

Boletín N°94

Fertilización de cultivos de invierno

Campaña 2022/23



26 de abril de 2022.

1. Aspectos económicos de la fertilización

1.1. Evolución de la campaña fina

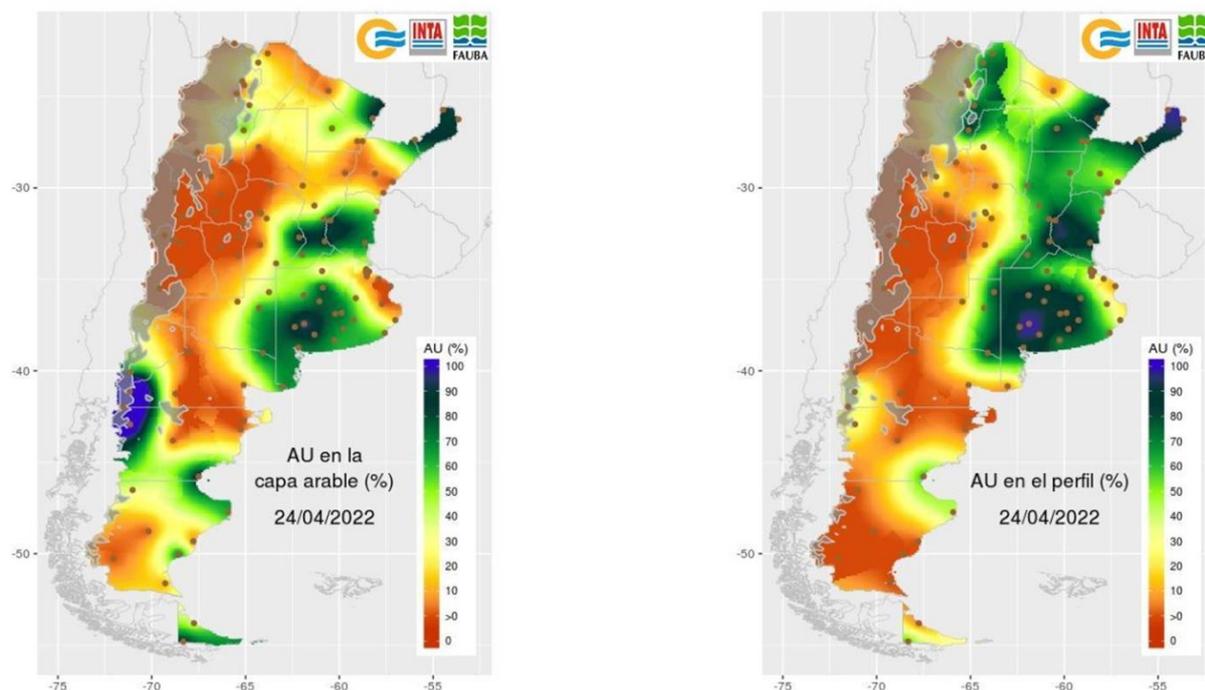
La planificación de la campaña de fina 2022/23 se viene desarrollando en un escenario de gran incertidumbre asociada al contexto político, económico e institucional del país. Algunas de estos problemas son la escasez de gasoil para la cosecha de gruesa en curso, la intervención y/o regulación de los mercados, entre otros.

A los factores o restricciones locales, se suma la situación internacional de precios muy elevados de los fertilizantes y fitosanitarios, que terminan gravitando en los desembolsos (en U\$/ha) para encarar la siembra del trigo.

Por otro lado, el precio del trigo viene incrementándose en las últimas semanas y mantiene una tendencia creciente y firme. La crisis Rusia-Ucrania, como así también el panorama climático desfavorable para la producción del trigo en EE.UU. y Canadá, serían los principales factores alcistas en la cotización del trigo a nivel internacional.

En cuanto al factor climático en Argentina, las lluvias de marzo y abril recargaron los perfiles en buena parte de la Región Pampeana. Contar con buenas reservas de agua en el suelo es un muy buen punto de partida, teniendo en cuenta que una proporción significativa del rendimiento de trigo se construye en base al agua útil almacenada en el momento de la siembra. Como se puede apreciar en la Fig. 1, las lluvias de marzo y abril han recargado la reserva de agua disponible en el perfil y también el contenido hídrico superficial. Por consiguiente, la oferta de agua edáfica para realizar la siembra de trigo es muy favorable en las principales subregiones trigueras.

