

## **CALIDAD DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES SÓLIDOS: CARACTERIZACIÓN DE LA TÉCNICA Y MAQUINARIA UTILIZADA EN ARGENTINA**

**Tourn Santiago<sup>1</sup>, Pedro Platz<sup>1</sup>, Matilde Mur<sup>2</sup>, Victor Merani<sup>2</sup>, Luciano Larrieu<sup>2</sup>, Facundo D. Guilino<sup>2</sup>, Laura Giambelluca<sup>2</sup>, Juan Manuel Vázquez<sup>2</sup>, Roberto Balbuena<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>: Facultad de Ciencias Agrarias de Balcarce, UNMDP

<sup>2</sup>: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de La Plata, UNLP

### **Una visión de la situación actual de la fertilización en Argentina**

El año 2020 se caracterizó por presentar un aumento del uso de fertilizantes respecto a los años anteriores. Según relevamiento de la Asociación Civil Fertilizar, el incremento estuvo representado mayormente por las fuentes de fósforo y en menor medida las de nitrógeno y azufre. En total se alcanzó un uso aproximado de 5.000.000 de toneladas. Asimismo, durante los últimos meses del año 2020 hemos realizado un relevamiento a 120 productores de la Región Pampeana Sur sobre el uso general de fertilizantes. Se pudo determinar que el 100% de los productores que fertilizan utilizan fuentes nitrogenadas, cerca de un 95% fuentes fosforadas y 55% de azufradas, completan la lista de las fuentes más usadas el potasio (13,5%) y calcio (8%). Respecto al tipo de fuentes nitrogenadas, un 98% utiliza sólidas y un 47% líquidas, pero un 30% utiliza la fuente nitrogenada sólida como única alternativa, la fracción restante es en combinación con fuentes líquidas (Figura 1). Por su parte, el uso de fuentes fosforadas sólidas representa el 95%. De este mismo trabajo, se pudo determinar que las fuentes de nitrógeno se aplican mayormente por proyección con máquinas de discos o neumáticas con deflectores (60%) y, en menor proporción, por aplicación líquida en el surco (35%) y por incorporación directa en el suelo (5%). En cambio, las fuentes fosforadas se aplican mayormente por incorporación directa en el suelo (87%) y en menor medida por proyección.

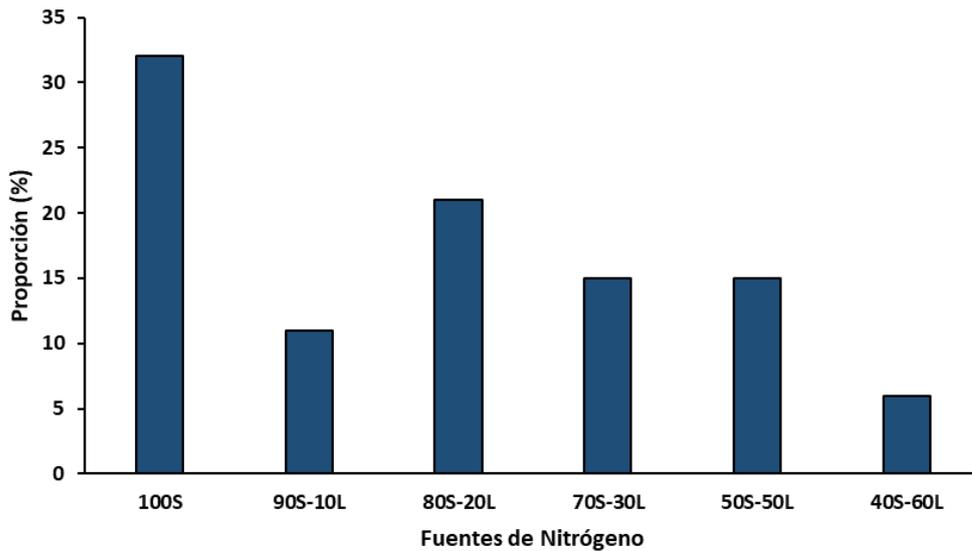


Figura 1. Proporción de uso de fuentes nitrogenadas en el año 2020 en Argentina. S: sólida; L: Líquida. Fuente propia. El número acompañado de la letra S o L representa proporción.

Cómo se mencionó, la fertilización sólida por proyección es la principal forma de aplicación de nutrientes, sobre todo de nitrógeno y azufre, en las producciones extensivas de Argentina. La adopción de estas prácticas tiene varias aristas, pero principalmente está dada por la alta capacidad de trabajo de los equipos involucrados y los niveles de eficiencia de uso del nutriente por las plantas. La adopción masiva de esta práctica respecto a la fertilización líquida se explica principalmente por el costo por unidad de nutriente, por el aumento circunstancial de las dosis utilizadas para la nutrición de los cultivos y por la mejora notable de los equipos de aplicación de fertilizante sólidos por proyección.

