

EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE AJO (*Allium sativum* L) BLANCO BAJO DÉFICIT CONTROLADO DE RIEGO

Lipinski V. M.¹ y S. Gaviola²

(1) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria La Consulta, Casilla 8 (5567), Mendoza. E-mail: vlipinski@laconsulta.inta.gov.ar

(2) Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias, Alte. Brown 500 (5505), Chacras de Coria, Mendoza

RESUMEN: El ajo es un cultivo muy susceptible a los factores de manejo en que crece y se desarrolla y entre esos factores se destaca la disponibilidad hídrica. La cantidad de agua requerida por el cultivo de ajo para optimizar aspectos cuali-cuantitativos depende, entre otros, del cultivar, el tipo de suelo, el clima, etc., de allí surge la necesidad de realizar experiencias locales. El propósito principal de la práctica de déficit de irrigación es aumentar la eficiencia del uso del agua de un cultivo disminuyendo aquellas irrigaciones que tienen poco impacto en la producción. El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto de un déficit de irrigación aplicado en diferentes estadios del cultivo sobre el rendimiento, calidad y productividad del agua de diferentes cultivares de ajo blanco. Se establecieron cuatro tratamientos de riego por goteo (R) y los ensayos se realizaron durante ciclos 2006 y 2007 (C_6 y C_7 , Ci). El testigo (R_1) recibió el 100% de la evapotranspiración (Etc) del cultivo. Los déficits de irrigación (50 % de Etc) se aplicaron en tres etapas del cultivo: establecimiento y crecimiento lento (R_2), desarrollo vegetativo rápido (R_3), y bulbificación y maduración (R_4). Los cultivares (Cv) fueron: Licán, Nieve y Unión. El análisis estadístico de los rendimientos de bulbos secos y limpios ($t\ ha^{-1}$) mostró una interacción significativa entre (Cv)*(R) ($p < 0,012$), (Ci)*(R) ($p < 0,029$) y (Ci)*(Cv) ($p < 0,0001$). En cada uno de los tres cultivares, los rendimientos ($t\ ha^{-1}$) con el régimen de riego R_1 fue de 11,0; 16,1 y 17,1 (C_6) y 10,2; 13,3 y 12,4 (C_7) para Licán, Nieve y Unión, respectivamente. Con este régimen de riego el rendimiento del cultivar Unión no se diferenció estadísticamente del cv. Nieve pero ambos se diferenciaron de Licán en ambos ciclos. Se calculó la relación entre el decrecimiento relativo de rendimiento y el déficit relativo de evapotranspiración (ky) en cada tratamiento y para los distintos cultivares, promedio de los ciclos de ensayo. Los mayores ky , que indicaría la etapa más sensible al déficit hídrico, fueron 0,77 (Licán R_2), 0,67 (Nieve R_4) y 0,64 (Unión R_3). Los resultados ponen en evidencia la utilidad de los ky para determinar la etapa del ciclo más sensible a un stress hídrico en cada cultivar.

Palabras claves: cultivares ajo blanco; déficit controlado de riego, rendimiento

Introducción

La Argentina es el segundo exportador mundial de ajo luego de China, quien aporta más del 70 % al mercado internacional. Para aumentar la competitividad, una de las estrategias de Argentina es basar su esquema comercial en ajos con alto nivel de diferenciación, permitiendo el acceso a mercados segmentados muy exigentes. El INTA desarrolló en la década de los 90, cultivares monoclonales que permitieran ampliar la oferta exportable tanto desde el punto de cuantitativo como cualitativo (Burba, 2004). El ajo es un cultivo muy susceptible a los factores de manejo destacándose entre ellos la disponibilidad hídrica. La cantidad de agua requerida por el cultivo de ajo para optimizar aspectos cuali-cuantitativos depende, entre otros, del cultivar, el tipo de suelo, el clima, etc., de allí surge la necesidad de realizar experiencias locales. Lipinski y Gaviola (2006) obtuvieron en riego por goteo en el Valle de Uco, Mendoza, con ajo colorado cv. Fuego INTA el

