

## **Investigando la potencialidad del trigo en el centro oeste bonaerense**

- **Ing. Agr. M. Sc. Luis A. Ventimiglia**
- **Lic. en Econ. y Adm. Agr. Lisandro Torrens Baudrix**
  - **Ing. Zoot. Jonatan Camarasa**

Los rendimientos agrícolas en el país vienen aumentando anualmente, siempre es interesante conocer cual es el potencial productivo de una determinada zona. Muchas prácticas son conocidas desde hace mucho tiempo, tales como: fecha de siembra, variedad, uniformidad de siembra, etc, otras también conocidas, no son siempre factibles de ser aplicadas en todos los casos, por ejemplo: el riego, la fertilidad, etc.

Muy útil es conocer, pese a que no siempre se puede aplicar una práctica por cuestiones económicas, cual es el rendimiento máximo que se puede alcanzar a campo dentro de un ambiente climático determinado. Como se comentó, si bien en determinado momento una práctica no se puede aplicar, en otro quizás sí, y si se dispone de la información con anticipación, tanto productiva como económica, se podría aplicar de inmediato cuando las condiciones así lo ameriten.

Durante la campaña triguera 2007/2008 la Agencia INTA 9 de Julio, planteó una experiencia simple buscando potenciar el rendimiento de trigo y por otro lado, verificar cual es el peso relativo de algunas tecnologías desde el punto de vista productivo, como así también cual sería el costo beneficio de las prácticas aplicadas.

El ensayo se estableció sobre un trigo sembrado por un productor, en un lote típico de la zona, de textura franco arenosa. El antecesor fue soja de primera, la fecha de siembra del trigo fue el 1ro. de junio, empleándose para tal fin una sembradora de placas Hilcor HJ 3.25, la cual sembró a 0,233 m entre hileras, en directa y a razón de 60 kg/ha de semilla. La variedad utilizada fue Baguette 21. Conjuntamente con la siembra, el productor aplicó 80 kg/ha de una mezcla fertilizante en la línea de siembra, compuesta por 5% de nitrógeno (N), 38% de pentóxido de fósforo ( $P_2O_5$ ), 5% de azufre (S) y 7,5% de calcio (Ca). Previo a la siembra el productor le aplicó también a todo el lote, en cobertura total, 120 kg/ha de urea.

Antes de la siembra se efectuó un análisis de suelo el cual arrojó los siguientes valores:

- Materia orgánica: % 3,2
- Fósforo asimilable: 12 ppm
- Nitrógeno de nitratos (0 – 60 cm) 50 kg/ha
- Azufre de sulfatos 10 ppm

Con anterioridad a la siembra se determinó también el contenido hídrico del suelo hasta 1 m de profundidad, a tal efecto se determinó la serie de suelo, la cual correspondió a “Norumbega”, teniendo una secuencia de horizontes A – AC – C, también se determinó la profundidad de los horizontes siendo estas: A = 30 cm; AC = 20 cm; C = + 50 cm.

Para cuantificar el contenido hídrico se determinó para cada horizonte el peso húmedo, peso seco y la densidad aparente, Tabla 1.

**Tabla 1.** Peso húmedo, peso seco y densidad aparente para los horizontes A – AC y C.

	<b>A</b>	<b>AC</b>	<b>C</b>
Peso húmedo (g)	268,4	219,8	304,8
Peso seco (g)	239,5	195,7	273,3
Densidad aparente (g/cm <sup>2</sup> )	1,25	1,20	1,20

Para calcular los milímetros de agua de cada horizonte se aplicaron las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ humedad gravimétrica} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

$$\% \text{ humedad volumétrica} = \% \text{ humedad gravimétrica} \times \text{densidad aparente}$$

$$\text{mm de agua} = \frac{\% \text{ humedad volumétrica} \times \text{espesor suelo en cm}}{10}$$

En función de lo expuesto se determinó la disponibilidad de agua para cada horizonte y agua total hasta un metro de profundidad, Tabla 2.

