

## Ensayo de fertilización líquida incorporada en trigo

Farias Eduardo<sup>1</sup>, Alberione Enrique<sup>2</sup>, Chiacchiera Sebastian<sup>2</sup>, Lorenzón Claudio<sup>2</sup>, Gudelj Olga<sup>2</sup>, Sánchez Damian<sup>3</sup>

<sup>1</sup> PRODUCE, <sup>2</sup> EEA INTA Marcos Juárez, <sup>3</sup> NURTURE BIOSOLUCIONES S.A.S

E-mail: [alberione.enrique@inta.gob.ar](mailto:alberione.enrique@inta.gob.ar)

Palabras clave: trigo – fertilización – producción – margen bruto

### Introducción

A inicios de la campaña de trigo 2022 se planificó un ensayo de evaluación de tratamientos de fertilización líquida con los productos Sol Mix ® (Bunge Argentina) y fertilizante biológico Nurture Soil ® (Biosoluciones SAS), aplicados solos y combinados en dosis distintas. Además, con igual objetivo, se planteó evaluar respuestas en el cultivo con aplicación de los tratamientos comparando dos formas: incorporación vs. chorreado.

Con imágenes captadas por dron se pudieron apreciar diferencias entre los tratamientos cuando el cultivo se encontró en inicio de encañado, destacándose aquellos tratamientos incorporados por sobre los tratamientos chorreados. Estas diferencias observadas, finalmente se tradujeron en distintas respuestas sobre el rendimiento de grano y en menor medida sobre contenido de proteína.

Analizado el resultado económico a través del margen bruto en cada uno de los tratamientos, se observó en aquellos incorporados el mejor resultado, aunque no se logró con la dosis más alta de Sol Mix ni tampoco con la combinación de productos Sol Mix + Soil.

### Materiales y métodos

En un lote de producción de la EEA INTA Marcos Juárez (32° 43' 11.96" S 62° 5' 14.16" W) con cultivo antecesor soja en siembra de primera, con control general de malezas hecho previo a la siembra (glifosato 2 l/ha + clorsulfuron+metsulfuron metil 15g/ha + dicamba 250cc/ha), se diseñó y emplazó un ensayo de fertilización en presiembra (11/05/2022), conformado por un total de 9 tratamientos, aplicados 18 días antes de la siembra. Siete tratamientos fueron hechos con aplicación incorporada y uno hecho en dos repeticiones con el fertilizante aplicado de manera chorreada. Previo a esto se hizo muestreo de suelo (0-20, 20-60, 60-100 y 100-150 cm) para determinación de humedad y agua útil por el método gravimétrico. También se tomaron muestras de suelo (0-20 y 20-60cm) para determinaciones químicas con el fin de conocer el contenido de N y P.

En el ensayo se emplearon dos productos: el fertilizante químico comercial Sol Mix® (28% de N y 5,2% de S compuesto por urea, nitrato de amonio y tiosulfato de amonio) y el producto biológico Nurturse Soil®, un fertilizante biológico obtenido por proceso de destilación de compost. Su composición es: materia orgánica sobre producto seco 66,3 g/100g, cenizas sobre producto seco 33,7 g/100 g, extractos húmicos totales 0,42 g/100 g, Fósforo asimilable 0,04 g/100 g, Nitrógeno 0,7 g/l, Azufre 0,3 g/l, Calcio 7 g/l Magnesio 0,36 g/l, Manganeso 0,07 g/l, Zinc 0,04 g/l, Potasio soluble 1,5 g/l, pH 7,5 y conductividad 2mS/cm. Además posee microorganismos específicos: *Bacillus subtilis* (estimula el crecimiento radicular y solubiliza fosfatos), *Pseudomonas fluorescens* (favorece la producción de reguladores de crecimiento, incrementa la nutrición mineral

y desarrollo radicular) y *Azospirillum spp.* (promotoras del crecimiento vegetal aéreo y radicular). Los mismos se detallan en el cuadro 1.

