

Fertilización en trigo con nitrógeno, fósforo y azufre

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

La fertilización en el cultivo de trigo se aplica en la mayoría de los lotes que se siembran en la región pampeana. Normalmente el fósforo y nitrógeno son los fertilizantes más utilizados, aunque en los últimos años otros nutrientes han comenzado a emplearse, dentro de estos encontramos como principal nutriente aportado, luego del fósforo y nitrógeno, al azufre.

Así como el fósforo se comercializa solo y en mezcla con otros nutrientes, el azufre sigue el mismo camino. El azufre elemental, muy poco aplicado en nuestra zona, aporta solamente azufre bajo una forma, la cual debe ser transformada por acción microbiana a efectos de llevarla a formas en donde las plantas lo puedan absorber. Otras formulaciones, muchas más utilizadas son como sulfato de calcio, sulfato de amonio y en mezclas más complejas. Dentro de estas últimas hay muchas de ellas formuladas también en base a fósforo y algo de nitrógeno, lo que permite utilizarlas a la siembra, ya sea para aplicar en cobertura total incorporada o en la banda o línea de siembra.

Durante la campaña 2007/2008, el INTA 9 de Julio realizó una experiencia en la cual se comprobaron los efectos que produce la fertilización nitrógeno – fosforada, como así también cuanto puede aportar el azufre, cuando se lo combina con el nitrógeno y fósforo, estudiando por otro lado, diferentes productos azufrados combinados con distintas concentraciones de nitrógeno y azufre.

El ensayo se efectuó en el campo del Sr. Lizarralde en las proximidades de 9 de Julio, la fecha de siembra fue el 28 de junio, empleándose la variedad ACA 901 a razón de 118 kg/ha, a una distancia de 21 cm entre hileras. El ensayo contó con los siguientes tratamientos:

1. Testigo sin fertilizar
2. Urea 239 kg/ha + 100 kg/ha Superfosfato triple de calcio
3. Urea 239 kg/ha + 100 kg/ha Superfosfato triple de calcio + 111 kg/ha de Sulfato de calcio
4. Urea 198 kg/ha + 139 kg/ha de Mezcla A
5. Urea 209 kg/ha + 115 kg/ha de Mezcla B
6. Urea 202 kg/ha + 100 kg/ha Superfosfato triple de calcio + 83 kg/ha de Sulfato de amonio

La cantidad de nutrientes aplicados por cada tratamiento fue la siguiente, Tabla 1.

Tabla 1. Cantidad de nutrientes aplicados por cada tratamiento.

Tratamientos	Nutrientes aportados (kg/ha)		
	Nitrógeno	Fósforo	Azufre
1	0	0	0
2	110	46	0
3	110	46	21
4	110	55	14
5	112	38	17
6	110	46	20

La urea para todos los tratamientos, el sulfato de calcio (tratamiento 3) y el sulfato de amonio (tratamiento 6), se aplicaron en cobertura total e incorporados con la última labor.

La fertilización fosforada con superfosfato triple de calcio y las mezclas A y B, se aplicaron al costado de la línea de siembra y debajo de la misma.

El ensayo contó con parcelas de 2 m de ancho por 7 m de largo, con 4 repeticiones arregladas en un diseño de bloques al azar.

Previo a la siembra se efectuó un análisis de suelo el cual indicó lo siguiente:

Materia orgánica (%)----- 2,3
Fósforo asimilable (ppm) ----- 5,1
Nitrógeno de nitratos (ppm) ----- 7,8
Azufre de sulfatos (ppm) ----- 8,3

El ensayo se desarrolló normalmente, el control de malezas se efectuó con sulfonilurea y en el estado de espigazón, se aplicó fungicida a efectos de controlar mancha amarilla y roya de la hoja.

Posterior a la siembra se efectuó un conteo de plantas, el mismo se realizó en todos los bloques y unidades experimentales. El análisis estadístico no indicó ninguna diferencia entre los tratamientos ensayados, siendo la diferencia entre el mayor valor y el menor valor de plantas/m² de solamente 10 plantas.

Al momento de cosecha se determinó el número de espigas/m², posterior a la cosecha y trilla del material, se determinó el peso de 1.000 granos, granos/m², rendimiento kg/ha, (Tabla 2) y calidad a través del análisis de proteína y gluten.

Tabla 2. Espigas/m², peso de 1.000 granos (g) y rendimiento (kg/ha).

Tratamientos	Espigas/m ²	Peso 1.000 granos (g)	Granos/m ²	Rendimiento (kg/ha)
6	507 a	40,6 a	13.522 b	5.491 ab
4	474 ab	38,6 a	15.053 a	5.809 a
5	470 ab	38,7 a	14.670 a	5.665 a
3	436 bc	40,3 a	12.601 b	5.080 b
2	395 c	40,6 a	10.404 c	4.227 c
1	292 d	40,1 a	7.412 d	2.977 d

CV = 6,8 %

CV = 4,0 %

CV = 5,3 %

CV = 6,2 %

DMS 5% = 44

DMS 5% = 996

DMS 5% = 456

Letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencias significativas por el test DMS (p < 0,05)

A excepción del peso de 1.000 granos, el cual no presentó diferencias entre los tratamientos ensayados, el resto de las variedades analizadas fueron diferentes. En general, los tratamientos que aportaron azufre presentaron un mejor comportamiento y dentro de ellos, las mezclas A y B fueron las que presentaron mejor rendimiento que el tratamiento con nitrógeno y fósforo, en tanto que, éste fue mejor que el testigo absoluto, Tabla 3.