#### **Hablemos de eficiencia:**

Las eficiencias expresadas en términos de cantidad nutriente que queda disponible para los cultivos no son muy diferentes entre formas de aplicación líquida y sólida. Existen diversos estudios que concluyen esto y, por lo tanto, la utilización de la técnica está afectada especialmente por el precio del nutriente, la disponibilidad de los equipos, las condiciones ambientales, económicas y de suelo y la costumbre del productor de usar una u otra técnica. Sin embargo, muchos productores optan por la integración de los modos de aplicación, principalmente una aplicación sólida al inicio o pre-siembra del cultivo y una segunda aplicación de forma líquida para usar la misma huella de la máquina pulverizadora (Figura 1).

En cuanto a las eficiencias de distribución de la dosis en el terreno, la fertilización sólida es dependiente de hacer ajustes para poder lograr que la dosis se aplique con bajo nivel de variabilidad. Pero si ello se logra, se pueden obtener muy altas eficiencias en términos de capacidad de trabajo. La

distribución de la dosis de fertilizante en el terreno difícilmente sea perfecta, siempre ocurren ineficiencias, pero deben conocerse los niveles tolerables de ineficiencia que permitan no perder rendimiento. A nivel internacional, se admite una variación del 15% de la dosis en el terreno (expresado como coeficiente de variación, CV). Como se mencionó, con este tipo de distribución de fertilizante por proyección (discos y neumáticas con deflectores) se pueden lograr niveles aceptables de variación, pero es muy dependiente de:

- **Calidad del fertilizante**
- **Nivel tecnológico de la máquina**
- **Operatividad**

**La calidad del fertilizante sólido** va a definir fuertemente el nivel máximo de calidad de aplicación por proyección. Si el fertilizante es de mala calidad (partículas poco uniformes, alto contenido de polvo y de dureza muy variable o exceso de transporte por sin fin) la distribución difícilmente sea aceptable, independientemente de la máquina fertilizadora utilizada. **El nivel tecnológico** de la máquina fertilizadora está asociado a tener varios cambios de configuración en la máquina para adaptarse a las diferentes condiciones de fertilizantes y ambientales. También está asociado al nivel de automatización en los cambios de dosis y distribución que presenten los equipos. La automatización se logra en parte conociendo qué efecto tiene sobre la distribución cada cambio automático que se hace sobre, por ejemplo en las máquinas de doble discos, las revoluciones de los discos, punto de caída del fertilizante y posición de las aletas. Lograr ello, necesita de un desarrollo e inversión continua por parte de las empresas que fabrican fertilizadoras. En cuanto a **operatividad**, el operario es el eslabón clave y debe conocer el trabajo que está realizando, las limitaciones ambientales y para ello necesita capacitación. **Si los 3 factores son de alta calidad, el éxito se puede alcanzar.** Si alguno de los puntos mencionados que mayormente afectan la distribución correcta del fertilizante en el terreno deja de ser eficiente, pueden ocurrir pérdidas de rendimiento muy altas y se asocian a ingresos netos menores y posible alto impacto ambiental. Se han realizado estudios al respecto cuando se aplica nitrógeno y se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Rendimiento e ingreso neto de Maíz y Trigo para dos calidades de aplicación de fertilizante, aceptable y no aceptable. Fuente: Tourn et al., 2019, Santos 2019, Pérez Polo 2020 inédito.**

CV%	Cultivo	Dosis N (kg/ ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso Neto (U\$S)
22%	Maíz	50	12.230	1268
45%	Maíz	50	11.207	1055

<b>15%</b>	<b>Trigo</b>	<b>125</b>	<b>6.579</b>	<b>422</b>
<b>50%</b>	<b>Trigo</b>	<b>125</b>	<b>4.728</b>	<b>150</b>

### Caracterización del desempeño de las fertilizadoras más utilizadas en la Argentina

Durante los últimos 4 años hemos realizado evaluaciones de desempeño de máquinas fertilizadoras, las más usadas en Argentina en los sistemas de producción extensivos. Se evaluaron un total de 150 máquinas fertilizadoras utilizando urea como fuente de nitrógeno. El parque de maquinarias evaluado tuvo una antigüedad máxima de 6 años y eran mayormente de origen nacional (Tabla 2).

Tabla 2. Máquinas fertilizadoras evaluadas.