### **Cuadro 1. Tratamientos ensayados**

Tratamiento	Productos y dosis	Forma
1	95 l Soil + 360 kg Sol Mix	incorporado
2	140 l Soil + 180 kg Sol Mix	incorporado
3	280 l Soil + 180 kg Sol Mix	incorporado
4	280 l Soil	incorporado
5	140 l Soil	incorporado
6	180 kg Sol Mix	chorreado
7	360 kg Sol Mix	incorporado
8	180 kg Sol Mix	incorporado
9	180 kg Sol Mix	chorreado

Los tratamientos 6 y 9 fueron dos repeticiones de un mismo tratamiento (18 kg Sol Mix). Se planificó hacerlo en mayor superficie, debido a su condición distinta frente al resto de los tratamientos, planteando así un segundo objetivo dentro de esta experiencia que fue comparar respuestas en el cultivo frente a una disponibilidad diferenciada del fertilizante suministrado al suelo de manera incorporada vs. chorreada.

Los tratamientos fueron aplicados con maquina fertilizadora e incorporadora de fertilizante líquido en franjas de 200 m de largo y 8,05 m de ancho (23 bajadas distanciadas a 35 cm). Para el tratamiento chorreado el fertilizante se dosificó y distribuyó en cada uno de los tubos de bajada sin producirse la labranza del suelo.

Posterior a la aplicación de los tratamientos, se hizo la siembra del cultivo (29/05/2022) empleando la variedad de ciclo largo MS INTA 119 con densidad de siembra de 110 kg/ha. La sembradora empleada fue Fercam F440 de 7 m de ancho de labor. Al momento de la siembra se incorporó fósforo como arrancador en dosis de 110 kg/ha de MAP.

En el mes de septiembre (inicio de encañado del cultivo) se hizo captura de imágenes con dron para visualizar diferencias entre tratamientos observadas en el terreno.

La cosecha del ensayo se hizo el día 13/12/2023. El peso de lo cosechado en cada una de las franjas se obtuvo a través del sistema de pesaje del acoplado tolva.

A partir de muestras de granos de cada uno de los tratamientos se hizo determinación de parámetros de calidad comercial (contenido de proteína en grano (%), peso hectolítrico (kg/hl) y componente de rendimiento (P1000 granos). La determinación de proteína en grano y PH se hizo en el Laboratorio de Cereales y Oleaginosas de la EEA INTA Marcos Juárez empleando el equipo de lectura directa NIT (transmitancia en el infrarrojo cercano) Infratec 124 grain analyzer FOSS TECATOR en tanto que para obtener el P1000 granos se utilizó un contador de granos electrónico y pesado en balanza de precisión.

### **Resultados**

No se hizo análisis estadístico de rendimiento de grano como tampoco de parámetros de calidad comercial debido a la ausencia de repeticiones. En los cuadros 2 y 3 se muestran los resultados de análisis químico de suelo y contenido de agua útil respectivamente.

## Cuadro 2. Análisis de suelo

Profundidad 0 - 20 cm			
<b>PH en agua</b>	(1:2,5)	5,5	Acido
<b>Conduct. eléctrica</b>	(1:2,5) mSCM/25°C	0,11	Normal
<b>Materia orgánica</b>	%	3,08	Moderadamente dotado
<b>Nitrato</b>	ppm	47	Bajo
<i>expresado como N nítrico</i>	ppm	11	Bajo
<b>Nitrógeno total</b>	%	0,153	Moderadamente provisto
<b>Fosforo asimilable</b>	ppm	12	Medio
Profundidad 20 - 60 cm			
<b>Nitrato</b>	ppm	13	Muy bajo
<i>expresado como N nítrico</i>	ppm	3	Muy bajo

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de Suelo de EEA INTA Marcos Juárez

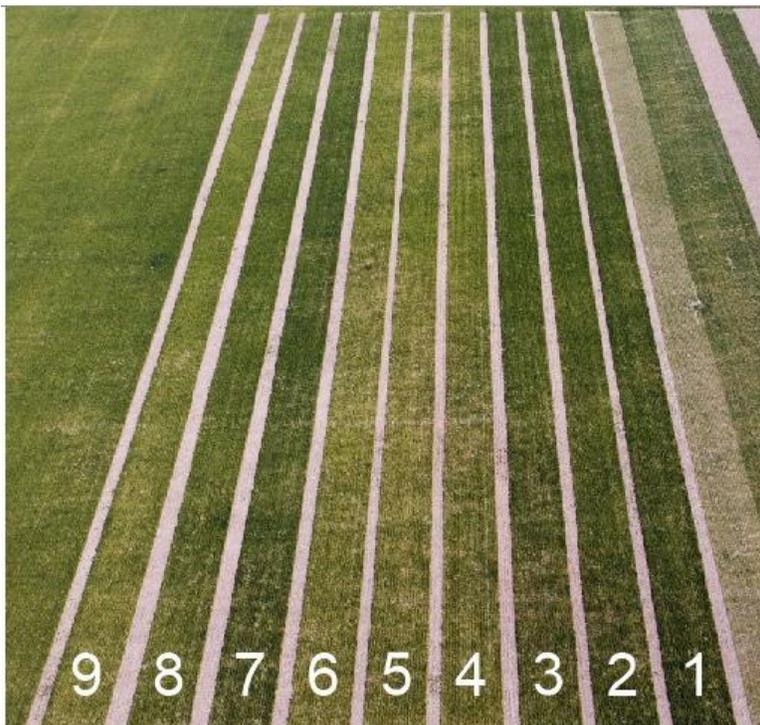
## Cuadro 3. Contenido de agua útil (0-1,5m)