máximo rendimiento 18,5 t ha⁻¹ con una lámina de 746 mm más 267 mm de precipitación efectiva (PPef). Fabeiro Cortes *et al* (2003) consideran cuatro estados fenológicos: establecimiento, crecimiento vegetativo, bulbificación y maduración y determinaron que un estrés parcial impuesto al Cv. “Morado de Cuenca” en el estadio de maduración afectó principalmente el rendimiento y el déficit aplicado en bulbificación y maduración afectó tanto el rendimiento como la calidad. En el pasado, los requerimientos de irrigación de los cultivos no se consideraban limitaciones, por que el abastecimiento de agua disponible era suficiente. Sin embargo, en las regiones áridas y semiáridas, con el aumento de las demandas de agua municipal e industrial, se están haciendo necesarios cambios importantes en la gerencia de la irrigación y programación, para aumentar la eficacia del uso del agua que se asigna a la agricultura. Una opción para reducir la demanda de agua es aplicar un déficit de irrigación, durante un período particular del crecimiento o a través de la estación entera del crecimiento, sin producir una reducción significativa en producción. Antes de poner en práctica un programa de déficit de irrigación, es necesario saber la respuesta del cultivo al estrés hídrico durante etapas definidas del crecimiento o a través de la estación entera (Kirda y Kanber, 1999). Para asegurar un acertado déficit de irrigación, es necesario considerar la capacidad de la retención del agua del suelo. En suelos arenosos las plantas pueden experimentar rápidamente un déficit de hídrico, mientras que en suelos profundos de textura fina estos déficit se desarrollan en un tiempo bastante más prolongado, y las plantas pueden ser menos afectadas por el estrés parcial desarrollado. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de un déficit de irrigación aplicado en diferentes estadios del cultivo sobre el rendimiento, calidad y productividad del agua de diferentes cultivares de ajo blanco.

Material y Método

El estudio se realizó, durante dos (C_i) ciclos 2006 y 2007 (C₆ y C₇), en el campo experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental La Consulta, situada en el Departamento de San Carlos, Mendoza, Argentina (33° 42' S y 69° 04' W; 940 msnm). El suelo es de origen aluvial, profundo, de textura franco arenosa fina (serie La Consulta) Torrifluente típico cuyos datos analíticos figuran en la Tabla 1. Según el análisis de los suelos, éstos presentaron un mediano contenido de nitrógeno total, alto de fósforo disponible, determinado en extracción carbónica 1:10 y de potasio intercambiable, pH alcalino y un contenido de materia orgánica de 1,27 % en promedio, durante los dos ciclos.

Tabla 1. Características físico-químicas del suelo

Ciclo	pH	CE	VS	Nt	Pd	Ki	MO	C/N
C ₆	7,69	4,69	97	819	6,1	351	1,38	9,8
C ₇	7,9	1,87	90	588	6,8	331	1,16	11,5

Se probaron tres cultivares (Cv) monoclonales de ajo del tipo clonal “blanco” (Lican, Nieve y Unión) obtenidas por el INTA y la Facultad de Ciencias agrarias-UNCuyo (Burba, 1993; Rigoni *et al.*, 1995). Se plantaron el 5 de abril de 2006 (C₆) y el 13 de abril de 2007 (C₇). Las parcelas principales del ensayo fueron de 2,46 m de ancho (3 camas) por 9 m de largo y las subparcelas de 2,46 m por 3,00 m; la unidad de muestreo fue de 0,82 m por 3 m y se dejó una cama a cada lado como bordura. Los ajos fueron plantados en dos hileras de 12 dientes m⁻¹ cada una sobre el camellón (29,27 pl m⁻²). Se utilizó una cinta de riego de goteo Streamline 30 (Netafim), colocada en el medio de la cama de siembra de cada parcela principal, con tres emisores por metro. El caudal de la cinta fue de aproximadamente de 2,7 L·m⁻¹·h⁻¹. Los riegos se calcularon según la evaporación estimada en una bandeja clase A, con un coeficiente de bandeja *kp* = 0,80. Los coeficientes del cultivo (*kc*) correspondieron a los comúnmente empleados en la programación del

riego de la zona y variaron según el estado fenológico del cultivo entre 0,4 a 0,8 (mayo a agosto) y 1,1 a 1,33 (setiembre a diciembre).

Durante el desarrollo del cultivo se aplicó a través del fertirriego 150 kg N·ha⁻¹ como Sol Uan (32% N) en 6 oportunidades desde el 27/7 al 29/9. Previo a la plantación, los dientes semillas se trataron con 183 mL·L⁻¹ de fenamifos (Nemacur, 23 % WP, Bayer S.A, Argentina), 208 mL·L⁻¹ carboxin + tiram (Vitavax Flo 20% + 20%, EW, Crompton Química, Argentina) y 175 mL·L⁻¹ procloraz (Sportak, 45%, EC, Bayer S.A, Argentina). Las malezas se controlaron con linuron, 1 L·ha⁻¹ (Telaron, 48%, SC, Chemiplant, Argentina) y pedimentalin, 4 L·ha⁻¹ (Herbadox, 33%, EC, Basf, Argentina).

