

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA CEBOLLA (*Allium cepa*) EN LOS SUELOS DE LA REGION NORTE DE CARTAGO. II. NIVELES CRITICOS DE P, K, S Y RESPUESTA A N¹

José A. Soto*

ABSTRACT

Nutritive requirements of onion (*Allium cepa*) in the soils of northern Cartago. II. Critical levels for P-K-S and effect of low levels of N. In 1985 the Soils Unit of the Ministry of Agriculture and Livestock carried out an investigation on the nutritional requirements of onion in the northern region of Cartago with the object to determine the "critical levels" in the soil for phosphorus, potassium and sulphur; and to evaluate the response of this crop to nitrogen in low doses. For the critical levels determination, ten experimental locations were selected in the crop area and four treatments in each were simple tested: a) NPKS, b) NKS, c)NPS and d) NPK. Doses used were 100 kg N, 100 kg P₂O₅, 100 kg K₂O and 50 kg S/ha, with four replicates in each location. The "relative percentage yield of onion bulbs" was compared to the mineral concentration in the soil by the graphic method of Cate and Nelson in order to determine critical levels. In the same sites experiments were located for increasing levels of N: 0-50-100-150 kg/ha in a random blocks design with four replicates. It was found that concentrations of 15 mg/L, 0.4 cmol (+) /L (with Modified Olsen solution), and 7 mg/L (with Calcium phosphate solution) of P, K y S respectively, in the soil were the critical levels. The N tended to increase the yield in 5.5 t/ha with levels of 50 kg/ha although there were no statistical differences in any of the locations, since the effect in each independent area is not according to the analysis of variance and the Duncan test at the 5% level.

INTRODUCCION

El objetivo fundamental de un programa de fertilidad de suelos es llegar a conocer con aceptable grado de precisión la cantidad de un nutriente con el cual un cultivo produce el máximo rendimiento estable en un sitio o zona específica, para luego pasar a la predicción de la cantidad que debe aplicarse de dicho nutriente a fin de poder obtener

un desarrollo adecuado y un máximo rendimiento en una siembra futura (Walker y Bejarano, 1978).

La cantidad de nutrientes por aplicar al suelo para obtener una producción óptima, generalmente 95% de la producción máxima, se denomina "requerimiento nutricional" y equivale al requerimiento de fertilizante, el cual varía de un suelo a otro, según la fertilidad original y las condiciones climáticas (Howeler, 1986).

Asimismo, cuando se trata de determinar la cantidad de fertilizante que debe aplicarse, los cultivos no pueden ser tomados en cuenta en forma conjunta. Tampoco deben mezclarse categorías

1/ Recibido para publicación el 27 de abril de 1987.

* Unidad de Suelos, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Guadalupe, San José, Costa Rica.

desiguales de fertilidad de suelos (Walker y Bejarano, 1978).

Idealmente, al interpretarse la respuesta a un nutrimento dentro de una categoría específica suelo-cultivo, automáticamente se tiene como resultado una observación que corresponde tanto a una situación específica como a un sitio específico (Walker y Bejarano, 1978).

Para conocer los requerimientos nutricionales de cualquier cultivo se hace necesario determinar el "nivel crítico" de cada nutrimento, tanto a nivel de suelo como foliar. La designación de "nivel crítico" se refiere a la concentración de un nutrimento por debajo de la cual la planta responderá a la aplicación de ese nutrimento y sobre la cual no se espera ninguna respuesta, asumiendo que los demás nutrimentos están disponibles a las plantas en cantidades adecuadas (Cate y Nelson, 1971; Howeler, 1986).

Los niveles críticos en el suelo se pueden determinar en ensayos de fertilización en el campo o en macetas con suelo en invernadero. Es preferible el uso de ensayos de campo ya que en macetas se tiende a sobrestimar el requerimiento debido al limitado volumen disponible para el desarrollo del sistema radicular. A nivel de campo, los ensayos deben hacerse en suelos que sean representativos para una cierta región (Howeler, 1986).

Existe el método gráfico desarrollado por Cate y Nelson que relaciona el rendimiento relativo con la concentración del nutrimento en el suelo, y permite clasificar en dos grupos: a) sitios que tienen alta probabilidad de respuesta a la aplicación de fertilizante y b) sitios con poca probabilidad de respuesta. Esta clasificación permite establecer una base para plantear las siguientes etapas de investigación e interpretación. Los sitios en donde la concentración del nutrimento esté por debajo del nivel crítico, se pueden seleccionar para establecer experimentos en busca de los requerimientos nutricionales apropiados para el cultivo (Nelson y Anderson, 1977).