**Tabla 2.** Disponibilidad hídrica al inicio de la experiencia.

<b>Horizonte</b>	<b>Disponibilidad hídrica (mm)</b>
A	45
AC	30
C	71
Total	146

La experiencia contó con cuatro parcelas, cada una de ellas de una superficie de 2 m x 2 m, estableciéndose una separación entre las mismas de 3 m. Los tratamientos probados fueron los siguientes:

- 1) Completo (N + S + Agua + Regulador de crecimiento)
- 2) Agua
- 3) Fertilidad (N + S + Regulador de crecimiento)
- 4) Productor

El tratamiento del productor dispuso lo explicitado con anterioridad, (80 kg/ha mezcla + 120 kg/ha de urea en cobertura total), esto también lo dispusieron todos los tratamientos probados. A todos los tratamientos se le aplicó fungicida en espigazón, 500 cc/ha de Amistar extra (Cyproconazole + Azosistrobin).

En el tratamiento completo se pretendió que no faltase N, S, ni agua, como así también se trató de acortar la altura y fortificar las paredes celulares del tallo con la aplicación de un regulador de crecimiento, a tal efecto se aplicó cuando comenzó la elongación de los tallos el producto Modus (Trinexapac-ethyl) a la dosis de 400 cc/ha.

El tratamiento agua, trabajó con la fertilidad que el productor aplicó y lo que no faltó fue precisamente agua. Este tratamiento intentó cuantificar la importancia de este elemento en este ciclo productivo.

El tratamiento fertilidad, buscó cuantificar el efecto que tiene la fertilidad con la disponibilidad hídrica que el lote recibe naturalmente.

Por último, el tratamiento productor, es el testigo, es lo que realiza un productor medio del centro oeste bonaerense habitualmente.

El nitrógeno para los tratamientos 1 y 3 se ajustaron para alcanzar 10.000 kg/ha de trigo. De esta manera se calculó en base a un consumo de 30 kg de nitrógeno por cada tonelada de grano producido, esto representó una necesidad de 300 kg/ha de nitrógeno.

En función de lo aplicado por el productor, en donde el fertilizante mezcla de base aportó 4 kg/ha de nitrógeno y la urea 55 kg/ha de este mismo elemento y la disponibilidad inicial del suelo 50 kg/ha

de nitrógeno, se estableció que la cantidad a aplicar de este elemento a lo largo del ciclo sería de 191 kg/ha, Tabla 3.

En el caso de azufre se realizaron cuatro aplicaciones de sulfato de calcio a razón de 25 kg/ha cada una de producto comercial, lo cual aportó cada una 5 kg/ha de azufre, cuadro 3.

Los tratamientos 1 y 3 recibieron en plena espigazón una dosis de 20 kg/ha de nitrógeno foliar, mediante el producto Foliar SolU, cuadro 3.

**Tabla 3.** Aplicación del fertilizante a lo largo del ciclo del trigo para los tratamientos 1 (completo) y 3 (fertilidad).

Fecha	Fenología	Aplicación Urea kg/ha	Aplicación Sulfato de calcio kg/ha	Aplicación Foliar SolU l/ha
20/07/07	Inicio macollaje	62	25	
30/07/07	Macollaje	62		
15/08/07	Macollaje	62	25	
30/08/07	Elongación tallo	62		
15/09/07	Elongación tallo	62	25	
30/09/07	Elongación tallo	62	25	
30/10/07	Plena espigazón			100

Las lluvias registradas durante el ciclo del cultivo fueron escasas en la primera parte del mismo. Los meses invernales junio – julio y agosto fueron muy secos y por otro lado muy fríos, con una importante cantidad de días con heladas muy fuertes. Las precipitaciones registradas se muestran en el Tabla 4.

**Tabla 4.** Precipitaciones (mm) a lo largo del ciclo del trigo.

Mes	1	8	9	10	12	13	14	15	17	18	19	21	22	23	24	25	26	29	31
Jun							11												
Julio															3	1			
Ag	2				1														
Sep				6		28	10	5	22	3				0.5					
Oct	34		16		10						10						10		20
Nov		24	4				16						30						
Dic				50								15						10	

Total de lluvias por mes

Junio: 11 mm

Octubre: 100 mm

Julio: 4 mm

Noviembre: 74 mm

Agosto: 3 mm

Total: 267mm

Septiembre: 75 mm

Como se aprecia, las lluvias no fueron muy abundantes, lo interesante de esto fue la combinación de factores favorables, por ejemplo: sistema de siembra directa con buena cobertura sobre el suelo, la cual preservó el agua acumulada; buena disponibilidad hídrica acumulada en el suelo antes de la siembra (146 mm); escasas lluvias en la etapa inicial, etapa en la cual el trigo es pequeño y la demanda es baja, lluvias no muy abundantes en los restantes meses, pero bien repartidas.