Los ajos se cosecharon entre el 21 y el 28 de noviembre, durante los dos ciclos, en función de la maduración de los respectivos cultivares. A los 30 días después de secado a la sombra, se pesaron los bulbos, luego de limpiarlos para eliminar restos de parte aérea y raíces. Los bulbos fueron separados en categorías por tamaño contándose el número y registrándose el peso de cada categoría. También se separaron los ajos deformes, pera, y cebollones.

El cálculo de los grados – días se realizó sumando las temperaturas medias diarias correspondientes a los días transcurridos entre la plantación y la cosecha por encima del cero vegetativo (umbral térmico mínimo) que para el ajo es 0°C (Portela, 2004).

Los tratamientos se distribuyeron conforme con un diseño experimental en bloques completos al azar con parcelas divididas con tres repeticiones. Los tratamientos de riego (R), (R₁, R₂, R₃ y R₄) fueron asignados a la parcela principal y los subtratamientos correspondieron a los tres cultivares. Los programas de riego por goteo se diferenciaron por niveles de déficit de reposición respecto a la demanda hídrica estimada en tres etapas del cultivo de ajo, identificadas sobre la base de una escala fenológica desarrollada para ajos del grupo ecofisiológico III (ARG). Estas etapas son: (E₁) crecimiento vegetativo inicial, (E₂): rápido crecimiento vegetativo y (E₃): rápido crecimiento del bulbo y maduración (Portela y Lucero, 2007). Las fechas consideradas, de cada una de ellas, fueron las siguientes: E₁: 5/04 - 6/09, E₂: 7/09 - 21/10 y E₃: 22/10 -28/11.

El tratamiento R₁ de riego consistió en reponer el 100% del agua consumida por el cultivo durante todo el ciclo y R₂, R₃ y R₄ reponer el 50% en diferentes etapas E₁, E₂ y E₃, respectivamente y el resto del ciclo el 100%. Los resultados obtenidos de rendimiento, índice de cosecha y eficiencia del uso de agua se evaluaron a través de análisis de varianza según un modelo factorial donde los factores fueron cultivares, ciclo y tratamientos de riego. La eficiencia de uso del agua (EUA), (kg·mm⁻¹), se calculó según la ecuación sugerida por Van Cleemput (2000): $EUA = Y / ET$, donde Y: rendimiento de bulbo (kg·ha⁻¹) y ET: evapotranspiración (mm), obtenida del balance de agua. El índice de cosecha (IC), (g·g⁻¹) fue calculado como una proporción de peso seco de bulbos respecto al peso seco total de la planta. Los análisis estadísticos se realizaron con la ayuda del software InfoStat (Infostat. 2002 Grupo InfoStat. Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina). También se evaluó, por medio de una regresión, la relación uso de agua-rendimiento. El valor del factor de respuesta de rendimiento (k_y), de cada cultivar, se obtuvo de la vinculación entre el decrecimiento relativo de producción y el déficit relativo de evapotranspiración mediante el siguiente modelo:

$$k_y = \frac{1 - Y_a / Y_m}{1 - ET_a / ET_m}$$

Donde Y_a y Y_m (kg·ha⁻¹) son los rendimientos cosechados en R₂, R₃ y R₄ (Y_a) y el máximo cosechado en R₁ (Y_m), respectivamente. ET_a y ET_m (mm) son la evapotranspiración actual de R₂, R₃ y R₄ y la máxima de R₁ (Stewart *et al.* 1977).

Resultados y Discusión

Agua aplicada

Las láminas de riego entregadas al cultivo variaron con los tratamientos y los cultivares ya que Lican se cosechó una semana antes que Nieve y Unión. El total de lámina de riego más la precipitación efectiva osciló entre 830 mm (R₁) y 703 mm (R₂) (C₆) y entre 839 mm (R₁) y 677 mm (R₄) (C₇) en el cultivar Lican y entre 893 mm (R₁) y 766 mm (R₂) (C₆) y 880 mm (R₁) y 693 mm (R₄) (C₇) en los cultivares Nieve y Unión (Figura 1). La precipitación efectiva, calculada a partir de la registrada por un coeficiente de 0,75 establecido para la zona fue de 148 mm (C₆) y 133 mm (C₇) lo que pone en evidencia que el desarrollo del cultivo depende esencialmente del riego. Considerando el total de agua recibida, riego mas precipitación efectiva, los tratamientos R₂, R₃ y R₄ recibieron el 85,5%; 86% y 87% (C₆) y el 86%; 89,5% y 80% (C₇), respectivamente del tratamiento R₁.