El objetivo de esta segunda parte de la investigación sobre requerimientos nutricionales de cebolla en la región norte de Cartago (Soto, 1987) consistió en establecer los niveles críticos en el suelo para los elementos: fósforo, potasio y azufre con las soluciones utilizadas por el laboratorio del MAG, y evaluar la respuesta del cultivo a dosis bajas de nitrógeno.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron diez sitios experimentales distribuidos en la zona cebollera de Cartago incluyendo: Misión Norte, La Esperanza, Sabanilla y Tierra Blanca, del cantón central de Cartago, Cot y Chicué del cantón de Oreamuno.

En cada sitio se estableció un ensayo de cuatro tratamientos con un mínimo de cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes: N P K S (completo), N - K S (sin fósforo), N P - S (sin potasio), N P K- (sin azufre).

Las dosis usadas en cada tratamiento fueron iguales para cada uno de los nutrimentos, escogidas con base en la respuesta obtenida en la investigación exploratoria (Soto, 1987). Se designó una base general de fertilización de 100 kg N, 100 kg P_2O_5 , 100 kg K_2O y 50 S/ha.

En cada repetición se muestreó el suelo para el análisis químico correspondiente, utilizando la metodología del Laboratorio de Suelos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (Schwizer *et al.*, 1980). Para P y K se utilizó la solución Olsen modificado y para S, la de Fosfato de calcio.

El material genético correspondió al utilizado por cada agricultor, prevaleciendo el uso de 'Híbrido Amarillo'. Las parcelas se ubicaron en eras o camellones de 1,2 m de ancho y 2,5 m de largo con un área de 8,0 m², de lo cual 2,0 m² se cosechó como parcela útil. El manejo agronómico del cultivo fue realizado por cada agricultor excepto la fertilización.

Los fertilizantes se adicionaron de la siguiente manera: 100% P_2O_5 , 50% N y 50% S a tres semanas del transplante y el resto 30 días después. En ambas se hizo un surco de 5 cm de profundidad separado 5 cm de las plantas, se colocó el fertilizante y luego se cubrió con suelo.

En cada repetición se relacionó el rendimiento de los tratamientos 2, 3 y 4 respecto al tratamiento 1, para obtener el porcentaje de rendimiento relativo de cada elemento evaluado. Posteriormente se promedió los porcentajes de rendimiento obtenidos en todas las repeticiones de cada sitio experimental, para cada uno de los elementos evaluados, lo mismo que la concentración de cada uno de los nutrimentos obtenido en el análisis químico de los suelos. Con estos valores se empleó la metodología gráfica de Cate y Nelson para determinar los niveles críticos en el suelo.

Cuadro 1. Porcentaje de rendimiento relativo y concentración en el suelo de los nutrientes evaluados en cada sitio experimental.

| Sitio | Fósforo | | Potasio | | Azufre | |
|------------------|-----------|------|---------|-----------|--------|------|
| | % R. R. * | mg/L | % R.R. | cmol(+)/L | % R.R. | mg/L |
| 1. Misión Norte | 86** | 62** | 96 | 0,61 | 84 | 8,0 |
| 2. Misión Norte | 100 | 17 | 93 | 0,89 | 94 | 9,0 |
| 3. Misión Norte | 95 | 49 | 92 | 1,55 | 94 | 11,6 |
| 4. Misión Norte | 125 | 39 | 103 | 1,90 | 122 | 23,7 |
| 5. La Esperanza | 109 | 57 | 93 | 1,02 | 120 | 18,0 |
| 6. Tierra Blanca | 107 | 94 | 98 | 1,34 | 111 | 14,5 |
| 7. Tierra Blanca | 89 | 69 | 85 | 0,99 | 83 | 21,1 |
| 8. Chicué | 91 | 37 | 94 | 0,42 | 90 | 14,9 |
| 9. Sabanilla | 110 | 20 | 82 | 0,52 | 89 | 8,4 |
| 10. Cot | 115 | 80 | 106 | 1,76 | 114 | 15,1 |

* % R.R. = (Rendimiento del tratamiento sin fertilizar/rendimiento del tratamiento fertilizado) 100

** Promedio de un mínimo de cuatro repeticiones por sitio y de igual número de análisis de suelo. (Total de más de 60 repeticiones).

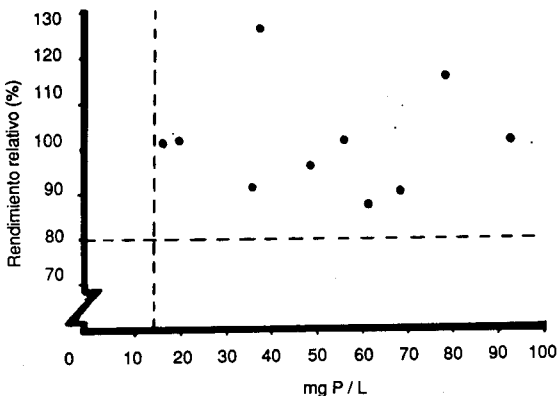


Fig. 1. Nivel crítico de fósforo en el suelo para cebolla en la Zona Norte de Cartago utilizando el método gráfico de Cate y Nelson.

