

Manejo del riego y la fertilización en cultivos de ajo

Lipinski, V. M.

Estación Experimental Agropecuaria La Consulta
2015



Manejo del riego y la fertilización en cultivos de ajo

Lipinski, V.M.

lipinski.victor@inta.gob.ar

Para el manejo del riego en un cultivo debemos conocer primero el suelo con el que estamos trabajando. No es lo mismo un suelo arenoso que un suelo arcilloso. Los tiempos y frecuencias de riego van a ser diferentes. Un suelo arenoso tiene baja capacidad de retención de agua y la misma se infiltra a gran velocidad perdiéndose en profundidad. Por ello los riegos deben ser cortos pero frecuentes. En cambio lo contrario ocurre en un suelo arcilloso que tiene una alta capacidad de retención de agua.

Existen en la actualidad aparatos que nos permiten medir las condiciones hídricas del suelo ubicados en lugares representativos del campo como: tensiómetros, sensores de humedad, sondas de capacitancia, etc., que permiten aumentar o disminuir la frecuencia de riego según corresponda.

En **riego por surcos** (Figura 1), en suelo franco se recomienda realizar 30 riegos de 6 a 8 horas de duración durante el cultivo en la Región Andina, que representan un intervalo de aproximadamente 7 días, asegurando una adecuada provisión de agua. El ajo no tiene períodos críticos para sequía, en realidad todos los son, por lo que se debe mantener el suelo prácticamente a capacidad de campo durante todo el ciclo.



Figura 1 – Riego por surco en cultivos de ajo. Distancia entre líneas 0,5 m.

Como típica planta de invierno, no soporta temperaturas muy altas de primavera, y por lo tanto utiliza el agua aportada para hacerla circular “como el radiador de un motor de combustión”, enfriándose. Si esto no ocurre la planta amarillea y se “entrega” prematuramente con la consecuente pérdida de rendimiento.

En invierno se puede regar con una frecuencia de 10 días y en verano en suelos francos entre 6 y 5 días, asegurando una lámina neta de 900 mm. El mayor requerimiento hídrico para la región Andina Central se registra en octubre en ajos "blancos" y en noviembre en "colorados". Hay que tener en cuenta que con riego por surco para incorporar una lámina de 900 mm neta se debe contar de por lo menos 1800 mm de lámina bruta considerando una eficiencia total de 50 %.

Cuando se utiliza **riego por goteo** (Figura 2), es necesario contar con datos de una estación meteorológica cercana que pueda informar sobre la evapotranspiración potencial o ET_0 , o si no, disponer de un tanque de evaporación Tipo "A" en el cual se determina diariamente la evaporación del tanque o EB, con la cual, conociendo el coeficiente del tanque k_p se puede calcular la ET_0 . Teniendo los coeficientes del cultivo (k_c) se calcula la evapotranspiración del mismo (ETc) mediante la siguiente formula:

$$ETc = EB \times k_p \times k_c$$

Como ejemplo se presenta los Cuadros 1 y 2 donde se registra mes por mes para todo el ciclo del cultivo los valores de EB, k_p , k_c , ETc y el N° de riegos, para ajos Blancos y Colorados valores promedios de varios años obtenidos en San Carlos (Mendoza).



Figura 2 - Riego por goteo en cultivos de ajo. Distancia entre camas 0,8 m. Cuatro líneas por cama con 1 línea de goteo central.

Cuadro 1 - Evaporación tanque "A" (EB) en mm por mes, coeficiente de tanque (k_p), coeficiente de cultivo (k_c), evapotranspiración de cultivo (ETc) en mm por mes, número de riegos de 8 mm/vez para ajos Blancos.

| Mes | EB (mm) | kp | kc | Et _c (mm) | N° Riegos |
|--------------|------------|-------------|-------------|----------------------|-----------|
| Marzo | 50 | 0,80 | 0,40 | 16,1 | 2 |
| Abril | 74 | 0,80 | 0,43 | 25,2 | 3 |
| Mayo | 67 | 0,80 | 0,59 | 31,8 | 4 |
| Junio | 44 | 0,80 | 0,75 | 26,0 | 3 |
| Julio | 51 | 0,80 | 0,83 | 33,9 | 4 |
| Agosto | 79 | 0,80 | 1,02 | 64,6 | 8 |
| Septiembre | 122 | 0,80 | 1,25 | 121,9 | 15 |
| Octubre | 171 | 0,80 | 1,35 | 184,2 | 23 |
| Noviembre | 153 | 0,80 | 1,26 | 153,7 | 19 |
| Total | 810 | 0,80 | 0,88 | 657 | 82 |

Cuadro 2 - Evaporación tanque "A" (EB) en mm por mes, coeficiente de tanque (kp), coeficiente de cultivo (kc), evapotranspiración de cultivo (ETc) en mm por mes, número de riegos de 8 mm/vez para ajos Colorados.