<b>Marca Comercial</b>	<b>Origen</b>	<b>Cantidad</b>
Fertec	Nacional	42
Yomel	Nacional	25
Syra	Nacional	12
SR	Nacional	10
Sulky	Internacional	10
Altina	Nacional	9
Terragator	Internacional	8
Metalfor	Nacional	7
Amazone	Nacional	6
Metalpaz	Nacional	5
Gimetal	Nacional	4
Invezta	Nacional	4
Verion	Nacional	2
Air Max	Internacional	2
Jan	Internacional	2
Stara	Internacional	2

Las evaluaciones consistieron en estimar la uniformidad de distribución de urea en el terreno a partir una modificación de las norma ISO 5690. En todos los casos se determinó la distribución del tamaño de partículas y densidad del fertilizante. Se utilizaron como criterios para realizar las pruebas, humedad relativa (HR) entre 20 y 70%, velocidad del viento promedio no mayor a 10 km h<sup>-1</sup> y ráfagas de no más de 15 km h<sup>-1</sup>. Las evaluaciones se realizaron siempre en el mismo sentido de la dirección del viento. El rango de dosis utilizada estuvo entre 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup>.

A partir de las determinaciones realizadas se pudo observar que aproximadamente el 80% de los casos presentó un **CV mayor al 15%** antes de realizar ajustes. Pero luego de ajustes de configuración

del sistema distribuidor y ancho de labor, el 40% de las máquinas fertilizadoras presentó un CV menor del 15%, pero un 70% estuvieron por debajo del 25%. Esto demuestra que con simples ajustes se pueden lograr calidades de aplicación aceptables si la calidad del fertilizante es apropiada. El efecto de la configuración del sistema de distribución sobre el CV se puede observar en la Figura 2.

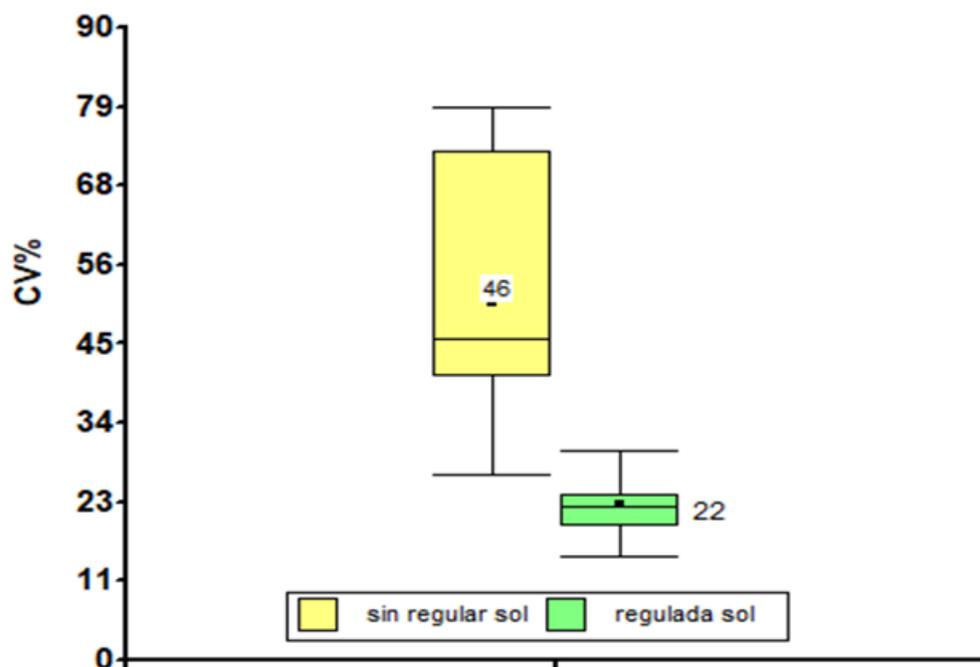


Figura 2. Impacto de la regulación de fertilizadoras por proyección sobre el coeficiente de variación (CV%) de la dosis distribuida transversalmente en el terreno. Fuente propia.

A partir de las evaluaciones de desempeño realizadas, se presenta a continuación (Figura 3) un resumen gráfico del desempeño de las máquinas fertilizadoras evaluadas con urea. En la Figura 3 se presenta un ordenamiento por Marca y Modelo de las fertilizadoras más utilizadas en Argentina en función del ancho de labor máximo obtenido con el mínimo nivel de variación (CV%). Se puede observar que 4 empresas de Industria Argentina están comercializando equipos con un nivel de CV% por debajo del 15% y con anchos de labor por encima de 30 m, asociado al nivel de desarrollo tecnológico que presentan. Asimismo, estas 4 empresas representaron el 70% de las ventas de fertilizadoras en Argentina durante el 2020. Otra información interesante que surge de esta clasificación es que más del 80% de las máquinas fertilizadoras presentaron CV% por debajo del 25% indicando que con un correcto uso de la maquinaria y elección correcta de las condiciones ambientales y calidad del fertilizante, se pueden lograr altas eficiencias de aplicación en términos económicos y productivos. Sin embargo, se debería aumentar el nivel de desarrollo de las fertilizadoras para alcanzar niveles de variación de distribución de las dosis por debajo del 15% ante

el escenario actual de la falta de trazabilidad de la calidad de los fertilizantes y la baja capacitación en el uso de fertilizadoras.