Fig. 1. Disponibilidad de agua útil en la capa superficial (izquierda) y en el perfil (derecha) al 24 de abril de 2022. Fuente: https://www.smn.gov.ar/monitoreo_estados



1.2. Precios relativos de fertilizantes y granos

En la Tabla 1 se consignan los precios orientativos de los fertilizantes más comunes (sin IVA) y el precio por unidad de nutriente. Los mismos no incluyen flete y son promedios elaborados en base a datos provistos por diferentes empresas y por consiguiente deben considerarse como orientativos.

Tabla 1. Precios de fertilizante y de la unidad de nutriente

Fertilizante	Precio	Precio por unidad de nutrientes
	U\$/ton	U\$
Urea granulada	1158	2,5
UAN	1037	3,2
Mezcla UAN+TSA (28% de N y 5% de S)	1008	3,0
FMA	1386	2,2
FDA	1351	2,1
SFT	-	-
SFS	571	1,8

En la Tabla 2 se consignan los precios netos estimados de trigo disponible y futuro a enero de 2023. Los mismos deben ser tomados solamente como indicativos, al igual que los gastos de cosecha y comercialización, que varían de acuerdo a la logística y ubicación de cada establecimiento. Para esta campaña se consideró un gasto de cosecha y comercialización del 21%.

Tabla 2. Precios netos de trigo del MATBA

Precios	U\$/ton	Gastos comercialización y cosecha (U\$/ton)	Precio Neto (U\$/ton)
Disponible	363	76	278
Enero 2023	322	68	254

En la Tabla 3 se presenta la variación de los precios de los fertilizantes y del trigo en relación a la campaña anterior.

Tabla 3. Variación del precio de los fertilizantes y del trigo

Fertilizante	Precio		Variación
	U\$/ton		%
	2021	2022	
Urea granulada	525	1158	+121
UAN 32	400	1037	+159
UAN+TSA (28-0-0 +5%S)	385	1008	+162
FMA	723	1386	+92
FDA	703	1351	+92
SFT	560	-	-
SFS	303	571	+88
Trigo Disponible	208	363	+74%

Como se puede observar, los precios de los fertilizantes aumentaron considerablemente en relación a la última campaña. La tasa de aumento fue notablemente mayor en los fertilizantes nitrogenados (+147% promedio) que en los fosfatados (+91% promedio). Tomando la cotización del trigo al 24 de abril de 2022, el aumento del precio del cereal fue del 74% con respecto a la campaña pasada. A su vez se aprecia que el SFS mostró un menor aumento relativo a los fosfatos de amonio.

Cabe resaltar que al momento de la elaboración del presente informe se observa una firme tendencia alcista en el precio del trigo asociado con el conflicto Rusia-Ucrania, como así también con el panorama climático adverso para trigo de invierno y primavera de EE.UU.

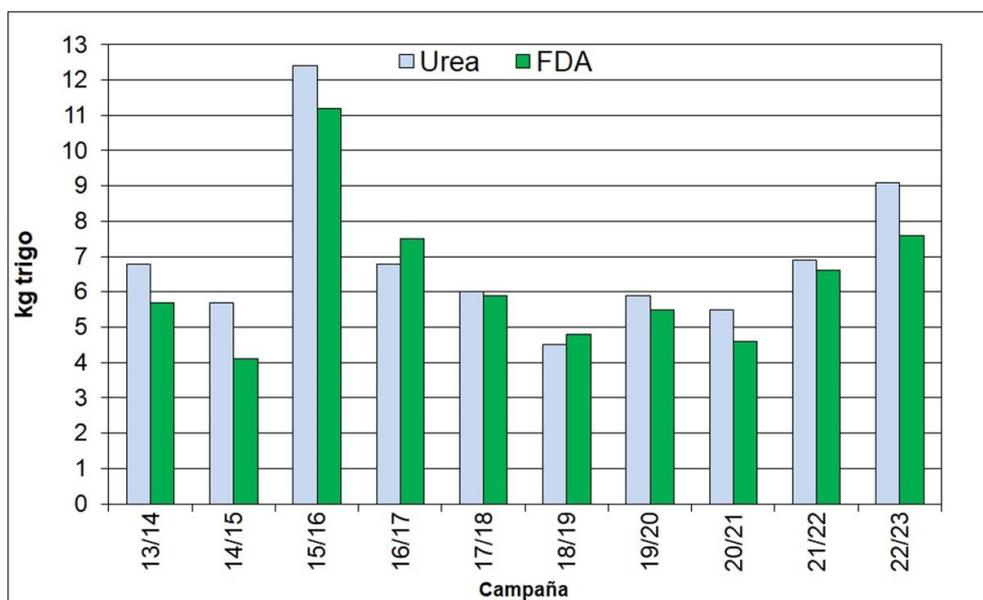
Finalmente, en la Tabla 4 se incluye el cálculo de los kg de trigo necesarios para pagar un kg de nutriente.