| Mes | EB (mm) | kp | kc | Et _c (mm) | N° Riegos |
|--------------|------------|-------------|-------------|----------------------|-----------|
| Abril | 74 | 0,80 | 0,43 | 25,1 | 3 |
| Mayo | 67 | 0,80 | 0,62 | 33,0 | 4 |
| Junio | 44 | 0,80 | 0,82 | 28,6 | 4 |
| Julio | 51 | 0,80 | 0,88 | 36,1 | 5 |
| Agosto | 79 | 0,80 | 1,01 | 64,3 | 8 |
| Septiembre | 122 | 0,80 | 1,18 | 115,7 | 14 |
| Octubre | 171 | 0,80 | 1,30 | 177,9 | 22 |
| Noviembre | 220 | 0,80 | 1,29 | 227,0 | 28 |
| Diciembre | 94 | 0,80 | 1,05 | 78,4 | 10 |
| Total | 922 | 0,80 | 0,94 | 786 | 98 |

El valor del kp varía durante el año, pero para facilitar el cálculo se tomó un valor promedio del año para las condiciones de instalación de un tanque en un lugar determinado.

Hay que tener en cuenta que lo presentado en los Cuadros 1 y 2 son volúmenes de reposición por lo tanto se debe partir del suelo húmedo, por lo cual, el primer riego debe humedecer por lo menos una profundidad de 40 cm al principio. Además, los Cuadros no contemplan las lluvias, las cuales deben ser descontadas en el caso que las mismas tengan una precipitación mayor de 4 mm, equivalente aproximadamente a 1 hora de riego.

Para determinar la lámina de riego que se debe aplicar en un sistema presurizado, se debe tener en cuenta la distancia entre las mangueras y la distancia entre goteros. Por ejemplo, si se coloca una manguera en el centro de una cama de 80 cm de surco a surco y los goteros están distanciados 30 cm, el caudal del gotero es de 0,9 L/h, eso significa que estamos aplicando 3,75 mm/h. Por lo tanto, si queremos aplicar 8 mm por riego debemos regar 2 horas y 8 minutos.

Hay que tener en cuenta que la eficiencia de riego en el mejor de los casos es del 95 %. Además debemos realizar un análisis del agua de riego para conocer por lo menos la conductividad eléctrica para calcular el requerimiento de lixiviación que se va a necesitar para mantener un adecuado balance salino.

$$RL = \frac{CEr}{5CEd - CEr}$$

- RL: requerimiento de lixiviación
- CEr: Conductividad eléctrica del agua de riego
- CEd: Conductividad eléctrica del extracto de saturación sin disminución en los rendimientos, para ajo se establece $1100 \mu\text{S cm}^{-1}$.

Por ejemplo, si el agua tiene una CE de $900 \mu\text{S cm}^{-1}$, aplicando la fórmula, nos da un RL de 0,19, por lo tanto la lámina de reposición en vez de ser de 8 mm debería ser:

$$\text{Lámina bruta de riego} = \frac{8 \text{ mm}}{(1 - 0,19)} = 9,9 \text{ mm}$$

Por lo tanto el tiempo de riego sería 2 horas 38 minutos.

Para la elaboración de un plan de **fertilización** es importante conocer la relación entre las curvas de crecimiento y absorción de nutrientes en función de la edad del cultivo. El ajo es muy exigentes en N y potasio (K).

En las Figuras 3 y 4 se presentan curvas de absorción total de ajo (parte aérea más bulbo) de N, P y K (mg planta^{-1}) y hierro (Fe), cinc (Zn), manganeso (Mn) y cobre (Cu) ($\mu\text{g planta}^{-1}$), a lo largo del ciclo. Para un rendimiento de ajo Colorado de 10 t ha^{-1} y una densidad de $17 \text{ plantas m}^{-2}$, se extraen 180 kg ha^{-1} de N, 20 kg ha^{-1} de P y 120 kg ha^{-1} de K, aproximadamente. Para rendimientos de 12 t ha^{-1} de ajo Blanco, las cantidades extraídas son 160 kg ha^{-1} de N y cantidades similares de P y K, para la misma densidad de plantación antes citada.

