

## Fertilización nitrogenada en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) bajo riego por goteo en la Costa de Hermosillo

Marco Antonio Huez López<sup>1</sup>

J. López E.

J. Jiménez L.

S. Garza Ortega

F. A. Preciado F.

A. Álvarez A.

P. Valenzuela C.

J. Rodríguez C.

### RESUMEN

A fin de evaluar la respuesta de ajo a varios niveles de fertilización nitrogenada, un experimento de campo fue realizado en el Campo Experimental de la Universidad de Sonora durante la época 2009/2010. Se evaluó el rendimiento y calidad de ajo cv. Tocumbo de acuerdo a la aplicación de cinco dosis de nitrógeno (30, 120, 180, 240 y 300 kg N ha<sup>-1</sup>) en un diseño experimental completamente al azar repetido tres veces e irrigado bajo riego por goteo. El peso y diámetro de bulbo tuvieron significancia pero no el número de dientes. El peso y diámetro de bulbo promediaron 68.5 g y 57.7 mm, mientras que el número y peso de dientes promediaron 14.4 y 4.8 g respectivamente. El rendimiento más alto fue logrado con 180 kg N ha<sup>-1</sup>, 22 t ha<sup>-1</sup>, comparado a 15.8 y 21.8 t ha<sup>-1</sup> obtenidas con 30 y 300 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. La eficiencia en el uso del agua fue de 3.01 kg ajo m<sup>-3</sup> de agua aplicada para ajo fertilizado con 180 kg N ha<sup>-1</sup>.

*Palabras clave:* rendimiento, calidad, eficiencia en el uso del agua.

### ABSTRACT

In order to study the response of garlic to varying levels of nitrogen fertilizer a field experiment was carried out during 2009/2010 at Sonora University field experimental. The yield and quality of garlic cv. Tocumbo was evaluated with five N levels (30, 120, 180, 240 and 300 kg N ha<sup>-1</sup>) arranged in a completely randomized experimental design replicated three times and irrigated under drip irrigation. The bulb weight, and diameter had significance but not the clove number. The bulb weight, and diameter averaged 68.5 g, and 57.7 mm while clove number, and weight averaged 14.4 and 4.8 g respectively. The highest yield was reached with 180 kg N ha<sup>-1</sup>, 22 t ha<sup>-1</sup>, compared to 15.8 and 21.8 t ha<sup>-1</sup> produced with 30 and 300 kg N ha<sup>-1</sup> respectively. The water use efficiency was 3.01 kg garlic

<sup>1</sup> Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería. Hermosillo, Sonora. 83000  
Correo electrónico del autor: mhuez@guayacan.uson.mx

m<sup>3</sup> applied water for garlic fertilized with 180 kg N ha<sup>-1</sup>.

*Key words:* yield, quality, water use efficiency.

## INTRODUCCIÓN

La superficie cultivada con ajos a nivel mundial pasó de 994,751 ha en 1999 a 1, 225,007 ha en el 2008, con una superficie de siembra de 230,256 nuevas hectáreas. Sin embargo, su producción aumentó en 6, 696,758 t, pasando de 9,720,276 t a 16,417,034 t. Estas cifras muestran un aumento de los rendimientos promedio por hectárea a nivel mundial, que en el período pasaron de 9,8 t ha<sup>-1</sup> a 13,4 t ha<sup>-1</sup>. Según la superficie destinada a este cultivo, los principales productores de ajo en 2008 fueron China e India, con 694.040 y 147.000 ha, respectivamente. Argentina presenta la mayor superficie de ajos en América, alcanzando 15.600 ha en el año 2008. Le siguen Brasil, con 10.214 ha; Perú, con 7.974 ha, y Chile, con 1.044 ha (Eguillor, 2010).