Tabla 4. Relación de precios (kg de trigo para pagar 1 kg de nutriente total)

Fertilizante	Disponible	Enero 2023
Urea granulada	9,1	9,9
UAN 32	11,7	12,8
Sol Mix (28N, 5S)	11,0	12,0
FMA	7,9	8,7
FDA	7,6	8,3
SFT	-	-
SFS	6,6	7,3

Si bien las relaciones de precios del trigo y los nutrientes empeoraron considerablemente respecto de la última campaña (Fig.2), se evidencia un mejoramiento en relación a los resultados presentados en nuestro último boletín de precampaña de fertilización de cultivos de invierno presentado a principios de abril de 2022 (<https://web.tecnoagro.com.ar/boletin-especial-n-93-precampana/>). Así, la relación de precios para la urea y FDA pasó de 12,7 y 9,7 a 9,1 y 7,6 kg de trigo para pagar 1 kg de nutriente total (N o N+P₂O₅) desde principios de abril a la fecha de elaborar este boletín, respectivamente.

Fig. 2. Cantidad de kg de trigo para pagar los nutrientes totales del fosfato diamónico (FDA) y de la urea granulada. Se tomó un precio neto disponible de trigo de 278 USD/ton; 1158 USD/ton para la urea y 1351 USD/ton para el FDA.



2. Aspectos técnicos que ayudan a tomar mejores decisiones

2.1. Eficiencia de la fertilización nitrogenada: ¿Cuánto rendimiento y dinero se pierde por una mala uniformidad de aplicación en trigo?

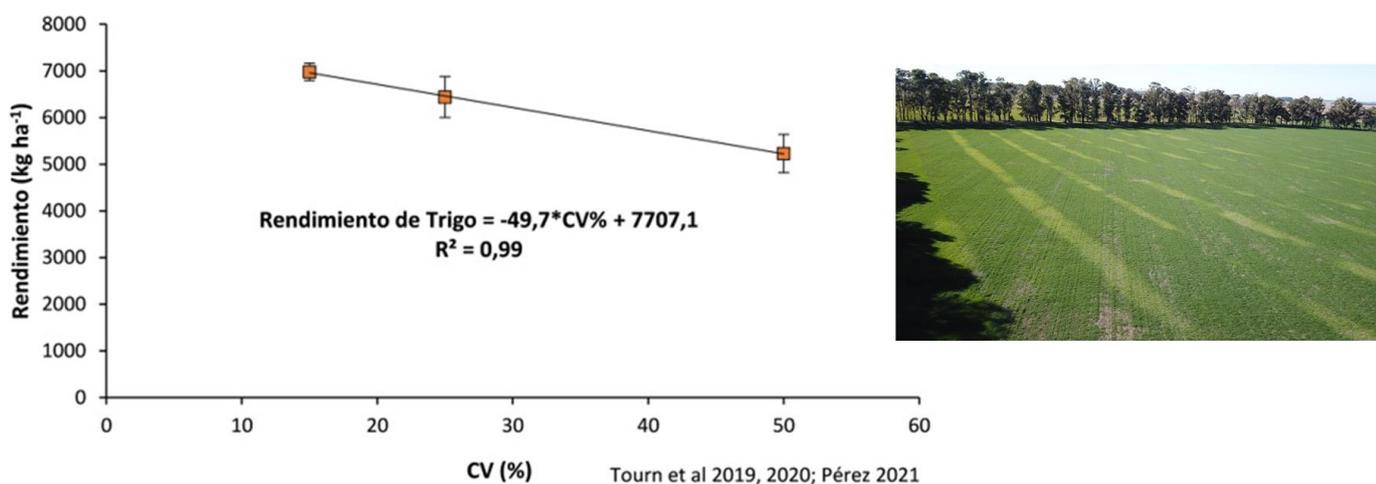
Para maximizar la eficiencia de utilización de los fertilizantes nitrogenados es fundamental partir de una evaluación integral de la fertilidad, considerando tanto la disponibilidad inicial del nitrógeno, como así también los efectos del cultivo antecesor y el potencial de mineralización. Este aspecto lo hemos tratado recientemente en nuestro Boletín Especial de “Precampaña de fertilización de cultivos de invierno N°93” (<https://web.tecnoagro.com.ar/boletin-especial-n-93-precampana/>).