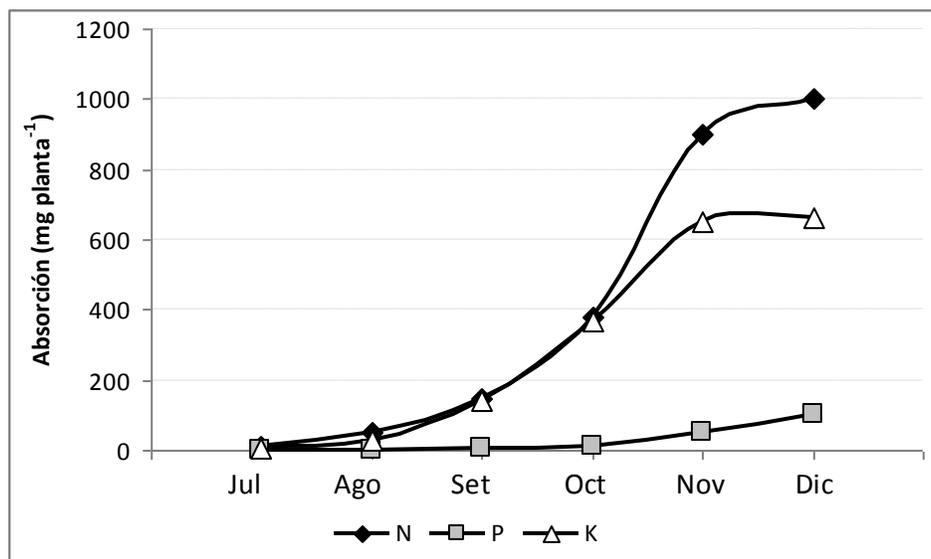


Figura 3 - Patrón de absorción total de N, P y K del ajo Colorado en la región de Cuyo (Gaviola de Heras y col., 1993).

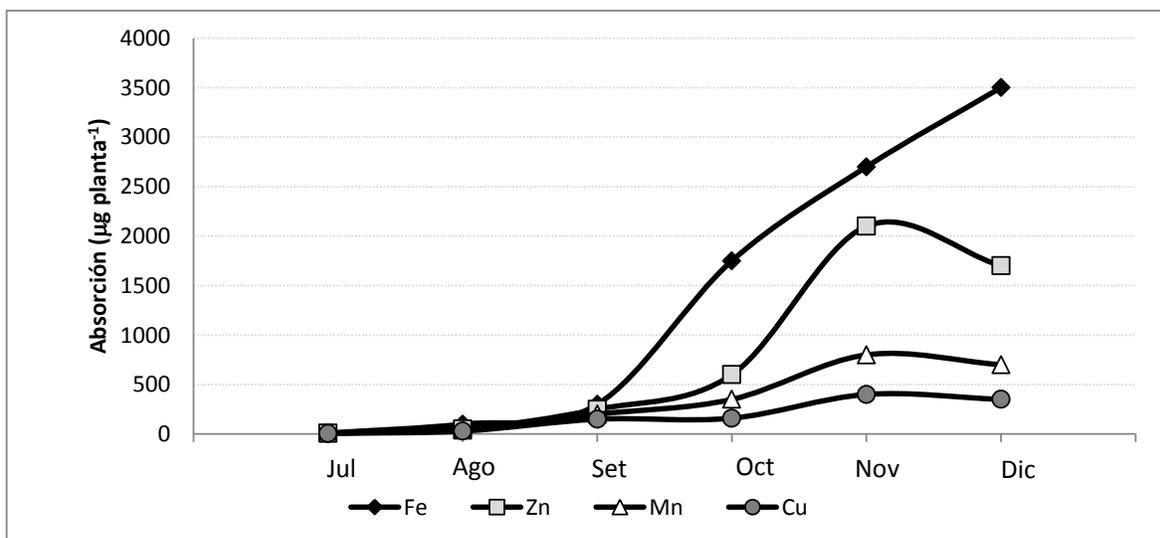


Figura 4 - Patrón de absorción total de Fe, Zn, Mn, Cu en ajo Colorado en la región de Cuyo (Gaviola de Heras y col., 1991).

Para el manejo de la fertilización debe realizarse el análisis de suelo antes de proceder a la plantación y disponer de un **diagnóstico nutricional**. En áreas bajo riego se debe evaluar la textura, el pH, conductividad eléctrica, contenidos de materia orgánica, N total, P y K disponibles.

El contenido de N en climas áridos es generalmente reducido y el método utilizado para diagnosticar las necesidades de fertilización es el análisis de N total. Esta determinación se complementa con la materia orgánica oxidable que permite el cálculo de la relación C/N. Con este criterio, en áreas bajo riego, se han realizado la mayoría de las interpretaciones en cuanto a la fertilidad nitrogenada.

Las relativamente altas temperaturas de primavera-verano y las condiciones de humedad logradas con un manejo racional del riego, permiten que en estas zonas se den condiciones óptimas para la mineralización de las formas orgánicas y liberación de las formas inorgánicas asimilables. Por el contrario, el contenido de nitrato en el suelo es de escaso valor, debido a variaciones asociadas a la dotación y frecuencia de riego.

La selección del método químico para determinar la disponibilidad de P depende de las características físico-químicas del suelo y generalmente está bien definida para cada zona. Entre los métodos más utilizados están Olsen, Bray-Kurtz y, regionalmente para las condiciones de Cuyo, se utiliza la técnica de extracción con burbujeo carbónico en una relación suelo agua 1:10 (Método Arizona).

En cuanto al K, el método analítico que se utiliza para estimar el K disponible, y que guarda buena correlación con la cantidad absorbida por la planta, es el K intercambiable. El análisis químico de tejidos y en especial de hojas, es una herramienta de diagnóstico muy utilizada en especies perennes.

Este ha tenido menos desarrollo en especies hortícolas, ya que su uso práctico se ve limitado debido al tiempo que media entre la toma de muestra, el envío, el análisis y la entrega del resultado, tiempo que puede ser demasiado largo para adoptar las medidas necesarias para corregir una deficiencia.