La producción comercial de ajo en México se remonta a mediados del siglo XX, en los últimos años se reportan superficies cultivadas superiores a las 7,000 ha, destacando el año de 1997 en donde se logró la superficie record con 9,400 ha sembradas, con un rendimiento promedio que ha oscilado entre 7.0 t ha<sup>-1</sup> en 1993, hasta 8.34 t ha<sup>-1</sup> reportadas en 2001 (Espinoza y col., 2003). Sin embargo, la superficie de siembra ha ido decreciendo, reportándose en el 2008, una producción de 50,015 toneladas en 5,035 ha, con un rendimiento de 9.93 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2009).

El cultivo del ajo es considerado hoy día como una de las hortalizas más rentable a nivel nacional.

Sin embargo, los agricultores enfrentan dificultades para lograr buena calidad y rendimiento al no contar con una completa tecnología de producción que incluya los requerimientos de nutrientes. En este sentido, una buena recomendación de fertilización es clave para lograr producciones rentables. Entre los elementos nutricionales importantes en ajo y otros cultivos se encuentra el nitrógeno, que participa de forma activa en numerosos procesos metabólicos.

Se ha demostrado que la respuesta del ajo a la fertilización nitrogenada ha sido bien documentada en trabajos de investigación realizadas en distintas regiones productoras de ajo de México donde se han obtenido rendimientos que van desde 9.7 t ha<sup>-1</sup> para una densidad de 250, 000 plantas ha<sup>-1</sup> en Guerrero (Pérez, 2005); en Chihuahua, de hasta 15.2 t ha<sup>-1</sup> con aplicaciones de 180 kg N ha<sup>-1</sup> a una densidad de 312,500 plantas ha<sup>-1</sup> (Acosta, 2008); sin embargo, en Guanajuato, Pérez y col. (2003) obtuvieron hasta 12.8 t ha<sup>-1</sup> con 280 kg N ha<sup>-1</sup> para una densidad de 317,000 plantas ha<sup>-1</sup> y para la misma región, Castellanos y col., (2004) obtuvieron rendimientos de 23 t ha<sup>-1</sup> y de 32 t ha<sup>-1</sup> cuando aplicaron 285 y 400 kg N ha<sup>-1</sup> respectivamente para una densidad de 300,000 plantas ha<sup>-1</sup> y Barrios-Díaz y col. (2005) aplicaron una dosis de 464 kg N ha<sup>-1</sup> a una población de 300,000 plantas ha<sup>-1</sup> obteniendo un rendimiento de 29.3 t ha<sup>-1</sup>; en Zacatecas, hasta 25 t ha<sup>-1</sup> cuando se aplican 180 kg N ha<sup>-1</sup> para una densidad de 400,000 plantas ha<sup>-1</sup> (Bravo, 2008 );

En Sonora, el cultivo de ajo es tradicionalmente producido en la parte de la sierra donde es producido en pequeñas parcelas. Según estadísticas de

la SAGARPA, la superficie cosechada de ajo en este Estado fue de 268 ha con una producción de 1917 t dando un rendimiento de 7.15 t ha<sup>-1</sup> (SAGARPA, 2009). Se ha demostrado que las variedades de ajo jaspeado, podrían ser una alternativa atractiva para los productores de Sonora, debido a que presenta varias características sobresalientes y sobre todo las que requiere el mercado de exportación. La variedad Tocumbo, desarrollada en Guanajuato, ya ha sido evaluada en esta región y ha mostrado muy buena adaptación, precocidad y mayor rendimiento y calidad que el ajo morado regional. Bajo condiciones de riego por gravedad, se han logrado rendimientos de 10.0 t ha<sup>-1</sup> en la región de Sahuaripa, Sonora (Valenzuela y col., 2005) y de 10.2 t ha<sup>-1</sup> en la región de Arizpe, Sonora (Valenzuela y col., 2007) contra 4.8 y 6.7 t ha<sup>-1</sup> respectivamente de la variedad de ajo morado regional.

