REQUERIMIENTOS DE FOSFORO EN CULTIVOS DEL AJO BAJO FERTIGACION

J. Z. Castellanos, J. L. Ojodeagua, F. Mendez, S. Villalobos-Reyes, V. Badillo, P. Vargas, e I. Lazcano-Ferrat*

Introducción

Los productores han incrementado el rendimiento de los cultivos hortícolas gracias al uso efectivo de la fertigación (Papadopoulos, 1987; Hartz, 1994) desarrollada principalmente como sistemas de micro irrigación. El fósforo (P) es un nutriente muy importante en la producción exitosa del ajo. A medida que se aumenta el rendimiento del ajo, se incrementa el requerimiento de P junto con la mayoría de otros nutrientes. Comúnmente, las dosis de P aplicadas al ajo varían entre 50 a 120 kg de P_2O_5/ha (Ruiz, 1985), dependiendo en el nivel de P en el suelo, la meta de rendimiento y las características del suelo.

Existen tres requerimientos básicos para maximizar el rendimiento de ajo bajo fertigación:

- Conducir un análisis de suelo para definir las condiciones físicas y químicas del suelo y establecer el programa apropiado de fertilización y riego.
- Conocer la demanda de nutrientes del cultivo durante el ciclo de crecimiento.
- Conocer las concentraciones referenciales de nutrientes en la Hoja Madura Más Joven (HMMJ) para interpretar correctamente los análisis foliares y ajustar apropiadamente el programa de fertigación.

De estos tres factores, los dos últimos no están definidos adecuadamente.

Se ha reportado que las demandas de P del ajo se encuentran en un rango entre 50 a 65 kg de P_2O_5/ha (Bertoni et al., 1988; Ruiz, 1985). Estos estudios utilizaron el análisis de foliar para diagnosticar el estado de P en el cultivo, sin embargo, solo reportan la demanda de P en ciertos estados del desarrollo del cultivo. Los datos indican que el contenido correcto de P en la HMMJ varía entre 0.3 a 0.6 % (Jones et al., 1991; Ruíz, 1985; Tyler et al., 1998). Considerando que el ajo es un cultivo de ciclo largo (hasta 7 meses), se necesita de un buen contenido de P en las hojas durante todo el ciclo. Conociendo esta información, los agricultores tienen la oportunidad de identificar correctamente las deficiencias y corregirlas rápidamente mediante fertigación durante cualquier etapa del crecimiento.

Condiciones experimentales

El presente estudio fue conducido en un Vertisol con pH de 7.8, 2.1% de materia orgánica, 14 ppm de P (Olsen), 18.1 cmolc/kg de calcio (Ca), 5 cmolc/kg de magnesio (Mg), 2.8 cmolc/kg de potasio (K), 5.7 ppm de hierro (Fe) extraído con DTPA, 0.8 ppm de cobre (Cu) DTPA, 1.2 ppm de zinc (Zn) DTPA y 12 ppm de manganeso (Mn) DTPA. Este trabajo fue conducido en la Estación de Investigación Agrícola del Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIFAP) en Celaya, México. La estación está ubicada en el centro del país a una latitud de 20º 15’ N y una longitud de 101º 39’ O, a 1650 metros sobre el nivel del mar y con una temperatura promedio de 19 ºC.

El estudio utilizó riego por surcos en 1997 y 1998 y fertigación en 1998 y 1999. Se obtuvo las curvas de absorción de P de los dos experimentos. Se estableció otro experimento de fertigación, en los años 1999 y 2000, para explorar el efecto de la densidad de plantas en el rendimiento y la absorción de P. El cultivo recibió, en todos los experimentos, 80 kg de P_2O_5/ha en la siembra y 240 y 285 kg de nitrógeno (N) en 1996 y 1997, respectivamente. El experimento de densidades de 1999 y 2000 uso 405 kg de N/ha. En 1997 y 1998 las aplicaciones de N se fraccionaron en tres aplicaciones durante el ciclo. En los dos experimentos de fertigación, los fertilizantes nitrogenados se aplicaron de acuerdo a las demandas del cultivo en el agua de riego. Los tres experimentos recibieron 100 kg de K_2O/ha cada uno. La densidad de plantas en el experimento de riego por surcos fue de 300 000 plantas/ha y en el experimento de fertigación fue de 380 000 plantas/ha en 1997 y 1998. Se estudiaron

Foto 1. El ajo cultivado bajo el sistema de fertigación tiene un alto potencial de rendimiento y de absorción de P.

