

ORIENTACIÓN DE SEMILLA, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE AJO (*Allium sativum* L.) EN DOS VARIEDADES PARA ZACATECAS

Orientation of seed, yield and quality of garlic (*Allium sativum* L.) in two varieties for Zacatecas

Manuel Reveles Hernández¹; José Ángel Cid Ríos¹; Rodolfo Velásquez Valle¹; Luis Roberto Reveles Torres¹

¹Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zacatecas, México. C. P. 98500.

Tel 478 98 5 01 98. e-mail: mrevels@zacatecas.inifap.gob.mx

RESUMEN

El ajo es un cultivo económicamente importante en Zacatecas, México donde alrededor de 2000 hectáreas son plantadas anualmente. El rendimiento del ajo es afectado por la posición y orientación del diente al momento de plantación aún cuando se utilice la plantación mecanizada, consecuentemente, el propósito de este trabajo fue evaluar el rendimiento y calidad de dos variedades de ajo cuando sus dientes fueron plantados en tres diferentes orientaciones (horizontal, vertical e invertido). No hubo diferencias en rendimiento al colocar los dientes con una orientación vertical (19239 kg ha⁻¹) u horizontal (16542 kg/ha), sin embargo, cuando los dientes se colocaron invertidos, el rendimiento fue negativamente afectado (11359 kg/ha). Una tendencia similar fue encontrada para el número de bulbos cosechados; no hubo diferencias entre la orientación vertical (349, 415 bulbos ha⁻¹) y horizontal (324, 561 bulbos ha⁻¹); el número de bulbos cosechados se redujo cuando los bulbos fueron colocados en forma invertida (239, 766 bulbos/ha) Una tendencia general a disminuir el rendimiento y calidad fue encontrada cuando los dientes fueron plantados en una manera diferente a la posición vertical.

Palabras clave: colocación, siembra, genotipos, posición, productividad.

ABSTRACT

Garlic is a high cash crop in the state of Zacatecas, Mexico where around 2000 hectares are planted on annual basis. Yield of garlic is affected for the position and orientation of the clove at the moment of planting even when mechanized planting is utilized, consequently, the goal of this work was to evaluate the yield and quality of two garlic varieties when their cloves were planted at three different orientations (horizontal, vertical

and inverted). There was not yield difference by setting up the cloves with vertical (19239 kg/ha) or horizontal (16542 Kg/ha) orientation, however when the cloves were set up in an inverted way, the yield was negatively affected (11359 kg/ha). A similar trend was found for number of harvested bulbs; there was not differences between the vertical (349, 415 bulbs/ha) and horizontal (324, 561 bulbs/ha) cloves orientation but the number of harvested bulbs was reduced when the cloves were planted in an inverted way (239, 766 bulbs/ha). A general trend to diminish the yield and quality was found when the cloves are planted in a different way from the vertical position.

Key words: Set up, planting, genotypes, position, productivity.

INTRODUCCIÓN

Originaria de Asia central cuyo uso se ha dado debido a su sabor característico, el ajo (*Allium sativum* L.) es una especie que ha sido usada para dar sabor a innumerables platillos alrededor del mundo, además se le atribuyen cualidades terapéuticas en la prevención y cura de enfermedades en humanos, animales y plantas (Boriss, 2006; Eagling y Sterling, 2000; Lucier y Biing-Hwan, 2000; Roy y Lundy, 2005).

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), durante el año 2011 se cultivaron 1'422,335 hectáreas de ajo en el mundo con una producción de 23'710,768 toneladas (FAO, 2014), de las cuales 5, 675 hectáreas se siembran en la República Mexicana con una producción de 58,065 toneladas para el mismo año.

En México, los estados que mayor volumen aportan a la producción nacional de ajo son Zacatecas, Guanajuato, Sonora, Baja California, Puebla y Aguascalientes, ya que para el año

2012 produjeron cerca del 88% del ajo del país, en una superficie cercana al 84% de la establecida en el país. Zacatecas es el estado que mayor producción reporta de ajo en la república Mexicana, con una superficie sembrada de esta hortaliza que ha llegado a superar las 2,000 hectáreas por ciclo, y aportando más del 45% de la producción nacional (SIACON-SAGARPA, 2012).