REP	0-20	20-40	40-60	60-100	100-150	SUMA HASTA 1.5 m de prof.
I	40.73	31.24	24.69	51.52	94.19	242.36
II	35.83	30.99	26.09	44.93	83.49	221.33
III	42.50	33.17	22.86	49.90	91.41	239.84
<b>PROMEDIO</b>	<b>39.69</b>	<b>31.80</b>	<b>24.55</b>	<b>48.78</b>	<b>89.70</b>	<b>234.51</b>

Fuente: Laboratorio de física de suelo de EEA INTA Marcos Juárez

## Interpretación de imagen

### Imagen 1. Vista aérea del ensayo y tratamientos



Fuente: Eduardo Farías

Las franjas con color verde más intenso indicaron un mejor estado nutricional y de crecimiento del cultivo apreciado también en el terreno y se correspondieron con los tratamientos que combinaron Sol Mix y Soil a distintas dosis (tratamientos 1,2 y 3) y Sol Mix en ambas dosis aplicadas (tratamientos 7 y 8).

El resto de los tratamientos mostraron verde más claro, indicando esto diferencias en su estado nutricional y mayor nivel de daños en el tejido foliar, debido a las condiciones de estrés que impuso el ambiente.

El cuadro 4 muestra para cada uno de los tratamientos el rendimiento de grano (kg/ha), la eficiencia en el uso de agua [EUA] (kg/mm), obtenido de la relación entre los kilogramos de grano producido y el agua disponible y consumida por el cultivo y el margen bruto expresado en términos de producción por ha (qq/ha).

**Cuadro 4. Rendimiento de grano, EUA y Margen Bruto**

Tratamiento	Rendimiento	EUA*	Margen Bruto
	kg/ha	kg/mm	qq/ha
8- 180 kg Sol Mix (incorporado)	4202,9	11,9	20,8
7- 360 kg Sol Mix (incorporado)	4492,8	12,7	18,1
1- 95 l Soil + 360 kg Sol Mix (inc.)	4637,7	13,1	17,7
9- 180 kg Sol Mix (chorreado)	3695,7	10,5	16,6
3- 280 l Soil + 180 kg Sol Mix (inc.)	3913,0	11,1	13,4
2- 140 l Soil + 180 kg Sol Mix (inc.)	3623,2	10,3	13,4
4- 280 l Soil (incorporado)	3043,5	8,6	11,1
5- 140 l Soil (incorporado)	2608,7	7,4	10
6- 180 kg Sol Mix (chorreado)	2608,7	7,4	7,4

\*Eficiencia en el uso de agua

La diferencia en rendimiento de grano observada entre ambas repeticiones del tratamiento 180 kg Sol Mix (chorreado) (tratamientos 6 y 9), se atribuyó a un mayor efecto de frío por heladas que provocó mayores daños al cultivo en la franja correspondiente al tratamiento 6. Posiblemente esto se debió a una mayor acumulación de rastrojo debido al efecto de “cola de máquina” dando por consiguiente condiciones de suelo más frío.

En cada uno de los tratamientos se analizó el resultado económico a través del cálculo de margen bruto resultante de la diferencia entre los costos de producción (costo de insumos, costo de la labranza y aplicaciones y seguro de la producción entre otros) y el rendimiento final de grano alcanzado. Tratándose de un ensayo de evaluación de tratamientos de fertilización, se tomó el precio del fertilizante líquido Sol Mix de US\$954 y MAP de US\$1400 a la siembra (mayo), en tanto que el precio del trigo tomado a cosecha (diciembre) fue de 334 US\$/tn.

