

RIEGO Y FERTILIZACION EN EL CULTIVO DEL AJO (*Allium sativum* L.) cv. ROSADO-INIA¹

Irrigation and fertilization in garlic crop (*Allium sativum* L.) cv. Rosado-INIA

Cristián Navarrete G.², Norbert Fritsch F.², y Raúl Ferreyra E.³

SUMMARY

A field trial was performed during the 1984/85 season at La Platina Experiment Station with the aim of determining the response of garlic (*Allium sativum* L.) cv. Rosado-INIA crop to different irrigation treatments and nitrogen fertilization.

The irrigation treatments through line-source sprinkler system, consisted of the application of seven decreasing amount of water beginning with 1,3 times the pan evaporation (U.S.W.B. Class A) until reaching 0, with four replications; water applied every seven days.

The fertility treatments were four doses of nitrogen (0, 80, 160 and 240 kg/ha) placed in strips at right angles to the sprinkler line with four replications. The statistical model used was split-blocks with non randomized irrigation factor.

During the crop development, it was observed that when diminishing the amount of applied water, crop evapotranspiration, dry matter, and bulb diameter, also decrease.

Only the foliar nitrogen percentage tended to increase with less water, but the total absorbed nitrogen did not increase. A low sensibility to the water supply during the growth period of the bulbs was found. The yield coefficient was $K_y = 0.5$.

The effect of the applied water adjusted to a quadratic model on both fertilized treatments, 160 and 240 kg/ha of nitrogen, an exponential model for 80 kg/ha and lineal negative for 0 kg/ha.

Key words: irrigation, irrigation and fertilization, garlic crop (*Allium sativum*), production functions.

INTRODUCCION

El cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) ocupa en Chile una superficie agrícola aproximada a 3.568 hectáreas (ODEPA, 1987), que se concentra principalmente en localidades de la Quinta Región y Area Metropolitana, sector que genera una constante demanda por mano de obra.

Tradicionalmente el cultivo del ajo ha sido una actividad rentable de exportación. Sin embargo, existen deficiencias de manejo agronómico y de orden sanitario,

que pueden afectar seriamente la rentabilidad del cultivo (Pontificia Universidad Católica de Chile, 1989).

Entre las prácticas que tienen mayor incidencia sobre la productividad del ajo, están la fertilización nitrogenada y el riego.

Las primeras etapas de desarrollo del cultivo del ajo ocurren durante el período invernal, en el cual las lluvias pueden satisfacer sus requerimientos hídricos y, ocasionalmente, dependiendo del año pueden ser necesarios algunos riegos (Ferreyra y otros, 1990). En primavera en cambio, el riego frecuente y oportuno es indispensable para que los bulbos en pleno crecimiento, alcancen un tamaño y peso adecuados.

La fertilización nitrogenada por su parte, ha demostrado tener un gran efecto sobre el rendimiento y calidad del ajo (Sotomayor, 1975; Krarup y Trobok, 1975; Aljaro y Escaff, 1976; Escaff y Aljaro, 1982; Ruiz, 1985).

¹Recepción de originales: 18 de abril de 1990.

Parte de la tesis presentada por el autor principal a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

²Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, U. de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

³Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

Sin embargo, no existe en Chile antecedentes que relacionen la fertilización nitrogenada con distintas cantidades de agua aplicada al cultivo.

El agua es uno de los factores que limita con mayor intensidad la producción de los cultivos, por cuanto permite el crecimiento de los tejidos a través de la expansión de estos (Hillel, 1971; Gavande, 1972) y, por otra parte, permite la absorción de los nutrientes en solución necesarias para el desarrollo del cultivo.

El objetivo de este ensayo fue determinar la respuesta del cultivo a cuatro niveles de agua aplicada, fertilizado con cuatro dosis de nitrógeno y la interacción entre ambas variables.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo de campo se realizó durante la temporada 1984/85 en la Estación Experimental La Platina, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). En el cultivar de ajo 'Rosado-INIA se aplicó dosis diferidas de riego y nitrógeno.

El suelo en el cual se realizó el ensayo es de origen aluvial de textura superficial franca, bien drenado. La profundidad efectiva varió entre 45 y 80 cm. Previo a la plantación se hizo un muestreo de suelo para análisis químico, determinándose un bajo contenido de nitrógeno (7 ppm), bajo de fósforo (5 ppm) y medio de potasio (73 ppm).

Los tratamientos consistieron en aplicar semanalmente, desde una línea de riego por aspersión, cargas de agua equivalentes a 6, 42, 83 y 130% (19, 1.430, 2.800 y 4.400 m³/ha) de la evaporación de bandeja de la semana anterior y cuatro niveles de fertilización nitrogenada de 0, 80, 160 y 240 kg/ha de nitrógeno, aplicados en bandas transversales a la línea de aspersores.