Tabla 3. Rendimiento, expresado en kg/ha, y diferencia entre tratamientos.

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Diferencia s/testigo (kg/ha)
Con azufre	5.655	2.678
Sin azufre	4.227	1.250
Testigo	2.977	-----

Los tratamientos con azufre presentaron un rendimiento 90% superior al testigo, en tanto que el tratamiento que aportó nitrógeno y fósforo, logró 42% más de rendimiento que el testigo.

La diferencia por el aporte de azufre fue muy importante, 1.428 kg/ha, representando un incremento de 33,7%.

Dentro de las fuentes azufradas utilizadas se produjeron diferencias, las mezclas A y B superaron al sulfato de calcio, en tanto que, entre el sulfato de amonio y sulfato de calcio, no hubo diferencias, como así tampoco entre el sulfato de amonio y las mezclas.

Una diferencia entre los fertilizantes fue la forma de aplicación, las mezclas se aplicaron al costado de la línea de siembra, en tanto que, el sulfato de calcio y amonio, en cobertura total incorporado, esto quizás pudo ser una variable a considerar. Con respecto al fósforo, si bien el lote

presentó un nivel inicial muy bajo, los mejores rendimientos absolutos se alcanzaron con aquellos tratamientos que aplicaron la mayor cantidad, 55 kg/ha P₂O₅ y la menor cantidad, 38 kg/ha P₂O₅, esto estaría indicando que al menos en estas condiciones, esa cantidad de pentóxido de fósforo sería suficiente para los rendimientos que el ambiente climático propició.

Analizando la calidad del grano producido desde el punto de vista del contenido de proteína, el mismo fue indirectamente proporcional al rendimiento alcanzado, Tabla 4.

Tabla 4. Rendimiento (kg/ha); % de proteína y kg/ha de proteína

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Proteína (%)	Proteína (kg/ha)	Dif. s/testigo (kg/ha)
1	2.977	12,0	357,2	-----
2	4.215	12,0	505,8	148,6
3	5.080	12,0	609,6	252,4
4	5.809	11,1	644,8	287,6
5	5.665	11,4	645,8	288,6
6	5.491	11,3	620,5	263,3

Como se aprecia, el contenido de proteína permaneció estable para los 3 primeros tratamientos, el testigo al producir menos, le alcanzó para llegar a 12 %, en tanto que el tratamiento que aportó nitrógeno y fósforo (2) y nitrógeno, fósforo y sulfato de calcio (3), al presentar mayor rendimiento, la cantidad de nutrientes absorbidos no alcanzó para incrementar el porcentual de proteína.

Respecto a los tratamientos que presentaron mayores rendimientos (tratamientos 4, 5 y 6), se produjo seguramente una dilución de la proteína, alcanzando valores menores, aunque en todos los casos ubicándose por encima de la base de comercialización (11%) de proteína, de todos modos, considerando también el rendimiento en grano, estos tratamientos son los que produjeron la mayor cantidad de proteína por hectárea.

Comentarios finales

- El testigo respondió, como habitualmente lo hace en esta región, muy bien a la fertilización.
- El agregado de fósforo y nitrógeno permitió incrementar el rendimiento en 42%, si bien no pudo mejorar el porcentual de proteína, sí lo hizo cuando se consideró la producción de proteína por hectárea.

- El agregado de azufre produjo incrementos de rendimientos más que interesantes, 90% por encima del testigo y 33,7 % por encima del nitrógeno y fósforo. Esto demuestra una vez más que es muy importante hoy en día para los suelos de nuestra zona, además de trabajar con fósforo y nitrógeno, adicionar pequeñas cantidades de azufre.
- Las mezclas químicas que aportaron en un solo gránulo, fósforo, nitrógeno y azufre, presentaron en general, un mejor comportamiento que las fertilizaciones de mezclas físicas, urea más superfosfato triple de calcio con sulfato de calcio o con sulfato de amonio.
- Si bien las fertilizaciones azufradas presentaron menor porcentual de proteínas, las mismas se ubicaron por encima de la base de comercialización. El efecto fue una dilución en el contenido de la misma en función del mayor rendimiento en grano logrado. De todas maneras, si se analiza este mismo parámetro, considerando también el rendimiento, estos tratamientos produjeron una mayor cantidad por hectárea que aquellos tratamientos que permitieron un mayor porcentual de proteína.

Agradecimiento: Los autores agradecen al Sr. Lizarralde, propietario del establecimiento donde se condujo la experiencia. Un agradecimiento especial al laboratorio de semillas Cargill – Chivilcoy, por la realización de los análisis de proteína de los diferentes tratamientos.