026.3	1310.9	68.3	39.3	14.5
PEHUEN	1982.3	1357.3	68.0	39.7	14.0
NEO50T23	1938.5	2192.0	66.3	37.1	14.5
IS TERO	1900.4	1610.6	67.5	36.1	14.7
Jacarandá	1881.9	1994.3	64.5	31.9	14.0
Aguaribay	1869.7	804.4	67.5	34.7	14.6
SAUCE	1839.6	1255.9	67.5	39.7	14.5
ACA 364	1775.4	2003.6	64.8	36.9	13.9
RGT QUIRIKO	1717.2	2026.5	68.2	41.4	13.9
LIMAY	1566.7	1257.5	65.2	36.5	14.3
MS INTA 119	1546.1	914.6	64.9	41.5	14.4
BUCK PACÍFICO	1489.9	1058.8	66.2	39.7	13.8
TIMBÓ	1467.7	1073.7	62.6	38.0	14.3
Promedio	2083.3	1831.2	67.2	38.2	13.9
DMS (5%)	697.3		3.8	4.6	
CV	19		3.46	7.61	

Tabla 1: Rendimiento de los cultivares con fungicida (C/F) y sin fungicida (S/F), peso hectolítico (PH), peso de mil granos (PMG) para la primera fecha de siembra.

Variedad	Rendimiento		PH	PMG	Proteína
	C/F	S/F			
	kg ha <sup>-1</sup>		kg hl <sup>-1</sup>	g	%
ACA 607	2936.8	1806.7	68.4	41.3	13.2
KLEIN VALOR	2909.6	1771.3	66.2	42.2	13.3
KLEIN LEYENDA	2789.5	2042.6	70.2	41.9	13.8
ACA 921	2715.4	2001.6	68.3	36.9	13.2
AROMO	2573.8	1847.1	67.7	33.7	13.9
LGWA11-0169 (PAMPERO)	2530.2	1624.9	64.9	34.3	12.7
IS TORDO	2503.7	2073.8	69.8	31.3	13.2
ACA 920	2492.0	1870.8	72.6	37.3	14.5
BUCK COLIHUE	2478.5	2748.7	68.9	37.2	12.3
MS INTA 521	2464.5	2246.4	67.1	38.8	14.2
KLEIN FAVORITO II	2430.3	2344.0	69.5	42.2	14.6
LG ZAINO	2423.7	1407.0	68.9	32.9	13.7
NEO30T23	2413.7	1522.3	66.1	38.3	12.8
ZONDA	2405.6	1970.3	67.9	39.7	13.4
Álamo	2381.5	909.4	69.8	37.6	13.0
KLEIN BALLESTA	2373.0	1836.0	67.7	41.9	14.2
KLEIN POTRO	2366.1	1642.8	68.8	36.0	14.1
MS INTA MDA BONAERENSE 423	2340.5	2673.4	69.2	41.5	13.2
ACA 604	2331.5	1771.2	69.0	40.3	14.0
ACA 605	2297.5	1723.0	63.6	41.9	13.5
BUCK SAETA	2295.7	946.0	69.6	39.8	13.5
JURAMENTO	2285.6	2039.8	66.4	39.0	12.6
IS CANARIO	2261.1	1421.1	67.7	33.9	12.9
GINGKO	2249.0	1547.9	68.3	37.7	13.8
MS INTA BONAERENSE 817	2246.4	1854.7	66.3	33.2	13.6
ACA 603	2244.5	1426.9	68.8	38.3	14.9
BUCK PRETAL	2137.4	1988.8	66.9	36.4	13.6
LG PICAZO	2126.4	1878.9	71.0	40.4	14.5
BUCK AIMARÁ	2097.5	0.0	70.4	35.9	13.5
BUCK FULGOR	2068.3	1995.3	70.2	40.5	13.5
ACA 917	2026.1	1389.0	68.4	34.0	13.6
KLEIN NUTRIA	2019.8	1238.3	69.7	37.7	14.5
BAGUETTE 525	2011.3	972.0	69.6	35.6	14.6
MS INTA 622 CL	1972.5	1678.4	67.8	40.5	13.4
IS HORNERO	1964.8	2194.7	65.4	35.2	14.1
ACA 916	1899.1	2103.0	69.8	40.3	15.0
LG ARLASK	1868.7	1595.3	66.6	36.6	14.0
LG MORO	1827.9	1614.9	68.0	36.8	14.3
ALERCE	1726.0	2104.5	67.1	38.9	14.5
TBIO AUDAZ	1318.1	1202.5	66.5	40.7	14.2
Promedio	2270.1	1725.6	68.2	38.0	13.7
DMS (5%)	549.4		2.1	3.8	
CV	15		1.93	6.2	

Tabla 2: Rendimiento de los cultivares con fungicida (C/F) y sin fungicida (S/F), peso hectolítrico (PH), peso de mil granos (PMG) para la segunda fecha de siembra.