El ajo, al presentar un crecimiento más largo, permite intervenir con éxito para corregir una posible deficiencia. Análisis foliares periódicos son recomendados para monitorear el estado del cultivo de ajo particularmente con respecto a N, P y K. En el Cuadro 3 se presentan los rangos de suficiencia, en pre bulbificación, en el análisis foliar, sobre la base de los valores de concentración que correlacionan con un buen crecimiento y rendimiento.

Cuadro 3 - Rangos de suficiencia en hojas al estado de pre bulbificación

| Estado | N | P | K | Ca | Mg | S | Fe | Mn | Zn | B | Cu |
|------------|------------------------------------|---------|---------|---------|----------|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|------|
| | g 100 g ⁻¹ materia seca | | | | | | mg kg ⁻¹ materia seca | | | | |
| Deficiente | < 2.0 | < 0.2 | < 1.5 | < 0.6 | < 0.15 | < 0.2 | < 50 | < 10 | < 15 | < 10 | < 5 |
| Adecuado | 2.0-3.0 | 0.2-0.5 | 1.5-3.0 | 0.6-0.8 | 0.15-0.3 | 0.2-0.6 | 50-100 | 10-20 | 15-20 | 10-25 | 5-10 |
| Alto | > 3.0 | > 0.5 | > 3.0 | > 0.8 | > 0.3 | > 0.6 | > 100 | > 20 | > 20 | > 25 | > 10 |
| Tóxico | | | | | | | | | | > 100 | |

Para el ajuste de los programas de fertirrigación nitrogenada, se ha puesto a punto una metodología de diagnóstico rápido, el contenido de nitrato en hojas, basado en el uso de un electrodo específico (*Cardy Ion Meters, Horiba Ltd.,* Japón). La metodología consiste en extraer el jugo celular de hojas recientemente maduras de las muestras tomadas entre las 10:00 y 12:00 AM.

En las condiciones de dos ciclos de ensayos, los contenidos de nitrato en el jugo foliar de todas las fechas de muestreo correlacionaron positiva y significativamente con diferentes dosis de N y con el rendimiento total por lo que se estima que este método de diagnóstico puede ser adecuado para determinar el estado nutricional de las plantas de ajo y permitir optimizar el manejo de la fertirrigación.

Rendimientos de 19 t ha⁻¹ de bulbos secos y limpios en ajo Fuego INTA (Colorado), fueron obtenidos con de 300 kg de N ha⁻¹ y una densidad de 40 plantas m⁻² (Figura 5).

Los umbrales de concentración de nitrato en el jugo celular para maximizar los rendimientos y los momentos oportunos de muestreo cada 15 días fueron: 2,0 g NO₃⁻ L⁻¹ (1-set), 2,3 g NO₃⁻ L⁻¹ (15-set), 3,0 g NO₃⁻ L⁻¹(1-oct.) y 2,2 g NO₃⁻ L⁻¹ (15-oct.) (Figura 6).

Se considera, por los resultados obtenidos, que las fechas de muestreo de setiembre pueden ser usadas por este método de diagnóstico rápido, para el control del estado nutricional de ajo colorado con tiempo para corregir deficiencias.

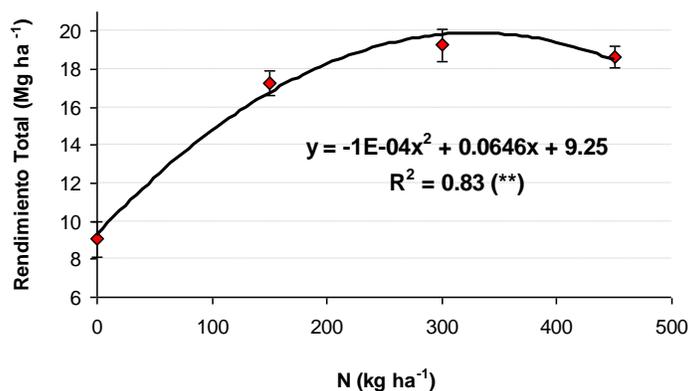
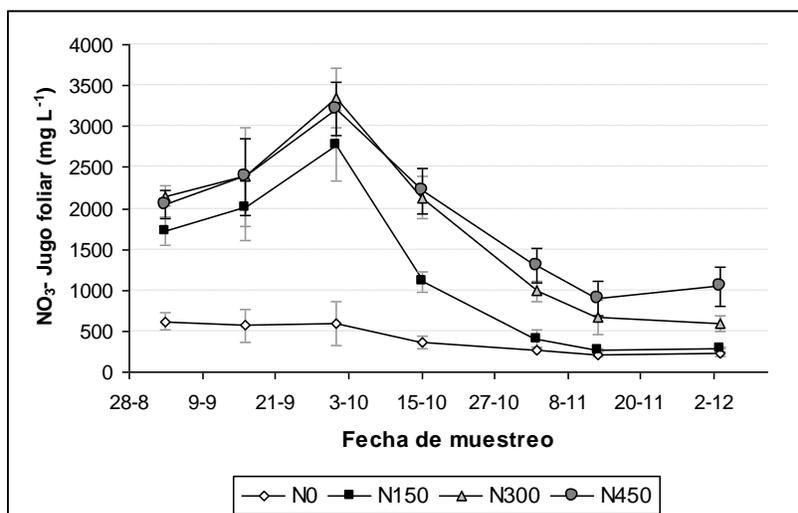


Figura 5 - Efecto de la fertirrigación con N sobre el rendimiento de ajo Fuego INTA en alta densidad.

