

Soja: Efectos de los fertilizantes aplicados en la línea de siembra sobre el número de plantas y el rendimiento

AUTOR: Ing. Agr. M. Sc. Luis A. Ventimiglia - Ing. Agr. M. Sc. Héctor G. Carta

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 y fósforo, 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 fósforo 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 fósforo, pueden disponer de otros nutrientes tales como nitrógeno, azufre, calcio, magnesio, potasio, 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. 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 4 productos comerciales, los cuales fueron aplicados con tres dosis. Cuadro 1.

Cuadro 1: Producto, concentración nutricional y dosis probada

Producto	Concentración Nutricional %				Dosis Comercial aplicado kg/ha
	N	P ₂ O ₅	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

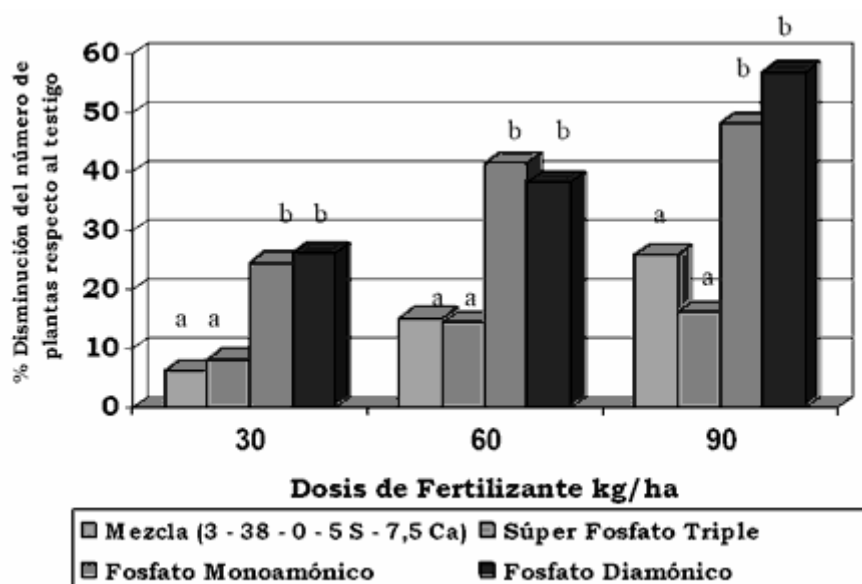
Cada parcela contó con 3 surcos separados a 0,70 m entre sí y 7 m de largo. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. La metodología de trabajo consistió en abrir cada surco, depositar el fertilizante y a continuación sembrar 30 granos de soja DM 4800 por metro lineal, procediéndose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

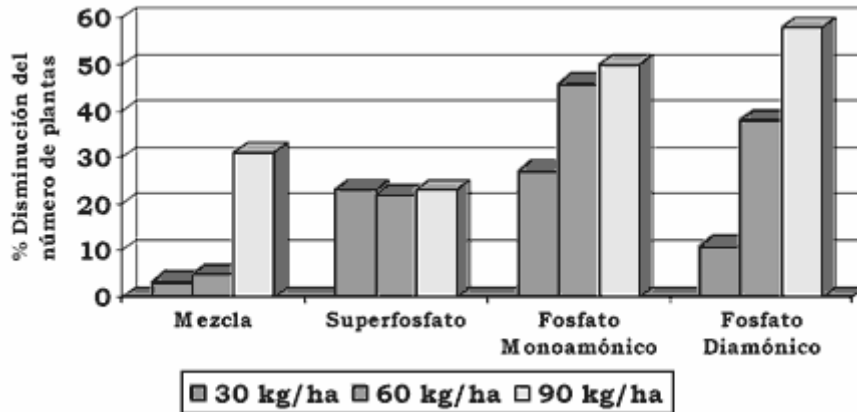
En el gráfico 1 se presenta la disminución en el número de plantas respecto al testigo para cada una de las dosis de fertilizante aplicado. Se debe considerar que los análisis estadísticos corresponden a cada dosis en particular.

Gráfico 1: Efecto de los fertilizantes y dosis aplicadas en la línea de siembra sobre el establecimiento del cultivo de soja



Del gráfico 1 se aprecia que 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. 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. Gráfico 2.