El fertilizante nitrogenado (úrea 45% de N) se aplicó al voleo en dos parcialidades, una antes de la plantación y la segunda 70 días después de la plantación. Además, a la plantación (21 de mayo) se aplicó una dosis uniforme de 39 kg/ha de P como superfosfato triple (20% de P). No se aplicó potasio por encontrarse en nivel medio en el suelo.

Las mediciones hechas incluyeron: diámetro de bulbos; materia seca de hojas, bulbos y raíces; contenido de N, P, K de los tejidos a plantas enteras (hojas, bulbos y raíces) al final del ensayo (28 de diciembre); y humedad del suelo, controlada con un aspersor de neutrones, día por medio en invierno y antes y después de cada riego en primavera.

Los tratamientos de riego y fertilización fueron aplicados según la metodología propuesta por Hanks y otros (1976 y 1980), que consiste, básicamente, en una línea de aspersores para aplicar el agua al terreno. Este sistema distribuye el agua de manera que decrece en forma proporcional a la distancia de la línea de aspersores en el sentido transversal a ella y en forma uniforme en el sentido longitudinal. En este caso los niveles de riego no pueden probarse estadísticamente, debido a su disposición sistemática, utilizándose regresiones simples para su análisis. Los tratamientos de nitrógeno fueron colocados aleatoriamente en bandas perpendiculares a la línea de riego; de esta forma y pueden ser estadísticamente probados, así como también su interacción con el riego, a través de un modelo de bloques divididos con el factor riego no aleatorizado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Materia seca de hojas, bulbos y raíces

Los cuatro tratamientos de riego siguieron una tendencia similar a través del período vegetativo, siendo su desarrollo una curva sigmoide simple. Esta tendencia coincide con la indicada por Ruiz (1985).

Durante el período invernal la materia seca aumentó muy lentamente hasta mediados de septiembre. A partir de dicha fecha y hasta mediados de noviembre creció rápidamente. En este último período (donde comenzó el riego), la acumulación de materia seca fue 6 a 7 veces mayor que en el período anterior. Posteriormente, se produjo una disminución de la materia seca como producto de la caída de hojas, y, además, como consecuencia del arranque del escapo floral o pitón, labor que se efectúa en forma tradicional en el cultivo de ajo para facilitar su labor en post-cosecha.

Los tratamientos regados con mayores cargas de agua T₄ (130% EB) y T₃ (83% EB) mostraron la mayor acumulación de materia seca total en todas las fechas de medición, llegando a un máximo de 11,5 y 9,5 ton/ha de materia seca, respectivamente.

En el tratamiento T₁ (6% EB) el cultivo llegó a la máxima acumulación de materia seca (5 ton/ha), 15 días antes que el resto de los tratamientos. La materia seca total lograda por este tratamiento se vio afectada por el escaso suministro hídrico, llegando su fitomasa, aproximadamente, al 50% de la del tratamiento T₄ (130% EB).

Los resultados obtenidos indican que el estrés hídrico que fueron sometidas las plantas de los tratamientos T₁ y T₂ afectó la producción de materia seca debido posiblemente a una disminución de la expansión celular de

los tejidos de las plantas. Este proceso es el que permite que se desarrolle el área foliar necesaria para interceptar la luz y llevar a cabo el proceso de fotosíntesis.

Reducciones en la expansión celular tienen como consecuencia la inmediata disminución en la tasa de crecimiento del área foliar, lo que puede afectar en forma indirecta la tasa de asimilación de CO_2 y la producción de materia seca (Acevedo, Hsiao y Henderson, 1971).

Es importante destacar que el déficit hídrico durante el llenado de bulbo provocó un senescencia prematura del follaje en los tratamientos T_1 y T_2 . Este proceso de muerte anticipada del follaje pudo haber acortado la duración de la producción de carbohidratos que se elaboran en las hojas. Esto habría producido una disminución de la asimilación total de CO_2 , lo cual se tradujo finalmente en una reducción de la materia seca producida por estos tratamientos.

Diámetro de bulbos

En la Figura 1 se aprecia que en todos los tratamientos de engrosamiento de bulbos éste comenzó a partir de los 140 días desde la plantación, lo que coincidió con el comienzo de los tratamientos diferenciados de riego. A contar de esta fecha y hasta los 180 días, se produjo el mayor incremento en el diámetro ecuatorial. Posteriormente, y hasta la cosecha, los bulbos no crecieron mayormente.