La eficiencia en el uso del agua (EUA) es un aspecto especialmente importante donde las fuentes de agua para riego son limitadas o están disminuyendo y donde el agua de lluvia es un factor limitante. Adicionalmente, los incrementos en los costos de energía han hecho que muchos productores se pregunten como manejar los costos para maximizar la eficiencia de sus recursos hídricos (Stewart, 2001). El termino eficiencia es usado para cuantificar la producción relativa a

partir de un insumo dado. Refiriéndose al uso del agua de riego, la eficiencia puede ser definida de varias maneras, dependiendo de la naturaleza de los insumos y productos a ser considerado (FAO, 1997). Una manera alternativa de caracterizar la eficiencia en el uso del agua por el cultivo es en términos de la parte comercial del cultivo producida por unidad de volumen de agua.

Para maximizar la eficiencia en el uso del agua de riego, es necesario conservar el agua así como promover un máximo crecimiento. El riego por goteo tiene un excelente potencial al incrementar las eficiencias de riego y del uso del agua del cultivo eliminando perdidas por percolación profunda y escurrimiento y minimizando las perdidas por evaporación (Ayars y col., 1999). Con el uso de la tecnología de riego presurizado, en la Costa de Hermosillo se ha incrementado el rendimiento de esta variedad, alcanzando de 23 t ha<sup>-1</sup> (Sabori y col., 2007) hasta 27 t ha<sup>-1</sup> (Huez y col., 2009). Además de incrementar la eficiencia, el riego por goteo tiene otras ven-

tajas sobre el riego por gravedad, que incluye un apropiado manejo de los nutrientes (Evans y Waller, 2007).

La fertilidad del suelo es otro de los componentes que afecta la eficiencia en el uso del agua. Un

*Debido a que el cultivo de ajo puede ser una alternativa de producción para esta región y a que se ha realizado poca investigación sobre la apropiada fertilización de este importante cultivo, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de ajo bajo condiciones de la Costa de Hermosillo y además obtener la eficiencia en el uso del agua.*

completo y balanceado programa de fertilidad ayuda a producir un cultivo con raíces que exploran más volumen de suelo por agua y nutrientes en menor tiempo (Stewart, 2001). Los fertilizantes solubles pueden ser aplicados a través del sistema de riego por goteo para proporcionar una fertilización uniforme del cultivo. La fertigación es usada comúnmente para abastecer nitrógeno ya que es altamente soluble y se mueve fácilmente a través del suelo a las raíces (Marr y Rogers 1993).

Sin embargo, hay pocas investigaciones que reportan el efecto de la fertilización nitrogenada a través de este sistema en la productividad del ajo en nuestra región. Uno de estos trabajos es el realizado en la región de Caborca por Macías y col. (2010) donde aplicaron 180 kg N ha<sup>-1</sup> y obtuvieron rendimientos de hasta 14.7 t ha<sup>-1</sup> para una densidad de 250,000 plantas de ajo ha<sup>-1</sup>.

Debido a que el cultivo de ajo puede ser una alternativa de producción para esta región y a que escasa investigación ha sido realizada sobre la apropiada fertilización de este importante cultivo, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de ajo bajo condiciones de la Costa de Hermosillo y además obtener la eficiencia en el uso del agua.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante el ciclo 2009/2010 en el Campo Experimental de la Universidad de Sonora (29° 00' 47" N, 110° 08' 00" O) bajo condiciones de campo y utilizando un sistema de riego por goteo. Se utilizó una cinta de