Sin embargo, la recomendación de la fertilización nitrogenada no termina en la prescripción de la dosis y en la definición de la estrategia de fertilización (i.e. selección de fertilizantes y métodos de colocación), sino también en la evaluación de la uniformidad de distribución del fertilizante en el terreno durante su aplicación.

Así, de acuerdo con evaluaciones de desempeño de fertilizadoras de doble disco llevadas a cabo por la Unidad Integrada del INTA y FCA en Balcarce (UIB) observaron una

asociación lineal negativa entre el rendimiento en grano del trigo y el coeficiente de variación (CV) de la distribución de la urea granulada cuando se aplicó con fertilizadoras de doble disco que proyectan el fertilizante (Fig. 3).

Fig. 3. Relación entre el rendimiento en grano de trigo y el coeficiente de variación (CV) en la aplicación de urea granulada utilizando fertilizadoras de doble disco. Fuente: Tourn *et al.* 2019 y 2020.



Para evitar impactos negativos de la uniformidad de aplicación de los fertilizantes se debería considerar un CV de distribución menor al 15%, mientras que para que la uniformidad sea aceptable, se suele considerar umbrales del 25%. Como se puede apreciar en la Fig. 3, se pierden 50 kg de trigo por cada unidad de CV por encima del umbral de 15% de CV, que equivalen a 12 U\$S/ha tomando precios netos disponibles del cereal.

2.1.1. ¿Cómo mejorar la uniformidad de distribución de los fertilizantes sólidos?

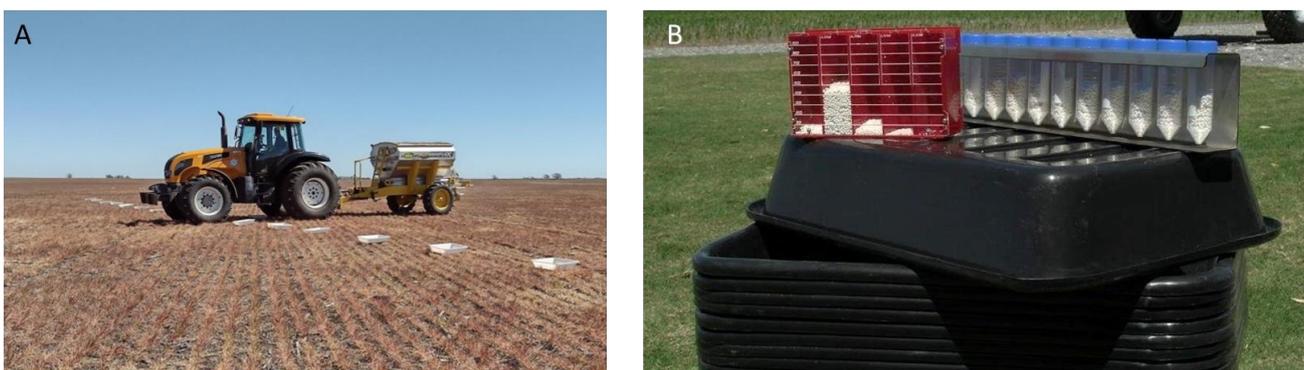
El primer paso para analizar la calidad de aplicación del fertilizante mediante fertilizadoras de doble disco es realizar una evaluación de desempeño de la máquina fertilizadora. La uniformidad en la distribución del fertilizante depende fundamentalmente de la máquina fertilizadora (diseño constructivo), de la calidad física del fertilizante y de la condición ambiental durante la aplicación (humedad relativa, temperatura, velocidad del viento). La calidad física del fertilizante, sobre todo su granulometría influye marcadamente sobre la necesidad o no de realizar reducciones en el ancho de labor para lograr adecuados patrones de distribución. Así, a mayor homogeneidad granulométrica (e.g. más del 80% de la masa de fertilizante con granulometría entre 2 y 4 mm), menor es la necesidad de solapamiento o de reducción del ancho de labor efectivo de las fertilizadoras que proyectan el fertilizante.