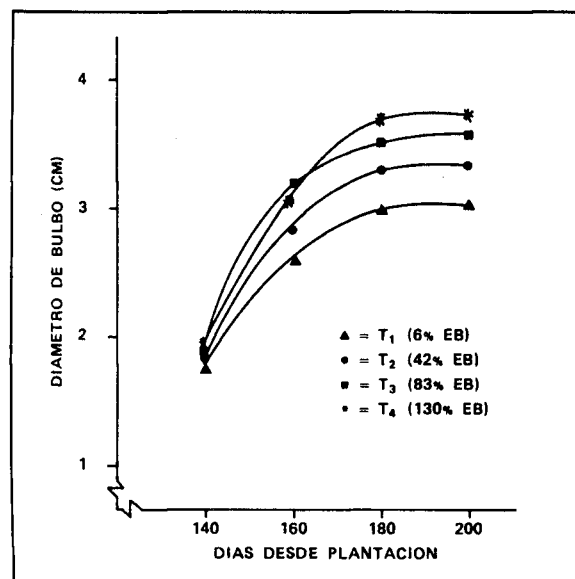


FIGURA 1. Diámetro de bulbos de ajos sometidos a cuatro tratamientos de riego (N₁₆₀ P₃₉).

FIGURE 1. Garlic bulbs diameters submitted to four irrigation treatments (N₁₆₀ P₃₉).

Al igual que en la materia seca acumulada también se aprecia un efecto del riego sobre el crecimiento del diámetro de los bulbos. Con bajas cargas de agua (T_1 y T_2), el diámetro de los bulbos se vió afectado negativamente, llegando ambos tratamientos, en promedio, al 81 y 90%, respectivamente del diámetro de T_4 (130% EB), que, además, fue el tratamiento que obtuvo los mayores valores. Es importante destacar que el reducido tamaño de los bulbos sometidos a un bajo suministro hídrico, especialmente en el tratamiento T_1 (6% EB), podría ser ocasionado por dos procesos simultáneos: el primero, el de expansión celular comentado anteriormente, y el segundo, la resistencia mecánica del suelo que se habría opuesto al crecimiento de los bulbos y que se manifestó por la deformación de ellos.

Relación rendimiento total y evapotranspiración

La relación entre la disminución relativa de los rendimientos en función de la disminución relativa de la evapotranspiración (Figura 2), originó un coeficiente de rendimiento $K_y = 0,5$, que estaría indicando que la disminución del rendimiento se hace proporcionalmente menor al aumentar el déficit de agua durante el período de llenado de bulbos. Esta baja sensibilidad del cultivo al suministro hídrico durante el último 30% del período vegetativo del cultivo, se debió, posiblemente, a que éste se desarrolló hasta el 70% de su período vegetativo, sin restricciones hídricas, lo cual

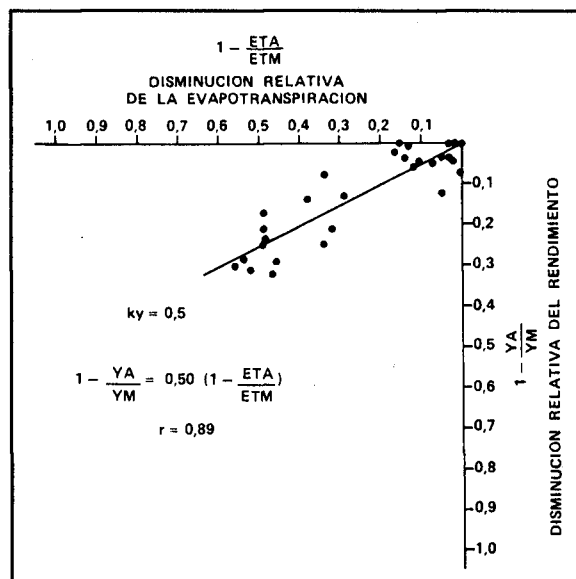


FIGURA 2. Relación entre la disminución relativa de la evapotranspiración y la disminución relativa del rendimiento para el cultivo del ajo sometido a distintos tratamientos de riego (N₁₆₀ P₃₉). YA: rendimiento real medido; YM: rendimiento potencial; ETA: evapotranspiración actual o real; ETM: evapotranspiración máxima.

FIGURE 2. Relative decrease of yields in a function of relative decrease of evapotranspiration of garlic crop submitted to different irrigation treatments (N₁₆₀ P₃₉).

le permitió un adecuado crecimiento foliar y radical. Cabe señalar que durante el período invernal, las lluvias suplieron ampliamente las necesidades hídricas del cultivo, prolongándose hasta fines de septiembre e incluso se produjo una lluvia tardía de 20 mm a fines de octubre. En estas condiciones, los tratamientos regados con bajas cargas de agua fueron utilizando la humedad retenida en el suelo, hasta prácticamente agotarla.

