

## **SOJA: EFECTO DE LOS FERTILIZANTES APLICADOS EN LA LÍNEA DE SIEMBRA SOBRE EL NÚMERO DE PLANTAS Y EL RENDIMIENTO**

Luis A. Ventimiglia y Héctor G. Carta  
UEEA INTA 9 de Julio, 9 de Julio, Buenos Aires, Argentina  
[a9julio@internueve.com.ar](mailto:a9julio@internueve.com.ar)

Cada campaña agrícola que los productores enfrentan, se encuentran con la necesidad de aplicar fertilizantes en los cultivos extensivos, a fin de obtener rendimientos adecuados que tornen rentable a la agricultura de estas épocas. Dentro de los cultivos de invierno, el trigo es el más fertilizado en la pampa húmeda y en lo que respecta a los de verano, el maíz ocupa ese mismo lugar. Esto no quiere decir que los demás cultivos no se fertilicen, por el contrario, hoy en día tanto la cebada, colza, centeno, soja, girasol, sorgo, etc, son fertilizados también con cantidades variables de fertilizantes químicos.

Dentro de los nutrientes agregados, el nitrógeno (N) y fósforo (P), se encuentran a la cabeza, tanto en lo que respecta al porcentual del área fertilizada en la región pampeana, como así también en lo concerniente a los kilogramos aplicados por hectárea.

Respecto a la forma de aplicación, los nutrientes pocos móviles como el P tienden a aplicarse en la línea o banda de siembra, con una gran cantidad de variantes respecto a su ubicación de las simientes sembradas. En los últimos años, con la aparición en el mercado de productos formulados como mezclas, sean éstas físicas o químicas, las aplicaciones realizadas en la línea o banda de siembra, además de aportar P, pueden disponer de otros nutrientes tales como N, azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), etc.

Cuando la aplicación de los fertilizantes se efectúa de tal manera que el mismo queda en contacto con la semilla sembrada, se pueden producir efectos no deseados, desde el retardo de la germinación, hasta la muerte de la semilla, o en otros casos, cuando ésta logra transformarse en plántula, la muerte de la misma.

El efecto del fertilizante sobre el número de plantas logradas, y posteriormente sobre el rendimiento, va a ser variable en función de muchos

aspectos, entre otros podemos mencionar: producto y dosis aplicado; ubicación del fertilizante y semilla, tipo de cultivo sembrado, disponibilidad hídrica, etc.

Los cultivos también presentan sensibilidades diferentes con respecto a los productos aplicados, dentro de los más tolerantes encontramos a los cultivos de invierno y en la vereda opuesta, a los de verano. En estos últimos, además de ser más sensibles por sembrarse grano por grano, los efectos de pérdida de plantas se hacen notar más en el rendimiento final, principalmente, en aquellos cultivos que tienen menor capacidad para compensar, como por ejemplo el maíz.

Año a año en las Agencias de Extensión del INTA se reciben consultas acerca de pérdida de plantas en cultivos de verano, desde aquellos casos extremos de desaparición total del cultivo sembrado, hasta otras situaciones en donde la disminución en el número de plantas no compromete el rendimiento del mismo. Por lo general, las explicaciones son buscadas por parte de los productores indagando en la calidad de la semilla, situación ésta que debería ser conocida antes de sembrar. La acción nociva que puede ejercer el fertilizante en la línea de siembra no siempre es tenida en cuenta, máxime si ese productor viene realizando esa práctica de años anteriores con resultados satisfactorios.

Debemos destacar que la acción nociva de los fertilizantes en el suelo depende de muchas causas, tales como: humedad del suelo, dosis aplicada, ubicación del fertilizante respecto a la semilla, pH del suelo, tipo de sembradora empleada, etc. Estos son, entre otros, los factores por los cuales se obtienen en este aspecto resultados tan variables.

En la campaña 2004/2005, la UEEA INTA 9 de Julio condujo una experiencia con el propósito de corroborar el efecto que presentan algunos fertilizantes sobre el número de plantas y el rendimiento de la soja, cuando los mismos son utilizados a diferentes dosis comerciales.

Del ensayo participaron cuatro productos comerciales, los cuales fueron aplicados con tres dosis (Tabla 1).