Por el contrario, las fertilizadoras neumáticas, que distribuyen el fertilizante sólido granulado o en polvo a través de difusores cónicos en forma de "lluvia", se ven menos influenciados por la segregación balística (efecto del viento), y logran, en términos

generales, buenos patrones de distribución en el terreno. En este tipo de sistemas de aplicación, la granulometría tiene una menor incidencia en la uniformidad de distribución.

Para evaluar la uniformidad de aplicación de fertilizantes sólidos con fertilizadoras de platos se requiere contar con elementos sencillos como bandejas plásticas, granulómetros, y probetas (Fig. 4).

Fig. 4. A. Fertilizadora de platos distribuyendo el fertilizante y se observan las bandejas que se colocan en forma equidistantes y transversalmente al sentido de pasaje de la máquina. B. Granulómetro (tamiz para evaluar granulometría), probetas y bandejas plásticas necesarias para evaluar la calidad de aplicación a campo. Fuente: gentileza Dr. Santiago Tourn (UIB) y Nort (Fertec).



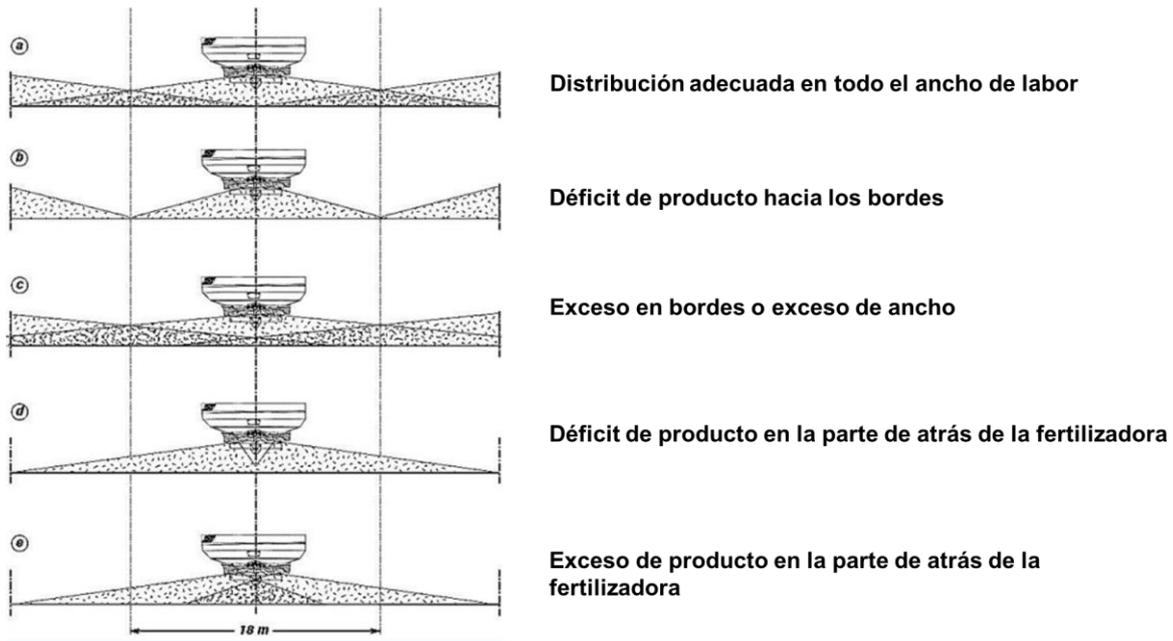
El procedimiento consiste en colocar un número determinado de bandejas plásticas, que dependen del protocolo utilizado, realizar una o más pasadas con la fertilizadora. Posteriormente se recoge el fertilizante de cada bandeja y se determina el CV (%). También es posible medir y registrar la variabilidad espacial en la distribución de fertilizantes sólidos a partir de imágenes de drone como en el sistema de Nort Fly, recientemente desarrollado por Nort. A partir de las fotografías tomadas por los drones se captura la imagen de las partículas de fertilizante y mediante un programa de inteligencia artificial y un algoritmo *ad hoc* cuantifican la variabilidad directamente y la registran en gráficos de control georeferenciados. Este sistema es una de las innovaciones más relevantes de los últimos tiempos en cuestiones vinculadas con la evaluación de la uniformidad espacial de aplicación de fertilizantes sólidos.