Relación altura de agua aplicada y contenido foliar de nutrientes

El Cuadro 1 muestra que a medida que aumentó la cantidad de agua aplicada al cultivo, el contenido de nitrógeno en las plantas tendió a disminuir. Sin embargo, la extracción total de nitrógeno fue mayor en los tratamientos más húmedos por la mayor fitomasa resultante en ellos. Según Russell y Russell (1964), la absorción del nitrógeno aparece casi independiente del suministro de agua, debido a que mientras el rendimiento aumenta con el incremento en el aporte de agua, el contenido de nitrógeno de ellas disminuye.

Se aprecia además que el cultivo extrajo como máximo 164, 28, y 120 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente.

Eficiencia del fertilizante

En el Cuadro 2 se puede observar un aumento consistente de la extracción de nitrógeno y rendimientos, por efecto de la dosis de fertilizante aplicado.

La eficiencia del fertilizante nitrogenado experimentó una leve caída con las dosis más altas. Esta menor eficiencia a medida que aumentó la dosis de fertilizante, es inherente al hecho de que la respuesta del cultivo es menor cuando se ha alcanzado un nivel alto de este elemento en el suelo.

La eficiencia del fertilizante nitrogenado para el nivel más alto de rendimiento (tratamiento T₃ = 83% EB), y fertilizado con 240 kg/ha de nitrógeno, fue del orden de 30%, la cual es baja para abonos nitrogenados ya que normalmente la eficiencia fluctúa entre un 50 y 60% para este tipo de abonos (FAO, 1984). La extracción de

CUADRO 1. Porcentaje de nitrógeno, fósforo y potasio a fines de temporada, en plantas enteras de ajo sometidas a cuatro regímenes de riego con una fertilización de 240 kg/ha de N y 39 kg/ha de P

TABLE 1. Nitrogen, phosphorus and potassium percentage of whole garlic plants submitted to four irrigation treatments with 240 kg/ha of N and 39 Kg/ha of P fertilization

Tratamiento	Nitrógeno		Fósforo		Potasio	
	\bar{X}	C.V.	\bar{X}	C.V.	\bar{X}	C.V.
T ₁ (6% EB)	1,85	(4%)	0,30	(2%)	1,19	(7%)
T ₂ (42% EB)	1,75	(7%)	0,27	(5%)	1,20	(5%)
T ₃ (83% EB)	1,67	(2%)	0,29	(4%)	1,10	(6%)
T ₄ (130% EB)	1,60	(2%)	0,29	(3%)	1,19	(3%)

C.V. = Coeficiente de variación.

Stone y Tucker (1969) atribuyen este hecho a un fenómeno de dilución del nitrógeno en una mayor producción vegetativa.

Los porcentajes de fósforo y potasio de las plantas, mostraron una tendencia a no ser afectados por los tratamientos de riego, lo que indicaría que estos elementos no fueron limitantes para la producción, ya que estaban en un nivel adecuado en las plantas (Zink, 1963).

En la Figura 3 se aprecia la extracción de nutrientes para los diferentes rendimientos totales obtenidos. Esta relación tuvo un comportamiento lineal. Las menores cargas de agua aplicadas lograron menores rendimientos y, por lo tanto, una menor extracción de nutrientes.

CUADRO 2. Extracción total de nitrógeno y eficiencia del fertilizante en el cultivo del ajo, fertilizado con cuatro dosis de nitrógeno y regado con el tratamiento T₃ (83% EB)

TABLE 2. Total nitrogen removal and fertilization efficiency of the garlic crop, fertilized with four nitrogen doses and irrigated with the T₃ (83% EB) treatments

Tratamientos de N (kg/ha)	Extracción (kg/ha)	Eficiencia ¹ (%)	Rendimiento (ton/ha)
0	77,7	-	7.761 a ²
80	106,2	35,3	12.406 b
160	131,0	33,3	15.103 c
240	150,6	30,1	17.220 d

¹ Eficiencia = 100(kg/ha extraídos - extracción testigo)/kg aplicados

² Prueba de Duncan (P < 0,05).