riego con tres emisores por metro lineal y gasto unitario de 1.0 L h<sup>-1</sup> por emisor (Aqua-Traxx\_PC 8000, The Toro Company) instalada superficialmente en camas de 0.8 m de ancho por 20 m de largo. La semilla (dientes) fueron colocados a una profundidad de 5.0 cm con a una separación entre dientes de 8.0 cm sembrados a doble hilera separadas a una distancia de 12.5 cm entre ellas. La siembra se llevó a cabo manualmente el 15 de septiembre del 2009 y se utilizaron dientes de ajo de tamaño mediano (3.5 g promedio) de la variedad Tocombo. Se establecieron cinco tratamientos de fertilización nitrogenada usando como fuente fosfonitrato (33% N, 3.0% P): T0 (30 kg N ha<sup>-1</sup>), T1 (120 kg N ha<sup>-1</sup>), T2 (180 kg N ha<sup>-1</sup>), T3 (240 kg N ha<sup>-1</sup>) y T4 (300 kg N ha<sup>-1</sup>). La dosis del testigo (T0) correspondió a la cantidad de N encontrado en el análisis del suelo. Las otras dosis (restándole la dosis del testigo) fueron fraccionadas en cinco aplicaciones (1 de octubre, 19 de noviembre y 21 de diciembre del 2009, 19 de enero y 15 de febrero del 2010). No se presentaron problemas de plagas ni enfermedades, El deshierbe se hizo en forma manual. La cosecha se realizó del 12 al 16 de abril del 2010. La lámina de riego aplicada en todo el ciclo fue de 71 cm. Los tratamientos fueron repetidos tres veces en un diseño experimental completamente al azar. Cada tratamiento consistió de cuatro surcos de 20 m de longitud y cada repetición midió 6.4 m<sup>2</sup> correspondiente a cuatro surcos de 2 m de longitud. La parcela útil consistió del área correspondiente a los dos surcos centrales de cada repetición (3.2 m<sup>2</sup>). Los parámetros evaluados fueron: peso de bulbo (g), diámetro de bulbo (cm) y número de dientes. Con los promedios del peso de bulbo de cada repetición se determinó el rendimiento en t ha<sup>-1</sup> y con estos valores y la

lámina aplicada se determinó la eficiencia en el uso del agua en kg m<sup>-3</sup>. Cada parámetro se sometió a un análisis de varianza (ANOVA) y cuando se presentaron diferencias significativas se utilizó, para hacer la comparación de medias, la prueba de rango múltiple de Duncan con un nivel de probabilidad del 5%. Se utilizó el paquete estadístico SAS para realizar dicho análisis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Rendimiento y calidad.** Aunque el ANOVA muestra un efecto significativo ( $p < 0,0001$ ) sobre el peso y diámetro de bulbo de ajo (Tabla I), el número de dientes fue no significativo ( $p = 0,2545$ ). El peso y diámetro promedio de bulbo del tratamiento sin aplicación de N (solamente con el N contenido en el suelo, 30 kg N ha<sup>-1</sup>) fueron significativamente menores que en las parcelas fertilizadas. Los pesos y diámetros de bulbo de ajo aumentaron con el incremento en la dosis de N. Con dosis de 180 kg N ha<sup>-1</sup> se obtuvo un peso promedio de bulbo de 70.49 g, estadísticamente igual a los 72.44 y 75.16 g obtenidos con 240 y 300 kg N ha<sup>-1</sup> respectivamente. Mohammad y

Zuraiqi (2003) observaron una tendencia similar en ajos fertilizados pero a partir de 120 kg N ha<sup>-1</sup>. Farooqui y col. (2009) también encontraron que con el incremento en la dosis de hasta 120 kg N ha<sup>-1</sup> se incrementó el peso de bulbo.

En cuanto al diámetro de bulbo, y de acuerdo con la clasificación de calibres para Estados Unidos (Burba y Lanzavechia, 2003), el tratamiento con 30 kg N ha<sup>-1</sup> produjo bulbos con diámetros promedio clasificados como jumbo (Calibre 7, 50-55 mm de diámetro) y los tratamientos con mayores dosis de N produjeron ajos clasificados como extra jumbo (Calibre 8, 55.1-60 mm de diámetro). Estas calibres son los preferidos por los consumidores y alcanzan los mejores precios en el mercado de exportación (Castellanos y col., 2004). Por otra parte, aunque el número de dientes no mostró diferencias significativas entre tratamientos. Nuestros datos coinciden con los obtenidos por Macías y col. (2010) quienes produjeron ajos con un promedio de 14 dientes para la variedad Tocumbo. Igualmente, el peso promedio de dientes fue de 4.5 g, el cual es considerado de buen peso para ser seleccionado como semilla.

