

## **Explorando el aporte nutricional y la potencialidad del trigo en 9 de Julio**

\*Ing. Ag. M.Sc. Luis Ventimiglia

\*Lic. Econ. Lisandro Torrens Baudrix

**Febrero 2018**

Habitualmente el ser humano intenta superarse constantemente. En la faz productiva esto es una constante. Permanentemente se está innovando y las distintas disciplinas que conforman la rama agronómica intentan lograr progresos en su especialidad. La suma de estos progresos, con la ayuda de una condición climática favorable, conduce a aumentos de rendimiento por unidad productiva. Si se observa cual es la producción de cualquier cultivo a lo largo de una serie histórica, nos damos cuenta de este aspecto. Es siempre importante considerar, como se mencionó, la producción por unidad productiva, es decir en nuestro país la unidad de medida más común es la hectárea. Aquí es donde se ve bien la ganancia en un período. Observar la producción total, ya sea como partido, o país, nos puede conducir a errores, ya que aquí puede jugar fuertemente en alcanzar una mayor producción, el aumento del área sembrada. Tomando la base de datos del Banco Mundial, el incremento anual de rendimiento de trigo por hectárea para nuestro país en los últimos 53 años fue 64 kg/ha. En tanto que para el partido de 9 de Julio, en base a datos propios, el incremento anual para los últimos 10 años fue de 120 kg/ha. Los valores no son nada despreciables y representan incrementos interesantes.

A efectos de poder chequear la potencialidad que tiene el cultivo de trigo en 9 de Julio, en la campaña 2017/18 la Agencia INTA realizó una experiencia, en la cual se consideraron principalmente variables de fertilidad. Entendiendo que se utilizó un material genético de última generación, una siembra cuidadosa, grano por grano, un correcto control de malezas, enfermedades, etc.

Los tratamientos estudiados se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1: Tratamientos ensayados**

1	Testigo Absoluto
2	Nitrógeno
3	Azufre
4	Fósforo
5	Fósforo + Nitrógeno
6	Fósforo + Nitrógeno + Azufre
7	Fósforo + Nitrógeno + Azufre + Zinc
8	Fósforo + Nitrógeno + Azufre + Zinc + Boro
9	Fósforo + Nitrógeno + Azufre + Zinc + Boro + Riego
10	Fósforo + Nitrógeno + Azufre + Zinc + Boro + UAN Foliar en HB
11	Fósforo + Nitrógeno + Azufre + Zinc + Boro + Nitro Plus 18 en HB

HB: Hoja bandera expandida (Z 39).

Previo a la siembra se realizó un muestreo de suelo con el cual se determinaron una serie de parámetros que se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2: Análisis de Suelo**

Determinación		Valor
Materia Orgánica	00 -20 cm	28,5 g/kg
Nitrógeno de nitratos	00 -20 cm	11,0 mg/kg
Nitrógeno de nitratos	20 - 40 cm	7,5 mg/kg
Nitrógeno de nitratos	40 - 60 cm	3,7 mg/kg
Fósforo Extraíble	00 -20 cm	8,8 mg/kg
Azufre de sulfatos	00 -20 cm	8,3 mg/kg
p.H.	00 -20 cm	5,8
Calcio	00 -20 cm	6,96 cmolc/kg

Saturación Calcio	00 -20 cm	68,30%
Magnesio	00 -20 cm	1,65 cmolc/kg
Saturación Mg	00 -20 cm	16,20%
Potasio	00 -20 cm	1,22 cmolc/kg
Saturación Potasio	00 -20 cm	12,00%
Sodio	00 -20 cm	0,35 cmolc/kg
Zinc	00 -20 cm	0,94 mg/kg
Manganeso	00 -20 cm	14,1 mg/kg
Cobre	00 -20 cm	0,53 mg/kg
Hierro	00 -20 cm	54,5 mg/kg
Boro	00 -20 cm	0,49 mg/kg

La siembra se realizó el 8 de junio, con la variedad DM Algarrobo a una densidad de 200 granos/m<sup>2</sup> (80 kg/ha). Cada unidad experimental dispuso de 9 surcos por 6 metros de largo, la cual fue preparada previamente con disco doble acción y vibrocultivador.

Los productos empleados y dosis, como así también momentos de aplicación fueron los siguientes:

Fósforo: 115 kg/ha de superfosfato triple de calcio (23 kg/ha de fósforo elemento).