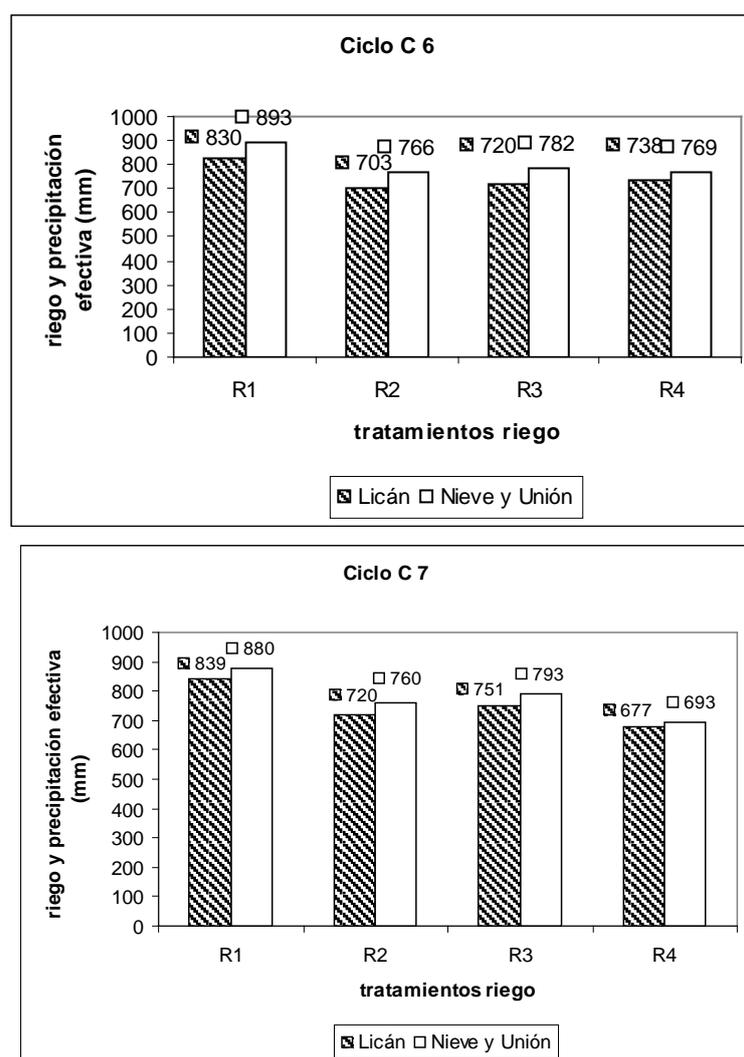


Figura 1. Láminas de riego mas precipitación efectiva incorporadas en cada tratamiento de riego y cultivares de ajo, en los dos ciclos de ensayo (C₆ y C₇).

Rendimiento

El análisis estadístico de los rendimientos de bulbos secos y limpios ($t \cdot ha^{-1}$) mostró una interacción significativa entre $(Cv) \cdot (R)$ ($p < 0,012$), $(Ci) \cdot (R)$ ($p < 0,029$) y $(Ci) \cdot (Cv)$ ($p < 0,0001$). En cada uno de los tres cultivares y como promedio de los dos ciclos, los rendimientos ($t \cdot ha^{-1}$) con el tratamiento

R₁ fue de 11,0; 16,1 y 17,1 (C₆) y 10,2; 13,3 y 12,4 (C₇) para Lican, Nieve y Unión, respectivamente. Con este régimen de riego el rendimiento del cultivar Unión no se diferenció estadísticamente del cv Nieve pero ambos se diferenciaron de Lican en ambos ciclos. Se constata que en ciclo C₇ los rendimientos fueron menores que en C₆, en los cv. Nieve y Unión. Existen evidencias en las que el comportamiento del cultivo, caracterizado a través del tamaño del bulbo, está en función de la cultivar, tipo de ajo y condiciones ambientales del año de cultivo. Las diferencias en los rendimientos, entre ciclos, podrían estar relacionadas con las condiciones térmicas de cada año. La suma térmica (temperatura media ≥ 0 °C) fue de 2802 °C - día en C₆ y de 2160 °C - día en C₇.

