

Efecto de las aspersiones foliares basadas en nitrato de potasio sobre el crecimiento y rendimiento de soya fertilizada con dosis incrementales de KCl como fertilización basal

Objetivo del ensayo

El objetivo del ensayo fue de estudiar el efecto aplicaciones foliares basadas en nitrato de potasio sobre los parámetros de crecimiento y rendimiento de la soya, La soya fue fertilizada con cloruro de potasio (KCl) como abono basal en cuatro dosis de K: 0%, 50%, 75% y 100% respectivamente, del supuesto K extraído por el cultivo, basado en el rendimiento esperado de 4,0 – 4,5 TM/ha.

Materiales y Método

El ensayo fue efectuado por la Compañía Landlab R&D en su estación experimental en Quinto Vicentino (VI) en Italia.

Antes del ensayo, se cultivó el área con cebada con el objeto de agotar la fertilidad residual del suelo. Se eliminaron las plantas de cebada y la paja antes de la siembra de la soya y se enmendó la estructura del suelo con arena. Primero se trabajó una capa de 6 a 7 cm de arena silícea (0-2 mm de diámetro) en la parte superior de 20-25 cm del suelo. A mediados de Mayo de 2015, dos semanas antes de la siembra, se incorporó otra capa de 3-4 cm de arena silícea en los 20-25 cm superiores del suelo. Después de agregar la arena silícea, la textura del suelo cambió de un suelo franco arcillo arenoso a uno franco arenoso.

Se aplicó abono basal de KCl el 26 de Mayo, un día antes de la siembra. No se aplicaron otros fertilizantes en la abonadura basal.

Se efectuó la siembra de soya con la inoculación de Rhizobium el 27 de Mayo de 2015. La cosecha se efectuó el 20 de Octubre de 2015.

Se probó el efecto de los tratamientos en un diseño completamente al azar con dos factores:

1. Dosis de K en la abonadura basal con KCL (Cuadro 1).
2. Tratamientos foliares (Cuadro 2).

En total, el ensayo consistió en 80 parcelas (4 dosis de K x 4 tratamientos foliares x 5 repeticiones). El tamaño de las parcelas fue de 2,0 m x 1,5 m = 3,0 m².

Se aplicaron dos veces los tratamientos foliares: en las etapas de crecimiento V3 (Tercer nudo, 29 de Junio) y R3 (Comienzo de desarrollo de vaina, 28 de Julio de 2015). Se efectuaron aplicaciones foliares, parcela por parcela, con un volumen de aspersion de 600 l/ha.



Cuadro 1. Abono basal con KCL con dosis incrementales de K.

Nivel	Dosis de K en la abonadura basal como porcentaje de extracción de K por el cultivo	Cloruro de potasio (KCl) aplicado en la abonadura basal
	%	K ₂ O kg /ha
1	0	0
2	50	50
3	75	75
4	100	100

Cuadro 2. Tratamientos foliares.

Nivel	Tratamientos foliares*, aplicados dos veces: en las etapas de crecimiento V3 y R3.
1	Sin tratamiento foliar (control)
2	NP 5 kg/ha/aplicación
3	NP 5 kg/ha/aplicación + UP 3 kg/ha/aplicación
4	NP 5 kg/ha/aplicación + MAP 2,2 kg/ha/aplicación

*) NP = nitrato de potasio; MAP = fosfato monoamónico; UP = fosfato de urea.

Se evaluaron los siguientes parámetros:

- Desarrollo de planta como el número de plantas germinadas/m² , 22 días después de la siembra.
- Fitotoxicidad, 3 días después de cada tratamiento foliar.
- Altura máxima de las plantas al momento de la cosecha.
- Rendimiento.
- Número de vainas/planta.
- Número de semillas/vaina.
- Peso de 1000 semillas.
- % de aceite y de proteína en los granos.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se efectuó usando el software GenStat de análisis de datos, versión 16,1 (VSN International). Se evaluaron las diferencias significativas con ANOVA, usando el Modelo Lineal Generalizado (Generalized Linear Model – GLM), seguido por la menor diferencia significativa del test de Fisher's de para comparar los promedios donde fuera que el ANOVA indicara efectos significativos. Los promedios se consideraron significativamente diferentes entre sí, a $\alpha=0,05$ (5%).

