

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO DE SOJA

Ing. Agr. Hector Baigorri
INTA EEA Marcos Juárez
CC 21 – (2580) Marcos Juárez – Córdoba

Introducción

El cultivo de soja está adaptado a un amplio rango de texturas de suelo. Se pueden producir altos rendimientos, tanto en suelos arenosos como arcillosos, si el agua y los nutrientes no son limitantes. Si bien la soja es inusualmente productiva en suelos pobres, es exigente en fertilidad para alcanzar altos rendimientos (Ohlrogge y Kamprath, 1968).

A pesar que antiguamente se consideró que la soja poseía baja respuesta a la fertilización, la investigación ha demostrado que si bien presenta menor respuesta que gramíneas como maíz y trigo, en general crece y se desarrolla mejor en suelos fértiles y en muchos casos responde a la fertilización directa.

El intenso uso de los suelos bajo sistemas agrícolas, la ausencia de rotaciones con cultivos que hagan aportes voluminosos de materia orgánica y el excesivo laboreo para la preparación de la cama de siembra, son factores que determinan el aumento de las pérdidas de suelo por erosión y/o degradación de sus propiedades físico-químicas (Bodrero *et al.*, 1989).

Para contribuir a optimizar la producción de los cultivos es necesario conocer la fertilidad de los suelos, los requerimientos nutricionales de cada especie y los niveles a partir de los cuales se obtiene respuesta a la aplicación de cada nutriente.

Nutrientes esenciales

Existen 18 elementos que se consideran esenciales para la soja y a los que se los puede dividir en:

1. Nutrientes no minerales: carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O). Constituyen los principales componentes de la materia seca de la planta, representando aproximadamente entre el 91 al 93% de la misma. Se obtienen o absorben como CO₂, H₂O y O₂ libre atmosférico (Mengel *et al.*, 1987).
2. Nutrientes minerales: Son obtenidos del suelo y en el caso del nitrógeno (N), también del aire por el proceso de fijación; representan aproximadamente entre 7 al 9% de la materia seca (MS) de la planta. Pueden ser subdivididos en:
 - a- Primarios: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (6% de la MS).
 - b- Secundarios: calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) (1,7% de la MS).
 - c- Micronutrientes: hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), cobre (Cu), boro (B), zinc (Zn) y cloro (Cl) (0,2% de la MS). A esta lista se agrega el cobalto (Co), que es beneficioso para la fijación de N₂. El elemento esencial más recientemente descubierto para la soja es el níquel (Ni), que es requerido únicamente por la soja, cuando fija N₂ simbióticamente (Schrader y Briskin, 1989).

Comparación con la acumulación de nutrientes en otros cultivos

La soja presenta en relación a otros cultivos una alta absorción de N y P. Estos niveles solo son comparables con los de otras leguminosas como la alfalfa. En el Cuadro 1 se observa el rendimiento que pueden alcanzar otros cultivos con la absorción de N (255 kg/ha) y de P (24 kg/ha), correspondientes a un cultivo de soja de 3000 kg/ha de rendimiento.

CUADRO 1: RENDIMIENTOS DE DISTINTOS CULTIVOS CON ABSORCIÓN DE 255 kg/ha DE N O DE 24 KG/HA DE P.

Cultivo	Rendimiento (kg/ha) con una absorción total de 255 kg/ha de N	Rendimiento con una absorción total de 24 kg/ha de P
Soja	3000	3000
Arroz	15300	6400
Maíz	11600	6000
Sorgo granífero	9100	5200
Trigo	9200	4800
Papa	58200	72400
Girasol	6400	4000
Alfalfa (Heno)	9600	7300

Fuente: Andrade et al, 1996 y Potash & Phosphorus Institute, 1979.

Acumulación de materia seca y nutrientes

Cuando no existen limitaciones en el suministro de agua ni de nutrientes para el crecimiento del cultivo de soja, la acumulación de MS en el tiempo presenta una primera fase de lento crecimiento, seguida por una etapa de máxima tasa de acumulación, para finalizar cerca de la madurez fisiológica con los valores absolutos más elevados. Al finalizar el ciclo se registra una caída en la acumulación de MS relacionada a la senescencia y pérdida de hojas (Andrade, 1993).

Igual patrón de acumulación se observa para N y para P. La acumulación máxima se alcanza en madurez fisiológica con 330 kg/ha para N y con 31 kg/ha para P, para un rendimiento en grano de 4.600 kg/ha (Andrade *et al.*, 1996).

La tasa de acumulación de MS de la soja en los primeros ochenta días después de la emergencia es menor a la de dos cultivos estivales como el maíz y el girasol. Sin embargo, la tasa de acumulación de N de la soja fue equivalente a la de estos, por lo que presentó mayor concentración de este nutriente en su fracción vegetativa (Andrade *et al.*, 1996).

La soja se caracteriza por una elevada removilización de nutrientes desde estructuras vegetativas al grano (Cregan y van Berkum, 1984), por lo que presenta elevados índices de cosecha (IC) de los mismos. Se han determinado IC de N del 78% e IC de P del 83% (Andrade *et al.*, 1996).

A pesar de la similitud en el patrón de acumulación de MS, N y P, cuando los valores se expresan como porcentaje de la acumulación máxima de cada uno de ellos, surgen diferencias entre los mismos. La tasa de acumulación de N es elevada a partir de los 25-30 días después de la emergencia, período a partir del cual se acumulan algo menos de 4 kg de N/ha/día.