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



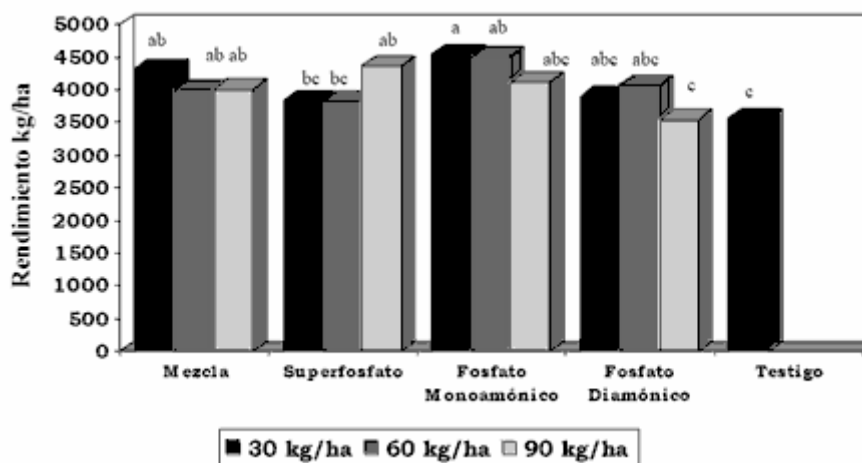
Del gráfico 2 se desprende que a excepción del superfosfato triple de calcio, para los demás fertilizantes a medida que la dosis de los mismos se incrementó también lo hizo la muerte de plantas. En este caso también las mayores caídas en el número de plantas se da para los fertilizantes amoniacales y 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 nitrógeno en su formulación, cuando se aplican cantidades equivalentes de producto comercial tendría mayor posibilidad de ocasionar daños en la semilla o plántulas, por la mayor liberación de amoníaco.

Las reacciones que generan ambos fertilizantes en el suelo (contacto gránulo de fertilizante suelo), es ácida, siendo más ácida para el fosfato monoamónico (pH 4 – 5). Sin embargo este valor dista mucho de lo que puede generar el superfosfato triple de calcio, en donde en la zona de contacto suelo, gránulo de fertilizante, cuando éste se está hidrolizando, puede alcanzar valores de pH de 1,8 – 2. De todos modos parecería que los efectos fitotóxicos que se generan 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 pueden absorber agua para generar su hidrólisis y de esta manera retener a 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 los primeros estructuras generadas por la misma (radícula, hipocótilo, cotiledones, etc).

A nivel de rendimiento no se presentaron grandes diferencias entre los tratamientos. Gráfico 3.

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



Solamente se establecieron algunas diferencias estadísticas entre el testigo y alguno de los tratamientos fertilizados. A nivel de valores absolutos se ve una tendencia positiva a la respuesta fosforada, pero no se aprecia el efecto negativo que habrían causado los fertilizantes sobre el número de plantas, traducido en el rendimiento de grano.

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. Cuadro 2.

Cuadro 2: Rendimiento de soja en función del fertilizante aplicado

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Diferencia kg/ha
Testigo	3.558	---
Fosfato Diamónico	3.832	274
Superfosfato	4.007	449
Mezcla	4.103	545
Fosfato Monoamónico	4.383	825

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

Cuadro 3: Efecto de la dosis de fertilizante sobre el rendimiento de soja

Dosis kg/ha	Rendimiento kg/ha	Diferencia kg/ha
30	4.140	582
60	4.097	539
90	4.007	449
Testigo	3.558	----

Del cuadro 3 se aprecia que con 30 kg/ha de producto comercial se alcanzan las mayores diferencias en rendimiento. Esto puede deberse a que 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 fósforo asimilable inicial que presentó el lote fue de 10 ppm, evaluado en los primeros 20 cm de suelo.

Donde se detectaron diferencias en función del fertilizantes aplicado fue cuando se compararon los niveles hídricos. Cuadro 4.

Cuadro 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	4.285	4.170	115
60	4.495	3.968	527
90	4.198	3.772	426
Testigo	4.051	3.903	148

Si bien el testigo manifestó una disminución de rendimiento, 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.

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 nitrógeno, esto en soja es un tema sumamente importante, el cual requeriría trabajos específicos a futuro para visualizar su incidencia.

Seguramente que 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 del producto a aplicar, el tipo de fertilizante, la variedad empleada, 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 de 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 señores Bueno y Scalice, propietarios del predio "Parque Industrial", lugar donde se condujo la experiencia.

Ing. Agr. M. Sc. Luis A. Ventimiglia - Ing. Agr. M. Sc. Héctor G. Carta
Técnicos de la Unidad de Extensión y Experimentación Adaptativa INTA 9 de Julio