Condiciones climáticas

Durante el tiempo de verano (Mayo-Agosto), la lluvia no fue consistente y se alcanzaron altos valores de evapotranspiración. Las temperaturas también fueron altas (entre 25° C y 36° C) para el ensayo de campo el cual se regó 4 veces durante el verano. En Septiembre y Octubre, los datos del tiempo fueron acorde a lo esperado.

Resultados y Conclusiones

Fitotoxicidad

Tres días después de cada tratamiento foliar se evaluó la fitotoxicidad como el % de área foliar dañada (necrosis, clorosis o deformaciones). No se observaron síntomas de fitotoxicidad en ninguna etapa comparando el follaje de las parcelas tratadas con las no tratadas.

Desarrollo de la planta

Se evaluó el número de plantas germinadas el 17 de Junio (22 días después de la siembra). El promedio general de la germinación fue de 33 plantas/m². No existió efecto estadísticamente significativo en ninguno de los dos factores de tratamientos.

Altura máxima de planta

La altura máxima de planta se afectó tanto por la dosis de K en la abonadura basal como por los tratamientos foliares. No se encontró interacción estadísticamente significativa (P=0.05) entre los factores del ensayo, es decir entre aquellos con dosis de K en la abonadura basal y tratamientos foliares.

El incremento de dosis de K en la abonadura basal produjo plantas más altas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de dosis incrementales de K como KCl en la abonadura basal sobre la altura máxima de la planta

Dosis de K en la abonadura basal como porcentaje de extracción de K por el cultivo	Altura máxima de planta*
%	cm
0	106,2 a
50	117,3 b
75	119,4 bc
100	121,5 c

*) Promedios seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes estadísticamente (test de Fisher's detecta la menor diferencia significativa al nivel de 5%).

Las aplicaciones de aspersiones foliares basales de nitrato de potasio produjeron plantas más altas estadísticamente significativas comparadas a las plantas no tratadas. No se encontró



diferencias estadísticamente significativas ($P=0,05$) entre los tres tratamientos foliares basales de nitrato de potasio (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de las aplicaciones de aspersiones foliares de nitrato de potasio en la altura máxima de la planta.

Tratamientos foliares*, aplicados dos veces: en las etapas de crecimiento V3 y R3	Altura máxima de planta*
	cm
Sin tratamiento foliar (control)	111,6 a
NP 5 kg/ha/aplicación	117,2 b
NP 5 kg/ha/aplicación + PU 3 kg/ha/aplicación	117,7 b
NP 5 kg/ha/aplicación + MAP 2,2 kg/ha/aplicación	117,9 b

*) Promedios seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes estadísticamente (test de Fisher's detecta la menor diferencia significativa al nivel de 5%).

Nota: * NP = nitrato de potasio; MAP = fosfato monoamónico; PU = fosfato de urea.

Rendimiento de soya

El ensayo se cosechó el 20 de Octubre. Además del rendimiento total en TM/ha y el peso de mil semillas, se evaluó el número de vainas/planta y el número de semillas/vaina mediante el conteo del número de vainas de 40 plantas por repetición y el número de semillas de cada vaina de estas plantas.

El promedio de rendimiento de soya fue de 4,5 ton/ha, lo cual está de acuerdo con el rendimiento potencial de soya en el área.

Los principales efectos en el rendimiento total se debieron tanto a las dosis de K en la abonadura basal como a los tratamientos foliares. No se encontró interacción estadísticamente significativa ($P=0,05$) entre los factores del ensayo, o sea dosis de abonadura basal de K y tratamientos foliares.

Las dosis incrementales de K en la abonadura basal tuvo un efecto positivo en el rendimiento de soya. El rendimiento fue estadísticamente significativo mayor (20-30%) en todas las dosis de K comparado con la no aplicación de KCl en la abonadura basal (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de dosis incrementales de K aplicado como KCl en la abonadura basal sobre el rendimiento de soya.

Dosis de K en la abonadura basal como porcentaje de extracción de K por el cultivo	Rendimiento de soya *	Incremento del rendimiento de soya comparado con el tratamiento control	
		TM/ha	%
0	3,8 a	-	-
50	4,6 b	+0,8	+20%
75	4,9 c	+1,1	+30%
100	4,7 bc	+0,9	+24%

*) Promedios seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes estadísticamente (test de Fisher detecta la menor diferencia significativa al nivel de 5%).