Variedad	Rendimiento		PH	PMG	Proteína
	C/F	S/F			
	kg ha <sup>-1</sup>		kg hl <sup>-1</sup>	g	%
ACA 607	2815.8	1745.2	70.4	30.5	13.74
ACA 604	2746.2	2114.3	70.2	38.0	14.16
BUCK AIMARÁ	2690.0	2207.5	67.3	38.6	14.22
MS INTA 622 CL	2656.2	2233.3	66.8	32.3	14.52
KLEIN LEYENDA	2618.1	2961.1	65.1	35.1	12.87
ACA 605	2602.4	1896.4	67.9	42.8	13.76
BUCK PRETAL	2562.7	2646.8	67.6	34.8	13.79
KLEIN VALOR	2532.2	1469.9	69.4	33.9	14.99
KLEIN FAVORITO II	2504.0	2440.0	64.3	28.6	14.58
ZONDA	2471.1	826.9	66.9	35.3	15.96
KLEIN BALLESTA	2383.5	2670.7	66.4	35.3	12.13
BUCK FULGOR	2378.8	2351.1	72.1	36.9	15.38
GINGKO	2364.8	1293.9	69.3	34.3	13.58
KLEIN POTRO	2317.4	1782.7	66.5	36.4	14.38
ACA 603	2301.8	1153.2	68.7	31.1	13.89
ACA 921	2300.3	1209.2	66.3	32.7	14.48
LG ZAINO	2279.3	872.2	67.3	29.9	14.54
IS CANARIO	2276.3	1155.9	65.4	34.5	14.24
ACA 920	2228.3	1632.2	66.7	35.9	13.91
Álamo	2216.8	1107.6	69.1	32.5	14.49
BUCK COLIHUE	2186.9	2452.8	69.4	37.7	14.16
ACA 917	2172.7	1307.3	66.6	39.4	13.62
BAGUETTE 525	2165.3	1671.9	69.2	33.7	14.79
AROMO	2148.2	2159.3	63.9	33.7	13.67
LG PICAZO	2145.2	1965.4	66.9	31.1	14.53
MS INTA BONAERENSE 817	2133.0	2209.6	64.5	40.4	13.39
BUCK SAETA	2114.0	1726.5	67.8	35.2	13.89
ALERCE	2077.1	1562.6	67.8	31.1	13.85
MS INTA MDA BONAERENSE 423	2054.6	1207.5	65.5	38.8	15.75
IS TORDO	2040.5	1554.4	68.5	33.5	13.59
JURAMENTO	2010.9	1295.2	61.3	30.8	14.56
LG MORO	2006.7	1968.8	71.8	31.2	13.54
LGWA11-0169 (PAMPERO)	1950.2	1016.3	64.8	28.6	13.76
NEO30T23	1882.3	1269.8	70.0	33.6	14.58
IS HORNERO	1873.5	1776.8	68.6	32.1	14.24
TBIO AUDAZ	1818.4	1495.9	65.0	31.3	12.47
ACA 916	1774.1	1753.6	65.8	32.9	9.01
KLEIN NUTRIA	1720.2	965.1	69.9	38.5	15.64
MS INTA 521	1659.0	1436.1	65.1	35.9	11.94
LG ARLASK	1502.3	1698.4	68.1	33.7	15.82
Promedio	2217.0	1706.6	67.4	34.3	14.0
DMS (5%)	574.6		4.1	4.4	
CV	16		3.7	7.9	

Tabla 3: Rendimiento de los cultivares con fungicida (C/F) y sin fungicida (S/F), peso hectolítico (PH), peso de mil granos (PMG) para la tercera fecha de siembra.