En forma simultánea y en los mismos diez sitios experimentales se realizaron ensayos de niveles crecientes de nitrógeno utilizando cuatro tratamientos: 0, 50, 100 y 150 kg N/ha distribuidos en

diseños de bloques al azar con cuatro repeticiones en cada sitio. El manejo agronómico fue similar al descrito para niveles críticos, utilizando la misma base general de fósforo, potasio y azufre.

En ambos experimentos las fuentes de fertilizante utilizadas fueron: Nitrato de amonio (33,5% N), Superfosfato triple (46% P_2O_5), Cloruro de potasio (61% K_2O) y Sulfato de magnesio (14% S).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presenta el valor promedio en cada sitio experimental del porcentaje de rendimiento relativo y concentración en el suelo para cada uno de los nutrientes evaluados. En general, la concentración de los nutrientes en los suelos de la región norte de Cartago es alta, lo cual limita en parte la metodología empleada ya que se hace realmente difícil localizar sitios en donde el suelo esté deficiente en esos elementos. Por esta razón, se determinó un nivel crítico "máximo" para los elementos fósforo, potasio y azufre que indica que, en suelos con contenidos mayores de 15 mg

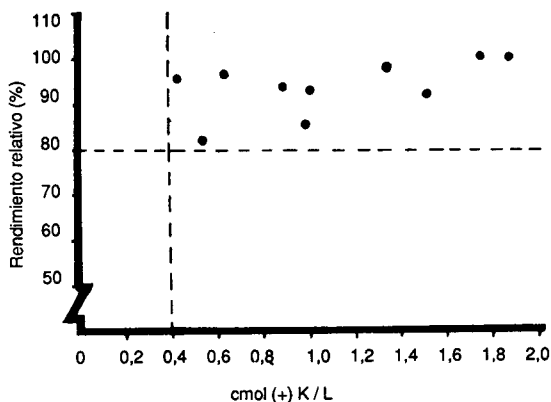


Fig. 2. Nivel crítico de potasio en el suelo para cebolla en la Zona Norte de Cartago utilizando el método gráfico de Cate y Nelson.

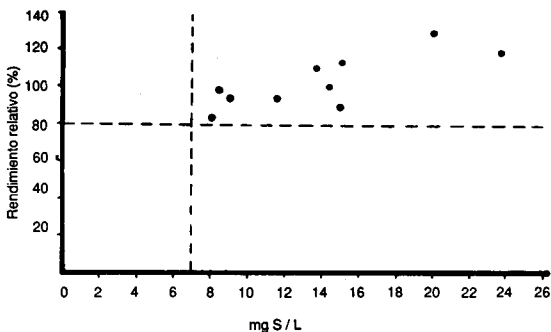


Fig. 3. Nivel crítico de azufre en el suelo para cebolla en la zona norte de Cartago utilizando el método gráfico de Cate y Nelson.

P/L; 0,4 cmol(+) K/L y 7 mg S/L, la respuesta ofrecida por el cultivo de cebolla a su adición es escasa. La metodología empleada y sus resultados se resumen en las Figuras 1, 2 y 3. En todos los casos, con niveles superiores a esos, se logran rendimientos relativos mayores de 80%.

Estos niveles críticos "máximos" difieren de los que ha empleado hasta el momento el Ministerio de Agricultura y Ganadería (12 mg P/L; 0,20 cmol(+) K/L; 12 mg S/L) para las recomendaciones de fertilización de este cultivo. Para el caso del P y el K los niveles críticos determinados son mayores a los del MAG, debido a la alta concentración que se presentó en forma generalizada en los

suelos de la zona para estos nutrientes. Esto sugiere que, en otras zonas, los requerimientos nutricionales reales de la cebolla podrían ser menos altos que éstos. Por el contrario, el nivel crítico determinado para el S, es menor que el del MAG, o sea que los requerimientos de la cebolla se llenan con niveles más bajos que los anteriormente utilizados.

Para el elemento nitrógeno, la respuesta de la cebolla a niveles crecientes no fue importante desde el punto de vista de incremento en el rendimiento. Se realizó un análisis de varianza y pruebas de Duncan para cada sitio individualmente, y no se encontró diferencia significativa al 5% entre tratamientos en ninguno de ellos. Posiblemente el contenido de materia orgánica, que varió de 6,5 a 16,8% según los muestreos y análisis químicos realizados, más el efecto residual del fertilizante aplicado anteriormente en gran cantidad y frecuencia, suplieron los requerimientos del cultivo.