Nitrógeno: Se calculó 30 kg de nitrógeno por tonelada de grano. Para un rendimiento potencial teórico de 10.000 kg/ha = 300 kg/ha de nitrógeno. De acuerdo al análisis de suelo, este poseía hasta 60 cm de profundidad 54 kg/ha. En consecuencia fue necesario adicionar 246 kg/ha de nitrógeno = 535 kg de urea/ha. La misma se aplicó al voleo en cobertura total en los siguientes momentos fenológicos:

134 kg/ha a la siembra

134 kg/ha al inicio de macollaje

134 kg/ha mitad de macollaje

134 kg/ha en primer nudo

Azufre: 50 kg/ha sulfato de calcio al voleo a la siembra

UAN Foliar: 10 kg/ha de N= 25 l/ha de UAN en hoja bandera expandida.

Zinc: 1,5 kg/ha como Sulfato de zinc (8 % de zinc con densidad 1,24 g/l), chorreado en el entre surco a la siembra.

Boro: Boro foliar en hoja bandera expandida (2 l/ha de Alter nutra boro, boro al 9,2 % = 184 g/ha de boro elemento).

Nitro Plus 18: 15 l/ha 18 % de Nitrógeno amínico y cálcico, en hoja bandera expandida.

La aplicación de los tratamientos foliares se realizó siempre con un volumen total (producto más agua) de 100 l/ha.

El tratamiento 9 que llevaba riego es igual al tratamiento 8, dado que debido a las condiciones ambientales, las importantes lluvias registradas y la altura de la napa freática, (Anexo 1), nunca fue necesario adicionar agua extra.

Las enfermedades que se presentaron, mancha amarilla, roya de la hoja y roya estriada, fueron controladas con dos aplicaciones de fungicida, la primera con el producto Reflex Extra 500 cc/ha (Izopyrazan + Azoxistrobina), en dos nudos y la segunda con Amistar Extra 500 cc/ha con (Azoxistrobina + Cyproconazole), en hoja bandera expandida.

La cosecha se realizó en forma mecánica el 14 de diciembre, recolectándose 8,4 m<sup>2</sup> (6 surcos a 0,233 por 6 metros de largo). El material obtenido fue pesado, tomada la humedad y calculado su rendimiento a 14 %. También se determinó para cada unidad experimental el peso hectolítrico y el contenido de proteína y gluten.

### Resultados de la experiencia

Los resultados de la experiencia son presentados en la tabla 3.

**Tabla 3. Rendimiento, peso hectolítrico, proteína y gluten**

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Peso Hectolitrico (hl/l)	Proteína (%)	Gluten (%)
1	3.661	79,1	9,2	23,0
2	3.282	78,7	14,4	38,6
3	3.675	78,2	9,3	23,7
4	5.018	79,3	8,9	21,4
5	4.750	78,4	13,7	35,6
6	7.118	80,3	12,1	31,9
7	7.081	78,4	12,1	33,0
8	7.899	80,3	11,8	31,8
9	7.826	79,1	11,9	32,7
10	7.936	79,1	12,1	33,9
11	7.625	79,7	11,8	32,8

La tabla 3 muestra resultados muy interesantes. Obsérvese que entre el menor valor registrado y el mayor hay una diferencia de 142 % (4.654 kg/ha). Desde el punto de vista productivo queda muy claro que, en este caso, la nutrición nos puede permitir pegar un salto muy importante en la generación de alimentos, en este caso, trigo.

El testigo absoluto, no fue el tratamiento que menos rindió, es posible que la adición de los nutrientes en forma separada haya generado desbalances que se tradujeron en menores rendimientos. En la tabla 4 se presenta una comparación entre cada tratamiento y el testigo.

**Tabla 4: Rendimientos y diferencias de los tratamientos respecto al testigo**

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Diferencias s/testigo (kg/ha)	(%)
1	<b>3.661</b>	—	—
2	<b>3.282</b>	- 379	- 10,0
3	<b>3.675</b>	14	0,4
4	<b>5.018</b>	1.357	37,1
5	<b>4.750</b>	1.089	29,7
6	<b>7.118</b>	3.457	94,4
7	<b>7.081</b>	3.420	93,4
8	<b>7.899</b>	4.238	115,7
9	<b>7.826</b>	4.165	113,8
10	<b>7.936</b>	4.275	116,8
11	<b>7.625</b>	3.964	108,3

Dentro de las aplicaciones individuales de nutrientes, tanto el nitrógeno como el azufre no lograron buenas respuestas, en el caso de fósforo, el cual se encontraba con valores iniciales bajos, sí alcanzó una respuesta interesante. De todos modos, las grandes respuestas se obtuvieron cuando se van adicionando más de un nutriente. De la tabla 4 se puede apreciar el fuerte efecto sinérgico que se alcanza cuando entra el azufre (tratamiento 6). La respuesta lograda en este caso, (94,4 %), es superior a la sumatoria de lo que produce en forma individual el nitrógeno, fósforo y azufre, marcando de esta manera la sinergia que existe entre los nutrientes. Algo conocido también es la respuesta que se alcanza con azufre por su sinergia con el nitrógeno. Si apreciamos el análisis de suelo el valor de azufre no es tan bajo, sin embargo su respuesta es muy alta, presumiblemente una parte de la respuesta sea concretamente a lo que aporta el azufre por sí mismo y la otra, debido a su interacción con el nitrógeno, permitiendo, al estar presente el azufre, que la planta pueda absorber más nitrógeno. Esto también explicaría porque con la aplicación sola de nitrógeno e inclusive de

nitrógeno y fósforo, no se alcanzaron los incrementos de rendimiento que se lograron cuando interviene el azufre.