Figura 6 - Variación de nitrato en hojas de ajo Fuego INTA, según dosis de N: 0, 150, 300 y 450 kg ha⁻¹.

Antes de iniciar un **programa de fertilización** de ajo hay que optimizar una serie de factores de manejo. Uno de ellos, y muy importante es la fecha de plantación. Otro, que tiene gran incidencia sobre el rendimiento, es el nivel de humedad del suelo.

El ajo tiene un sistema radical poco profundo poco denso y carece de pelos radiculares. Son plantas de mucha exigencia de agua y necesitan tener niveles de humedad cercanos a capacidad de campo prácticamente durante todo el ciclo para cubrir sus requerimientos evapotranspiratorios. Si bien son resistentes a la sequía, sus rendimientos se ven disminuidos en condiciones de estrés hídrico.

En cuanto a la salinidad, se encuentra entre los cultivos moderadamente sensibles (umbral de salinidad entre 1,1 a 3 dS/m), por lo que es muy importante el análisis de contenidos de sales del suelo previo a la plantación.

La deficiencia de N en ajo causa una falta de crecimiento y amarillamiento general de las hojas o clorosis, iniciándose en las hojas más viejas.

Para la aplicación de N es necesario conocer el ritmo de extracción del mismo durante el periodo de crecimiento y desarrollo. Como ya se vió, la tasa de absorción de N es muy lenta desde plantación (marzo o abril), hasta preformación de bulbo (mediados de agosto y septiembre) y durante ese período se absorbe sólo el 20 % del N total.

Se establece que el periodo "óptimo" de fertilización nitrogenada en el cultivo de ajo está entre el 15 de julio y fines de agosto en ajo Blanco y, mediados de septiembre en ajo Colorado. Una aplicación temprana de fertilizantes nitrogenados solubles, es decir antes de 15 de julio, podría llevar a pérdidas importantes de ese nutriente por lixiviación fuera de la zona radical.

A partir de septiembre se produce la etapa de crecimiento rápido de la parte aérea, alcanzando entre el 80 % y 90 % de la masa aérea total de la planta, hasta el momento en que inicia la senescencia (Figura 7). Es decir que, si se suministran cantidades adecuadas de N en el periodo de fertilización aconsejado, la planta va a tener disponible este elemento para poder formar una gran superficie foliar que le

permitirá, mediante una actividad fotosintética intensa, la máxima producción de carbohidratos para trasladarlos posteriormente al bulbo.

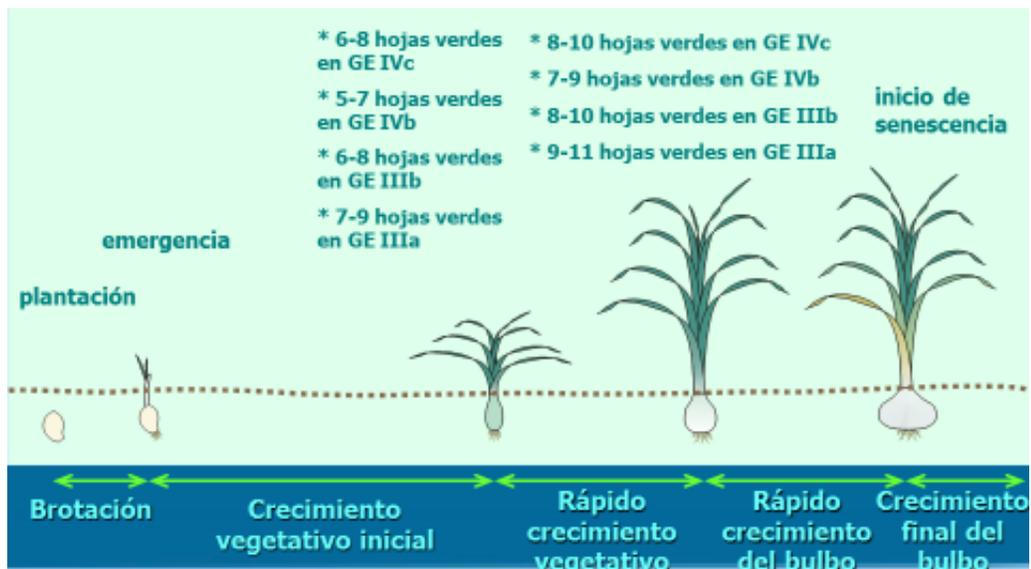


Figura 7 – Escala Ecofisiológica utilizada para la toma de decisiones de manejo

Como norma, si el suelo es de textura más gruesa (franco arenoso, arenoso) sería ventajoso fraccionar la dosis de N en tres aplicaciones o más. El fraccionamiento de N es un recurso válido y necesario para hacer más eficiente su administración. Representa una herramienta estratégica para adaptarse a las demandas del cultivo e implica un aporte para alcanzar un mejor balance rendimiento - calidad sin adicionar riesgos ambientales, objetivos éstos importantes en toda producción agrícola sustentable.