El rendimiento de soya aumentó en 5% - 12% mediante dos aplicaciones de aspersiones foliares basadas en NP, comparado al control sin tratamiento foliar. La aplicación de aspersiones foliares de nitrato de potasio (sin agregar una fuente de P), resultó en un aumento de rendimiento estadísticamente significativo mayor de 12%, seguido por NP+MAP de 10% de aumento de rendimiento (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de varias aplicaciones de aspersiones foliares con nitrato de potasio en el rendimiento de soya (TM/ha).

Tratamientos foliares*, aplicados dos veces: en las etapas de crecimiento V3 y R3.	Rendimiento de soya *	Incremento del rendimiento de soya comparado con el tratamiento control	
		TM/ha	%
Sin tratamiento foliar (control)	4,2 a	-	-
NP 5 kg/ha/aplicación	4,7 b	+ 0,5	+12%
NP 5 kg/ha/aplicación + UP 3 kg/ha/aplicación	4,4 ab	+ 0,2	+5%
NP 5 kg/ha/aplicación + MAP 2,2 kg/ha/aplicación	4,6 b	+ 0,4	+10%

*) Promedios seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes estadísticamente (test de Fisher detecta la menor diferencia significativa al nivel de 5%).

Nota: *) NP = nitrato de potasio; MAP = fosfato monoamónico; UP = fosfato de urea.

No se encontraron efectos estadísticamente significativos en el peso de mil semillas ni en el número de semillas por vaina.

Se encontraron resultados inconsistentes para el número de vainas por planta. No existieron efectos importantes estadísticamente significativos ni al incrementar las dosis de K en la abonadura basal ni en las aplicaciones de aspersiones foliares con nitrato de potasio. Comparado con el control, que no recibió K en la abonadura basal y sin tratamiento foliar, el número de vainas por planta fue mayor para las plantas tratadas con aspersiones foliares de NP+UP y NP+MAP cuando no se aplicó K en la abonadura basal. Además, para las plantas tratadas con aspersiones foliares de NP que recibieron 50% o 75% de aplicación basal de K. Fue mayor para las parcelas con 75% del requerimiento de K en la abonadura basal y sin tratamiento foliar (Cuadro 7).



Cuadro 7. Efecto de dosis incrementales de K en la abonadura basal y varias aplicaciones de aspersiones foliares con nitrato de potasio en el número de vainas por planta.

Dosis de K en la abonadura basal como porcentaje de extracción de K por el cultivo	Tratamientos foliares*, aplicados dos veces: en las etapas de crecimiento V3 y R3	Número de vainas/planta*
0%	Sin tratamiento foliar (control)	41 abc
	NP	45 abcde
	NP + UP	49 def
	NP + MAP	51 ef
50%	Sin tratamiento foliar (control)	45 abcde
	NP	49 def
	NP + UP	42 abcd
	NP + MAP	43 abcd
75%	Sin tratamiento foliar (control)	53 f
	NP	50 ef
	NP + UP	46 bcde
	NP + MAP	39 a
100%	Sin tratamiento foliar (control)	41 abc
	NP	46 abcde
	NP + UP	40 ab
	NP + MAP	47 cdef

*) Promedios seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes estadísticamente (test de Fisher's detecta la menor diferencia significativa al nivel de 5%).

Nota: *) NP = nitrato de potasio; MAP = fosfato monoamónico; UP = fosfato de urea.

Contenido de proteína (%) y contenido de aceite (%)

El promedio general del contenido de proteína fue de 39,3% y el promedio general del contenido de aceite fue de 20,8%. No se encontró efecto en el contenido de proteína (%) y el contenido de aceite (%) tanto para las dosis de aplicación basal de K ni para los tratamientos foliares.

Conclusiones principales

1. El rendimiento de soya aumentó con aplicaciones de aspersiones foliares basadas en nitrato de potasio, comparado con las parcelas no tratadas.
2. La incorporación de aspersión con MAP o UP al nitrato de potasio no generó incremento en rendimientos comparado con aspersiones exclusivas de nitrato de potasio.
3. El rendimiento de soya fue positivamente correlacionado con el aumento de las dosis basales de K al suelo, aplicadas como KCl.
4. No se observaron síntomas de fitotoxicidad después las aspersiones basadas en nitrato de potasio cuyas dosis totales fluctuaban entre 5-8 kg/ha/aspersión.
5. El aumento de las dosis de K basales y de los tratamientos de aspersiones de nutrientes foliares no afectaron el número de semillas por vaina y el peso de 1000 semillas ni tampoco el contenido de proteína (%) y el contenido de aceite (%).