El P alcanza tasas elevadas de acumulación a partir de los 35-40 días después de la emergencia y la MS recién alcanza la máxima tasa de acumulación a los 50 días después de la emergencia. Por lo tanto, la acumulación de N y P se anticipa a la acumulación de MS. Esto constituye una evidencia de la necesidad de garantizar un elevado suministro de dichos nutrientes desde el comienzo del ciclo del cultivo, a fin de lograr una adecuada nutrición del mismo.

Existe una alta relación entre la acumulación de nutrientes esenciales primarios N, P y K, con el rendimiento en grano. En el Cuadro 2 se observa para los macronutrientes principales, una variación menor de la acumulación de nutrientes en planta entera a la madurez por tonelada de grano, que para los secundarios. La alta relación entre la acumulación de nutrientes en planta entera y el rendimiento en grano, evidencia la dependencia del mismo

respecto de los macronutrientes principales. En el Cuadro 3 se presenta la acumulación de micronutrientes.

CUADRO 2: ACUMULACION DE MACRONUTRIENTES EN PLANTA ENTERA POR TONELADA DE GRANO Y RELACION DE ACUMULACION CON RESPECTO A N.

Nutriente	Acumulación en planta entera (kg / ton grano)		Relación de acumulación respecto a N
	Promedio	Rango	
N	84,8	63-100	100
P	8,4	7-12	10
K	31,0	15-39	37
Ca	17,6	2-45	20
Mg	9,8	3-29	12
S	5,9	2-7	7

Fuente: Andrade et al, 1996 y Potash & Phosphorus Institute, 1979.

CUADRO 3: ACUMULACION DE MICRONUTRIENTES EN PLANTA ENTERA POR TONELADA DE GRANO

Nutriente	Acumulación en planta entera (g / ton grano)
Cl	27-30
Fe	250-500
Mn	150-170
Zn	60-70
Cu	25-30
B	3-20
Mo	2-4
Co	1-2

Fuente: Andrade et al, 1996 y Potash & Phosphorus Institute, 1979.

En el Cuadro 4 se observa la cantidad de nutrientes en grano a la madurez y pone en evidencia la importante exportación de nutrientes que realiza la soja.

CUADRO 4: CONTENIDO DE NUTRIENTES DE UN CULTIVO DE SOJA DE 4031 Kg/ha

Fracción	Materia Seca	Contenido de nutrientes		
		N	P	K
Total (kg/ha)	8960	364	39	130
Grano (%)	37,5 (*)	68,0	62,0	50,0

(*) Considerando sólo la biomasa aérea el índice de cosecha es de 45%.

Fuente: Ohlrogge y Kamprath (1968).

Niveles críticos de nutrientes en el suelo

El nivel crítico de un nutriente en el suelo, es la cantidad por debajo de la cual comienzan a producirse respuestas a la fertilización. Este nivel depende del cultivo, cultivar y del pH y contenido relativo del resto de los nutrientes del suelo. La soja presenta un nivel crítico de 10 ppm para el P; dicho valor es menor que el de sorgo, maíz, trigo y avena. El nivel crítico para el K es de 130 ppm y es mayor que el de trigo y avena.

CONCLUSIONES

A pesar de la mayor fertilidad de los suelos de Argentina en relación a otros países y a la menor respuesta de la soja a la fertilización comparada con otros cultivos, existen una serie de factores referidos a la producción de soja, tales como:

- 1- el importante consumo y exportación de nutrientes.
- 2- los 30 años de cultivo cada vez más intensivos y
- 3- los rendimientos crecientes

que determinan que cada vez sea más factible empezar a encontrar respuesta a la aplicación de algunos nutrientes.

El P fue catalogado como el elemento con mayor factibilidad de encontrar respuestas en algunas zonas de producción del país, al que se le agrega ahora el S en algunas áreas de la Región Pampeana Norte y ya se dispone de trabajos que reportan en algunos casos bajas disponibilidades de micronutrientes (B, Zn y Cu).

Esto determina que cada vez sea más necesario el monitoreo de la evolución de la disponibilidad de nutrientes, a través del análisis de suelo y material vegetal.

BIBLIOGRAFIA

Andrade F.H. 1993. Crecimiento y rendimiento comparado de maíz girasol y soja. Boletín técnico 114. INTA EEA Balcarce. 27 p.

Andrade F.H., Echeverría H.E., Gonzalez N.S., Uhart S. y Darwich N. 1996. Requerimientos de nitrógeno y fósforo de los cultivares de maíz, girasol y soja. Boletín técnico 134. INTA EEA Balcarce. 17 p.

Bodrero M.L., Nakayama F. y Martignone R., 1989. Experiencias argentinas sobre la fertilización en soja. Actas de la IV conferencia mundial de investigación en soja. Buenos Aires. pp. 621-627.

Mengel D.B., Segar W. y Rehm G.W. 1987. Soil fertility and liming. P. 461-496. En Wilcox J.R.(Ed.). Soybeans: Improvement, production and uses. Second Ed. Agronomy N°16. ASA, CSSA, SSSA. Madison, Wisconsin, EEUU.

Ohlgroge R. y Kamprath E., 1968. Fertilizer use in soybeans. P. 273-295. En Nelson L.B.(ed) Changing pattern in fertilizer use. Soil Science Society of America, Madison, WI.

Potash & Phosphorus Institute. 1979. Better plants with plant Food. Vol. 63. p.5.

Schrader L.E. y Briskin D.P. 1989. Mineral nutrition of soybeans. Actas de la IV Conferencia mundial de investigación en soja. Buenos Aires. pp. 217-224.