Variedad	Rendimiento		PH	PMG	Proteína
	C/F	S/F			
	kg ha <sup>-1</sup>		kg hl <sup>-1</sup>	g	%
ACA 921	2603.3	2264.7	68.8	32.0	12.2
BUCK SAETA	2240.2	1406.7	70.4	32.8	13.9
JURAMENTO	2238.8	1596.1	64.4	30.0	14.7
LGWA11-0169 (PAMPERO)	2151.1	1286.0	66.5	30.4	14.2
BUCK PRETAL	2100.7	1653.8	68.4	32.3	13.8
ACA 917	2084.1	2377.8	68.8	33.1	13.1
GINGKO	1984.1	853.2	66.6	34.8	13.5
IS CANARIO	1956.0	1763.1	66.1	31.7	13.6
KLEIN NUTRIA	1932.2	2164.1	72.6	35.4	13.3
LG PICAZO	1890.3	666.8	64.8	29.1	15.3
ALERCE	1876.4	1714.0	66.5	29.6	15.0
KLEIN POTRO	1863.9	1761.3	70.0	34.1	14.5
ACA 916	1826.5	1525.2	64.0	32.0	11.9
BUCK FULGOR	1823.9	1878.9	69.3	32.7	13.7
IS HORNERO	1779.2	1257.3	66.9	28.5	15.0
AROMO	1762.1	906.4	66.5	31.2	14.5
MS INTA BONAERENSE 817	1743.4	743.1	66.4	39.2	13.8
ACA 920	1741.8	861.5	67.4	35.5	13.4
TBIO AUDAZ	1641.2	902.3	66.3	26.6	15.0
IS TORDO	1559.0	1136.8	65.6	28.3	14.0
LG ZAINO	1537.5	1836.3	66.8	28.6	15.1
NEO30T23	1379.2	1250.6	66.3	34.2	16.0
Promedio	1896.1	1445.7	67.2	31.9	14.1
DMS (5%)	607.0		3.4		3.9
CV	18.9		3.1		7.4

Tabla 4: Rendimiento de los cultivares con fungicida (C/F) y sin fungicida (S/F), peso hectolítrico (PH), peso de mil granos (PMG) para la cuarta fecha de siembra.

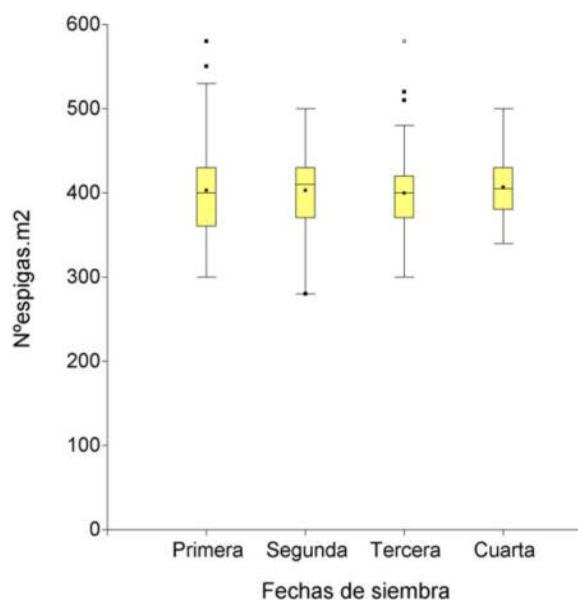


Figura 1. Número de espigas por metro cuadrado para cada fecha de siembra.

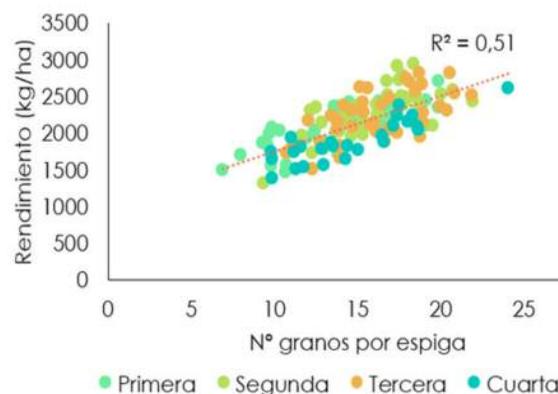


Figura 2. Rendimiento en función del número de granos por espiga para cada fecha siembra.

## Consideraciones

Los mayores rendimientos se obtuvieron en la segunda y la tercera fecha de siembra. Para esta campaña, el rendimiento promedio se encontró

un 40% por debajo del rendimiento alcanzable en la zona considerando el promedio de los últimos 5 años. Las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo estuvieron concentradas en el periodo de floración y llenado de grano, por lo que los estadios temprano del cultivo se desarrollaron con escasas precipitaciones y baja disponibilidad de agua en el perfil del suelo, provocando que el macollaje y la formación de flores fértiles estuviera restringida por la falta de agua.

## CAPÍTULO 2

# Balance nutricional en trigo: macro y micronutrientes

Alexandra DILLCHNEIDER<sup>1</sup>; Andrea FIGUERUELO<sup>1 2</sup>; Daniel FUNARO<sup>1</sup>; Fernando PORTA SIOTA<sup>1 2</sup>; Donato FOSSACECA<sup>1</sup>; Alan SANNEN<sup>1</sup>; Valentín FOSSACECA<sup>1</sup>; Pablo SPHAN<sup>1</sup>; José María BUSCH<sup>1</sup>; Walter GUILLOT GIRAUDO<sup>1</sup>

1 EEA INTA Anguil "Ing.Agr. Guillermo Covas"; 2 Facultad de Agronomía, UNLPAM

### Introducción

El cultivo de trigo es uno de los principales cereales de invierno sembrados en la región pampeana, siendo el principal destino para alimentación humana (Bono et al., 2010). Este cereal es una importante fuente de proteína y carbohidratos como también, de nutrientes esenciales necesarios para una alimentación saludable a partir de microelementos como el hierro y el zinc (Bono et al., 2010; Cakmak, 2008).