La mayor producción promedio de *Lican*, para los dos años, correspondió al tratamiento R₁, con 11,13 t ha⁻¹. La reducción del rendimiento, fue de 2 %, 7 % y 14 % en los tratamientos R₄, R₃ y R₂ respectivamente con respecto a R₁, en promedio de los dos años de ensayo. Las diferencias de rendimiento entre R₁ y R₂ resultaron estadísticamente significativas (P<0,05).

En el cv *Nieve* la mayor producción promedio, para los dos años, correspondió al tratamiento R₁, con 14,26 t ha⁻¹. La reducción del rendimiento, fue de 6,0 %, 6,2 % y 14 % en los tratamientos R₂, R₃ y R₄ respectivamente, con respecto a R₁. Las diferencias de rendimiento entre R₁ y R₄ resultaron estadísticamente significativas (P<0,05). Si hubo diferencias significativas entre los rendimientos globales según el año. El año 2006, los rendimientos promedios, fueron 14,8 t y en 2007 11,7 t.

La mayor producción promedio en el cv. *Unión*, para los dos años, correspondió al tratamiento R₁, con 14,7 t ha⁻¹. La reducción del rendimiento, fue de 6 %, 9 % y 10 % en los tratamientos R₄, R₂ y R₃ respectivamente con respecto a R₁, en promedio de los dos años de ensayo. Las diferencias de rendimiento entre R₁ y R₃ resultaron estadísticamente significativas (P<0,05). Hubo diferencias significativas entre los rendimientos globales según el año. El año 2006, los rendimientos promedios, fueron 15,9 t y en 2007 11,8 t. (Tabla 2.)

Tabla 2. Rendimiento, Índice de Cosecha, y Eficiencia de Uso del Agua
En función del año de cultivo, tratamiento de riego sobre los distintos cultivares de ajo.
Valores medios de tres repeticiones \pm desviación estándar

Año	Tratamiento de Riego	Cultivar	Rendimiento t ha ⁻¹	Índice Cosecha g g ⁻¹	Eficiencia Uso Agua kg ha ⁻¹ mm ⁻¹
2006	R1	Lican	11,45 \pm 1,68	0,79 \pm 0,02	13,25 \pm 2,03
		Nieve	16,17 \pm 0,62	0,81 \pm 0,003	18,11 \pm 0,69
		Unión	17,15 \pm 1,20	0,78 \pm 0,02	19,21 \pm 1,35
	R2	Lican	9,10 \pm 0,65	0,80 \pm 0,01	12,94 \pm 0,92
		Nieve	14,65 \pm 0,32	0,81 \pm 0,01	19,12 \pm 0,42
		Unión	15,25 \pm 0,49	0,79 \pm 0,02	19,90 \pm 0,64
	R3	Lican	10,04 \pm 0,90	0,80 \pm 0,02	13,94 \pm 1,24
		Nieve	14,90 \pm 0,81	0,80 \pm 0,001	19,06 \pm 1,03
		Unión	14,91 \pm 0,77	0,78 \pm 0,01	19,07 \pm 0,98
	R4	Lican	11,42 \pm 1,09	0,79 \pm 0,001	15,47 \pm 1,47
		Nieve	13,74 \pm 0,47	0,82 \pm 0,001	17,86 \pm 0,61
		Unión	16,39 \pm 0,92	0,81 \pm 0,02	21,32 \pm 1,19
2007	R1	Lican	10,80 \pm 0,43	0,70 \pm 0,03	12,15 \pm 0,51
		Nieve	12,35 \pm 0,45	0,74 \pm 0,02	14,04 \pm 0,51
		Unión	12,37 \pm 1,36	0,74 \pm 0,04	14,06 \pm 1,55
	R2	Lican	10,09 \pm 1,26	0,75 \pm 0,11	14,01 \pm 1,76
		Nieve	12,17 \pm 0,17	0,76 \pm 0,01	16,00 \pm 0,22
		Unión	11,66 \pm 0,44	0,76 \pm 0,01	15,33 \pm 0,58
	R3	Lican	10,67 \pm 0,81	0,76 \pm 0,04	14,21 \pm 1,08
		Nieve	11,83 \pm 0,29	0,73 \pm 0,02	14,92 \pm 0,36
		Unión	11,68 \pm 0,44	0,76 \pm 0,01	14,74 \pm 0,56
	R4	Lican	10,46 \pm 0,05	0,70 \pm 0,04	15,43 \pm 0,82
		Nieve	10,81 \pm 0,85	0,73 \pm 0,03	15,59 \pm 1,23
		Unión	11,47 \pm 0,39	0,74 \pm 0,02	16,54 \pm 0,57