**Tabla 1.** Producto, concentración nutricional y dosis probada.

Producto	Concentración Nutricional (%)				Dosis comercial aplicada (kg/ha)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	Ca	
Mezcla Física	3	38	5	7,5	30 – 60 – 90
Superfosfato triple de Calcio	0	46	0	14	30 – 60 – 90
Fosfato Monoamónico	11	52	0	0	30 – 60 – 90
Fosfato Diamónico	18	46	0	0	30 – 60 – 90

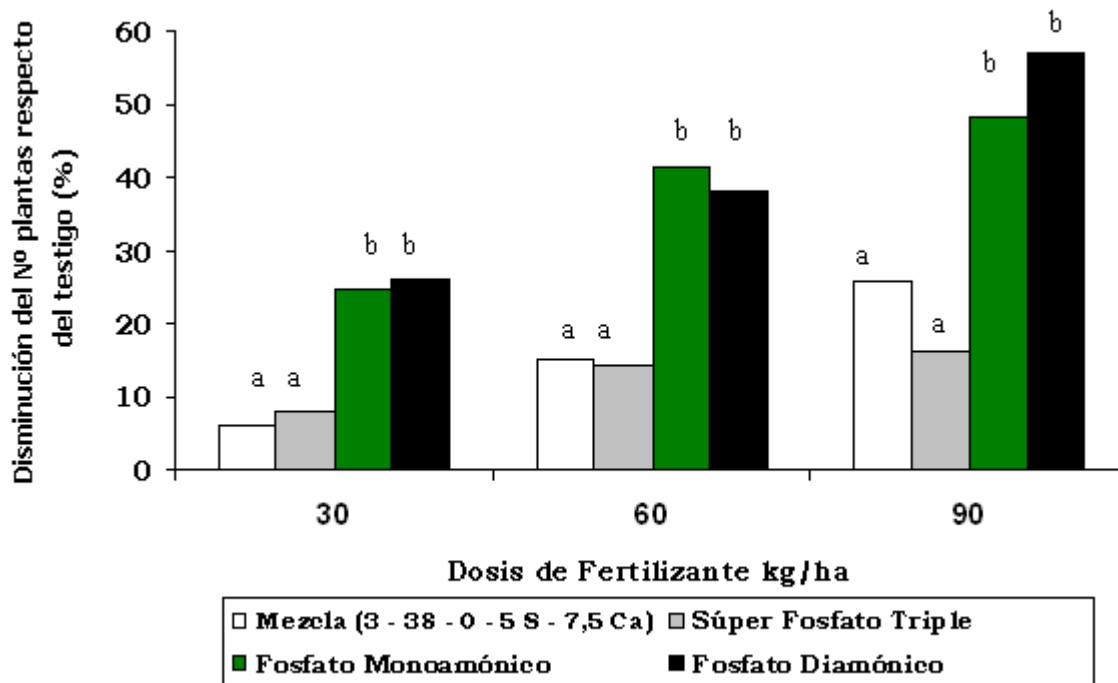
Cada parcela contó con 3 surcos separados a 0,70 m entre sí y 7 m de largo. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. La metodología de trabajo consistió en abrir cada surco, depositar el fertilizante y, a continuación, sembrar 30 granos de soja *cv.* DM 4800 por metro lineal, procediéndose a tapar inmediatamente.

También se fue monitoreando la disponibilidad hídrica del suelo en la línea de siembra, a medida que la siembra avanzaba. De esta manera se comenzó a sembrar con suelo a capacidad de campo (Bloque I) y se terminó sembrando, 4 días después (Bloque IV), con un suelo con 60% de agua útil. Esto permitió evaluar, al menos en dos bloques, el efecto que tiene el nivel de humedad sobre la acción nociva del fertilizante.

### **Resultados obtenidos**

Las evaluaciones consistieron en cuantificar la disminución en el número de plantas respecto al testigo no fertilizado, y el rendimiento final del grano alcanzado por cada tratamiento. Estas dos operaciones se efectuaron en la totalidad del surco central de cada tratamiento.