* **Tomado de: Castellanos, J. Z., J. L. Ojodeagua, F. Mendez, S. Villalobos-Reyes, V. Badillo, P. Vargas e I. Lazcano-Ferrat. 2001. Phosphorus requirements by garlic under fertigation. Better Crops Internacional 15(2): 21-23.**

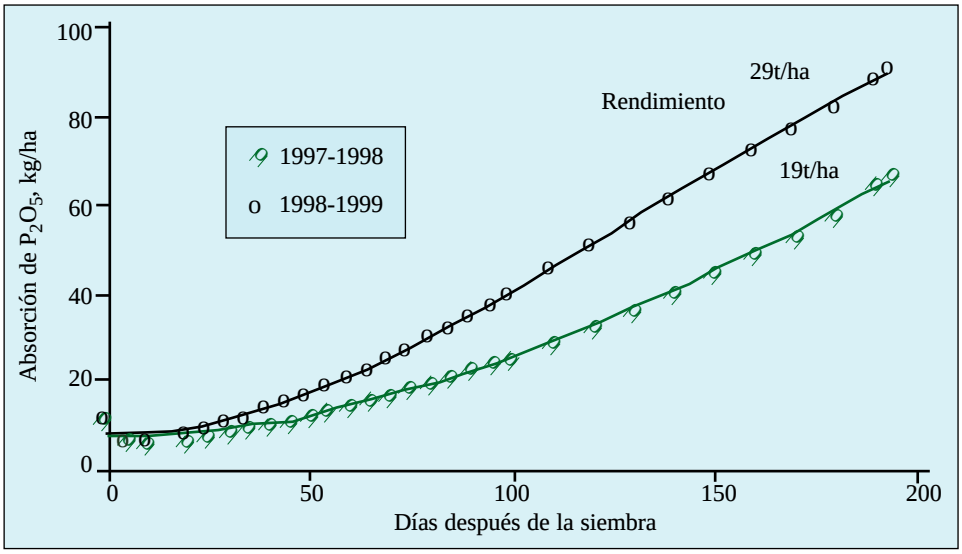

Figura 1. Absorción de P por el ajo cultivado con riego por surcos (1997 – 1998) y con fertigación (1998 – 1999) en un Vertisol del centro de México.

cuatro densidades de siembra, 300 000, 400 000, 500 000 y 600 000 plantas/ha, en 1999 y 2000. En todos los casos, el cultivar utilizado fue cv. Tacascuaro.

Extracción de Fósforo por el Ajo

La **Figura 1** presenta los datos de absorción de P del ajo, en diferentes sistemas de riego. El cultivo de ajo consume poco P durante los primeros 50 días después de la siembra, pero el consumo se incrementa después de esa fecha. El ajo cultivado con riego por surcos absorbió un total de 64 kg de P_2O_5/ha, mientras que el ajo con fertigación absorbió 89 kg de P_2O_5/ha. El rendimientos de los dos cultivos fue de 19.1 y 29 t/ha, respectivamente. Se observa que el mayor potencial de rendimiento con fertigación aumenta la demanda de P por la planta en un 50 %. Estos datos muestran que cada tonelada de ajo puede remover entre 3.1 a 3.6 kg de P_2O_5.

Como se observa en la **Figura 2**, el rendimiento se incrementa a medida que se aumenta la densidad. El rendimiento se incrementa de 31 t/ha con 300 000 plantas/ha a 39.7 t/ha con 600 000 plantas/ha. La densidad de siembra es un factor importante cuando se considera la absorción de P. Basándose en estos datos, la absorción de P aumenta de 103 a 124 kg de P_2O_5/ha en los respectivos rendimientos discutidos arriba. Estos excelentes rendimientos no se han reportado antes en la literatura.

Desafortunadamente, el tamaño del bulbo diminuye a medida que se aumenta el rendimiento, este un factor de calidad que afecta negativamente el valor en el mercado fresco. Para industrias, el tamaño del bulbo no es crítico. Se recomienda una densidad de 300 000 plantas/ha para el mercado fresco.

Muestreo apropiado de la HMMJ para determinar el contenido de P

La **Tabla 1** presenta los rangos apropiados de contenido de P en la HMMJ del ajo en varias etapas durante el ciclo de crecimiento. Es común que los niveles