La disponibilidad de nutrientes en el grano depende de la capacidad del cultivo para absorberlos y trasportarlos a los granos. El nitrógeno es el principal nutriente para el crecimiento vegetal y para la formación de proteína en granos y su deficiencia, puede generar una menor absorción de otros nutrientes como azufre (Randall et al., 1981), fósforo (Sadras, 2006) y zinc (Hui et al., 2022). De los micronutrientes, la importancia del zinc radica en ser un nutriente esencial en la alimentación, insuficiencias de Zn generan problemas de salud en humanos como deficiencia en el crecimiento físico, en el sistema inmune y en la capacidad de aprendizaje, por ello su consumo en cereales como trigo es importante. Sin embargo, se ha reportado como deficiente en muchos suelos del mundo, generando que el contenido en la harina obtenida tenga que ser biofortificada para cumplir con los requerimientos nutricionales (Cakmak, 2008). En la región pampeana, se redujeron entre un 80 y 86% los niveles de Zn en el suelo. Considerando que el rango crítico es de 1 ppm, una superficie considerable de la región pampeana puede tener suelos con deficiencia de

este nutriente (Sainz Rozas et al., 2019).

En la zona agrícola-ganadera de Anguil (La Pampa), en donde el 47% de las precipitaciones ocurren durante el ciclo del cultivo de trigo (junio-diciembre), uno de los principales factores condicionantes del logro de los cultivos invernales es el agua disponible al momento de la siembra, necesitando de las precipitaciones otoñales para la recarga del perfil. Las estrategias de nutrición se basan en hacer eficiente el uso del agua para incrementar los rendimientos y la concentración de proteína en los granos (Dillchneider et al., 2017; Quiroga et al., 2010). La nutrición balanceada por su parte, incrementa los rendimientos del cultivo y mejora la eficiencia de uso de nutrientes, especialmente cuando nutrientes como azufre, zinc y fósforo son deficientes en estos suelos (Alvarez et al., 2022; Landriscini y Galantini, 2010).

El objetivo de este estudio fue evaluar la producción y calidad de los granos de trigo con distintas estrategias de balance nutricional.

### Metodología

Durante la campaña 2023 se evaluó el comportamiento de un cultivar de trigo pan (DM Pehuén) en diferentes estrategias nutricionales.

A la siembra del ensayo el contenido de fósforo fue de 14 ppm, el contenido de Zn de 0.3 ppm en los primeros 20 cm y el contenido de nitratos de 57.6 kg ha<sup>-1</sup> en los primeros 60 cm. La siembra se efectuó el 6 de junio y la densidad de plantas logradas fue de 177 pl. m<sup>-2</sup>. Se establecieron 10 tratamientos que se detallan en la Tabla 5. El fer-

Tabla 1: Tratamientos de fertilización

ID	Descripción
T1	0 kg N + 0 kg P
T1-B	0 kg N + 0 kg P + Zn
T2	0 kg N + 20kg P
T2-B	0 kg N + 20kg P + Zn
T3	60 kg N + 20kg P
T3-B	60 kg N + 20kg P + Zn
T4	120 kg N + 20kg P
T4-B	120 kg N + 20kg P + Zn
T5	180 kg N + 20kg P
T5-B	180 kg N + 20kg P + Zn

tilizante nitrogenado utilizado fue urea (46-0-0) aplicado al voleo en el estadio Z1.1 y el fósforo, como fosfato diamónico, incorporado a la siembra. El Zinc se aplicó de manera foliar a una dosis de 3 L/ha de Starter plus (5 % Zn + 3 % Mn + 0,5 % Cu + 0,5 % B + 4 % S) en el estadio de Z3.1. El diseño del ensayo fue en bloque completo aleatorizado, con 3 repeticiones. Cada repetición tuvo una superficie de 28 m<sup>2</sup>.

**Determinaciones:**

Se realizaron cortes de biomasa en cuatro momentos del ciclo del cultivo (macollaje Z2.1,

elongación Z3.1, floración Z6.0 y madurez fisiológica Z9.0). De cada momento se determinó el peso seco de la biomasa total. En Z6.0 y Z9.0 se pesaron y contabilizaron las espigas logradas. La trilla se realizó mediante trilladora experimental estática, se calculó el rendimiento, sus componentes (número y peso de grano) y el contenido de proteína en grano (NIRS).