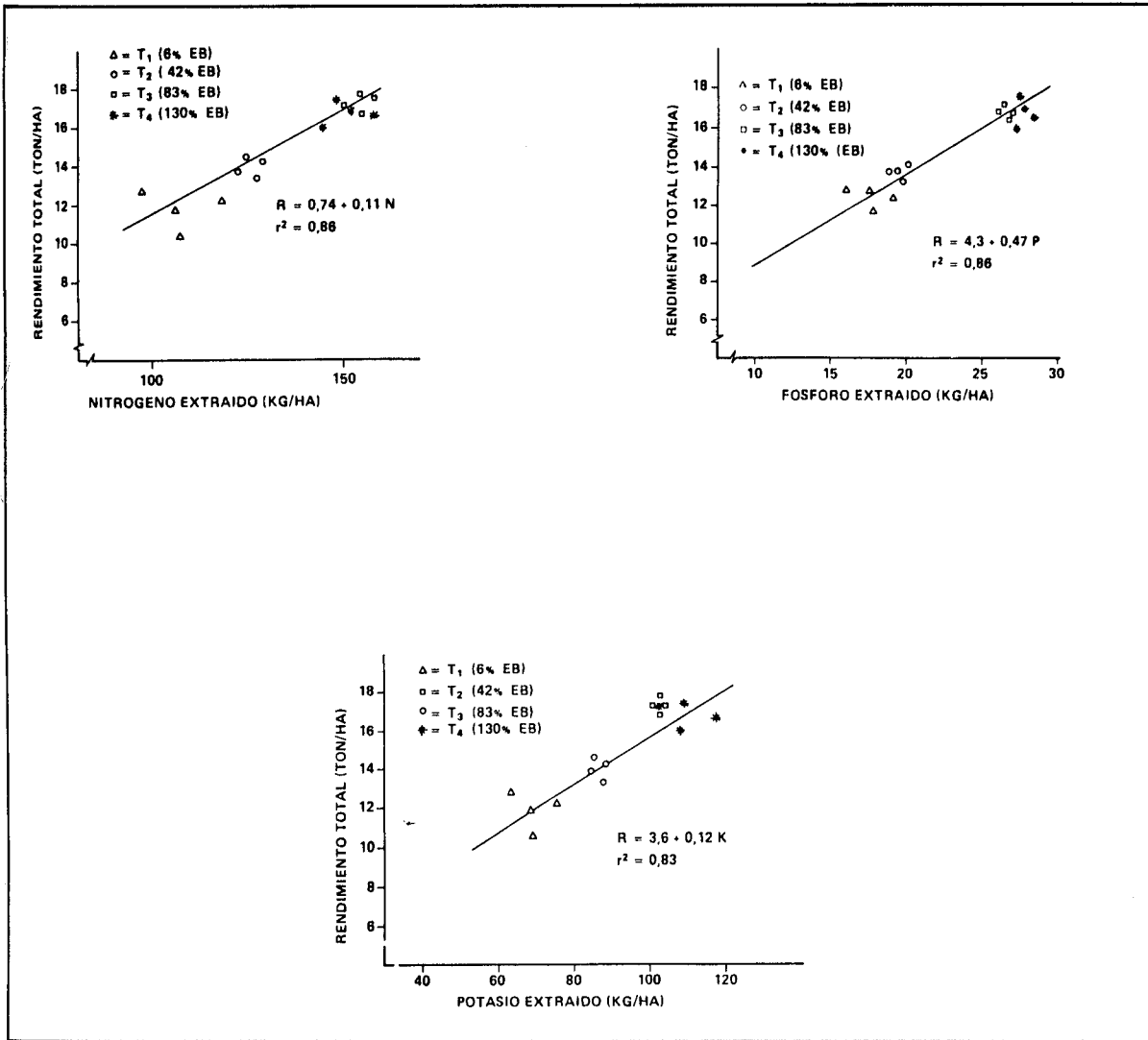


FIGURA 3. Relación entre el rendimiento y el nitrógeno, fósforo y potasio extraído para el cultivo del ajo sometido a cuatro tratamientos de riego (N₂₄₀ P₃₉).

FIGURE 3. Yield in relation of nitrogen, phosphorus and potassium removed by the garlic crop submitted to four irrigation treatments (N₂₄₀ P₃₉).

nitrógeno con este nivel de fertilización concuerda con Ruiz (1985), quien determinó una extracción máxima para el cultivo del ajo de 141 kg/ha de nitrógeno, con una eficiencia de un 46%. Con dosis menores de fertilización la extracción de nitrógeno fue similar a la encontrada por Ruiz (1985), sin embargo, la eficiencia encontrada por este mismo autor fue mayor para las dosis más bajas.

Interacción agua aplicada-nitrogeno

El análisis estadístico mostró una interacción positiva entre el riego y la fertilización nitrogenada ($P \leq 0,05$), lo que estaría indicando que la respuesta a las distintas

dosis de fertilizante es dependiente de la cantidad de agua aplicada al cultivo.