Los tratamientos que lograron mejor resultado productivo/económico fueron 180 kg Sol Mix (incorporado), 360 kg Sol Mix (incorporado) y 95 l Soil + 360 kg Sol Mix (incorporado); tratamientos que superaron los 4000 kg/ha logrado con mayor EUA.

El cuadro 5 muestra los valores de los parámetros de calidad comercial y P1000granos obtenidos en cada uno de los tratamientos.

**Cuadro 5. Parámetros de calidad comercial y P1000 granos**

Tratamiento	PROTEINA (%)	PH (kg/hl)	P 1000 granos (g)
1- 95 l Soil + 360 kg Sol Mix (inc.)	11,6	75,8	35,08
7- 360 kg Sol Mix (incorporado)	10,5	76,4	34,52
2- 140 l Soil + 180 kg Sol Mix (inc.)	9,5	76,6	34,04
8- 180 kg Sol Mix (incorporado)	9,4	75,8	33,18
3- 280 l Soil + 180 kg Sol Mix (inc.)	8,9	76,0	34,72
4- 280 l Soil (incorporado)	8,9	76,1	34,10
9- 180 kg. Sol Mix (chorreado)	8,8	76,3	33,00
6- 180 kg Sol Mix (chorreado)	8,7	75,0	33,52
5- 140 l Soil (incorporado)	8,5	75,4	33,30

Los tratamientos con mayor contenido de proteína en grano fueron 95 l Soil + 360 kg Sol Mix (incorporado) (también registró mayor peso de granos) y 360 kg Sol Mix (incorporado). Los valores de PH resultaron similares, aunque entre el tratamiento de mayor valor (76,6 kg/hl) registrado en 140 l Soil + 180 kg Sol Mix (incorporado) y el de menor valor (75 kg/hl) registrado en 180 kg Sol Mix (chorreado) hubo 1,6 kg/hl. Los tratamientos con valores por encima de 76 kg/hl fueron 140 l Soil + 180 kg Sol Mix (incorporado), 360 kg Sol Mix (incorporado), 180 kg. Sol Mix (chorreado) y 280 l Soil (incorporado).

Los tratamientos con valores intermedios de P1000 granos (por encima de 34 g) fueron 280 Soil + 180 kg Sol Mix (incorporado), 360 kg Sol Mix (incorporado), 280 l Soil (incorporado) y 140 l Soil + 180 kg Sol Mix (incorporado). Los menores valores se registraron en tratamientos con aplicación chorreada y en los de menores dosis aplicadas.

## Conclusión

Las condiciones de ambiente impusieron al cultivo un fuerte estrés de tipo abiótico durante la mayor parte de su ciclo de crecimiento. Sin embargo, en este ensayo se vio atenuado en aquellos tratamientos que aseguraron un mejor estado nutricional al cultivo. Por tal motivo los tratamientos de aplicación incorporada que combinaron Sol Mix + Soil y aquellos con Sol Mix en ambas dosis, resultaron los de mayor rendimiento de grano. La diferencia porcentual entre el tratamiento de mayor y menor rendimiento fue de 77,8%.

El mayor margen bruto (qq/ha) se logró con el tratamiento de 180 kg Sol Mix (incorporado), resultando superior al de los tratamientos con mezclas de productos y al de mayor dosis de Sol Mix incorporada. La diferencia incremental en margen bruto entre el tratamiento de menor valor (7,4 qq/ha) y de mayor valor (20,8 qq/ha) fue de 181%. Dicho de otro modo, el margen bruto máximo resultó 2,8 veces superior al mínimo obtenido.

Se observó mayor EUA en los tratamientos 95 l Soil + 360 kg Sol Mix (incorporado) y 360 kg Sol Mix (incorporado); ambos con la dosis mayor de Sol Mix aplicada de manera incorporada. Estos dos tratamientos también se destacaron por presentar mayor contenido de proteína en grano (dosis mayor aplicada de Sol Mix) y mayor P 1000 granos. El incremento porcentual en la EUA entre el tratamiento de menor valor (7,4 kg/mm) y el de mayor valor (13,1 kg/mm) fue de 77%.

Los mayores valores de PH - por encima de 76 kg/hl -, se registraron en los tratamientos 140 l Soil + 180 kg Sol Mix (incorporado) y 360 kg Sol Mix (incorporado) seguido por el tratamiento de 180 kg Sol Mix (chorreado) en la repetición 2 (tratamiento 9).