Durante el establecimiento del cultivo de ajo es importante considerar factores relacionados con la semilla tales como, la calidad sanitaria, el tamaño y peso y la posición en que es colocada la misma al momento de la siembra (Burba, 2003).

La forma de colocar la semilla al momento de la siembra es un factor que ha demostrado tener impacto importante sobre el rendimiento del cultivo de ajo y la calidad del producto obtenido (Reveles, 2007).

El uso de maquinaria especializada para el establecimiento de cultivos es una práctica común en diversos cultivos, sin embargo, el bulbillo o diente de ajo usado como semilla está considerada como una de las más difíciles para lograr la mecanización de la práctica debido a la variación existente en el tamaño y forma de los dientes, así como la existencia de la túnica protectora y la resina que posee (Calderón-Reyes *et al.*, 2003). Estas circunstancias han constituido un problema para la mecanización de la siembra de ajo dado que la realización manual de la práctica implica un costo elevado y disminución de la rentabilidad del cultivo (Bakhtiari y Loghavi, 2009; Chi y Hui, 2013).

Cuando se realiza la siembra de manera mecanizada es común que el bulbillo semilla sea depositado de manera aleatoria en la línea de siembra de tal manera que ocupa diferentes posiciones y orientaciones que afectan la germinación y crecimiento del cultivo, afectando el potencial de rendimiento (Parrinello *et al.*, 2002; Castellanos *et al.*, 2004).

El objetivo del presente trabajo fue de evaluar el rendimiento y calidad de dos variedades de ajo colocado en tres orientaciones de la semilla al momento de la siembra en Zacatecas.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Campo Experimental Zacatecas, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el municipio de Calera, Zacatecas, localizado a los 22° 54' 10" de latitud norte y 102° 39' 29" de longitud oeste y 2198 metros sobre el nivel del mar.

La siembra se realizó el día 20 de octubre de 2006 usando dos variedades de ajo mejoradas Calerense y Barretero establecidas en camas de siembra de 1.52 m de ancho con seis hileras de plantas por cama y regadas con tres cintilla de riego por goteo, colocando una cintilla para cada dos hileras de plantas.

La siembra se realizó de manera manual colocando la semilla en tres posiciones, horizontal, invertida con el ápice del bulbillo o diente hacia abajo y vertical colocando el ápice del bulbillo hacia arriba. Estableciendo en campo un experimento factorial en bloques al azar con tres repeticiones en donde el factor A lo constituyeron las variedades, mientras que el factor B fueron las orientaciones de siembra del bulbillo al momento de la siembra. La parcela experimental constó de una cama de 1.52 m de ancho por 1.50 m de largo.

La semilla utilizada provenía de bulbos de calibre 8 en las dos variedades evaluadas las cuales se desgranaron y se seleccionaron para siembra solo los bulbillos o dientes cuyo diámetro ecuatorial fue superior a 8 mm.

La dosis de fertilización aplicada fue de 250-80-265-100 expresada en kilogramos por hectárea de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio respectivamente, aplicando la fórmula 80-80-80-80 antes de la siembra y el resto a través del sistema de riego durante el ciclo de cultivo.

Al momento de la cosecha se recolectaron y limpiaron los bulbos, se clasificaron de acuerdo con la norma NMX-FF-018-SCFI-2006 (CONAJO, 2006, citado por Reveles-Hernández *et al.*, 2009) registrando el número de bulbos por clase (diámetro ecuatorial) y su respectivo peso, se registró el número total de bulbos cosechados por unidad experimental.

Con la suma de los pesos de bulbo se realizó el cálculo del rendimiento por hectárea, para calcular el rendimiento de ajo de calibres comerciales se sumaron los pesos de los bulbos cuyo calibre fue igual o superior al 7 (≥ 50 mm de diámetro ecuatorial), con la suma de los pesos de los bulbos se calculó el peso promedio de los bulbos cosechados para cada unidad experimental, de la suma de los bulbos cosechados por unidad experimental se obtuvo el número de bulbos cosechados por hectárea en cada tratamiento.