En el Cuadro 3 se observa que al aplicar agua al tratamiento testigo de nitrógeno (N₀), no hubo efecto en los rendimientos, lo que indicaría que a ese nivel de nitrógeno (aporte del suelo) este nutriente es más limitante que el agua. Con dosis mayores de nitrógeno se produce una interacción con el agua, y al comparar T₂ y T₃ se observa que en cada dosis de nitrógeno el rendimiento es más bajo en T₂, lo cual indica que el rendimiento aún está limitado por agua. Cuando no hay limitante de agua los rendimientos y extracción aumentan. La caída en los rendimientos en T₄ (130% EB)

CUADRO 3. Rendimiento total (ton/ha) obtenido con cuatro tasas de riego y fertilizados con cuatro dosis de nitrógeno en el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) cv. Rosado-INIA

TABLE 3. Total yields (ton/ha) of garlic crop with four irrigation treatments and fertilized with four nitrogen doses (*Allium sativum* L.) cv. Rosado-INIA

Dosis de N kg/ha	Niveles de riego			
	6% EB	42% EB	83% EB	130% EB
0	8,7 a ¹	9,0 a	7,8 a	7,7 a
80	9,9 b	10,9 b	12,4 b	12,9 b
160	10,8 bc	12,5 c	15,1 c	13,9 bc
240	11,9 c	14,0 d	17,2 d	14,9 c

¹ Prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

podría deberse a lixiviación del nitrógeno fuera de la zona radical, o bien, a incapacidad de absorber agua, debido a déficit de oxígeno.

Según Gavande (1972), cuando el rendimiento está limitado por agua, no existe efecto de dosis mayores de nitrógeno. De la misma manera, cuando un nutriente es muy deficiente (ley del mínimo), no hay efecto de la agregación de otros cuya limitante es mayor.

En el Cuadro 4 se muestra los rendimientos exportables con las cuatro tasas de riego y las cuatro dosis de nitrógeno aplicadas. Se aprecia que el rendimiento exportable se vió seriamente afectado con bajas cargas de agua ($T_1 = 6\%$ EB) y, con este nivel de riego, tuvo una baja respuesta a las aplicaciones de fertilizante. Por

CUADRO 4. Rendimientos exportables (ajos de 37 a 53 mm de diámetro) con cuatro tasas de riego y fertilizados con cuas de nitrógeno en el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) cv. Rosado-INIA

TABLE 4. Exportable yields (diameter between 37 and 53 mm) of the garlic crop (*Allium sativum* L.) cv. Rosado-INIA obtained with four irrigation treatments and fertilized with four doses nitrogen

Dosis de N kg/ha	Niveles de riego			
	6%EB	42%EB	83%EB	130% EB
Rendimientos (ton/ha)				
0	1,5 a ¹	1,6 a	2,4 a	1,5 a
80	2,0 ab	4,3 b	7,7 b	9,0 b
160	2,5 ab	6,9 c	10,7 c	10,9 c
240	3,2 b	7,9 d	15,2 d	13,2 d

¹ Prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

consiguiente, la variación en rendimiento comercial no varió en más de 1,7 ton/ha entre el testigo y el nivel de máxima fertilización al regar con 6% EB.

Al analizar la respuesta del cultivo al agua, para distintas dosis de fertilizante, se aprecia que el cultivo respondió al suministro hídrico dependiendo de la fertilización agragada. En la Figura 4 se puede apreciar que no hubo respuesta al agua cuando el cultivo no se fertilizó. Incluso se aprecia una disminución en los rendimientos cuando se aplicaron cantidades excesivas de agua (60% más que la evapotranspiración del cultivo). Este efecto se explica porque el nitrógeno al nivel cero, pasa a constituir el factor más limitante y no hay efecto del agua mientras no se agregue nitrógeno (factor más limitante). Por otra parte, con 80 kg/ha de nitrógeno se aprecia una respuesta al agua hasta los 40 cm de agua, obteniéndose un rendimiento máximo de 13 ton/ha. Con las máximas dosis de nitrógeno, 160 y 240 kg/ha de nitrógeno, el cultivo respondió hasta los 30 cm de agua, obteniendo rendimientos totales máximos de 15 y 17 ton/ha, respectivamente.

CONCLUSIONES

El cultivo del ajo presentó una baja sensibilidad al suministro de agua en la etapa de crecimiento de bulbo, obteniéndose un coeficiente de rendimiento Ky igual a 0,5.

El estado hídrico de las plantas se afectó negativamente con las bajas cargas de agua en los riegos, produciéndose menores rendimientos de materia seca total y diámetro de bulbos.

El contenido de nitrógeno foliar de las plantas tendió a disminuir con la tasa de riego más alta (130% EB). Sin embargo, la cantidad total de nutrientes absorbidos, aumentó.

Hubo una interacción entre el riego y el nitrógeno sobre los rendimientos, con una mayor respuesta al fertilizante al incrementar la cantidad de agua aplicada.