Factor de respuesta del rendimiento del cultivo (ky)

La relación entre el decrecimiento relativo de rendimiento y el déficit relativo de evapotranspiración en cada tratamiento y para los distintos cultivares, promedio de los ciclos de ensayo, se presenta en la Figura 2, donde se muestra los valores de ky , promedio de los dos ciclos, obtenidos para cada cultivar de ajo y tratamiento de déficit regulado de riego.

El cv Lican mostró el mayor ky (0,77) cuando el déficit impuesto se produce en la etapa de crecimiento vegetativo inicial (R_2). Esto nos está indicando que ésta etapa es la más sensible al déficit hídrico. La reducción del rendimiento fue del 14 % con un ahorro de agua de 123 mm respecto a R_1 . Este cv se caracteriza por presentar rápido crecimiento vegetativo, especialmente en las etapas de brotación y crecimiento vegetativo inicial, y por tener ciclo de cultivo relativamente corto, con escasa producción de materia seca pero con eficiente partición de la misma al bulbo (Portela y Lucero, 2007)

El cv Nieve tuvo el mayor ky (0,67) cuando el déficit se produce durante el crecimiento rápido y llenado del bulbo (R_4). Este cultivar redujo su rendimiento en el tratamiento R_4 un 14% con un ahorro de agua de 155 mm respecto a R_1 . Es un cultivar cuyo comportamiento estaría determinado por las condiciones térmicas imperantes en cada año, viéndose en general favorecida por escasas variaciones térmicas de temperatura durante la brotación y por condiciones relativamente cálidas durante el crecimiento vegetativo y el "llenado" del bulbo (Portela y Lucero, 2007)

El cv Unión presentó el mayor k_y (0,64) cuando el déficit hídrico se impuso en la etapa de rápido crecimiento vegetativo (R_3), presentándose como la etapa más sensible. La reducción del rendimiento fue de 10% en R_3 con un ahorro de agua de 99 mm respecto a R_1 . Este cultivar se caracteriza por presentar propágulos que aseguran una rápida brotación, así como por la rapidez con que ocupa el espacio aéreo durante la etapa de rápido crecimiento vegetativo, logrando llegar con gran biomasa foliar a cosecha (Portela y Lucero, 2007).