**Resultados**

El rendimiento varió entre 1610 y 2375 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 1). No se encontraron diferencia significativa en rendimiento entre los tratamientos de dosis sucesivas de N, pero se observaron diferencias significativas con el agregado de Zinc (Zn) foliar. En la Fig. 1. se observa que ante el agregado de Zn al tratamiento sin N y ni P el rendimiento mostró una tendencia positiva, pero al incrementar el contenido de N y de P, la respuesta al agregado de Zn disminuyó un 14%. El contenido de proteína varió de 11.1 a 16 %, aumentando a mayores dosis de N (Figura 2). El agregado de Zn afecto el contenido de proteína en los tratamientos T4 y T5, disminuyendo 1.7 y 2.3 % para el tratamiento T4B y T5B, respectivamente. Con menores dosis de N, el agregado de Zn incremento 2.3 y 2.6 % el contenido de proteína (tratamientos T1B y T2B, respectivamente). Considerando los componentes que forman el rendimiento, el número de granos tuvo una correlación positiva con el rendimiento por la formación de mayor cantidad de granos por espigas, y negativamente se correlacionó con la cantidad de espigas formadas y con el contenido de proteína en grano (Tabla 2).

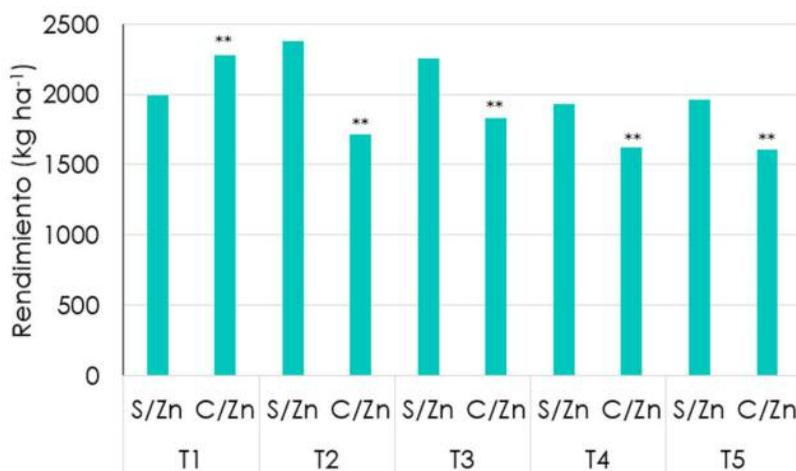


Figura 1: Rendimiento en grano para cada tratamiento de fertilización. Los (\*\*) indican diferencia significativa entre tratamiento con (C/Zn) y sin zinc (S/Zn) (p=0.10).

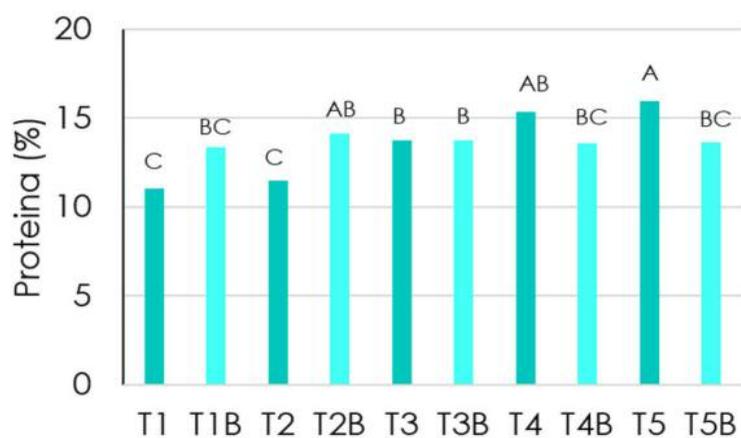


Figura 2: Contenido de proteína para cada tratamiento de fertilización. Las letras indican diferencia significativa entre tratamientos ( $p=0.05$ )

Tabla 2: Análisis de correlación entre las variables de rendimiento, número de granos (NG), peso de mil granos (PMG), número de espigas (N°Esp), número de granos por espiga (NG.Esp) y proteína.

	Rendimiento	NG	PMG	N°Esp	NG.Esp	proteína
Rendimiento	1.00	0.00	0.07	0.74	<0.00001	0.02
NG	<b>0.98</b>	1.00	0.48	0.88	<0.00001	0.06
PMG	<b>0.34</b>	<b>0.14</b>	1.00	0.42	0.28	0.01
N°Esp	<b>-0.06</b>	<b>-0.03</b>	<b>-0.15</b>	1.00	0.0011	0.03
NG.Esp	<b>0.83</b>	<b>0.83</b>	<b>0.20</b>	<b>-0.57</b>	1.00	0.0035
Proteína	<b>-0.42</b>	<b>-0.35</b>	<b>-0.45</b>	<b>0.39</b>	<b>-0.52</b>	1.00