2.1.2. ¿Cómo se regula la fertilizadora de platos para lograr una buena distribución del fertilizante en el terreno?

El desempeño de las fertilizadoras de doble disco se debe evaluar cada vez que se modifique la partida o lote de fertilizante, la máquina fertilizadora, el operario y/o se verifiquen cambios en la condición meteorológica en el momento de la aplicación. Los trabajos llevados a cabo por el grupo de maquinaria agrícola de la UIB y otros grupos demuestran que es posible alcanzar los estándares adecuados de uniformidad de aplicación mediante ajustes sencillos en el sistema de distribución, por ejemplo el punto de descarga del fertilizante sobre los discos, el largo y posición de las paletas, el número de paletas por disco, entre los más relevantes.

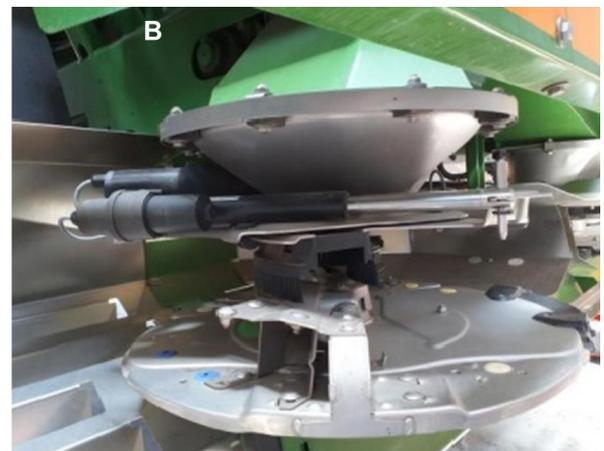
Dependiendo del patrón de distribución observado (Fig. 5), se procederá a la regulación de la distribución espacial del fertilizante actuando sobre la posición de las aletas. Mediante el ajuste de la posición de las aletas largas (más adelantadas o en sentido radial o más atrasadas o en sentido tangencial al radio de giro), se logra modificar la cantidad de fertilizante distribuido hacia los extremos, mientras que modificando la posición de las aletas cortas se logra cambiar la cantidad de fertilizante aplicado atrás de la fertilizadora (Fig. 6).

Fig. 5. Posibles patrones de distribución lograda con fertilizadoras de doble disco. Fuente: adaptado de Raggio y Soza (2021)



La regulación de las aletas largas y cortas se puede realizar manualmente o mediante comandos eléctricos (Fig. 6).

Fig. 6. Regulación de la posición de las aletas en las fertilizadoras de doble disco para modificar el patrón de distribución de los fertilizantes. **A.** Regulación manual. **B.** Regulación eléctrica. Fuente: Raggio y Soza (2021)



Si bien, en términos generales, las fertilizadoras de doble disco tienen dos aletas por disco (una larga y otra corta), es posible utilizar platos de hasta 6 aletas adecuadas para la aplicación de polvos (e.g. roca fosfórica, correctores como calcáreos o yeso agrícola, etc.). Cuando se aplica polvos, debido al menor diámetro y masa de las partículas, se logra menor ancho de labor, pero aun así se puede alcanzar buenos patrones de uniformidad si se hacen las regulaciones pertinentes.

