

Trigo: Mejorando el rendimiento con azufre.

*Ing. Agr. M. Sc. Luis Ventimiglia

*Lic. Econ. Lisandro Torrens Baudrix

Abril 2019

Todos los nutrientes son imprescindibles para la vida, vegetal, animal, humana, etc. De nada vale disponer cantidades muy altas de un determinado elemento y muy pocas de otro. Por el concepto de la "ley del mínimo", aquel que está por debajo del nivel crítico es el que limitará el rendimiento del cultivo.

En los últimos años, en general, por el desarrollo de nuevas tecnologías y manejo aplicado, el rendimiento de los cultivos va aumentando. Esto implica que una mayor cantidad de nutrientes deberían estar disponibles para los cultivos, para acompañar las mejoras tecnológicas y así obtener mayores rendimientos. Lamentablemente esto no siempre sucede y lo más preocupantes es que en muchas ocasiones, algún nutriente limita el rendimiento y al no aplicarse o no hacerlo en la cantidad que los cultivos lo requieren, frenan la potencialidad productiva. Normalmente el productor fertiliza con nitrógeno, fósforo y algo de azufre. Este último mayoritariamente utilizando mezclas físicas, algo que no es lo más apropiado, dado que su distribución no es homogénea, por diferentes factores es muy heterogénea, en otras palabras el fertilizantes es muy mal distribuido dentro del lote. En otros casos, se sigue aplicando el fósforo y el nitrógeno, pero no se aplica nada de azufre y menos aún de otros nutrientes.

Partiendo del concepto de "las Buenas Prácticas Agrícolas" (BPA), las cuales siempre deberían estar presentes, es fundamental conocer qué nutrientes dispone el suelo. Es decir, hacer un análisis de suelo, el mismo nos brindará una información de base importante para comenzar a preparar nuestro programa de fertilización. Si este dato lo acompañamos de los rendimientos obtenidos en los últimos años, del

cultivo a implantar y su demanda nutricional, de la expectativa de rendimiento que se tiene para la campaña, de los pronósticos climáticos, etc, se podrá realizar una fertilización balanceada, pudiendo en muchas oportunidades, con la misma inversión, alcanzar mejores resultados económicos (relación: costo/beneficio).

El azufre es un elemento esencial para las plantas. En las mismas cumple múltiples funciones y es integrante de varios aminoácidos, responsables de la formación de las proteínas. Por otro lado, la absorción de nitrógeno se ve limitada cuando la disponibilidad de este nutriente se encuentra en niveles muy bajos. Un punto importante a tener en cuenta es que el azufre proviene mayoritariamente de la materia orgánica, en consecuencia, una apreciación gruesa es ver que ha pasado con el contenido de materia orgánica en nuestros suelos. Muchos trabajos reportan que la misma ha venido disminuyendo, en consecuencia es fácil entender que la liberación de azufre a partir de la misma, será menor, conforme a la disminución de la materia orgánica. La ecuación es inversa, por un lado se tiene demandas más altas, fruto de varios factores que hacen que los cultivos tengan un mayor potencial de rendimiento y por el otro, disponemos de una menor provisión natural por parte del suelo. El único camino que queda es mejorar de alguna manera la provisión de ese nutriente que está limitando la productividad. El camino más corto e inmediato, es mediante la fertilización química.

Durante la campaña 2018/19 la Agencia INTA 9 de Julio realizó un ensayo en el cultivo de trigo, El mismo tuvo como objetivo comparar distintas formulaciones de fertilizantes que proveyeron azufre, como así también cual era la respuesta que tenía el trigo a la adición de este nutriente, en un lote típico de nuestra región.

El ensayo se condujo en el establecimiento "El Arapey" de la flia Lugano, sobre un suelo de textura franco arenoso, serie Norumbega, clasificado como hapludol éntico.

El antecesor fue soja de primera. En el mes de mayo, previo a la siembra del trigo, se efectuó un análisis de suelo (Tabla 1), el cual arrojó los siguientes valores.

Tabla 1. Análisis de suelo

Profundidad	MO	pH	CE	P-Bray	N-NO ₃	S-SO ₄
(cm)	(%)		ds/m	ppm	ppm	ppm
0-20	3,30	6,1	60,00	10,6	8,7	2,3
20-40					5,9	
40-60					4,3	

MO: Materia orgánica; CE: Conductividad eléctrica; P: Fósforo asimilable; N-NO₃: Nitrógeno de nitratos; S-SO₄: Azufre de sulfatos.