Los tratamientos que recibieron agua fueron irrigados en cuatro oportunidades a razón de 10 mm cada una, estas aplicaciones se efectuaron en la época invernal (cuando faltaba más agua), e inmediatamente posterior a las primeras cuatro aplicaciones de urea, de esta manera, se aseguraba la incorporación inmediata del nitrógeno que este fertilizante contenía. El balance hídrico fue seguido a lo largo del ciclo y a excepción de estos momentos, en los cuales se regó, el resto del ciclo estuvo dentro de los valores aceptables para que el agua no limite el rendimiento del cultivo.

La cosecha se efectuó en forma manual colectándose para cada unidad experimental una superficie de 0,932 m<sup>2</sup> (4 surcos x 1 m de largo), el trigo fue cortado determinándose con posterioridad el número de espigas, luego se las trilló en máquina estacionaria, se determinó el peso de 1.000 granos, los granos/m<sup>2</sup>, granos/espiga y rendimiento (kg/ha), Tabla 5.

**Tabla 5.** Espigas/m<sup>2</sup>, peso de 1.000 granos (g), granos/m<sup>2</sup>, granos/espiga y rendimiento (kg/ha).

<b>Tratamientos</b>	<b>Espigas /m<sup>2</sup></b>	<b>Peso de 1.000 granos (g)</b>	<b>Granos/m<sup>2</sup></b>	<b>Granos/espiga</b>	<b>Rendimiento seco (kg/ha)</b>
Completo	646	35,5	22.637	36,3	8.315
Agua	549	36,0	20.386	37,1	7.585
Fertilidad	598	35,0	19.742	33,0	7.188
Productor	455	36,0	14.245	31,1	5.289

Las diferencias de rendimiento entre los tratamientos se presentan en el Tabla 6.

**Tabla 6.** Diferencia de rendimientos entre los tratamientos en kg/ha y porcentualmente (%).

Tratamientos	Tratamientos		
	Productor	Fertilidad	Agua
Completo	3.026 (57 %)	1.127 (16%)	730 (10%)
Agua	2.296 (43%)	397 (5%)	-----
Fertilidad	1.899 (36%)	-----	
Productor	-----		

En la Tabla 6 se presentan las combinaciones evaluadas, las diferencias deben ser observadas siempre en favor de la primera columna, ejemplo: completo vs productor, la diferencia fue de 3.026 kg/ha (57%) a favor del tratamiento completo; agua vs fertilidad, la diferencia fue de 397 kg/ha (5%) en favor del agua.

Como era de esperar, el tratamiento completo superó las 8 toneladas de grano/ha, aventajando fuertemente a los demás tratamientos evaluados. En este año, el agua fue más importante que la fertilidad, dado que la superó por casi 400 kg/ha, esto estuvo motivado por las escasas precipitaciones recibidas, tomando los meses de junio a noviembre, solamente llovieron 267 mm, de los cuales 249 mm ocurrieron entre septiembre – octubre y noviembre, por lo que en los meses invernales (junio, julio y agosto), solamente llovieron 18 mm.

La fertilidad igualmente fue muy importante, dado que el tratamiento que tuvo muy buena fertilidad y solamente dispuso de igual cantidad de agua que el tratamiento productor, aventajó a este por 36%, casi 1.900 kg/ha. Esto demuestra que el ambiente productivo de nuestra zona permitiría, si se le dan las condiciones necesarias, fertilidad, agua, sanidad, etc, superar, como ya hemos visto, las 8 toneladas de trigo por hectárea, esto dista más de 200% del rendimiento medio del país y 100% del rendimiento promedio del partido de 9 de Julio.

En la experiencia también se analizó el contenido de proteína y gluten de cada tratamiento, Tabla 7.

**Tabla 7.** Rendimiento (kg/ha), gluten (%), proteína (%) y en kg/ha de cada tratamiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>	<b>Gluten (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Gluten (kg/ha)</b>	<b>Proteína (kg/ha)</b>
Completo	8.315	37	13,6	3.077	1.131
Agua	7.585	24	9,4	1.820	713
Fertilidad	7.188	38	14,1	2.731	1.013
Productor	5.289	24	9,8	1.269	518