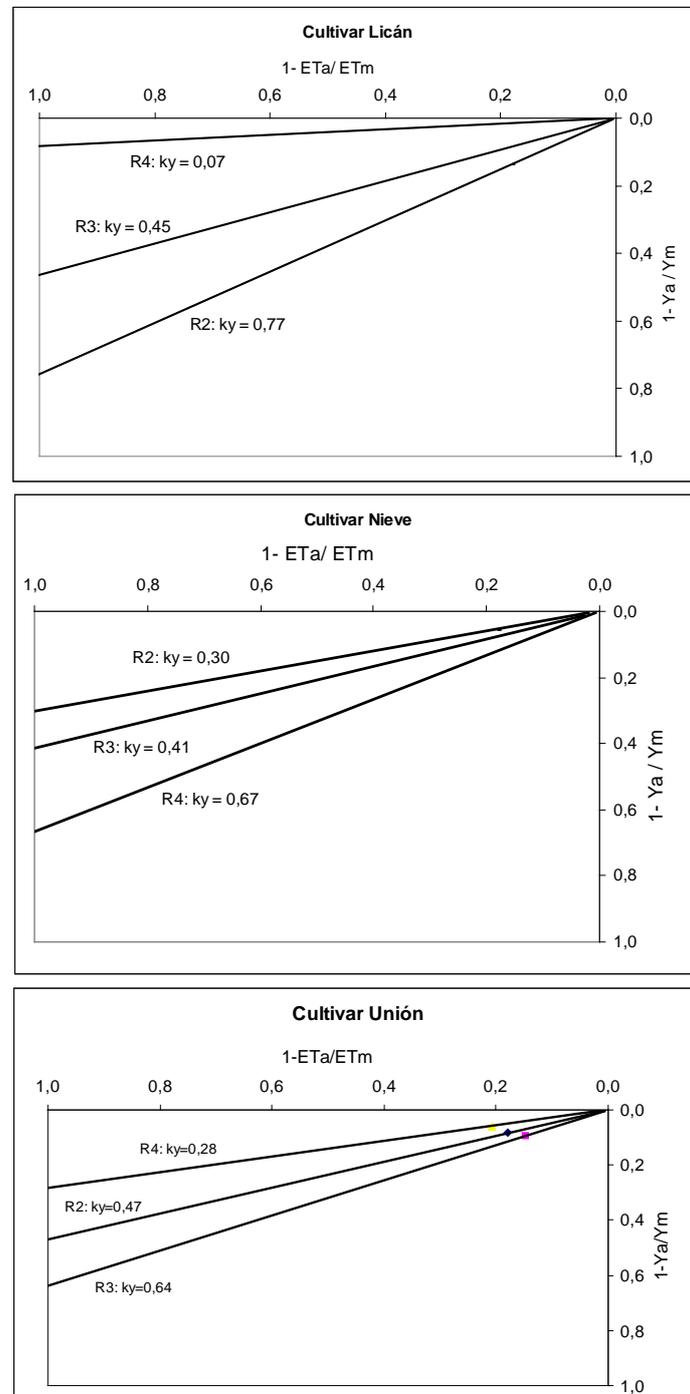


Figura 2. Relación entre el decrecimiento relativo de rendimiento de bulbos de ajo y el déficit relativo de evapotranspiración en cada tratamiento y para los distintos cultivares, promedio de los dos ciclos de ensayo.

Índice de cosecha (IC) (g g^{-1})

El análisis estadístico del índice de cosecha (IC) al momento que se culminó el ensayo, realizado a cada cultivar, mostró que no hubo diferencias significativas ($P>0,05$) entre los tratamientos de riego. Sin embargo, en los tres cultivares el IC global fue mayor durante el ciclo 2006 que en el 2007 (Tabla 3). Puede verse que, en el primer año, los índices estuvieron cerca o por encima de 79%, mientras que en el segundo, escasamente superaron el 74%. Los mayores valores de IC durante 2006 puede estar asociado a que las condiciones ambientales de ese ciclo favorecieron un mayor traslado de fotoasimilados hacia el bulbo.

Tabla 3. Promedios de los Índice de cosecha ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) de cultivares de ajo blanco, en ambos años de estudio

	Índice de cosecha	
	C ₆	C ₇
Lican	0,79	0,75
Nieve	0,81	0,74
Unión	0,79	0,75

Eficiencia de Uso del Agua (EUA) ($\text{kg}\cdot\text{mm}^{-1}$)

El análisis estadístico de la EUA, realizado a cada cultivar y en cada año en estudio, mostró que hubo diferencias significativas ($P<0,05$) entre los tratamientos de riego y años. En los tres cultivares la EUA fue mayor durante el ciclo 2006 que en el 2007 (Tabla 4). En el cv Licán la EUA varió entre $18,9 \text{ kg}\cdot\text{mm}^{-1}$ (R₄) y $16,6 \text{ kg}\cdot\text{mm}^{-1}$ (R₁) diferenciándose estadísticamente. La mayor EUA se obtuvo cuando el estrés hídrico se impuso en la etapa de rápido crecimiento del bulbo y maduración. En el cv Nieve la EUA osciló entre $17,5 \text{ kg}\cdot\text{mm}^{-1}$ (R₂) y $16 \text{ kg}\cdot\text{mm}^{-1}$ (R₁) con diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos. La mayor EUA se logró cuando el estrés hídrico se realizó en la etapa de rápido crecimiento vegetativo. En el cv Unión la EUA fluctuó entre $18,9 \text{ kg}\cdot\text{mm}^{-1}$ (R₄) y $16,6 \text{ kg}\cdot\text{mm}^{-1}$ (R₁) con diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos. La mayor EUA se obtuvo cuando el estrés hídrico se impuso en la etapa de rápido crecimiento del bulbo y maduración. La EUA medios de los tres cultivares en conjunto para los tratamientos de riego fueron, en $\text{kg}\cdot\text{mm}^{-1}$, 18,9 (R₄), 17,6 (R₂), 16,9 (R₃) y 16,6 (R₁). La menor EUA se obtuvo con el tratamiento con mayor suministro de agua (R₁). Barrios Díaz, *et al.* (2005) obtuvieron con diferentes tensiones de humedad del suelo en tres periodos del ciclo, en ajo cv Tacátzcuaro (tipo Taiwán), EUA que oscilaron entre 2,5 y $3,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Dichos autores obtuvieron la menor EUA con el tratamiento que tuvo el mayor suministro de agua. Similar tendencia fue reportada por Patel *et al.* (1996), en riego por goteo para el cultivo de ajo, en el cuál el rendimiento se incrementó 57 % con el tratamiento más húmedo y la EUA decreció de 1,7 a $1,4 \text{ kg m}^{-3}$ (25 %), valores muy próximos a los obtenidos en este ensayo.