En la Figura 1 se presenta la disminución en el número de plantas respecto al testigo para cada una de las dosis de fertilizante aplicado. Se debe considerar que los análisis estadísticos corresponden a cada dosis en particular.

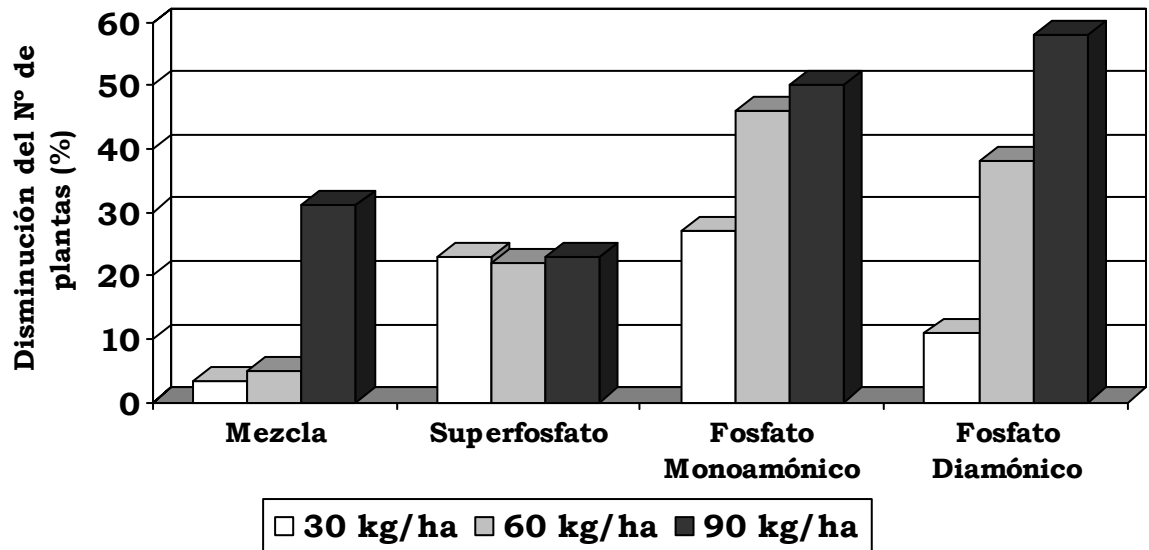


**Figura 1.** Efecto de los fertilizantes y dosis aplicadas en la línea de siembra sobre el establecimiento del cultivo de soja.

Los fertilizantes amoniacales (fosfato mono y diamónico) fueron los que presentaron mayor efecto fitotóxico para todas las dosis evaluadas, alcanzando para el fosfato diamónico a la dosis de 90 kg/ha, una mortandad del 55% de plantas respecto al testigo (Figura 1).

Considerando cada dosis en particular, siempre la mezcla y el superfosfato presentaron menos fitotoxicidad que las formulaciones amoniacales, no diferenciándose estadísticamente entre sí.

Cuando se compararon los diferentes niveles de humedad que presentó el suelo, la diferencia entre un buen nivel de humedad y uno menor, fue muy condicionante del número de plantas obtenidas (Figura 2).



**Figura 2.** Disminución porcentual del número de plantas de soja cuando fueron sembradas en suelos con 60% de capacidad de campo respecto de suelos a capacidad de campo, para diferentes fertilizantes y dosis comerciales.