**Tabla 1.** Productividad del ajo cv. Tocumbo bajo diferentes dosis de nitrógeno

Tratamiento	Peso de bulbo, g	Diámetro bulbo, mm	Número de dientes
T0 ( 30 kg N ha <sup>-1</sup> )	50.50 c1	53.32 c	14.74 a
T1 (120 kg N ha <sup>-1</sup> )	65.22 b	56.66 b	15.55 a
T2 (180 kg N ha <sup>-1</sup> )	70.49 a	58.08 b	14.79 a
T3 (240 kg N ha <sup>-1</sup> )	72.44 a	58.41 ab	13.50 a
T4 (300 kg N ha <sup>-1</sup> )	75.16 a	60.29 a	13.73 a

<sup>1</sup> Promedios seguidos por iguales letras en cada columna no son estadísticamente diferentes entre si de acuerdo con Duncan ( $p = 0,05$ ).

En la Tabla II se presentan los resultados experimentales del efecto de los tratamientos de fertilización con diferentes dosis de N sobre el rendimiento promedio. Su efecto fue altamente significativo ( $p < 0.0001$ ). Se observó un incremento en el rendimiento debido la aplicación del fertilizante nitrogenado. En este estudio, el suelo con un contenido medio de nitrógeno de 30 kg ha<sup>-1</sup> produjo un rendimiento de 15.78 t ha<sup>-1</sup>. Este rendimiento fue significativamente menor que los tratamientos fertilizados, Se presentó una tendencia a un mayor rendimiento con el incremento de la dosis de nitrógeno. La relación entre la dosis de nitrógeno empleada y los rendimientos de cada dosis puede observarse claramente en la Figura I.

El mayor rendimiento fue obtenido con 180 kg N ha<sup>-1</sup> (22.09 t ha<sup>-1</sup>), siguiéndole 21.86 t ha<sup>-1</sup> y 20.88 t ha<sup>-1</sup> obtenidos con 300 y 240 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El rendimiento obtenido con 120 kg N ha<sup>-1</sup> fue de 19.39 t ha<sup>-1</sup>. La respuesta del ajo a la fertilización nitrogenada ha sido demostrada por otros investigadores. Ruiz (1985) obtuvo un rendimiento máximo (10.6 t ha<sup>-1</sup>) con una dosis de 150 kg N ha<sup>-1</sup>. Buwalda (1986) determinó que entre 0 y 240 kg N ha<sup>-1</sup>, la dosis de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N dio la mejor relación entre rendimiento y calidad en el cultivar California Late. Igualmente, García (1998) considera como aportaciones normales de este elemento entre 100-120 kg N ha<sup>-1</sup>. Gaviola y Lipinski, (2005) encontraron que para obtener un rendimiento de 12 t ha<sup>-1</sup>, el cultivo de ajo blanco debe extraer 160 kg ha<sup>-1</sup> N. En otro estudio, ellos obtuvieron rendimientos promedios de 14.4 t ha<sup>-1</sup> cuando, independientemente, incrementaron la dosis de N entre 225 y 300 kg N ha<sup>-1</sup> (Lipinski y Gaviola, 2006). Kilgori y col. (2007) encontraron

que la aplicación de 120 kg N ha<sup>-1</sup> produjeron los más altos rendimientos de ajo.