## Discusión

En esta campaña 2023, el contenido de agua útil a la siembra limitó el crecimiento del cultivo afectando negativamente el rendimiento en un 45% respecto del promedio para la región 9 (3564 kg ha<sup>-1</sup>, promedio de los últimos 5 años). Las escasas precipitaciones ocurridas en los meses de mayo y junio limitaron la correcta incorporación del fertilizante nitrogenado, resultando en la ausencia de respuesta significativa en el incremento de rendimiento. La incorporación de micronutrientes como fue el caso del Zn, tuvo efectos favorables cuando el cultivo no estuvo fertilizado con N y P, incrementando el rinde en 284 kg ha<sup>-1</sup>. El Zn está involucrado en muchos procesos fisiológicos como el metabolismo de proteínas, la expresión de genes, la integridad y funcionalidad de las membranas y en la detoxificación de especies reactivas de oxígeno que se incrementan cuando las plantas están en una situación de estrés (Cakmak, 2000; Peck y Mcdonald, 2010). Por ello, ante un estrés hídrico y nutricional, el aporte de Zn tuvo efectos positivos en el rendimiento. Así mismo el fósforo genera efectos negativos en la

disponibilidad y absorción de Zn (Alloway, 2008; Hui et al., 2022), este efecto se observó en los tratamientos con el agregado de P cuyo el rendimiento se afectó en 662 kg ha<sup>-1</sup> y con el agregado de N y P, el rendimiento se redujo en 361 kg ha<sup>-1</sup>. El agregado de nutrientes favorece el crecimiento vegetativo del cultivo, por ende, el consumo de agua del cultivo es mayor, dejando menos cantidad de agua disponible al momento de definir el rendimiento. Por otro lado, si bien la presencia de fertilizantes nitrogenados genera un efecto positivo en la disponibilidad de Zn en el suelo (Alloway, 2008), la respuesta observada fue negativa. La información disponible sobre el efecto negativo del Zn con el agregado de N en condiciones de deficiencia hídrica es escasa. De los componentes del rendimiento, el número de granos por espiga resultó el más afectado ante el agregado de Zn. Este componente se correlacionó positivamente con el número de granos y por ende con el rendimiento.

# CAPÍTULO 3

## Ensayo comparativo de rendimiento de trigo Candeal

Alexandra DILLCHNEIDER<sup>1</sup>; Andrea FIGUERUELO<sup>1 2</sup>; Daniel FUNARO<sup>1</sup>; Fernando PORTA SIOTA<sup>1 2</sup>; Donato FOSSACECA<sup>1</sup>; Alan SANNEN<sup>1</sup>; Valentín FOSSACECA<sup>1</sup>; Walter GUILLOT GIRAUDO<sup>1</sup>; Pablo SPHAN<sup>1</sup>; José María BUSCH<sup>1</sup>; Fernando FERRARIS<sup>3</sup>

1 EEA INTA Anguil "Ing.Agr. Guillermo Covas"; 2 Facultad de Agronomía, UNLPAM; 3 Molinos

### Introducción

Se evaluaron 6 cultivares de trigo candeal: M1033, Obiseo, Perla, Zafiro, Cuarzo y Charito. La siembra se realizó el 5 de julio de 2023 con sembradora experimental con surcos a 20 cm de distancia y una densidad de 320 semillas m<sup>2</sup>. Se plantearon dos tratamientos de fertilización para cada cultivar: Tratamiento 1 (Siembra) se fertilizó con 180 kg ha<sup>-1</sup> de urea al momento de la siembra incorporado y Tratamiento 2 (Macollaje) se fertilizó con 180 kg ha<sup>-1</sup> de urea en Z2.1 al voleo; ambos tratamientos se fertilizaron con 60 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamónico al momento de la siembra. El diseño experimental fue en bloques completo-aleatorizados con 3 réplicas. El tamaño de la unidad experimental fue de 6.3 m<sup>2</sup>.

Se realizó el seguimiento de las diferentes

fases de desarrollo del cultivo, se midió el número de plantas y la cantidad de espigas logradas. Al finalizar el ciclo de cultivo se evaluó el rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>), peso de mil granos (g), número de granos y el porcentaje de proteína en grano (por espectroscopía de infrarrojo cercano, NIRS). Se realizó una aplicación de fungicida en el estadio de Z 5.0 debido a la presencia de roya amarilla (*Puccinia Striiformis*) utilizando el fungicida comercial.