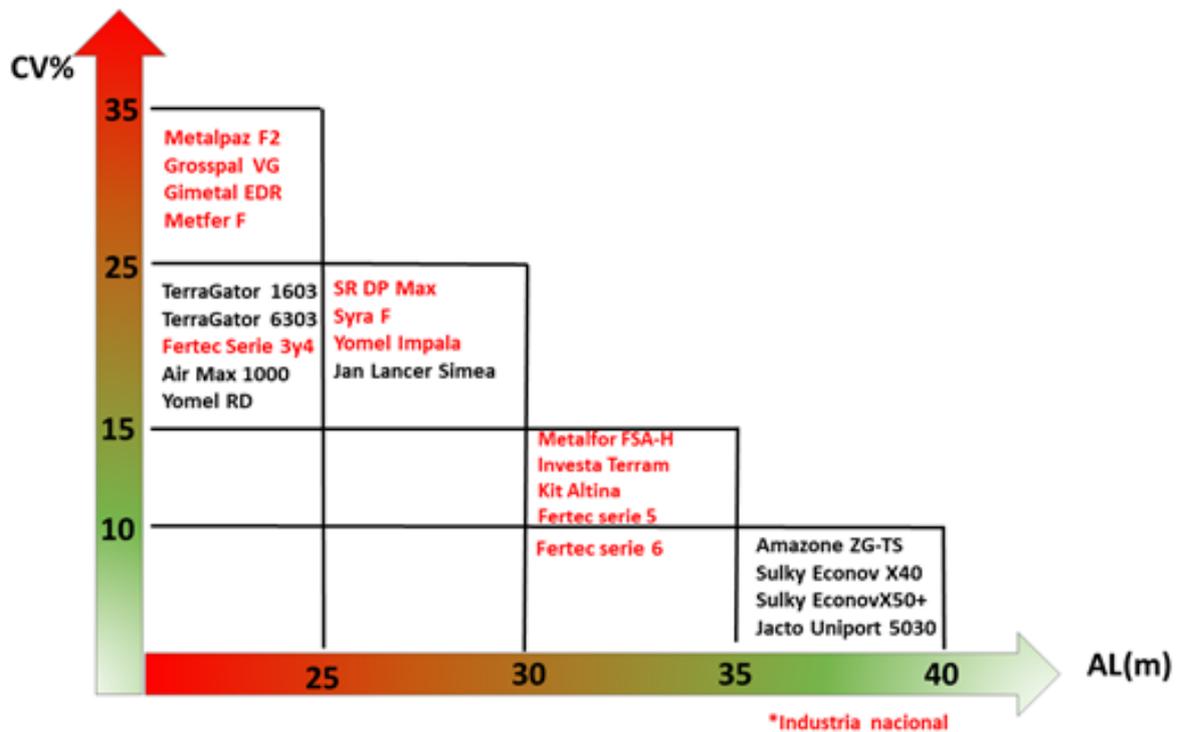


Figura 3. Clasificación por Marca y Modelo de fertilizadoras más usadas en Argentina según coeficiente de variación (CV%) y ancho de labor (AL). Fertilizante urea (máximo AL con menor CV%).

### Algunas consideraciones al momento de planificar la fertilización

Cómo se mencionó hasta aquí, la elección del método de aplicación de fertilizante tiene muchas variables en juego y es necesario conocerlas.

- Independientemente de la carga tecnológica que tenga el equipo fertilizador hay que determinar su desempeño y realizar ajustes si es necesario.
- La calidad del fertilizante afecta directamente la calidad de aplicación
- En el corto plazo, conocer la granulometría y densidad de fertilizante será excluyente si quiere poner a punto correctamente una máquina.
- La alta calidad de aplicación empieza con la capacitación de las personas a cargo del proceso

**Agradecimientos:** el equipo de trabajo agradece el aporte realizado por los proyectos de investigación universitarios y por el proyecto estructural “Desarrollo y aplicación de tecnologías de mecanización, precisión y digitalización de la Agricultura” de INTA.