El ensayo dispuso de un diseño en bloque al azar con cuatro repeticiones. Se establecieron 7 tratamientos, los cuales aportaron dosis equivalentes de nitrógeno y azufre al suelo (Tabla 2).

Tabla 2: Tratamientos ensayados

Número	Tratamientos	Producto kg/ha)	Azufre (kg/ha)	Nitrógeno (kg/ha)
1	Urea	174	0	80
2	Urea + SPS	174 + 210	25	80
3	Urea + Azufre 13 %	174 + 200	26	80
4	Mezcla urea azufrada	202	27	80
5	Mezcla urea azufrada	201	26	80
6	UAN + Tíosulfato de Amonio	313	26	80
7	Urea + Sulfato de amonio	233	26	80

Referencias

- 1.- 46 % Nitrógeno
- 2.- 46 % Nitrógeno - 21 % Pentóxido de fósforo - 12 % Azufre
- 3.- 46 % Nitrógeno - Azufre 13 %
- 4.- 39 % Nitrógeno - 13,5 % azufre
- 5.- 39,8 % Nitrógeno - 12,8 % Azufre
- 6.- 25,6 % Nitrógeno - 8,3 % Azufre
- 7.- 34,5 % Nitrógeno - 11 % Azufre

La siembra se realizó el 18 de junio con la variedad Bag 750 a razón de 200 granos/m², sembrándose con una máquina de tambor perforado. En la línea de siembra todos los tratamientos recibieron 105 kg/ha de fosfato monoámonico. Las unidades experimentales fueron de 9 surcos por 7 metros de largo, con calles de 2 m entre bloque y bloque.

La fertilización con nitrógeno y azufre se efectuó en cobertura total (28-06-18), previo a la emergencia del cultivo (06-07-18).

El cultivo tuvo un buen desarrollo, las malezas fueron controladas, cómo así también las enfermedades fúngicas (mancha amarilla, roya anaranjada y roya amarilla), a tal efecto se efectuaron dos aplicaciones de fungicidas, una el 2 y la otra el 26 de octubre. En ambos casos se empleó Azosystrobina + Cyproconazole, a razón de 500 cc/ha de producto comercial (Amistar extra), el volumen de agua utilizado fue de 60 l/ha.

La cosecha se realizó el 12-12-18. Se empleó a tal efecto una cosechadora Wintersatger recolectándose 1,3 m x 7 m de largo= 9,1 m² de cada unidad experimental. El producto obtenido fue pesado,

tomada su humedad y corregido el peso a 14 % de humedad, el rendimiento fue expresado posteriormente en kg/ha (Tabla 3).

Tabla 3: Rendimiento (kg/ha) y diferencias sobre el testigo (kg/ha) y (%)

Número	Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Diferencia s/testigo (kg/ha)	(%)
1	Urea	4.015 b	—	—
2	Urea + SPS	5.890 a	1.875	46,7
3	Urea + Azufre 13 %	5.976 a	1.961	48,8
4	Mezcla urea azufrada	6.315 a	2.300	57,3
5	Mezcla urea azufrada	5.947 a	1.932	48,1
6	UAN + Tío Sulfato de Amonio	6.088 a	2.073	51,6
7	Urea + Sulfato de amonio	6.116 a	2.101	52,3

Letras distintas dentro de una misma columna indican diferencia significativas por el test DMS $p < 0,05$. Coeficiente de variación: 8,9 %

Las respuestas productivas al agregado de azufre fueron muy importantes, marcando la importancia que tiene este elemento, cuando se presenta en deficiencia. Estadísticamente todos los tratamientos se diferenciaron del testigo y no lo hicieron entre sí. Esto indicaría que cualquiera de las fuentes azufradas utilizadas sería apropiada. Como se comentó, se pueden adicionar cantidades importantes de otros nutrientes, pero si hay uno que está en carencia y no se soluciona, de nada servirá agregar más de otros nutrientes.

La respuesta promedio de los 6 tratamientos respecto al testigo fue de 2.040 kg/ha (50,8 %). Económicamente esta respuesta es extremadamente alta, a tal efecto podríamos considerar un nutriente azufrado, por ejemplo el sulfato de calcio (280 u\$/t), para realizar un análisis económico de la práctica, con un precio de trigo de (178

u\$/t). Precio de venta libre descontado los gastos de comercialización (140 u\$/t).