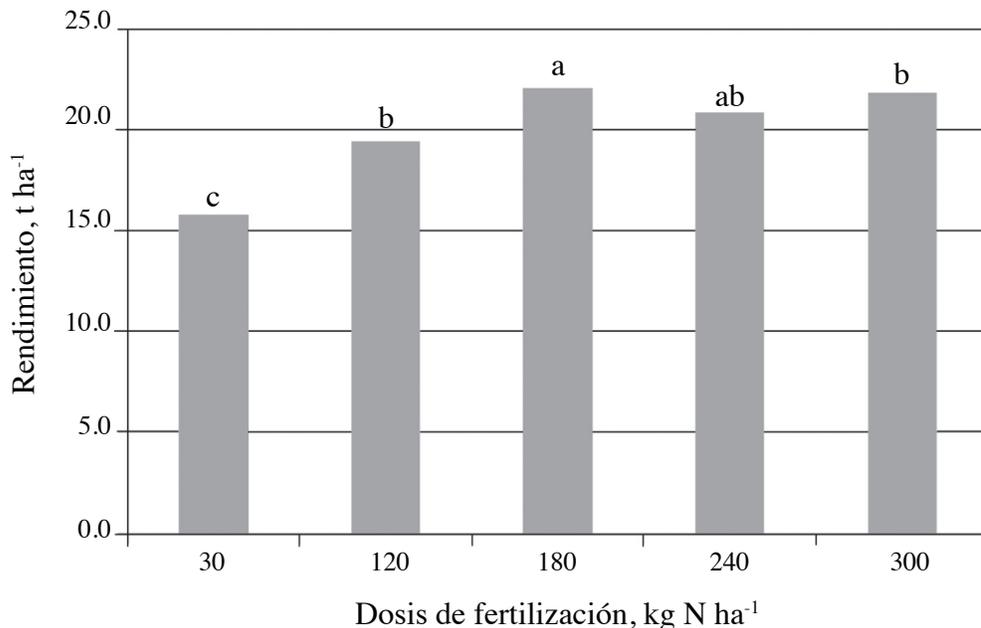
**Tabla 2.** Rendimiento (Rend) y eficiencia en el uso del agua (EUA) en ajo cosechado en la Costa de Hermosillo.

Tratamiento	Rend, t ha <sup>-1</sup>	EUA, kg m <sup>-3</sup>
T0 ( 30 kg N ha <sup>-1</sup> )	15.78 c	2.20 c1
T1 (120 kg N ha <sup>-1</sup> )	19.39 b	2.72 b
T2 (180 kg N ha <sup>-1</sup> )	22.03 a	3.10 a
T3 (240 kg N ha <sup>-1</sup> )	20.88 ab	2.94 ab
T4 (300 kg N ha <sup>-1</sup> )	21.86 a	3.08 a

<sup>1</sup> Promedios seguidos por iguales letras en cada columna no son estadísticamente diferentes entre si de acuerdo con Duncan ( $p = 0.05$ ).

**Eficiencia en el uso del agua.** De acuerdo con el ANOVA, se observa el efecto de los tratamientos a base de dosis de nitrógeno en la eficiencia del uso del agua de riego en el cultivo de ajo producen diferencias altamente significativas ( $P=0.0003$ ), es decir tienen eficiencias en el uso del agua, diferentes. En la Tabla II se presentan las eficiencias en el uso del agua, que de acuerdo con los rendimientos (t ha<sup>-1</sup>) obtenidos y con el volumen de agua aplicada (7100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) se obtuvo una eficiencia en el uso del agua de 2.2 kg de ajo m<sup>-3</sup> para el tratamiento con 30 kg N ha<sup>-1</sup>. La eficiencia se incrementó a 2.96 kg ajo m<sup>-3</sup> en promedio para los tratamientos con mayor dosis de fertilización nitrogenada. Estos valores son similares a los reportados por Bravo (2008) para la región de Zacatecas de 2.80 kg de ajo m<sup>-3</sup> de agua aplicada usando la tecnología del riego por goteo y la fertirrigación y a los 2.95 kg m<sup>-3</sup> de Barrios y col. (2005) para la región de Guanajuato. Por otra parte, Tayel

**Figura 1.** Efecto de diferentes dosis de fertilización con nitrógeno sobre el rendimiento de Ajo cv. Tocumbo.



y col. (2010) obtuvieron una eficiencia de 3.29 kg ajo m<sup>-3</sup> de agua de riego.

### CONCLUSIONES

A pesar de que el rendimiento promedio de ajo presentó diferencias significativas entre los tratamientos, puede ser concluido que una aplicación mayor de 180 kg N ha<sup>-1</sup> implica un costo adicional en la producción de ajo.

La eficiencia en el uso del agua presento una tendencia similar al rendimiento, incrementando por la adición de N hasta una dosis de 180 kg ha<sup>-1</sup>, no mostrando un significativo incremento con las dosis más altas.

La producción obtenida bajo este esquema puede ser utilizada como un banco de semilla debido a la uniformidad en el calibre y numero de dientes obtenidos en cada bulbo de ajo.