Aplicaciones de N posteriores al inicio de formación del bulbo son inconvenientes ya que, incrementa el riesgo de problemas que conducen a una mayor manifestación del "rebrote" o "ramaleo" (Figura 8), al incentivar el crecimiento vegetativo tardío, con lo que pierden su valor comercial.



Figura 8 – Vista en corte y superior (quitadas las hojas envolventes), de bulbos de ajo Blanco con manifestaciones de "rebrote".

En la Figura 9 se observa la respuesta del ajo Blanco (cv. Nieve INTA), a las dosis de N, para distintas densidades de plantación (20, 30 y 40 plantas m^{-2}), lográndose el máximo rendimiento con 190, 180 y 217 $kg N ha^{-1}$ respectivamente. El ensayo se realizó con riego por goteo y en suelo estaba medianamente provisto de N ($650 mg kg^{-1}$ de N total).

En todas las densidades se constató un efecto detrimental del rendimiento en la dosis de $300 kg ha^{-1}$. Densidades mayores a $40 plantas m^{-2}$ sólo se justifican si el destino de la producción es para industria. El uso de riego por goteo permite obtener excelentes rendimientos para industria con densidades de hasta $100 plantas m^{-2}$.

En ajo Colorado (cv. Fuego INTA), en alta densidad ($410.000 plantas ha^{-1}$) se alcanzó el máximo rendimiento con $300 kg$ de N ha^{-1} aplicado como Sol-UAN. Sin embargo, la dosis óptima económica estaría entre los 150 y los $250 kg$ de N ha^{-1} .

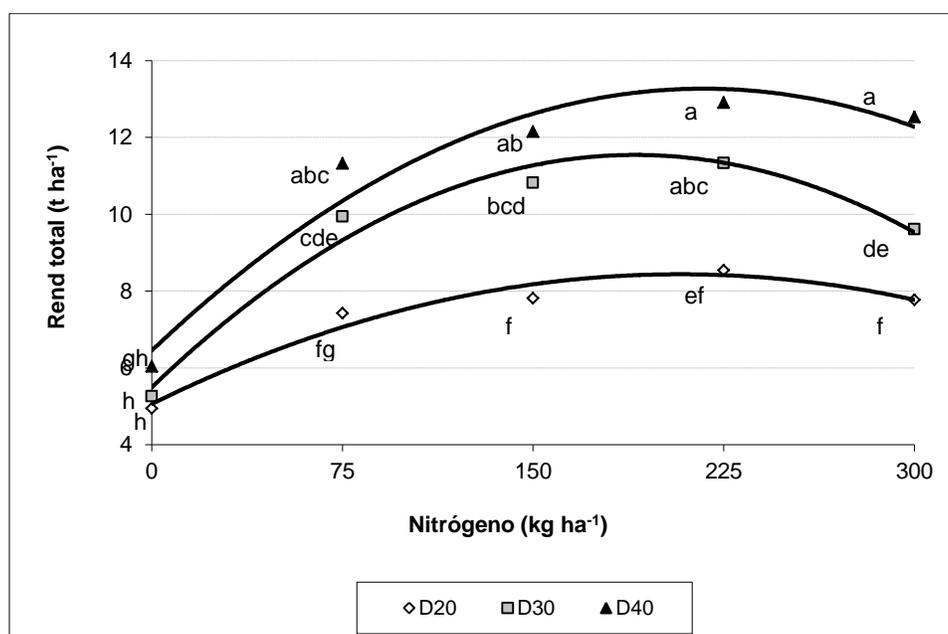


Figura 9 - Rendimiento total (limpio y seco) en $t ha^{-1}$ de ajo Nieve INTA para tres densidades de siembra (D20, D30 y D40: 20, 30 y 40 plantas m^{-2} respectivamente) y cinco tratamientos de N (0, 75, 150, 225 y $300 kg$ de N ha^{-1}). Letras diferentes indican diferencias significativas (Duncan, $P < 0,05$)

La capacidad de respuesta a la fertilización nitrogenada depende en cierto modo del cultivar. En ajo Blanco (Lican INTA, Nieve INTA, Norteño INTA, Perla INTA y Unión), las dosis de N que maximizaron los rendimientos oscilaron entre 75 y $225 kg ha^{-1}$ en un suelo que tenía contenidos de N total de $800 mg kg^{-1}$ (Figura 10).