En el Cuadro 2 se presenta el promedio de rendimiento obtenido por sitio, para cada una de las dosis evaluadas. Es importante observar que la dosis de 50 kg N/ha aunque no difiere estadísticamente del testigo, conlleva un incremento de rendimiento de más de 5,5 t/ha, lo cual es una cifra económicamente considerable. Esta dosis puede recomendarse al agricultor para que mantenga una reserva adecuada de este nutriente en el suelo y no provoque un desequilibrio a largo plazo. Esta dosis equivale a 3 sacos de Nitrato de amonio/ha/ciclo de cultivo o su correspondiente valor en fórmulas completas.

Se concluye que la cebolla en la región norte de Cartago responderá con mayor probabilidad a la adición de P, K y S si éstos se encuentran en el suelo en concentraciones menores de 15 mg/L; 0,4 cmol(+)/L y 7 mg/L, respectivamente, lo mismo que a dosis de 50 kg N/ha.

RESUMEN

En 1985 la Unidad de Suelos del Ministerio de Agricultura y Ganadería continuó con la investigación sobre requerimientos nutricionales de cebolla en la región norte de Cartago, con el objetivo de establecer los "niveles críticos" en el suelo para fósforo, potasio y azufre, y evaluar la respuesta a dosis bajas de nitrógeno.

Se seleccionaron 10 sitios experimentales en el área de cultivo y se estableció en cada uno de

Cuadro 2. Rendimiento promedio de bulbos de cebolla (t/ha) producidos con dosis bajas de nitrógeno en diez localidades de la zona norte de Cartago, 1985.

| Dosis de nitrógeno (kg/ha) | Rendimiento promedio por sitio (t/ha) | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Promedio de sitios |
| 0 | 39,4 | 51,2 | 19,4 | 46,3 | 103,3 | 70,6 | 92,1 | 50,4 | 74,5 | 70,7 | 61,8 |
| 50 | 50,8 | 54,9 | 27,5 | 69,5 | 107,3 | 70,5 | 83,7 | 42,3 | 73,6 | 92,5 | 76,3 |
| 100 | 39,2 | 56,1 | 21,3 | 74,4 | 105,8 | 77,4 | 90,2 | 40,9 | 85,9 | 81,4 | 67,3 |
| 150 | 34,7 | 51,9 | 18,9 | 69,9 | 109,9 | 69,4 | 93,2 | 52,1 | 79,8 | 71,9 | 65,1 |

ellos un experimento de cuatro tratamientos: NPKS, NKS, NPS y NPK, con dosis de 100, 100, 100 y 50 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y S, respectivamente, y cuatro repeticiones por sitio. Se relacionó el "porcentaje de rendimiento relativo de bulbos de cebolla" con la concentración de elementos en el suelo por medio del método gráfico de Cate y Nelson para determinar niveles críticos. En los mismos sitios se establecieron experimentos de dosis crecientes de N: 0, 50, 100 y 150 kg N/ha en diseños de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Los niveles críticos determinados para cebolla fueron 15 mg P/L; 0,4 cmol(+) K/L con Olsen modificado, y 7 mg S/L, con Fosfato de calcio. El nitrógeno tendió a incrementar el rendimiento con dosis de 50 kg/ha en un promedio de 5,5 t/ha, aunque en cada uno de los sitios no se presentaron diferencias significativas según el análisis de varianza y las pruebas de Duncan al 5%.

LITERATURA CITADA

- CATE, R. B.; NELSON, L.A. 1971. A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes. *Soil Science Society of America Proceedings* 35: 658-660.
- HOWELER, R. 1986. Técnicas para establecer los requerimientos nutricionales en los cultivos. Curso de adiestramiento "Análisis Estadístico y Económico sobre el uso de Fertilizantes". IFDC-CIAT, noviembre 4-21, 1986. Cali, Colombia. s.p.
- NELSON, L.A.; ANDERSON, R. L. 1977. Partitioning of soil test-crop response probability. In *Soil testing: correlating and interpreting the analytical results*. Ed. by M. Stelly. Madison, Wis., (ASA Special Publication no. 29), American Society of Agronomy. p. 19-38.
- SCHWIZER, S.; COWARD, H.; VAZQUEZ, A. 1980. Metodología para análisis de suelos, plantas y aguas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Técnico no. 68, 32 p.
- WALKER, J. L.; BEJARANO, W. 1978. Uso práctico de los modelos discontinuos para interpretación de la respuesta de los cultivos a la aplicación de fertilizantes. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 84 p.