Los datos obtenidos se tabularon y se capturaron con el auxilio del programa Excel y se realizó el análisis de varianza con el uso del paquete SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para el rendimiento expresa que existen diferencias estadísticamente significativas ($P=0.020$) entre las dos variedades evaluadas, y altamente significativas ($P=0.000$) entre la posición de la semilla al momento de la siembra, sin embargo no reporta diferencias de la interacción entre ambos factores ($P=0.401$). De acuerdo con la comparación de medias por el método de Tukey con $\alpha=0.05$, la variedad Barretero mostro un rendimiento más alto que la variedad Calerense (Cuadro 2), superando en productividad a la variedad Calerense en un 20%.¹

Cuadro 1. Comparación de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) para el rendimiento (kg ha^{-1}) en las dos variedades evaluadas.

Variedad	Media
Barretero	17192a
Calerense	14234 b
Tukey	2387

Nota: medias con la misma letra son estadísticamente iguales, medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

La comparación de medias por el método de Tukey con $\alpha=0.05$, muestra que la orientación vertical y horizontal tienen un rendimiento estadísticamente igual, aun cuando la media de la orientación vertical supera a la horizontal (Cuadro 2), pero son estadísticamente superiores a la obtenida por la orientación invertida de la semilla. La disminución de rendimiento cuando

se colocó la semilla de manera horizontal fue de $2,697 \text{ kg ha}^{-1}$, lo cual representa un 14% de disminución del rendimiento; la disminución del rendimiento de la colocación de la semilla de manera invertida con relación a la vertical fue de $7,880 \text{ kg ha}^{-1}$, lo cual significa una merma de 41% de la productividad por efecto de colocar la semilla con esta posición.

Cuadro 2. Comparación de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) para el rendimiento (kg ha^{-1}) en las tres posiciones de la semilla evaluadas.

Orientación de la semilla	Media
Vertical	19239 a
Horizontal	16542 a
Invertida	11359 b
Tukey	3600

Nota: medias con la misma letra son estadísticamente iguales, medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

El análisis de varianza para el rendimiento comercial, bulbos con diámetro ecuatorial igual o superior que 50 mm, no mostró diferencias significativas entre el rendimiento de las variedades evaluadas ($P=0.109$) aun cuando la variedad Barretero produjo $13,284 \text{ kg ha}^{-1}$ mientras que Calerense solamente produjo $11,169 \text{ kg ha}^{-1}$ (Cuadro 3), diferencia equivalente a $2,115 \text{ kg ha}^{-1}$, la tendencia expresada en el rendimiento general se mantiene ya que la variedad Barretero mostró un rendimiento comercial superior en un 19% al registrado para la variedad Calerense; se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos de posición de semilla ($P=0.002$) resultando superior el rendimiento comercial cuando esta se colocó de manera vertical ($15,402 \text{ kg ha}^{-1}$), mientras que la orientación invertida de la semilla solo produjo 8260 kg ha^{-1} (Cuadro 4). Al revisar los datos reportados para el rendimiento comercial de bulbos por efecto de la orientación de la semilla al momento de la siembra

es notoria la disminución de productividad cuando se siembra de manera horizontal con relación a la forma vertical, llegando a disminuir en 2383 kg ha^{-1} que significa un abatimiento de la calidad de bulbos cosechados de un 14%, este abatimiento para el caso de bulbos sembrados de manera invertida significó $7,142 \text{ kg ha}^{-1}$ equivalente a una disminución de la calidad de un 46%.

No se encontró efecto de la interacción estadísticamente significativa entre las variedades usadas y la orientación de la semilla al momento de la siembra para el rendimiento comercial. Las tendencias encontradas son coincidentes con lo reportado por Castellanos y colaboradores (2004) quienes encontraron una tendencia a incrementar la producción y calidad del cultivo cuando se realizó la siembra de manera manual y colocando la semilla de manera vertical, comparándolo con la siembra mecanizada en el estado de Guanajuato y con la variedad de ajo Tacatzcuaro.