Dentro de los micro aplicados, el zinc no pudo contribuir a mejorar el rendimiento, en cambio el boro, sí pudo elevar algo más los kg/ha obtenidos. La fertilización complementaria no tuvo incidencia en el rendimiento, si bien en el caso del UAN, mejoró el nivel de proteína, siendo que ese tratamiento fue el que obtuvo el máximo rendimiento absoluto de la experiencia (7.976 kg/ha).

En la tabla 5 se presentan las comparaciones entre los tratamientos de acuerdo al aporte nutricional que cada uno realizó

**Tabla 5: Respuesta al aporte nutricional**

Comparación de tratamientos	Respuesta	
	(kg/ha)	(%)
Efecto nitrógeno (T2 Vs T1)	- 268	- 10,3
Efecto Azufre (T3 Vs T1)	14	0,4
Efecto del Fósforo (T4 Vs T1)	1.357	37,0
Efecto Zinc (T7 Vs T6)	- 37	- 0,5
Efecto Boro (T8 Vs T7)	818	11,6
Efecto UAN (T10 Vs T8)	77	1,0
Efecto Nitroplus (T11 Vs T8)	- 274	- 3,5

De la tabla 5 queda muy claro el rol que cumplieron el fósforo y el boro, lógicamente esto siempre ayudado por los demás nutrientes.

Los pesos hectolítricos en todos los casos fueron buenos. Los únicos tratamientos que se ubicaron por debajo de 79 (escala para grado 1), fueron: 2 -3 - 5 y 7.

La proteína como se sabe está influenciada por varios factores, además del genético, que en esta experiencia es igual para todos los

tratamientos, la fertilización, el tipo y las condiciones ambientales son claves en este aspecto. En la tabla 6 se presentan los datos de rendimiento, proteína y producción total de proteína por hectárea.

**Tabla 6. Rendimiento, proteína y producción de proteína por hectárea.**

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Proteína (%)	Proteína (kg/ha)
1	3.661	9,2	336,8
2	3.282	14,4	472,6
3	3.675	9,3	341,8
4	5.018	8,9	446,6
5	4.750	13,7	650,7
6	7.118	12,1	861,3
7	7.081	12,1	856,8
8	7.899	11,8	932,1
9	7.826	11,9	931,3
10	7.936	12,1	960,2
11	7.625	11,8	899,7

La tabla 6 presenta datos muy interesantes. Observando los primeros 4 tratamientos (Testigo - Nitrógeno- Azufre y Fósforo), aplicados individualmente, se ve claramente el efecto que tiene una provisión alta de nitrógeno sobre el contenido de proteína (T2), cuando el rendimiento queda frenado por algún otro factor, cosa que no sucede con los otros tratamientos, los cuales, 3 de ellos tienen niveles de rendimiento similares, pero no así de proteína. El tratamiento 4 es el que alcanzó el valor de proteína más bajo de todos. Aquí se aprecia bien claramente el efecto de dilución del nitrógeno. Este tratamiento no adicionó nitrógeno extra, pero, gracias al fósforo que era limitante, el rendimiento se elevó a más de 5 t/ha, en consecuencia el valor de

proteína se desplomó por debajo de 9 y con él también lo hizo el porcentaje de gluten (Tabla 3).

En la combinación de tratamientos, el valor más alto de proteína lo consigue el T5 (fósforo y nitrógeno). Si bien el valor de proteína es muy interesante, el rendimiento no lo es tanto, nuevamente, ratifica una vez más la interacción que tiene el contenido de proteína con rendimiento y disponibilidad de nitrógeno.



Testigo absoluto

A partir del T6, entra en todos los tratamientos restantes el azufre y a partir de aquí todos los tratamientos superaron las 7 t/ha de rendimiento y con valores buenos de proteína. En todos los tratamientos el contenido proteico se ubicó por encima de la base comercial (11 %). Se aprecia que a medida que el rendimiento aumenta, se produce una merma de la misma a excepción del T11, el cual aporta un adicional de nitrógeno en hoja bandera expandida, alcanzando el rendimiento el máximo valor, casi 8 t/ha y un contenido muy destacado de proteína y gluten (12,1 % y 33,9 %, respectivamente). Esto llevó también a que este sea el tratamiento que mayor valor de proteína por hectárea produjo (Tabla 6).