Para lograr la densidad de $40 plantas m^{-2}$, los dientes de ajo fueron plantados en camas de $0,82 m$ de fondo a fondo de surco, con cuatro hileras de plantas dispuestas en tres bolillos sobre el bordo de $0,50 m$, con la cinta de goteo con orificios a $30 cm$ colocada en el medio del mismo.

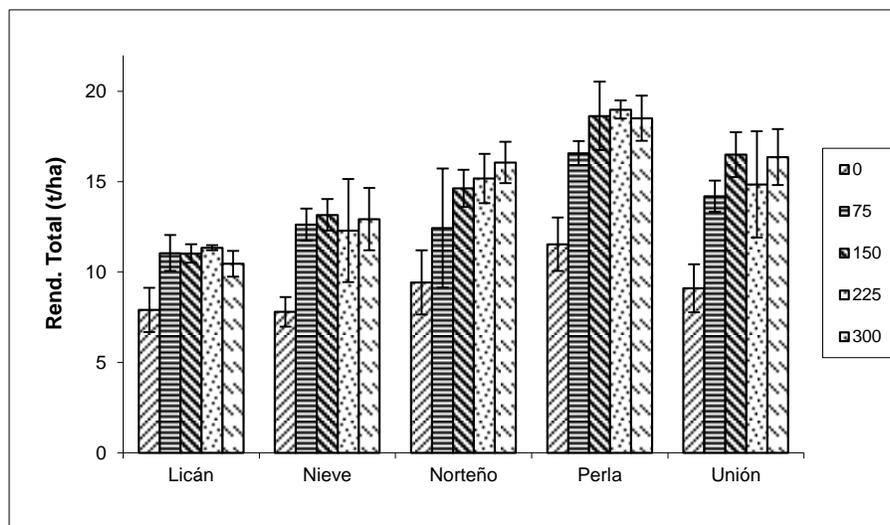


Figura 10 - Respuesta de diferentes cultivares de ajo blanco a la fertilización nitrogenada (0, 75, 150, 225, y 300 kg N ha⁻¹) (Gaviola y Lipinski, 2004)

Respecto a diferentes fuentes nitrogenadas, diversos ensayos locales en los que se evaluó urea, sulfato de amonio, sulfato nitrato de amonio y nitrato de amonio, coinciden en que no hay diferencias significativas, entre las mismas, sobre el rendimiento de ajo.

En riego por surco, la forma más adecuada de aplicación del fertilizante nitrogenado es enterrándolo, próximo a la línea de plantas. Cuando no se dispone de maquinaria adecuada, el fertilizante se puede colocar en el surco inmediatamente después del riego de modo que se disuelva y se incorpore. En estas condiciones, el fertilizante está más expuesto a pérdidas por volatilización sobretodo la urea.

Como vimos en la absorción de P y K, la tasa es baja en el periodo comprendido entre brotación y fines de setiembre, y a partir de esa fecha, y hasta cosecha se absorbe el 93 % del P total a razón de 1,40 mg P día⁻¹ planta⁻¹ y el 81% del K a razón de 6,6 mg K día⁻¹ planta⁻¹.

Existe amplia coincidencia entre las investigaciones realizadas que el ajo es una planta eficiente en cuanto a la absorción de P del suelo ya que en distintos ensayos realizados en la región cuyana, con niveles bajos de ese elemento en el suelo (3,5 mg kg⁻¹ en extracción carbónica 1:10), no obtuvieron respuesta a la aplicación de este elemento. En Chile se encontró respuesta sólo moderada a baja en suelos francamente deficitarios (2 a 4 mg kg⁻¹ P-Olsen).

La información mundial también indica una muy baja frecuencia de respuesta al P. Contrasta con esta información la obtenida en Costa Rica, en la cual se indican efectos positivos hasta dosis de 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Esta situación se explica porque los suelos tropicales derivados de cenizas volcánicas tienen una alta capacidad fijación de P.

En ajo, la deficiencia de P causa reducción del crecimiento y amarillamiento irregular de las hojas más viejas, progresando del ápice en dirección a la base, pudiendo ser confundida con síntomas de deficiencia de N. En estadios más avanzados de deficiencia las hojas pueden desarrollar colores púrpuras.

En general, para ajo, es aconsejable una fertilización fosfatada de restitución con dosis que no sobrepase los 20 kg de P ha⁻¹ en suelos medianamente provistos de

P. La forma de aplicación debe realizarse en bandas en pre plantación y 5 cm por debajo del diente semilla.

Esto permite que el P esté más disponible, en el área de desarrollo radical, en la etapa temprana del cultivo para que pueda ser absorbido en un periodo de tiempo corto. De esta forma se disminuyen las pérdidas relativas de P del fertilizante por fijación o retrogradación por parte del suelo.

El ajo es muy exigente en K, siendo el segundo nutriente más absorbido por la planta. Su deficiencia causa reducción del crecimiento y amarillamiento. De un modo general, en la bibliografía a nivel nacional e internacional y en las condiciones de suelos cuyanos, no hay antecedentes respecto a respuestas del ajo a la aplicación de K a pesar de que ese nutriente se requiere en cantidades apreciables.