Cuadro 3. Comparación de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) para el rendimiento comercial (kg ha^{-1}) en las dos variedades evaluadas.

Variedad	Media
Calerense	11169a
Barretero	13284a

Nota: medias con la misma letra son estadísticamente iguales, medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

Cuadro 4. Comparación de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) para el rendimiento comercial (kg ha^{-1}) en las tres posiciones de la semilla evaluadas.

Orientación de la semilla	Media
Vertical	15402 a
Horizontal	13019 a
Invertida	8260 b
Tukey	4036

Nota: medias con la misma letra son estadísticamente iguales, medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

Se encontraron diferencias significativas entre las variedades evaluadas para el número de bulbos cosechados por hectárea, mientras que para la posición de la semilla las diferencias fueron altamente significativas para esta variable sin reportarse significancia para la interacción genotipo y posición de la semilla.

La comparación de medias por el método de Tukey con $\alpha=0.05$, para los bulbos por hectárea cosechados por variedad

muestran que la variedad Barretero es estadísticamente superior a la Calerense (Cuadro 6). La diferencia entre variedades fue del orden de 43,889 plantas ha^{-1} lo que representa una disminución de plantas obtenidas a cosecha de un 13%; esta diferencia puede estar relacionada con una mayor capacidad de emergencia de la variedad aun en condiciones adversas, como puede ser la posición u orientación de la semilla al momento de la siembra.

Cuadro 5. Comparación de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) para el número de bulbos cosechados por hectárea por variedad evaluada.

Variedad	Media
Barretero	326510 a
Calerense	282621 b
Tukey	33066

Nota: medias con la misma letra son estadísticamente iguales, medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

La comparación de medias para el número de bulbos cosechados por hectárea de acuerdo a las tres orientaciones de la semilla evaluados muestra que los tratamientos en donde la semilla se colocó horizontal y vertical son estadísticamente iguales, aun cuando la media del tratamiento vertical es superior, además es notoria la diferencia que registró el tratamiento

con colocación de la semilla de manera invertida en donde se reporta una disminución de 109,644 bulbos por hectárea lo que significa que un 32% de los bulbos sembrados no llegaron a cosecha. Esta diferencia en el caso de semilla sembrada horizontalmente solo fue de 24,854 plantas por hectárea que significan el 7% de disminución de plantas a cosecha.

Cuadro 6. Comparación de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) para el número de bulbos cosechados por hectárea en tres orientaciones de los bulbillos semilla de ajo el momento de la siembra.

Orientación	Media
Vertical	349415 a
Horizontal	324561 a
Invertida	239766 b
Tukey	49833

Nota: medias con la misma letra son estadísticamente iguales, medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

La diferencia entre bulbos cosechados por hectárea se debe a que se observaron fallas en la emergencia de plantas, principalmente en las sembradas en posición invertida, además, algunas de las plantas de este tratamiento emergieron demasiado tarde de tal manera que no lograron un tamaño aceptable, razón por la cual fue imposible localizarlas en el terreno el momento de la cosecha.

Al realizar análisis de varianza para los diferentes calibres cosechados (del 5 al 9) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre variedades, aunque se puede observar que la variedad Barretero produjo mayor tamaño de bulbos de calibre 6 y superiores, mientras que el rendimiento de bulbos chicos (de calibre 5) fue superior para la variedad Calerense (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparaciones de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) para el rendimiento (kg ha^{-1}) de los diferentes calibres cosechados por variedad evaluada.

Variedad	Calibres o tamaño de bulbo (mm)				
	9 (60-65)	8 (55-60)	7 (50-55)	6 (45-50)	5 (40-45)
Calerense	813	4922	5380	2290	648
Barretero	1296	6540	5448	3128	584
Significancia	0.320	0.178	0.941	0.072	0.842

En el Cuadro 8 se observa una clara tendencia a obtener mayor productividad de calibres 6 o mayores que en los otros tratamientos, aun cuando no se obtuvieron diferencias estadís-

ticamente significativas, esta tendencia a producir mayor tamaño de bulbos coincide con la observada al evaluar la productividad de los tratamientos y la calidad obtenida.