La respuesta del cultivo a la cantidad de agua aplicada dependió del nivel de nitrógeno empleado. En N_0 la respuesta fue negativa; N_{80} positiva; N_{160} y N_{240} positivo hasta 30 cm de agua y después negativo.

El mayor rendimiento total y comercial se obtuvo con aplicaciones de agua equivalente a un 83% EB (2.800 m³/ha y fertilizados con 240 kg/ha de nitrógeno.

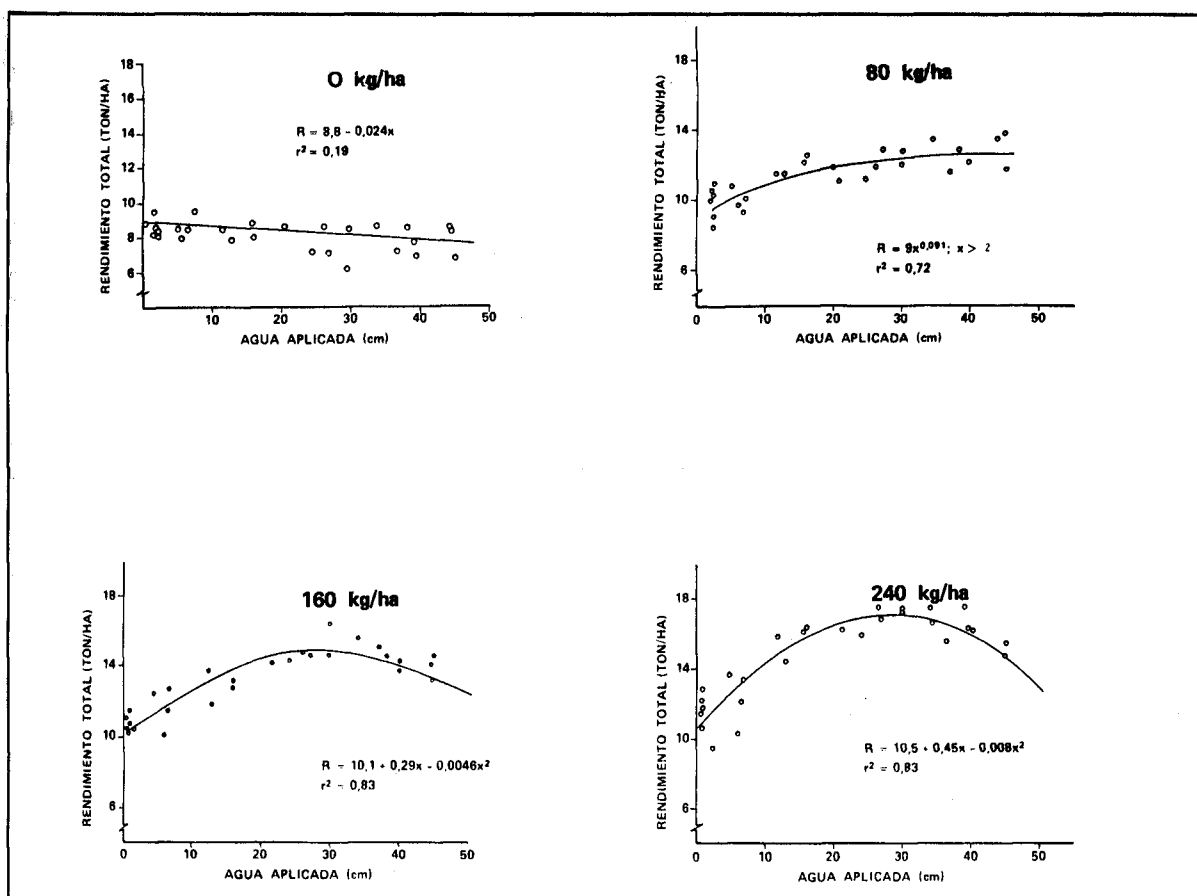


FIGURA 4. Relación rendimiento-agua aplicada en el cultivo del ajo con fertilizaciones de 0, 80, 160 y 240 kg/ha de nitrógeno.

FIGURE 4. Relation between yield and water applied in the garlic crop with 0, 80, 160 and 240 kg/ha of nitrogen fertilization.

RESUMEN

Con el objeto de determinar la respuesta del cultivo del ajo (*Allium sativum* L.), cv. Rosado-INIA, a distintos tratamientos de riego y fertilización nitrogenada, se realizó un ensayo de campo durante la temporada agrícola 1984/85 en la Estación Experimental La Platina, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Los tratamientos de riego consistieron en aplicar semanalmente, mediante riego por aspersión, cuatro cargas decrecientes de agua a partir de 1,3 veces la evaporación de bandeja (EB) "Clase A" hasta 0 (6, 42, 83 y 130% EB), con cuatro repeticiones.