El costo del fertilizante, considerando este esquema de precios sería de 28 u\$/ha, no se considera la aplicación, dado que en todos los casos el azufre fue aplicado conjuntamente con el nitrógeno. Considerando el precio libre de trigo, se tendría un ingreso de 286 u\$/ha, en consecuencia dejaría un margen bruto de la fertilización azufrada de 258 u\$/ha, algo realmente muy alto. También se podría estimar cual fue el retorno por cada peso o dólar que se invirtió, en este caso es de casi 9,2 u\$ extra por cada dólar invertido en esta fertilización. Se aclara que el cálculo está referido pura y exclusivamente al azufre, con un nivel de fósforo y nitrógeno adecuado. No ocurriría esto si los dos nutrientes antes mencionado se encontrasen en carencia. También se debe aclarar que estas tan altas respuestas logradas no son tan frecuentes de encontrar, si visualizamos el nivel de azufre en el suelo antes de sembrar: 2,3 ppm, vemos que es un valor muy bajo. Por otros trabajos realizados en el área estiman que un nivel entre 8 y 10 ppm marcarían el límite crítico, si pensamos solamente en un valor de análisis de suelo. Si bien el contenido de materia orgánica es para la zona alto (3,3 %), y como se comentó el 93 % del azufre del suelo es orgánico, para que la planta lo pueda absorber debería estar bajo la forma de sulfatos, esto implica que la materia orgánica en primer lugar debería liberarlo bajo las distintas formas en la cual lo contiene y luego se debería oxidar hasta llegar a sulfatos. El disponer de un valor bueno de materia orgánica no asegura que se pueda disponer de una buena cantidad de azufre durante el ciclo del cultivo de trigo. Se conoce perfectamente que los procesos de mineralización de nutrientes se minimizan con bajas temperaturas y precisamente gran parte del ciclo del cultivo de trigo transcurre durante el invierno, Muy factiblemente la liberación que produce el suelo llegue tarde en el ciclo del cultivo para poder

influir fuertemente en el rendimiento, de allí la tan altas respuestas encontradas a la fertilización azufrada en esta experiencia.

Otro de los parámetros analizados en el trabajo fue el contenido de proteína y gluten de cada tratamiento (tabla 4).

Tabla 4: Contenido de proteína y gluten

Número	Tratamiento	Proteína (%)	Gluten (%)
1	Urea	11,4 ab	29,2 a
2	Urea + SPS	11,1 abc	27,0 b
3	Urea + Azufre 13 %	11,0 bc	27,8 ab
4	Mezcla urea azufrada	11,4 a	29,3 a
5	Mezcla urea azufrada	11,3 ab	29,0 ab
6	UAN + Tío Sulfato de Amonio	10,9 c	27,2 ab
7	Urea + Sulfato de amonio	10,9 c	27,5 ab
Coeficiente de variación para proteína: 2,3 %, para gluten: 2,1 %			

Letras distintas dentro de una misma columna indican diferencia significativas por el test DMS $p < 0,05$.

Si bien se establecieron diferencias estadística entre los tratamientos para proteína y gluten, sacando el tratamiento 1, el cual rindió cerca de 2 toneladas menos que el promedio de los demás tratamientos, los valores son muy parecidos, encontrándose en el límite o muy próximos a el que establece la norma de comercialización de trigo para proteína, que es 11 %.

Si bien el azufre forma parte de 3 aminoácidos esenciales: Cistina, cisteína y metionina y estos son constituyentes de las proteínas, parecería ser que su carencia no influiría tanto en el nivel de las mismas, esto se debe a que al producirse un incremento de rendimiento tan importante, también se podría ver afectado el nivel de estos componentes, repercutiendo de esa manera en el nivel de proteína. Otra posibilidad está ligada al nivel de nitrógeno, todos los

tratamientos tuvieron la misma cantidad, es lógico que el tratamiento que menos rindió, disponga de un nivel proteico más alto. Se deberá seguir trabajando sobre este importante tema y tratar mediante la difusión de esta práctica, influir en la decisión de los productores a la hora de tomar decisiones. Si bien esto de ninguna manera se puede extrapolar, se presume que la cantidad de trigo que se deja de producir por una incorrecta fertilización en nuestro país es muy grande y por ende la entrada de divisas también.

Los resultados obtenidos son muy importantes, hace más de 15 años que esta unidad viene alertando sobre la carencia de azufre en la zona, su implicancia en el rendimiento y su interacción con otros nutrientes. Es factible que esta situación, de no tomarse medidas drásticas en cuanto a la provisión de este nutriente, continúen agravándose. Es una verdadera pena que no se traten de corregir las carencias que presenta la zona, siendo por otro lado el azufre, uno de los nutrientes más económicos.

Agradecimiento: Los autores agradecen al Sr. Francisco Lugano y flia y personal del establecimiento "El Arapey", por el apoyo brindado en la realización de esta experiencia.