### REFERENCIAS

- Acosta, R. G., Lujan, F.M., Parra, Q. R. 2008. Crecimiento y rendimiento de cultivares de ajo en Delicias, Chihuahua, México. *Agric. Tec. Méx.* 34:177-188.
- Ayars, J.E., C.J. Phene, R.B. Hutmacher, K.R. Davis, R.A. Schoneman, S.S. Vail, and R.M. Mead. 1999. "Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory."

- Agricultural Water Management, Vol. 42, pp. 1-27.
- Barrios, D. J., M. C. Larios, J. Z. Castellanos, G. Alcanzar, M. de las N. Mendoza, L. Tijerina y W. Cruz. 2005. Rendimiento y calidad de ajo con diferente manejo de riego por goteo. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 11:23-239.
- Bravo, L. A. 2008. Ajo. Metodología de riego por goteo. Eficiencia y productividad. Disponible en: [www.inifapzac.sagarpa.gob.mx](http://www.inifapzac.sagarpa.gob.mx)
- Burba, J.L., Lanzavechia, S. 2003. Equivalencia internacional para calibres de ajo. Estación Experimental La Consulta. Proyecto ajo/INTA 068. La Consulta, Mendoza, Argentina. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/laconsulta/info/indices/tematica/ajo/DOC%20068%20Equivalencia%20%20Internacional%20para%20calibres%20de%20ajo.pdf>
- Buwalda, J.G. 1986. Nitrogen nutrition of garlic (*Allium sativum*L.) under irrigation components of yield and indices of crop nitrogen status. Scientia Horticulturae 29:69-76.
- Castellanos, J.Z., P. Vargas-Tapia, J.L. Ojodeagua, G. Hoyos, G. Alcantar-Gonzalez, F.S.
- Méndez, E. Alvarez-Sánchez y A.A. Gardea. 2004. Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size, planting density and planting method. HortSci. 39:1272-1277.
- Eguillor, R.P. 2010. El mercado del ajo. Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias-ODEPA. Ministerio de Agricultura. Santiago de Chile.
- Espinosa Pozo M., S. Enríquez Reyes, A. Cervantes MacSwiney, M. González Castro, J. Ramos Nieves, K. Silva Arteaga. 2003. Plan estratégico de investigación y transferencia de tecnología. Cadena agroalimentaria de ajo. Etapa III. Trayectoria y prospectiva del mercado de ajo. Fundación Produce Querétaro. Disponible en: <http://www.cofupro.org.mx/Publicacion/Archivos/penit2.pdf>
- Evans, R. G., and P. M. Waller. 2007. Application of chemical materials. In *Microirrigation for Crop Production*, 285-327. Vol. 13. F. R. Lamm et al., eds. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Farooqui, M.A., I.S. Naruka, S.S. Rathore, P.P. Singh and R.P.S. Shaktawat. 2009. Effect of nitrogen and sulphur levels on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.). As. J. Food Ag-Ind. Special Issue, S18-23. Disponible en: [www.ajofai.info](http://www.ajofai.info)
- FAO. 1997. Small scale irrigation for arid zones: issues and options, por D. Hillel. FAO Development Series, No. 2. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W3094E/W3094E00.htm>
- FAO. 2009. FAOSTAT. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
- García, C.R. 1998. El ajo, cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España.
- Gaviola, S. y V.M. Lipinski. 2005. Ajo y Cebolla. Capítulo 23. Páginas 455-467. En: H.E. Echeverría y F.O. Garcia (eds.). Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Editorial INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Gaviola, S. y V.M. Lipinski. 2008. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y el color de cultivares de ajo (*Allium sativum*) colorado. Cien. Inv. Agr. 35(1): 67-75.
- Huez, L. M.A., F.A. Preciado, J. López E., A. Álvarez, J. Jiménez, P. Valenzuela. 2009. Productividad del ajo (*Allium sativum* L.) bajo riego por goteo en la Costa de Hermosillo, México. Biotecnia XI:3-12.
- Kilgori, M.J., M.D: Magaji. A.I. Yakubu. 2007. Productivity of two garlic (*Allium sativum* L.)