A nivel nacional es posible asegurar que actualmente no existen problemas relacionados con K, Ca, Mg y micro elementos. De existir deficiencias de estos nutrientes, serían de baja envergadura frente al N ya que así lo demuestran indirectamente los buenos rendimientos de estos cultivos y la ausencia de síntomas de deficiencia de estos nutrientes.

El Ca se debería descartar a priori como deficitario, ya que este elemento es en general abundante en los suelos y agua de riego de Mendoza. Sin embargo, en otras zonas las aguas son de diferente calidad y podría tener problemas.

En cuanto a microelementos, es bien conocida su baja disponibilidad en suelos de pH alcalinos y/o calcáreos. Ante cualquier evidencia de problemas o síntomas de deficiencia, se recomienda tomar una muestra foliar y comparar el sector afectado con uno sano. Si se opera rápido, es factible la corrección por vía de aspersión foliar.

El ajo es más sensible que la cebolla a la concentración de boro (B) en el agua de riego, y contenidos superiores a 3 mg kg⁻¹ comienzan a provocar disminución de los rendimientos. Algunos autores determinaron una concentración de 4 mg kg⁻¹ como nivel crítico de B en agua, pero el ensayo se realizó en un sustrato de arena lavada y, por lo tanto, se puede suponer que en suelos el nivel crítico puede ser algo inferior. Los contenidos de B en hojas deben ser inferiores a 100 ppm para evitar riesgos de toxicidad en ajo.

Bibliografía

- BENDER, D. A. 1993. Onions. Cap. 12. *In* Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants. Ed. William F. Bennett. pp. 131-135.
- BREWSTER J. L. 1990. Onion and other vegetable alliums. CAB International, UK. 235p
- FRANCOIS, L. E. 1991. Yield and quality responses of garlic and onion to excess boron. *Hort. Science*, 26(5):547-549.
- GAVIOLA, S. 1997. Influencia de la fertilización y el riego sobre aspectos cuali-cuantitativos de la producción de cebolla (*Allium sativum* L.) para la industria. Tesis de Posgrado Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.
- GAVIOLA DE HERAS S., M. F. FILIPPINI, Y V. M. LIPINSKI.1991. Ritmo de crecimiento y absorción de nutrimentos en Ajo (*Allium sativum* L.). Efecto de la fertilización sobre componentes del rendimiento en los tipos blancos y colorados. I y II Curso Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. Pp. 105-112. EEA-INTA La Consulta. Mendoza, Argentina
- GAVIOLA DE HERAS, S., M. F. FILIPPINI, Y V. M. LIPINSKI.1993. Fertilización de ajo colorado y blanco: Efecto sobre la concentración y absorción de N-P y K durante el ciclo de Cultivo. III Curso Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. Pp. 221-234. EEA-INTA La Consulta. Mendoza, Argentina.

- GAVIOLA, S., Y V. M. LIPINSKI. 2002. " Diagnóstico rápido de nitratos en ajo cv, Fuego INTA con riego por goteo". Ciencia Suelo, 20 (1):43-49.
- GAVIOLA, S., Y V. M. LIPINSKI. 2004. "Evaluación de rendimiento y nitratos en ajo cv. Nieve INTA con riego por goteo.". Revista Agricultura Técnica (CHILE). 64 (2):172 - 181.
- GAVIOLA, S., V. M. LIPINSKI, Y L. NIVEYRO. 2004. Influencia de la fertirrigación nitrogenada sobre el rendimiento de cultivares de cebolla para consumo en fresco e industria. Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, 11, Mendoza, Argentina. Grainfenberg, A., L. Giustiniani, y O. Temperini. 1987. Crescita e aspartazione degli elementi nutritivi nel pomodoro da industria. Culture protette 3:51-55.
- HANELT, P. 1990. Taxonomy, evolution and history. *In*: Rabinowitch, H. D. y Brewster, J.L. (eds), *Onion and Allied Crops* Vol.1. CRC Press, Boca Ratón, Florida, pp 1-26.
- IDR, 2011. Fundación Instituto de Desarrollo Rural, Mendoza. Argentina. www.idr.org.ar
- PORTELA, J.A. 2013. Crecimiento y desarrollo de la planta de ajo. En: 100 temas sobre producción de ajo. Burba, J.L. (Ed.). Vol. 3 Bases Fisiológicas e Ingeniería del cultivo de ajo. p. 8-35
- LIPINSKI V. M., Y S. GAVIOLA. 2003. Ajo Nieve INTA. Densidad de plantación y fertirrigación nitrogenada. Revista Facultad Ciencias Agrarias. UNCuyo Tomo XXXV (2):87-93.
- RUIZ, S. R.1985. Ritmo de absorción de nitrógeno y fósforo y respuesta a fertilizaciones de N y P en ajos. Agricultura Técnica (Chile) 45(2):152-158.
- WILCOX, G. E. 1993. Tomato. Cap. 13. *In* Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. Ed. W.F.