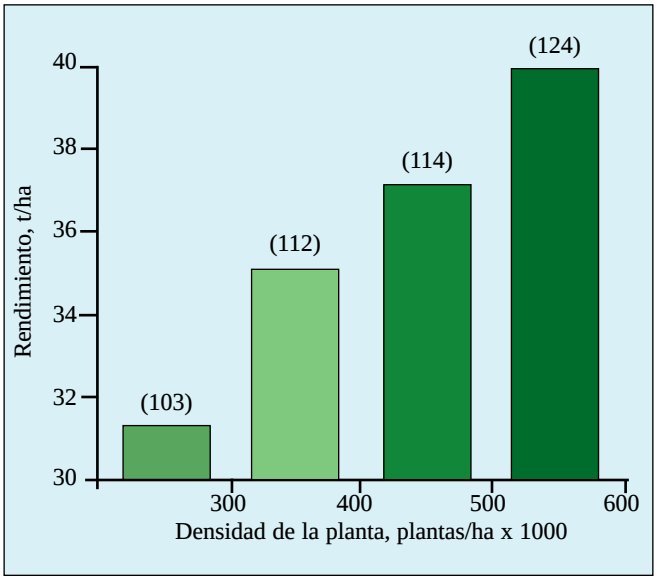

Figura 2. Rendimiento de bulbos y absorción de P (kg P_2O_5/ha) del ajo cultivado con fertigación y cuatro densidades de siembra en un Vertisol del centro de México.

Tabla 1. Contenido de P en la Hoja Madura Más Joven (HMMJ) del ajo a diferentes estados de crecimiento en el centro de México.

Días después la siembra	Etapa de crecimiento	P en la hoja %
22	V-3	0.40-0.50
29	V-4	0.30-0.40
35	V-5	0.30-0.35
49	V-7	0.25-0.35
63	V-9	0.25-0.35
78	V-11	0.25-0.35
94	V-13	0.25-0.35
107	IBG	0.25-0.35
122	IBS	0.25-0.30
147	BG	0.20-0.30

V = etapa vegetativa (número de hojas);
IBG = crecimiento inicial de la bulba;
IBS = división inicial de la bulba;
BG = crecimiento de la bulba

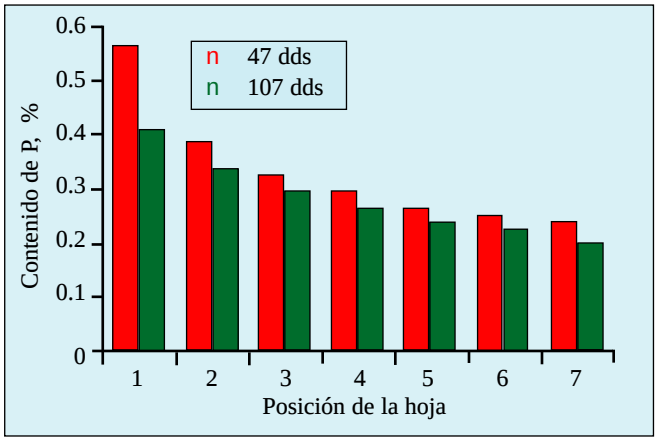

Figura 3. Efecto de la posición de la hoja en el contenido foliar de P a los 47 y 107 días después de la siembra (dds) en el centro de México.

adecuados de P en la HMMJ declinen a medida que envejece la planta. Es importante indicar que la posición de la hoja muestreada en la planta influye en el contenido de P, por esta razón, es importante utilizar siempre la HMMJ para análisis foliar de P. Se observa en la **Figura 3** el efecto de dos etapas de muestreo y es evidente que, sin tener en cuenta la edad del cultivo, la hoja más joven tiene siempre más alta concentración de P. En la Tabla 1 la HMMJ corresponde aproximadamente a la hoja número 4 (Figura 3), que se determina contando las hojas hacia abajo iniciando la cuenta desde la hoja más inmadura en la parte superior de la planta. La correcta HMMJ se identifica porque comúnmente ha formado un anillo alrededor de la base del tallo.

Bibliografía

Escaff, M., y A. Aliaro, 1982. Dos ensayos sobre el efecto del nitrógeno y fósforo en ajo rozado. Agricultura Técnica (Chile) 42(2): 143-147.

Bertoni, G., P. Morard du L,. Espagnacq. 1988. Dynamique de I'absortion de elements minera x l'ail (Allium sativum L.). Agrochimica 32(5-6): 519-530.

Hartz, T. K. 1994. Drip Irrigation and Fertigation Management of Vegetable Crops. Calif. Dept. Food Agric. Sacramento, CA. 36 pp.

Jones, Jr. J. B., B. Wolf, and H. A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro Macro Publishing Inc. Athens, GA.

Papadopoulos, I. 1987. Nitrogen fertigation of greenhouse-grown strawberries. Fertilizer Rescarch, 13: 269-276.

Ruíz, S. R. 1985. Ritmo de absorción de nitrógeno y fósforo y resp esta a fertilizaciones NP en Ajos. Agricultura técnica (Chile) 45(2): 153-158.

Tyler, K. B., D. M. May,. I. P. Guerard, D. Ririe, and J. J. Hatakeda. 1988. Diagnosing nutrient needs of garlic. California Agriculture, March 28-29.-