- cultivars as affected by different levels of nitrogen and phosphorus fertilizers in Sokoto, Nigeria. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 2:158-162.
- Lipinski, V.M. y S. Gaviola, 2006. Evaluación del rendimiento y calidad de cultivares de ajo colorado fertirrigados con nitrógeno. *Rev. FCA UNCuyo*. Tomo XXXVIII. N° 2: 37-48.
- Macías D. R., R. Grijalva C., F. Robles C. 2010. Productividad y calidad de variedades de ajo (*Allium sativum* L.) bajo condiciones desérticas en Caborca, Sonora. *Biotechnia*. XII (1):44-54.
- Marr, Ch., D. Rogers. 1993. Commercial vegetable production. Drip irrigation for vegetables. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Extension Service. Disponible en: <http://www.oznet.ksu.edu>
- Mohammad M.J. y S. Zuraiqi. (2003). Enhancement of Yield and Nitrogen and Water Use Efficiencies by Nitrogen Drip- Fertigation of Garlic. *J. Plant Nutr.* 26:1749-1766,
- Pérez Moreno, L., E. P. Alberto, S. Ayvar S. y E. Cevallos Ruiz. 2005. Adaptación de cultivares de ajo Morado y blanco (*Allium sativum* L.) en Acatlán, Guerrero, México. *Acta Universitaria*. 15: 55-65.
- Pérez Moreno, L., P.M. García R., R. Ramírez M., J.L. Barrera G. 2003. Evaluación de cultivares de ajo morado y blanco por su rendimiento económico e industrial en Irapuato, Guanajuato. *Acta universitaria*. 13(3):57-65.
- Ruiz, S. R. 1985. Ritmo de absorción de nitrógeno y fosforo y respuesta a fertilización NP en ajos. *Agric. Tec. Chile*. 45:153-158.
- Sabori, P. R., G.A. Fierros, P. Valenzuela, L. A. Maldonado, M. Chávez. 2007. Evaluación de la productividad y calidad de variedades de ajo en riego por goteo. *Memorias: 2<sup>do</sup> Seminario-Demostración "Tecnología en la producción de ajo en la sierra de Sonora"* INIFAP-Universidad de Sonora. Arizpe, Sonora. México.
- SAGARPA. 2009. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable del Estado de Sonora. Concentrado Estatal (Desglose). Ciclo agrícola 2008/2009. Disponible en: <http://www.oeidrus-sonora.gob.mx/>
- Stewart W.M. 2001. Balanced fertilization increases water use efficiency. *News & Views*. A regional newsletter published by the Potash & Phosphate Institute (PPI) and the Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC). Disponible en: [http://www.ipni.net/ppiweb/ppinews.nsf/\\$webcontents/736A94E12DC4646D85256A0300522826/\\$file/Water+Use+Efficiency.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ppinews.nsf/$webcontents/736A94E12DC4646D85256A0300522826/$file/Water+Use+Efficiency.pdf)
- Tayel, M.Y., S.M. Shaaban, I. Ebtisam El-Dardiry, Kh. Sabreen 2010. Effect of injector types, irrigation and nitrogen levels on II- Garlic yield, water and nitrogen use efficiency. *J. Amer. Sci.* 6:38-46.
- Valenzuela C, P., J.M. Loaiza V., E. Valenzuela C., H. Núñez M., A. Álvarez A. 2005. El ajo jaspeado, una alternativa para los productores de la sierra de Sonora. *Revista Reconversión*. 6:24.
- Valenzuela C, P., J.M. Loaiza V., E. Valenzuela C., H. Núñez M., 1A. Álvarez A., J. López E. 2007. Comportamiento de genotipos de ajo en la región de Arizpe, Sonora. *Memorias: 2<sup>do</sup> Seminario-Demostración "Tecnología en la producción de ajo en la sierra de Sonora"* INIFAP-Universidad de Sonora. Arizpe, Sonora. México.