

16. REQUISITOS NUTRICIONALES DE LA SOYA

Gloria Ortiz Ramírez *

La nutrición de las plantas es uno de los factores que determina la producción agrícola. Es un proceso que tiene que ver con la clase de nutrientes, las funciones que desempeñan, la manera como los absorben las plantas, la distribución dentro de ellas o la translocación y relaciones con el agua (Ortiz, 1986).

La soya es un cultivo relativamente exigente en N, P y K. Para obtener un rendimiento de 3.000 kg/ha el cultivo extrae aproximadamente 205 kg/ha de N, 55 kg/ha de P_2O_5 y 135 kg/ha de K_2O . En la madurez las semillas contienen el 75% de N, el 75% de P y el 60% de K asimilados por la planta. Los tallos, vainas y pecíolos contienen una mayor concentración de K que de P y N (Parra, 1980). Al estudiar el efecto de la aplicación de fertilizantes en la absorción de N, P y K por la planta, se encontró que la soya nodulada y sin fertilización nitrogenada acumuló 247 kg/ha de N, mientras que las plantas no noduladas y sin fertilización nitrogenada absorbieron 64 y 198 kg/ha de N con 224 y 672 kg/ha de N aplicado, respectivamente.

La aplicación de 49 kg/ha de P incrementó la cantidad de P absorbido de 16.9 a 21.4 kg/ha, 47% del cual fue translocado a la semilla. La aplicación de 224 kg/ha de K incrementó la absorción de 74 a 121 kg/ha de K (Mooy, et al, 1973). La absorción de nutrientes es rápida en

* I.A. M.Sc. Sección Algodón CI-Palmira. Apartado Aéreo 233 Palmira.

relación con la producción de materia seca durante los estados iniciales y como resultado de esto, la concentración de nutrientes es alta; en los estados siguientes de crecimiento la concentración disminuye. Henderson y Kamprath (1970) citados por Mooy *et al.*, 1973 encontraron contenidos descendentes de N, de 3.6% a los 40 días y 1.0% a los 140 días después de la siembra; en las semillas y yemas el contenido aumentó de 3.8% N al comienzo a 4.8% N en la maduración.

Pal y Saxena, 1976 encontraron que la concentración de N en los tallos, hojas y pecíolos disminuyó con la edad de la planta, mientras que en las yemas la concentración se incrementó, en isolíneas noduladoras y no noduladoras de soya. En ambas variedades, una concentración total de N de 4 a 4.65% a los 65 días fue asociada con altos rendimientos.

La acumulación de nutrientes ocurre a una tasa lenta en el estado inicial de crecimiento, con un rápido incremento al comienzo de la floración, seguido por una tasa de acumulación relativamente constante hasta la senescencia. Durante el período de plena floración a llenado de vainas se encontró que la tasa promedio de acumulación de N, P y K para plantas enteras era de 4.5, 0.4 y 1.5 kg/ha/día, respectivamente. El total de materia seca se incrementó a la tasa de 176 kg/ha/día durante el mismo período (Mooy *et al.*, 1973).

16.1 PAPEL DE LOS NUTRIENTES EN EL DESARROLLO VEGETATIVO DE LA SOYA.

16.1.1. Nitrógeno

La soya como las demás leguminosas tiene la posibilidad de satisfacer sus necesidades de N cuando ha sido inoculada y el suelo tiene suficientes nutrimentos. Las plantas de soya con buena nodulación pueden obtener por fijación suficiente N como para obtener rendimientos de 2.000 a 2.700 kg/ha sin recibir fertilización nitrogenada. En condiciones favorables, los nódulos pueden formarse dentro de la semana siguiente a la germinación