Cuadro 8. Comparaciones de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) para el rendimiento (kg ha^{-1}) de los diferentes calibres cosechados por orientación de la semilla al momento de la siembra.

Orientación de la semilla	Calibre o tamaño de bulbo (mm)				
	9 (60-65)	8 (55-60)	7 (50-55)	6 (45-50)	5 (40-45)
Horizontal	1096	5877	5965	2631	775
Invertida	292	3991	3976	2280	584
Vertical	1776	7324	6301	3216	489
Significancia	0.072	0.096	0.120	0.230	0.751

Se obtuvieron datos de bulbos sin diferenciar y de bulbos con daños físicos y patológicos, sin embargo estos parámetros fueron relativamente mínimos y no representaron diferencias estadísticamente significativas por lo que no se incluyen en el presente trabajo.

CONCLUSIONES

Se encontró una tendencia general de disminución de rendimiento y calidad de bulbos cosechados por efecto de una orientación de la semilla diferente a la vertical al momento de la siembra, misma que puede estar relacionada con el número de bulbos cosechados en cada uno de los tratamientos evaluados.

Se detectaron diferencia de rendimiento y calidad entre las variedades evaluadas por efecto de la orientación de la semilla usada durante la siembra, expresando mayor productividad y bulbos por hectárea cosechados la variedad Barretero.

LITERATURA CITADA

- Bakhtiari M. R., and Loghavi M. 2009. Development and Evaluation of an Innovative Garlic Clove Precision Planter. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 11: 125-136.
- Boriss, H. 2006. Commodity Profile: Garlic. *Agricultural Issues Center*. Pittsboro, NC, USA. 10p.
- Burba, J. L. 2003. Producción de ajo. Documento proyecto AJO/INTA 069. INTA. Estación Experimental La Consulta. La Consulta, Mendoza, Argentina. 43p.
- Calderón-Reyes, E.; Serwatowski, R.; Cabrera-Sixto J. M. y Gracia-López C. 2003. Siembra mecanizada del ajo: métodos y equipos. *Agrociencia*, 37: 483-493.
- Castellanos J. Z.; Vargas-Tapia P.; Ojodeagua J. L.; Hoyos, G.; Alcantar-González G.; Mendez F. S.; Álvarez-Sánchez E.; Gardea A. A. 2004. Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size, planting density and planting method. *HotScience*, 39: 1272-1277.
- Chi G. and Hui, G. 2013. Direction identification system of garlic clove based on machine vision. *Telkomnika*, 11: 2323-2329.
- Eagling D. and S. Sterling. 2000. A cholesterol-lowering extract from GARLIC. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. 24p.
- FAO. 2014. Estadísticas de producción del cultivo de ajo. En: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/search/ajo/S>. Consultada en línea el 2 de octubre de 2014.
- Lucier G. and Biing-Hwan L. 2000. Garlic, Flavor of Ages. *Agricultural Outlook*. Economic Research Service. USDA, 4p.
- Parrinello A. M.; Amato A.; Cordella C.; Pizzo A.; Raineri R. R. 2002. L'aglio nel territorio della S.O.A.T. di Paceco. Regione Siciliana. Assessorato Agricoltura e Foreste. IX Servizio Regionale Assistenza Tecnica, Sperimentazione, Ricerca Applicata e Divulgazione. Sicilia, Italia. 31p.
- Reveles H. M. 2007. Efecto de la posición de la semilla al momento de la siembra sobre el rendimiento y calidad del ajo en Zacatecas. Memoria 2° Taller: Tecnología para el establecimiento del cultivo de ajo. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Calera, Zacatecas, México. p 30-33.
- Reveles-Hernández M.; Velásquez-Valle R. y Bravo-Lozano A. G. 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro Técnico No. 11. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas, México. 272p.
- Roy, H. and Lundy, S. 2005. Health benefits of garlic. *Pennington Nutrition Series*. Healthier lives through education in nutrition and preventive medicine. No. 20, 4p.
- SIACON-SAGARPA, 2012. Estadística Agrícola 2012.