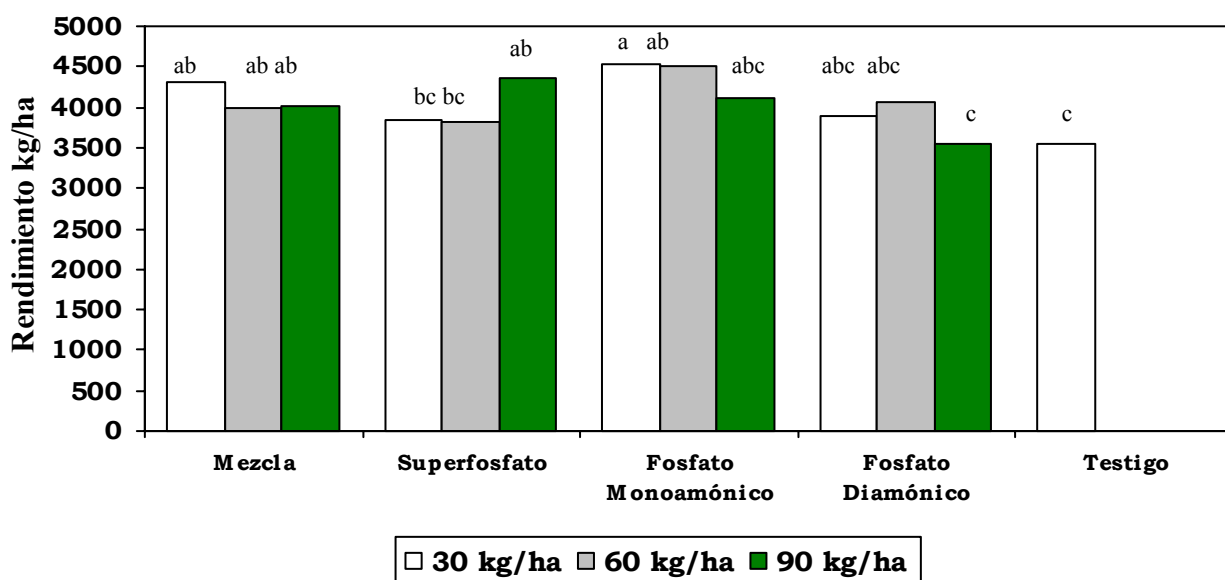
A excepción del superfosfato triple de calcio, para los demás fertilizantes a medida que la dosis de los mismos se incrementó también lo hizo la muerte de plantas (Figura 2). En este caso, también las mayores caídas en el número de plantas se da para los fertilizantes amoniacales y para las dosis mayores de producto comercial aplicado.

Este efecto está seguramente asociado a la hidrólisis del fertilizante el cual produce una cantidad importante de amoníaco. Este al liberarse puede resultar tóxico para las semillas que están germinando o para las plantas ya establecidas.

De las dos fuentes amoniacales, el fosfato diamónico, al tener una concentración superior de N en su formulación, y generar una zona de reacción de pH más alto, cuando se aplican cantidades equivalentes de producto comercial tendría mayor posibilidad de ocasionar daños en la semilla o plántulas, por la mayor liberación de amonio. La reacción que genera el fosfato monamónico (MAP) en el suelo (contacto gránulo de fertilizante-suelo), es ácida (pH 4 – 5), siendo alcalina para el fosfato diamónico (pH 7.5 – 8.5). Estos valores distan mucho de lo que puede generar el superfosfato triple de calcio, en donde

en la zona de contacto suelo-granulo de fertilizante, cuando éste se está hidrolizando, se pueden alcanzar valores de pH de 1,5 – 2. De todos modos parecería que los efectos fitotóxicos que se generaron en esta experiencia podrían estar más relacionados al efecto ocasionado por la acción del amoníaco y no tanto por el pH. El efecto osmótico y salino es también algo que no debemos olvidar, principalmente cuando el contenido hídrico del suelo presenta alguna limitación. Debemos recordar que los fertilizantes absorben agua para generar su hidrólisis y de esta manera retener la misma, impidiendo que la semilla pueda embeberse y comenzar el proceso de germinación. A su vez, no se debe descartar el efecto cáustico que estos fertilizantes tienen sobre la semilla o sobre las primeras estructuras generadas por la misma (radícula, hipocótilo, cotiledones, etc).

A nivel de rendimiento no se presentaron grandes diferencias entre los tratamientos (Figura 3). Solamente se establecieron algunas diferencias estadísticas entre el testigo y algunos tratamientos fertilizados. A nivel de valores absolutos se ve una tendencia positiva a la respuesta fosforada, y solamente se aprecia el efecto negativo que habrían causado el DAP y el MAP sobre el número de plantas, traducido en el rendimiento de grano.