TABLA 1. ABSORCION DE N, P y K POR PLANTAS DE SOYICA P-31

Edad Días	N	Acumulado P Kg/ha	K	N	Rata de Absorción P K Kg/ha	
18	5.8	0.5	2.3			
				1.3	0.1	0.4
25	14.9	1.1	5.2			
				1.2	0.3	0.8
33	23.5	3.1	10.9			
				1.6	0.1	0.8
39	35.0	3.2	16.3			
				3.3	0.5	2.8
46	58.0	6.8	35.5			
				4.7	0.5	0.5
53	90.0	10.0	38.9			
				4.6	0.1	1.2
59	118.3	10.2	46.3			
				8.2	0.8	0.9
68	192.5	16.9	54.6			
				0.6	0.6	1.2
74	196.2	20.3	62.0			
				1.7	- 0.3	- 0.6
87	217.8	16.1	53.8			

FUENTE: SOLORZANO, 1987.

de la semilla, pero la fijación de N parece demorarse hasta unas dos semanas después; por esta razón se encuentra respuesta a las aplicaciones de N en suelos deficientes en este elemento (Scott et al, 1975). La aplicación de N a la soya produce incrementos en los rendimientos y aumento en el contenido de proteína y caroteno en las hojas; además es requerido en la formación de las vainas (Sterling, 1976).

16.1.2 Fósforo

La soya requiere cantidades relativamente grandes de P; las partes vegetativas y la semilla de una cosecha que produce 3.400 kg/ha contienen 11 kg de P, en comparación con 5 Kg de P para una cosecha de trigo de igual rendimiento y 18 K de P para una de maíz de 9.500 kg/ha. La soya absorbe P durante todo su ciclo vegetativo, pero el período de mayor demanda se inicia un poco antes de la formación de las vainas y continúa hasta aproximadamente diez días antes del desarrollo completo de las semillas (Scott et al, 1975). P es necesario en el suministro de energía al nódulo, por lo que en su ausencia los nódulos son pequeños y no funcionales (Varela , 1980).

16.1.3 Potasio

La soya es una leguminosa que extrae altas cantidades de K del suelo. El ritmo de absorción asciende al máximo durante el período de rápido crecimiento vegetativo, luego decrece hasta el momento en que comienzan a formarse los granos; la absorción se completa dos a tres semanas antes de la maduración de la semilla. Bajo condiciones de buen suministro de P, el K estimula la nodulación y la fijación de N; estos elementos los requiere la soya para una máxima nodulación. Una adecuada relación P:K está entre 1:1.5 a 1:2 (Scott et al, 1973; Jacob et al, 1973). El K normalmente puede asumir el papel específico en la simbiosis, por su función en la regulación osmótica y en la actividad de las enzimas (Varela, 1980).

16.1.4 Elementos Menores

Estos elementos son tan importantes como los elementos mayores y su deficiencia causa desórdenes que afectan el crecimiento de la soya y limitan la fijación de N. Generalmente pueden existir deficiencias de uno o varios elementos menores, pero rara vez de todos. En muchos casos las deficiencias se deben a condiciones anormales del suelo y no a su escasez. Muchos son tóxicos cuando se aplican en exceso, por lo que su aplicación y dosificación exigen cuidado. En muchas zonas agrícolas se han detectado deficiencias de elementos menores; para las condiciones del Valle del Cauca se han encontrado deficiencias de B, Fe, Mn y Zn en el cultivo de la soya (Ramírez, 1980).

1. Boro: La soya tiene bajos rendimientos de B y es más sensitiva a la toxicidad que el algodón y la remolacha. La soya es una buena planta indicadora de toxicidad de B; los síntomas aparecen a una concentración de 0.5 a 2 ppm de B en la solución. Debido a que es sumamente tóxico para la soya no se debe mezclar con el fertilizante aplicado en bandas, el B es esencial para la división celular; cuando hay deficiencia de B, la división celular no ocurre y en consecuencia el nódulo no se desarrolla (Mooy et al, 1973; Scott, et al 1975; Varela, 1980).

2. Hierro: Las deficiencias de Fe se limitan a los suelos con elevado pH, generalmente por encima de 7. El Fe está íntimamente relacionado con la fijación de N como constituyente de la leghemoglobina, la cual es importante para el funcionamiento de los nódulos porque posiblemente facilitan la difusión del oxígeno en la respiración. Existe un requerimiento adicional de Fe cuando la soya depende del N fijado (Varela, 1980).