2.2. Tecnología de fertilización fosfatada

2.2.1. ¿Por qué este año deberíamos prestar atención a los arrancadores?

Tal como se indicó en el Boletín Especial N°93 (<https://web.tecnoagro.com.ar/boletin-especial-n-93-precampaña/>) de “Precampaña de fertilización de cultivos de invierno” recientemente publicado, el manejo de la fertilización fosfatada debe ser analizado a escala de sistema de producción, contemplando la historia de uso y a situación actual.

En contextos como el actual, con altos precios de los fertilizantes fosfatados y relaciones de precios desfavorables, la fertilización localizada en el momento de la siembra maximiza la eficiencia de uso de P (EUP), independientemente de la fuente fosfatada aplicada. Esto se debe a que el P accede a las raíces principalmente por difusión e intercepción radicular, a diferencia de los nutrientes móviles (e.g. nitrógeno, azufre, boro) que lo hacen por flujo masal.

En los últimos años, diferentes estudios llevados a cabo en EE.UU en diversas regiones, cultivos y tipos de suelos demuestran los beneficios de la aplicación de arrancadores fosfatados sobre el rendimiento de los cultivos y la calidad de implantación. Algunos de estos beneficios son:

- ✓ Aumentos en la absorción de P en biomasa total y de granos
- ✓ Mayor EUP
- ✓ Mayor tolerancia a heladas tempranas
- ✓ Mayor uniformidad del stand de plantas
- ✓ Mayor tasa de secado de los granos previo a la cosecha
- ✓ Mayor rendimiento en grano

Estudios recientes también reportan una sinergia entre la fertilización de base realizada a suelo a escala de la rotación (e.g. para “construir fósforo” con fuentes sólidas) y el uso de arrancadores fosfatados aplicados en el surco. Por ejemplo algunos experimentos de larga duración llevados a cabo en la Universidad del Estado de Kansas en el Medio Oeste de EE.UU muestran efectos consistentes del uso de arrancadores (aumento de rendimiento en maíz, soja y otros cultivos) por sobre los tratamientos que no recibieron arrancadores fosfatados.

La fertilización fosfatada localizada en el momento de la siembra no solo es la que determina una mayor EUP, sino también minimiza el riesgo ambiental de ocurrencia de fenómenos de escurrimiento de P particulado y disuelto cuando se aplican fertilizantes sólidos al voleo en ambientes en donde, por su fisiografía, hay escurrimiento y riesgo de erosión hídrica.

2.2.2. Aplicación localizada de fertilizantes fosfatados líquidos

Los fertilizantes fosfatados líquidos son las que permiten alcanzar la mayor uniformidad de distribución de los nutrientes a lo largo de la banda de aplicación, que es difícil de lograr con fertilizantes sólidos. Dentro de la fertilización fosfatada localizada realizada en el momento de la siembra, la aplicación de fuentes líquidas en el surco, en contacto o próximo a la semilla (i.e. "Pop Up"), maximiza la EUP y además permite adicionar micronutrientes y/o bioestimulantes con alta eficiencia.

Los fertilizantes líquidos que se aplican en contacto con las semillas, en general en dosis relativamente bajas, deben cumplir con los siguientes atributos:

- a. pH neutro y libre de impurezas
- b. Bajo índice salino
- c. Dosis calibradas y validadas para no generar efectos tóxicos sobre la germinación de las semillas o el crecimiento de las plántulas
- d. Debe existir disponibilidad de equipos de aplicación a nivel local