Tratamiento 8: fósforo, nitrógeno, azufre Zinc y boro

Si bien muchos tratamientos alcanzaron valores de producción muy altos para la zona, también tuvieron un costo importante en insumos. A continuación se presenta en la tabla 7, un análisis económico parcial

de las prácticas empleadas, considerando el costo básico de producción (igual para todos los tratamientos), más los costos de los insumos extras, la aplicación y la producción extra alcanzada, como así también la bonificación o rebaja que tienen cada tratamiento por el contenido de proteína, tomando como base el estándar comercial, el cual considera un valor base de 11 % de proteína, bonificando o rebajando, hacia arriba o debajo de ese valor a razón de 2 %, por cada punto o fracción proporcional. El margen final al que se llega no contempla la cosecha ni los costos de comercialización.

**Tabla 7: Margen parcial de los tratamientos ensayados**

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Proteína (%)	Costo parcial (u\$/ha)	Margen parcial (u\$/ha)
1	3.661	9,2	176	424
2	3.282	14,4	441	132
3	3.675	9,3	191	414
4	5.018	8,9	222	591
5	4.750	13,7	487	358
6	7.118	12,1	497	732
7	7.081	12,1	522	701
8	7.899	11,8	542	814
9	7.826	11,9	542	804
10	7.976	12,1	555	822
11	7.625	11,8	593	716

El costo del cultivo el cual está cargado a todos los tratamientos por igual incluye: labranzas, siembra, herbicidas y fungicidas.

Valores con los que se trabajó: Urea: 420 u\$/t; Sulfato de calcio: 205 u\$/t; Superfosfato triple de calcio: 400 u\$/t; Sulfato de zinc 10,15 u\$/t; Boro: 10,15 u\$/l; UAN: 400 u\$/t; Nitro plus 18: 3,4 u\$/t. Trigo: 169 u\$/t.

## Comentarios Finales

Si bien la experiencia tenía un techo de 10 t/ha, no se pudo alcanzar el mismo, es lógico que para llegar a los máximos rendimientos que puede tener cada zona, son muchos los factores que interactúan y por otro lado, una cantidad importante de ellos no son manejados por el hombre.

La experiencia muestra la importancia que tiene la fertilización en el cultivo de trigo y que ya no se depende de un solo nutriente, por el contrario, es posible, como lo demuestra este ensayo, que aplicando un solo nutriente se puede lograr un rendimiento menor del que alcanza el testigo.

La interacción entre nutrientes es muy importante, en este caso el fósforo en forma individual e interactuando con los demás nutrientes, como así también el azufre y el boro interactuando con los demás nutrientes, permitieron alcanzar rendimientos extraordinarios para la zona.

Se destaca la importancia que ya comienzan a tener los micronutrientes en el cultivo de trigo, en este caso el zinc no presentó respuesta, pero fue muy alta la encontrada al boro. Se presupone que en la zona en el corto tiempo, las respuestas serán más generalizadas y a más de un micronutriente.

Es posible con buenas fertilizaciones, alcanzar altos rendimientos y un contenido de proteína y gluten lógicos para la comercialización de un buen trigo, el cual será seguramente apreciado en el comercio local e internacional.

El rendimiento promedio del partido de 9 de Julio en la misma campaña, estuvo algo más de 100 % por debajo de los tratamientos que más

rindieron en esta experiencia, los cuales orillaron las 8 t/ha. Esto nos marca que hay una brecha enorme, la cual debe ser achicada.

Si bien se presenta un análisis económico parcial, faltan cosas importantes como la cosecha y la comercialización. Esta última seguramente castiga más fuertemente a la mayor producción, siempre y cuando se venda a puerto, dado que en la misma el costo del transporte es el rubro que más peso tiene. Las ventas a molinos o a centros más cercanos de producción, daría una posibilidad mayor al rendimiento económico del cultivo.

**Agradecimiento:** Los autores del trabajo agradecen a los responsables de cada criadero por confiar en el personal del INTA 9 de Julio la prueba de sus materiales. Un agradecimiento especial a la empresa Del Fabro Hnos. por toda la colaboración prestada para la realización de este ensayo, especialmente al Ing. Luis Agrati, Sr. Agustin Del Fabro y Sr. Roberto Ciapa.

## Anexo 1

### Lluvias (mm)

Día	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
1						14	
2					28		10
3							15
4			12				
5							
6							
7			15	35			16
8							
9							
10					90		
11	8			74			
12	18						
13							
14							
15						15	
16							
17						5	
18							
19	35						
20					8		
21							
22							
23							
24							
25							
26					31	38	
27		37					
28							
29						52	
30			11				
31							
Total	61	37	38	109	157	124	41

### Altura de la Napa

23-05-17: 1,28 m

28-09-17: 0,70 m

22-11-17: 1,30 m