16.2 ANALISIS DE TEJIDO

En muchos suelos el crecimiento de las plantas o la producción de un cultivo son limitados por la falta de algún nutrimento, o la

concentración excesiva, ocasionando lo que se conoce como una deficiencia o una toxicidad. Para poder corregir estos problemas nutricionales es esencial primero diagnosticar correctamente cuál elemento se encuentra en forma deficiente o tóxica. El diagnóstico del estado nutricional de una planta se puede hacer con base en observaciones visuales de síntomas de deficiencia o toxicidad, con base en análisis de suelos o con base en análisis de tejido vegetal. (Scott, et al, 1975).

El análisis foliar o de tejido, como técnica de diagnóstico de las necesidades nutritivas de las plantas, se basa en que las plantas requieren una determinada concentración de cada uno de los nutrientes esenciales para el normal desarrollo de las funciones y de las cuales depende la producción. Siendo la hoja el órgano principal donde se efectúa la elaboración de las sustancias para el crecimiento y fructificación, ésta debe reflejar el estado nutricional de la planta mejor que otros órganos (Galeano, 1971).

Cada especie es fisiológicamente diferente y por lo tanto la selección del tejido indicador y la época de muestreo son también diferentes; además la acumulación de nutrientes y la distribución de ellos dentro de la planta varían (Howeler, 1983).

Para soya, los análisis de tejido deben efectuarse más o menos cada catorce días, desde el momento en que la planta llega a los 30 centímetros de altura hasta que alcanza su altura total y comienza a formar vainas. En el caso de un solo muestreo dentro del ciclo vegetativo, la mejor época es un poco antes de que se inicie la floración o principios de ésta (Scott, et al, 1975; Jones, 1972) citado por Howeler, 1983 sugiere un método de muestreo para la soya (Tabla 2).

16.2.1 Niveles críticos en el Tejido

En la Tabla 3 se reportaron las concentraciones de nutrientes en hojas de soya al iniciarse la floración, para condiciones normales de nutrición (Swall, et al, 1973).

TABLA 2. METODO DE MUESTREO PARA ANALISIS DE TEJIDO DE LA SOYA.

ESTADO DE CRECIMIENTO	PARTE DE LA PLANTA A MUESTREAR	No.DE PLANTAS POR MUESTRA
1. Plántulas (menor 30 cm)	Parte aérea	20 - 30
2. Antes o durante la floración	Dos o tres láminas foliares bien desarrolladas, de la parte superior de la planta.	20 - 30
3. No es recomendable el muestreo después de la formación de las vainas.		

FUENTE: HOWELWE, 1983.

TABLA 3. NIVELES CRITICOS EN HOJAS DE SOYA CONSIDERADOS NORMALES.

Elemento	Unidad	Rango
N	%	4.26 - 5.50
P	%	0.26 - 0.50
K	%	1.71 - 2.50
Ca	%	0.36 - 2.00
Mg	%	0.26 - 1.00
B	ppm	21 - 55
Cu	ppm	10 - 30
Fe	ppm	51 - 350
Mn	ppm	21 - 100
Mo	ppm	1 - 5
Zn	ppm	21 - 50

FUENTE: Swall et al, 1973.



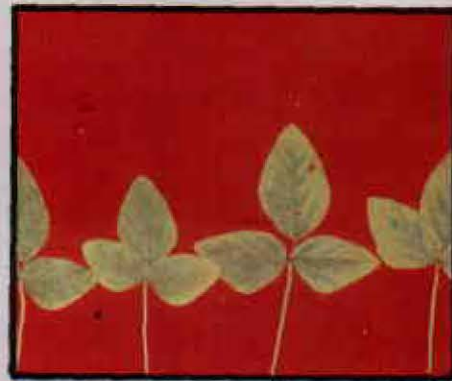
1. Deficiencia : Fe



2. Deficiencia : Zn



3. Deficiencia : Mn



4. Deficiencia : K



5. Deficiencia : B



6. Deficiencia : Cu

Valores críticos más precisos han sido reportados por otros autores. Sartin (et al, sf) (12), encontró un valor promedio para K de 2.15% al final de la floración; un valor de 4 a 4.65% de N reportado por Pat et al, 1976 para obtener altos rendimientos; un contenido de 0.25% a 0.30% de P parece adecuado (Varela, 1980).