**Figura 3.** Rendimiento de soja en función del tipo y dosis de fertilizante aplicado en la línea de siembra.

Esto puede deberse principalmente a dos causas: las buenas condiciones ambientales que tuvo el cultivo para desarrollarse y a la variedad utilizada, la cual tiene una gran capacidad compensatoria. Es muy posible que estos resultados fuesen muy diferentes para aquellas variedades de ciclos más cortos, con menor poder compensatorio o con condiciones climáticas no tan adecuadas para el desarrollo del cultivo de soja, como las reinantes en la campaña pasada.

Analizando la respuesta de los fertilizantes utilizados, considerando todas las dosis en forma conjunta, todos presentaron rendimientos superiores al testigo (Tabla 2).

**Tabla 2.** Rendimiento de soja en función del fertilizante aplicado.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Diferencia (kg/ha)
Testigo	3558	---
Fosfato Diamónico	3832	274
Superfosfato	4007	449
Mezcla	4103	545
Fosfato Monoamónico	4383	825

De la misma manera se analizó la dosis de fertilizante aplicado independientemente del producto utilizado (Tabla 3).

**Tabla 3.** Efecto de la dosis de fertilizante sobre el rendimiento de soja.

Dosis kg/ha	Rendimiento (kg/ha)	Diferencia (kg/ha)
30	4140	582
60	4097	539
90	4007	449
Testigo	3558	----

Con 30 kg/ha de producto comercial se alcanzaron las mayores diferencias en rendimiento. Esto puede deberse a que con las dosis mayores de fertilizante (60 – 90 kg/ha), la muerte de plantas se incrementa y el efecto compensatorio

del cultivo, si bien alcanza para equilibrar al testigo, no alcanza para equiparar a la dosis menor de fertilizante usada. Debemos destacar que el nivel de P asimilable inicial que presentó el lote fue de 10 ppm, evaluado en los primeros 20 cm de suelo.

Se detectaron diferencias en función del fertilizantes aplicado fue cuando se compararon los niveles hídricos (Tabla 4). Si bien el testigo manifestó una disminución de rendimiento con menor disponibilidad inicial de agua, fue mucho más importante para las dosis mayores de fertilizante. Esto nos diría que en este caso la compensación que el cultivo experimentó, no alcanzó a cubrir la disminución de rendimiento.

**Tabla 4.** Efecto de la humedad inicial sobre el rendimiento de soja de acuerdo a la dosis de fertilizante empleada.

Dosis kg/ha	Rendimiento kg/ha		Diferencia kg/ha
	Suelo a capacidad de campo	Suelo con 60 % de capacidad de campo	
30	4285	4170	115
60	4495	3968	527
90	4198	3772	426
Testigo	4051	3903	148

### **Comentarios finales**

Se debe aclarar que estos resultados son de un año y bajo una condición en lo que respecta a la aplicación de los fertilizantes y las semillas. Normalmente cuando se utilizan máquinas sembradoras hay un cierto grado de entremezclamiento del fertilizante y la tierra, lo cual logra un cierto grado de aislamiento con respecto a la semilla, situación ésta que puede hacer disminuir el efecto fitotóxico de los fertilizantes.

Algo que no fue estudiado en este caso es el efecto que los productos aplicados pudieron tener con respecto a las bacterias fijadoras de N, esto en soja es un tema sumamente importante, el cual requeriría trabajos específicos a futuro para visualizar su incidencia.



Seguramente, la aplicación de fertilizantes alejados de la semilla no provocaría ningún efecto negativo sobre la instalación del cultivo. En aplicaciones localizadas de este tipo, ese sería el sistema que deberíamos procurar. De todos modos, es bien conocido que no todas las máquinas tienen la particularidad de aplicar el fertilizante bajo esa forma. En aquellos casos que se deba aplicar en forma conjunta, se deberá tener en cuenta el tipo de máquina utilizada, la dosis de producto a aplicar, el tipo de fertilizante, la variedad empleada, y el nivel hídrico que presenta el suelo al momento de sembrar. Todos estos factores los podemos conocer, los mismos interactuarán con el ambiente a lo largo del ciclo del cultivo, situación que no conocemos, esto podría agravar o amortiguar los diferentes efectos que se establezcan entre los productos aplicados y las semillas en germinación.

**Agradecimiento:** Los autores agradecen a los Sres Bueno y Scalice, propietarios del predio “Parque Industrial”, lugar donde se condujo la experiencia.