### Resultados

La fecha de floración ocurrió el 22 de octubre para el cultivar Cuarzo, 26 de octubre para los cultivares Odiseo, Charito y Perla y el 30 de octubre para Zafiro y M1033. El rendimiento en grano varió entre 1218 y 2094 kg ha<sup>-1</sup> para el tratamien-

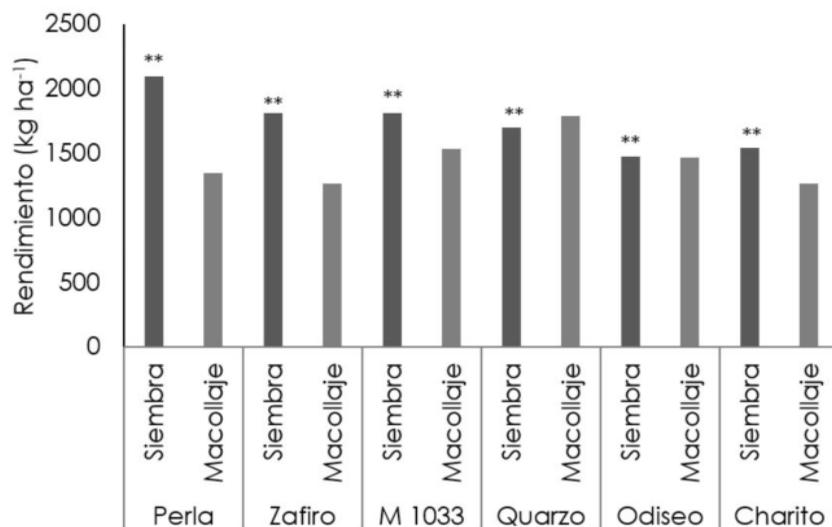


Figura 1: Rendimiento de los diferentes cultivares de trigo candeal para el tratamiento de fertilización a la siembra y el macollaje. Los \*\* indican diferencia entre los tratamientos de fertilización.

Tabla 1: Variables productivas de cultivares de trigo candeal. Número de granos por m<sup>2</sup>, peso de mil granos (PMG), número de granos por planta (Nºgrano/pl), número de espigas por m<sup>2</sup>, altura y fecha de floración. Se detalla la diferencia significativa al 5% (\*\*) y 10% (\*).

Variedad	PMG g	Nº granos nº m <sup>-2</sup>	Nº granos/pl nº pl <sup>-1</sup>	Espigas nº m <sup>-2</sup>	Proteína %	Fecha floración
Perla	43.4	3928	15.1	323	14.4	26/10/2023
Zafiro	41.8	3140	20.9	322	15.6	26/10/2023
M 1033	44.8	3719	21.3	357	15.3	30/10/2023
Quarzo	40.1	4707	20.1	338	14.7	26/10/2023
Odiseo	48.4	3461	17.6	340	16.2	30/10/2023
Charito	43.7	3167	15.3	307	15.0	22/10/2023
Siembra	43.8	4306	20.8	310	14.8	
Macollaje	43.6	3139	16.1	353	15.6	
Variedad	**	ns	*	ns	*	
Tratamiento	ns	**	**	**	**	
Variedadx Tratamiento	ns	ns	ns	ns	ns	

to 1 de fertilización y entre 1266 y 1787 kg ha<sup>-1</sup> para el tratamiento 2. Se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de fertilización, pero no entre los cultivares. En promedio, la aplicación de nitrógeno a la siembra aumentó los rendimientos en un 19 %. El cultivar Perla presentó el mejor comportamiento en cuanto a rendimiento, producto de un mayor número de granos logrados, seguido de los cultivares Zafiro y M 1033 (Fig. 1). El contenido de proteína entre los cultivares varió entre 14.4 y

16.2 % pero no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre estos. El tratamiento correspondiente a fertilización en macollaje obtuvo un 5% más en contenido de proteína que el tratamiento de fertilización a la siembra. Si bien no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en el peso de los granos, la fertilización postergada favoreció el aumento de proteína en el grano. El cultivar Charito obtuvo el menor rendimiento, pero con contenidos de proteína de 14.9 %.