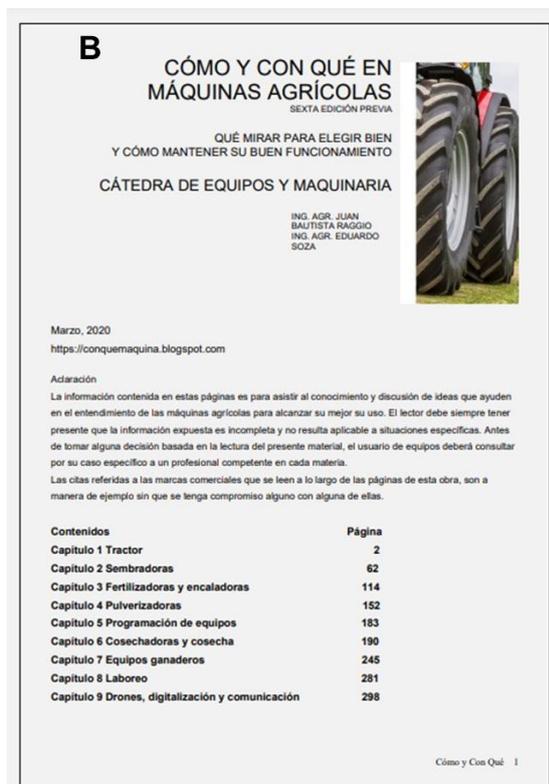
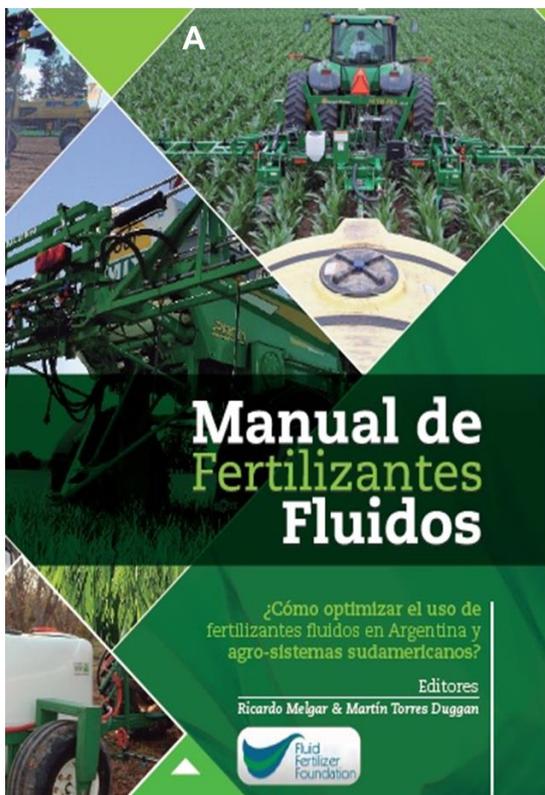
La fertilización fosfatada líquida en el surco requiere del uso de sistemas de dosificación y distribución que garanticen la misma dosis de producto en cada cuerpo de siembra. En la Fig. 7 se muestra un ejemplo de equipo de aplicación local que se monta en las sembradoras de fina y gruesa y que cuentan con una columna de flujómetros, filtros, y otros elementos.

Fig. 7. Sistema de dosificación localizada en el surco ("pop up"). Fuente: gentileza Dualfos.



Para aquellos que estén interesados en disponer de mayor información científica sobre las características y funcionamiento de los fertilizantes líquidos pueden consultar la bibliografía local al respecto (Fig. 8).

Fig. 8. ¿Más información sobre tecnología de fertilización, dosificación y distribución de fertilizantes líquidos? **A.** Manual de fertilizantes fluidos (Fluid Fertilizer Foundation). Editores: Ricardo Melgar y Martín Torres Duggan (2014). Disponible en: <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1240>. **B.** ¿Cómo y con qué en máquinas agrícolas? Autores: Juan B. Raggio y Eduardo Soza. Edición digital. 2020.



¿Conoces nuestro servicio de asesoramiento integral en fertilización de cultivos?

¿En qué consiste?

- 1. Análisis del manejo actual de nutrientes a escala predial, considerando los objetivos empresariales y restricciones del sistema productivo**
- 2. Evaluación de opciones de mejora en diagnóstico y tecnología de aplicación de fertilizantes**
- 3. Reuniones presenciales o virtuales para discutir las posibles estrategias de optimización en la fertilización de los cultivos á escala de rotaciones**
- 4. Armado de un plan de fertilización a escala predial que podrá ser ajustado y mejorado a través del tiempo**

¿Dónde contactarnos?

Whats App: (+54911) 6015 5760

Email: laboratorio@tecnoagro.com.ar