Respecto al contenido, tanto de proteína como gluten, se establecieron grandes diferencias entre los tratamientos. El tratamiento que proveyó agua, sí bien disponía de algo de fertilidad (80 kg mezcla + 120 kg/ha de urea), esta fue muy pequeña para el rendimiento que el cultivo obtuvo, esto llevó a que la cantidad de proteína caiga drásticamente alejándose notablemente del límite mínimo establecido en las bases de comercialización. Algo similar pasó con el tratamiento del productor, aquí al faltar agua, el tratamiento se resintió, pero también lo hizo el contenido de proteína. Por último, los dos tratamientos que llevaron las dosis mayores de fertilizantes, las mismas alcanzaron para producir altos rendimientos como así también altos contenidos de proteínas, la diferencia entre ellos en el contenido de proteína radica en una mayor producción de granos del tratamiento completo, esto pudo haber diluido algo el contenido de proteína de este, comparado con el tratamiento llamado fertilidad. Los datos obtenidos demuestran que se pueden perfectamente obtener altos rendimientos y también muy buena calidad del producto producido.

### **Análisis económico de la experiencia**

Como se planteó al inicio de este trabajo, el principal objetivo del mismo fue tratar de cuantificar distintos factores desde el punto de vista productivo, tratando de generar información para poder aplicarla cuando las condiciones así lo permitiesen. De todos modos, nos pareció igualmente útil cuantificar también los tratamientos desde el punto de vista económico.

Los valores con los cuales se trabajó son los siguientes:

Fertilizante mezcla: 2.544 \$/t

Urea: 1.685 \$/t

Sulfato de calcio: 1.558 \$/t

Foliar Sol U: 2.190 \$/t

Riego: 2,6712 \$/mm (no incluye la amortización del equipo, solo los costos de aplicación)

Gastos de comercialización: 16% del ingreso bruto

Cosecha: 7,1% del ingreso bruto

Precio del trigo: 590 \$/t

En la Tabla 8 se presenta el margen bruto para cada uno de los tratamientos evaluados.

**Tabla 8.** Margen bruto de cada uno de los tratamientos evaluados (\$/ha).

	<b>Completo</b>	<b>Agua</b>	<b>Fertilidad</b>	<b>Productor</b>
Siembra	80	80	80	80
Fertilización	26	26	26	26
Herbicida aplicación	15	15	15	15
Fungicida aplicación	15	15	15	15
Cosecha	348,3	317,7	301,1	221,5
Semilla	47,7	47,7	47,7	47,7
Herbicida	10,7	10,7	10,7	10,7
Fungicida	90,6	90,6	90,6	90,6
Riego	106,8	106,8	0	0
Fertilizante	1.286,2	405,7	1.286,2	405,7
Comercialización	784,9	716	678,5	499,3
Total gastos directos	2.811,2	1.831,2	2.550,8	1.411,3
Ingreso bruto	5.033,4	4.403,5	4.372,3	3.083,0
Beneficio	2.222,2	2.572,3	1.721,5	1.671,7

De la Tabla 8 podemos apreciar que todos los tratamientos presentaron un margen bruto positivo. El mejor tratamiento desde el punto de vista económico, fue el que recibió riego y con la fertilidad que aplicó el productor; en segundo lugar se ubicó el tratamiento completo, más lejos encontramos a los tratamientos que aportaron fertilidad y el denominado productor.

### **Comentarios finales**

- El trigo alcanzó rendimientos muy altos respecto a lo que se obtienen habitualmente en la zona, el máximo rendimiento superó en más del 100% a la media del partido.
- La fertilización en dosis superiores a las aplicadas habitualmente, no sólo producen más rendimientos sino que también mejoran la calidad del producto obtenido.
- La adición de agua mejoró notablemente el rendimiento, aunque la calidad del grano producido bajó drásticamente. Desde el punto de vista productivo los tratamientos se ordenaron de mayor a menor, de esta manera: completo, agua, fertilidad, productor.

- Todos los tratamientos ensayados produjeron tanto física como económicamente un rendimiento superior a lo obtenido por el productor.
- Es posible incrementar la producción, rentabilidad y calidad, aplicando diferentes prácticas en el cultivo.

**Agradecimiento:** Los autores agradecen a los Sres Bueno y Scalise, propietarios del establecimiento “Dos Amigos”, lugar donde se desarrolló la experiencia. Al Sr. Jorge Primiani y Sra, encargados de dicho establecimiento por la ayuda recibida para la concreción de la experiencia aquí comentada.

Un agradecimiento muy especial al laboratorio de semillas Cargill – Chivilcoy, por la realización de los análisis de calidad de los distintos tratamientos.