Los tratamientos de fertilidad fueron cuatro dosis de nitrógeno: 0, 80, 160 y 240 kg/ha, dispuestos en bandas en ángulo recto a la línea de aspersores, con cuatro repeticiones. El modelo estadístico utilizado fue de bloques divididos con el factor riego no aleatorizado.

Durante el desarrollo del cultivo se encontró que al disminuir la carga de agua aplicada también lo hizo la

evapotranspiración del cultivo, materia seca y diámetro de bulbo.

Sólo el porcentaje de nitrógeno foliar tendió a aumentar con menores cargas de agua, pero no así las cantidades totales de nitrógeno absorbido por unidad de superficie.

Se encontró una baja sensibilidad al suministro de agua en la etapa de crecimiento de bulbo, obteniéndose un coeficiente de rendimiento $K_y = 0,5$.

La cantidad de agua aplicada tuvo un efecto que se ajustó a un modelo cuadrático en los tratamientos fertilizados con 160 y 240 kg/ha de nitrógeno y a un modelo exponencial para 80, siendo lineal negativo para cero.

Palabras claves: riego, riego y fertilización, ajo (*Allium sativum*), funciones de producción.

LITERATURA CITADA

- ACEVEDO, E, HSHAO, T.C. and HENDERSON, D.W. 1971. Immediate and subsequeute growth responses of maize leaves to changes in water status. *Plant Physiol.* 48: 631-636.
- ALJARO U., AGUSTIN y ESCAFF G., MOISES. 1976. Fertilización nitrogenada y densidad de plantación en el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.). *Agricultura Técnica (Chile)* 36: 63-68.
- ESCAFF G., MOISES y ALJARO U., AGUSTIN. 1982. Dos ensayos sobre el efecto del nitrógeno y fósforo en ajo rosado. *Agricultura Técnica (Chile)* 42: 143-147.
- FERREYRA E., RAUL, FRITSCH F., NORBERT, NAVARRETE G., CRISTIAN y PERALTA A., JOSE. 1990. Programación del riego para el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) *Agricultura Técnica (Chile)* 50: 337-342.
- FAO-FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1984. Fertilizer and plant nutrition guide. FAO. Fertilizer and plant nutrition Bulletin Nº 9. 175 p.
- GAVANDE, S.S. 1972. Física de suelos. Principios y aplicaciones. Limusa. México. 315 p.
- HANKS, R.J., Sisson, D.V., HURTS, R.L. and HUBBARDS, K.G. 1980. Statistical Analisis of results from irrigation experiment using the Line-source Sprinkler System. *Soil Sci. Soc. Am. J. Proc.* 44.
- HANKS, R.J., KELLER, J., RASMUSSEN, V.P. and WILSON, G.O. 1976. Line source sprinkler for continuous variable irrigation crop. *Production Studies Soil Sci. Am. Proc.* 40: 426-429.
- HILLEL, D. 1971. Soil and water. Physical principles and processes. T.T. Koslowsky (ed). Ac. Press New York. p. : 201-224.
- KRARUP H., CRISTIAN y TROBOK V., SERGIO. 1975. Efectos de sistemas de plantación sobre rendimiento calidad del bulbo y aprovechamiento de la fertilización nitrogenada en ajo (*Allium sativum* L.) *Rev. Asoc. Latinoamericana de Fiotecnica* 11(1): 39-43.
- ODEPA-Oficina de Planificación Agrícola, Chile. 1987. Estadísticas Agropecuarias 1975-1987. Santiago. 662 p.
- Pontificia Universidad Católica de Chile. 1989. Rentabilidad de la producción de ajos. *Panorama Económico de la Agricultura* 62: 15-20.
- RUIZ S., RAFAEL. 1985. Ritmo de absorción de nitrógeno y fósforo y respuesta a fertilización N P en ajos. *Agricultura Técnica (Chile)* 45: 153-158.
- RUSSELL, J. S. and RUSSELL, W. 1964. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas. Ed. Aguilar. 3ª ed. Madrid. 771 p.
- SOTOMAYOR R., INES. 1975. Efecto de la fertilización nitrogenada y densidad de plantas en la producción de ajos. *Agricultura Técnica (Chile)* 35: 175-178.
- STONE, J.F. and TUCKER, B.B. 1969. Nitrogen content of grains as influenced by water supplied to the plant. *Agron. J.* 61: 76-78.
- ZINK, F. W. 1963. Rate of growth and nutrient an sorption of Late Garlic Proc. *Amer. Soc. Hort Sci.* 83: 579-584.