Para Fe y Mn un nivel crítico entre 28-30 y 9-11 ppm respectivamente son valores críticos en las hojas, reportados por Marín, 1973 por debajo de los cuales las plantas muestran síntomas de deficiencia en el campo, Holf y Mederski, citados por Brown et al (1972) encontraron un nivel crítico de 20 ppm de Mn, clasificando la soya como severamente deficiente si contenían menos de 20 ppm y moderadamente deficientes las plantas entre 20 y 40 ppm de Mn.

16.3 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BROWN, J.C.; AMBLER, J.E.; CHANEY, R.L.; FOY, C.D. 1972. Differential responses of plant genotypes to micronutrients. p. 389-418. In: Dinaver, R.C. (ed). Micronutrients in Agriculture: Zan, Fe, B, Mo, Cu, Min. Soil Science Society of American Madison (EE.UU).
2. GALEANO, F. 1971. Diagnóstico foliar, fundamentos y empleo en algunos cultivos. p. 30-57 In: Universidad del Tolima. Ciclo de conferencias sobre Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos Ibagué.
3. HOWELER, R.H. 1983. Análisis de tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales: Algunos cultivos tropicales. CIAT. Cali.
4. JACOB, A; UEXULL, H.V. 1973. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. 4a ed. Ediciones Euroamericanas.

5. MARIN, M.G. 1973. Fertilidad general de los suelos del país y la respuesta de varios cultivos a la fertilización en fincas de agricultores. Instituto Colombiano Agropecuario ICA.
6. MOOY, C.J. de; PESEK, J.; SAPALDON, E. 1973. Mineral nutrition. p. 267-352 In: Caldwell, B.E. (ed) Soybeans: Improvement, production and uses. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin. Agronomy series. 16 p.
7. ORTIZ, R.G. 1986. Papel de los diferentes nutrimentos en la planta. p. 1-17 In: Programa de suelos. Asistencia Técnica Agrícola. Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Seminario-Taller sobre suelos y nutrición vegetal.
8. PAL, V.R.; SAXENA, M.C. 1976. Relationship between nitrogen analysis to soybean tissues and soybean yields. Agronomy Journal 68: 927-932.
9. PARRA, C.A. 1980. Fertilización en el cultivo de la soya. p. 137-153. In: Instituto Colombiano Agropecuario ICA-INTSOY. Curso de producción de soya. Palmira.
10. RAMIREZ, V.A. 1980. El cultivo de la soya en suelos alcalinos. p. 154-165. In: Instituto Colombiano Agropecuario ICA-INTSOY. Curso de producción de soya. Palmira.
11. SARTAIN, J.B.; FORBES, R.B.; USHERWOOD, N.R. Yield response of soybeans to P and K fertilization as correlated with soil extractable and tissue nutritional level. Soil Science and plant analysis 10(9): 1219-1232.
12. SCOTT, W.O.; ALDRICH, S.M. 1975. Producción moderna de la soya. Hemisferio Sur, México.

13. SOLORZANO, P., P.R. 1987. Potential for producing soybeans in dry seasons. p. 17-19. In: Donal L. Armstrong (ed.) Better Crops International. Potash and phosphate. Instituto Atlanta.
14. STERLING, P., V.H. 1976. Fisiología de la soya (*Glycine max* L.). Un estudio bibliográfico comparativo. Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.
15. SWALL, H.G.; OHLROGE, G. 1973. Plant analysis in soybeans and peanuts In: Walsh, M. (ed). Soil testing and plant analysis. Soil Science Society American, Madison.
16. VARELA, G.R. 1980. Nodulación y fijación del N en el cultivo de la soya. p. 35-76. In: Instituto Colombiano Agropecuario ICA INTSOY. Curso de producción de soya. Palmira.