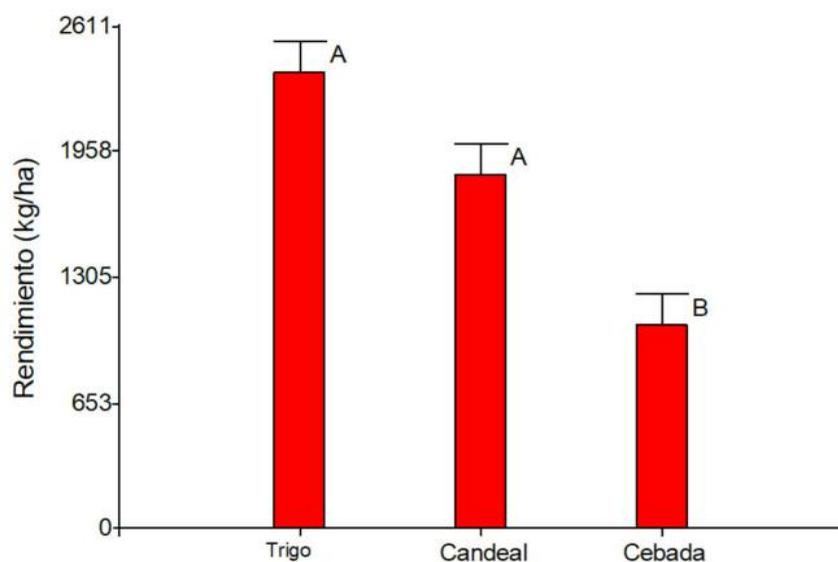


Figura 2: Comparación del promedio de 10 cultivares de trigo, 8 cultivares de cebada y 6 de trigo candeal. Las letras indican diferencia significativa p-valor < 0.005 y las barras indican el desvío standard.

Si comparamos el comportamiento de trigo candeal en la zona de la planicie con tosca en la región semiárida pampeana con los cultivos tradicionales que se siembran en la zona, el rendimiento promedio del trigo candeal no presentó diferencias significativas con el rendimiento del trigo y superó al rendimiento obtenido en cebada cervecera. En promedio el trigo obtuvo un rendimiento de 2372 kg/ha mientras que la cebada obtuvo un rinde de 1058 kg/ha (Figura 2).

## **Conclusiones**

Para esta campaña 2023 las precipitaciones ocurrieron durante el periodo estival favoreciendo la fertilidad de las flores fecundadas y el llenado de grano. La escasa disponibilidad hídrica durante los primeros estadios del cultivo limitó la formación de biomasa y estructuras reproductivas como macollos y tamaño de espiga, restringiendo el número de granos formados. La fertilización a la siembra favoreció el rendimiento en grano por la mayor formación de granos por planta y la fertilización en inicio de macollaje favoreció el mayor contenido de proteína en grano. Se puede considerar el cultivo de trigo candeal para esta región principalmente por el aporte de granos con altos contenidos de proteína.

# BIBLIOGRAFÍA

- Abbate, P.E., Miralles, D.J., Ballesteros, A.H.M., 2021. Nuevo mapa de Subregiones trigueras argentinas y de otros cereales invernales. A todo trigo y Cultiv. Invier. 2022 20.
- Alloway, B.J., 2008. Zinc in soils and crop production. Int. Fertil. Ind. Assoc. Paris 139.
- Alvarez, M.L., Quintana, V., Scarpello, T., Dillchneider, A., 2022. Fertilización con nitrógeno, fósforo, azufre y zinc en trigo en la región semiárida pampeana.
- Bono, A., Quiroja, A., Frasier, I., 2010. El cultivo de trigo en la región semiárida y subhúmeda pampeana, Publicación técnica INTA Anguil.
- Cakmak, I., 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? Plant Soil 302, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9466-3>
- Cakmak, I., 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. New Phytol. 146, 185-205. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2000.00630.x>
- Dillchneider, A., Adema, I.M., Fernandez, R., Frasier, I., Funaro, D., Quiroga, A., 2017. Contribución de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y proteína en el cultivo de trigo en la región semiárida pampeana. III Jornadas Nac. suelos en Ambient. semiaridos 1-17.
- Hui, X., Wang, X., Luo, L., Wang, S., Guo, Z., Shi, M., Wang, R., Lyons, G., Chen, Y., Cakmak, I., Wang, Z., 2022. Wheat grain zinc concentration as affected by soil nitrogen and phosphorus availability and root mycorrhizal colonization. Eur. J. Agron. 134, 126469. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126469>
- Landriscini, M.R., Galantini, J.A., 2010. Balance nutricional y productividad del trigo. Fertilizar 27-32.
- Peck, A.W., McDonald, G.K., 2010. Adequate zinc nutrition alleviates the adverse effects of heat stress in bread wheat. Plant Soil 337, 355-374. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0532-x>
- Quiroga, A., Fernandez, R., Ormeño, O., Frasier, I., 2010. Consideraciones sobre el manejo del agua y la nutrición en trigo, en: El cultivo de trigo en la región semiárida y subhúmeda pampeana. Ediciones INTA, pp. 41-46.
- Randall, P.J., Spencer, K., Freney, J.R., 1981. Sulfur and nitrogen fertilizer effects on wheat. Aust. J. Agric. Res. 32, 203-212.
- Sadras, V.O., 2006. The N:P stoichiometry of cereal, grain legume and oilseed crops. F. Crop. Res. 95, 13-29. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.01.020>
- Sainz Rozas, H., Eyherabide, M., Larrea, G., Cuesta, N.M., Gellini, H.A., Reussi Calvo, N., Wyngaard, N., 2019. Relevamiento y determinación de propiedades químicas en suelos de aptitud agrícola de la región pampeana, en: Fertilizar.