Tabla 4. Promedios de la EUA (rendimiento de bulbo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)/ evapotranspiración (mm)) de cultivares de ajo blanco, en ambos años de estudio

	Eficiencia Uso de Agua	
	C ₆	C ₇
Licán	19,87	15,17
Nieve	18,54	15,14
Unión	19,87	15,17

Conclusiones

Los resultados de este trabajo demuestran que los cultivares monoclonales de ajo tuvieron respuestas diferentes en sus rendimientos relativos al estrés establecido en distintas etapas del ciclo. El cv Lican fue más afectado cuando el déficit impuesto se produjo en la etapa de crecimiento vegetativo inicial (R_2). El cv Nieve en cambio, fue más sensible en la etapa de crecimiento rápido y llenado del bulbo (R_4) y el cv Unión disminuyó más su rendimiento cuando el déficit hídrico se impuso en la etapa de crecimiento vegetativo rápido (R_3). El Índice de Cosecha, medio de los tres cultivares, fue mayor durante el ciclo 2006 que en el 2007. La eficiencia de uso del agua fue mayor en Lican y Unión en el tratamiento R_4 , mientras que en Nieve fue mayor con el tratamiento R_2 . Los resultados ponen en evidencia la utilidad de factor de respuesta de rendimiento (k_y), para determinar la etapa del ciclo más sensible a un stress hídrico en cada cultivar.

Bibliografía

- Barrios Díaz, J.M., M.C Larios Garcia., J.Z Castellanos., G. Alcántar González, M.de las N. Rodríguez Mendoza, L. Tijerina Chavez. y W. Cruz Romero. 2005. Rendimiento y calidad de ajo con diferente manejo del riego por goteo. Revista Chapingo Serie Horticultura 11(2): 233-239.
- Burba, J.L. 1993. Obtención de nuevas variedades de ajo. In: III Curso/Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. Mendoza, INTA EEA La Consulta, p.45-48.
- Burba, J.L. 2004. Caracterización y diferenciación de la oferta varietal de ajo exportable. Informe Proyecto INTA 733.
- Fabeiro Cortés, C.; F. Martín de Santa Olalla y R López Urrea .2003. Production of garlic (*Allium sativum* L.) under controlled deficit irrigation in a semi-arid climate. Agricultural Water Management 59: 155-167.
- Kirda, C. & Kanber, R. 1999. Water, no longer a plentiful resource, should be used sparingly in irrigated agriculture. In: C. Kirda, P. Moutonnet, C. Hera & D.R. Nielsen, eds. *Crop yield response to deficit irrigation*, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Lipinski V. M. y Gaviola S. 2006. Evaluación del rendimiento y calidad de cultivares de ajo colorado fertilizados con nitrógeno. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias 38(2): 37-48.
- Patel B.G., V.D. Khanpara , D. D. Malavia y B.B. Kaneira. 1996. Performance of drip and surface methods of irrigation for garlic (*Allium sativum*) under varying nitrogen levels. Indian J. Agron. 41: 174-176.
- Portela, J.A. 2004. Efecto de las condiciones térmicas del ambiente sobre la ontogenia del ajo (*Allium sativum* L.) tipo clonal blanco. Tesis Msc. Universidad Nacional de Cuyo, Fac. de Ciencias Agrarias, Mendoza, Argentina. 114 p.
- Portela , J.A. y Lucero, C. 2007. Caracterización ecofisiológica de cultivares clonales de ajo. En: X Curso/Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. Mendoza, INTA EEA La Consulta, p.57-69.
- Rigoni, C.; Lopez Frasca ,A.; Silvestri,V.& Burba.J.L.1995. Unión un nuevo cultivar monoclonal de ajo tipo “blanco”. In: II Curso/Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. Mendoza, INTA EEA La Consulta, p.39-45.
- Stewart, J.I., Cuenca, R.H., Pruitt, W.O., Hagan, R.M. & Tosso, J. 1977. Determination and utilization of water production functions for principal California Crops. W-67 California Contributing Project Report. Davis, United States of America, University of California.