

RESUMEN / ABSTRACT

Se evaluó el rendimiento, variables de calidad del bulbo y rendimiento industrial de cultivares de ajo (*Allium sativum* L.), durante los ciclos otoño-invierno 1988-1989, 1989-1990, 1991-1992 y 2001-2002, en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Guanajuato. Se emplearon genotipos de color morado y blanco, con resultados variables de acuerdo con su genotipo y ciclo vegetativo. Ninguno de los cultivares precoces calificó para rendimiento de campo, calidad o rendimiento industrial. Entre los cultivares de ciclo intermedio o tardío sobresalieron por su rendimiento en campo, mayor peso promedio de bulbo y menor número de dientes por bulbo los siguientes: Cristal, Chileno Compuesto No.1 y Taiwán. Para rendimiento industrial (t ha⁻¹ de ajo deshidratado), sobresalieron los cultivares Cristal, Pocitas, Hermosillo y Nápuri. Es importante continuar con el programa de mejoramiento genético de ajo para la región de El Bajío, basado en selección de nuevas líneas de entre los genotipos mejores y con ayuda de técnicas como la eliminación de virus, para mejorar rendimiento y calidad del ajo.

Field yield, bulb quality, and industrial yield of garlic (*Allium sativum* L.) cultivars were evaluated during the 1988-1989, 1989-1990, 1991-1992 and 2001-2002 fall-winter cycles at the Institute of Agricultural Sciences of the University of Guanajuato. Purple and white color bulb varieties were evaluated with variable results, depending on the genotype and vegetative cycle. None of the short life cycle cultivars qualified for field or industrial yield and bulb quality. Best field yields, higher weight per bulb and smaller clove number per bulb were obtained with: Cristal, Chileno Compuesto No. 1, and Taiwán. For industrial yield (t ha⁻¹ dehydrated garlic), the best cultivars were Cristal, Pocitas, Hermosillo, and Napuri. It is important to continue with the program of garlic genetic breeding, based on selection of new garlic lines derived from the best genotypes and using techniques as the virus elimination for improving yield and quality.

Recibido: 15 de Febrero de 2002

Aceptado: 14 de Mayo de 2003

* Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad de Guanajuato. Apartado Postal 311, C.P. 36500. Irapuato, Gto., México. Tel. y Fax: (462) 4-18-89 y 4-41-18. Correspondencia: luispm@dulcinea.ugto.mx.

Evaluación de Cultivares de Ajo Morado y Blanco por su Rendimiento Agronómico e Industrial en Irapuato, Guanajuato.

Luis Pérez Moreno*, Paulo Manuel García Rincón*, Rafael Ramírez Malagón* y José Luis Barrera Guerra*.

INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.) es originario de Asia Central y se extendió en tiempos prehistóricos por toda la región del Mediterráneo, de donde fue traído a América. Esta hortaliza ocupa el segundo lugar en importancia en el ámbito mundial dentro de las especies del género *Allium* después de la cebolla (*Allium cepa* L.), con una producción mundial de 2'662,000 t. México se encuentra entre los principales 10 productores y exportadores de esta hortaliza en el ámbito mundial, los otros 9 son España, Italia, China, Egipto, India, Rumania, Francia, Estados Unidos y Brasil (FAO, 1988).

En México, anualmente se producen alrededor de 65,000 toneladas de ajo; 50% se destina a la exportación y el otro 50% al consumo interno (Pérez *et al.*, 1991).

El ajo es una hortaliza de consumo mundial, por lo que su exportación seguirá siendo importante. El ajo fresco se utiliza ampliamente al cocinar y el ajo deshidratado es muy común como condimento y en la industria alimentaria (Brewster y Rabinowitch, 1990).

Esta hortaliza se cultiva en algunos estados de la República Mexicana y el 80% de su producción se concentra en los estados de Guanajuato, Baja California y Aguascalientes (Heredia, 1985).

En las condiciones prevalecientes de mercado, la producción de ajo sigue siendo rentable en Guanajuato, Zacatecas y Aguascalientes (Sánchez *et al.*, 1996). Sin embargo, la entrada de China a la Organización Mundial del Comercio al término del periodo de

PALABRAS CLAVE: *Allium sativum* L.; Variedades; Rendimiento; Precocidad; Calidad.

KEYWORDS: *Allium sativum* L.; Varieties; Yield; Precocity; Quality.

gracia solicitado por el gobierno mexicano puede significar la pérdida de la rentabilidad del cultivo, por lo que es conveniente seguir haciendo mejoramiento de diversos materiales de la especie con base en la selección, para incrementar rendimientos y calidad a fin de ser competitivos.

Guanajuato destina anualmente entre 3,000 y 6,000 hectáreas a la producción de ajo. Esta superficie es más del 50% de la superficie dedicada a su cultivo en el país, y produce el 60% (39,000 toneladas por año) del ajo cosechado en México, y convierte a Guanajuato en el principal exportador de este producto agrícola (Laborde, 1987; Pérez *et al.*, 1991).

La región del Bajío Guanajuatense reúne condiciones climáticas que propician un buen rendimiento y calidad de los ajos cultivados; sin embargo, existe el problema de que cada productor con capacidad para cultivar 100 ó más hectáreas anualmente, maneja sus propios cultivares con variabilidad en el rendimiento y/o calidad, por lo que es importante evaluar el mayor número de los cultivares cultivados en El Bajío, atendiendo principalmente al rendimiento y número de dientes por bulbo, peso promedio del bulbo y rendimiento del ajo deshidratado (RAD).

Jones y Mann (1963); indican que la formación de bulbos de ajo está influida por la temperatura a que estén expuestos los dientes o las plantas antes de que empiece el proceso de formación del bulbo. De esta forma, si los dientes de ajo o plantas jóvenes se exponen a temperaturas de 0 a 10 °C por uno o dos meses, la formación de bulbos se acelera. Cuando no ha ocurrido una exposición a temperaturas de menos de 20 °C, la formación de bulbos puede ocurrir o no.

La planta de ajo para diferenciar las yemas axilares en dientes y formar el bulbo necesita acumular una cierta cantidad de horas frío. En general, se considera que el intervalo entre 5 y 10 °C por uno o dos meses, es el óptimo para generar plantas capaces de desarrollar bulbos. El periodo necesario para que el proceso tenga éxito depende fundamentalmente de la variedad y

puede durar entre uno y varios meses. Para lograr un desarrollo vigoroso de la planta es necesario que las temperaturas nocturnas sean superiores a 16 °C, o un gradiente térmico entre 13-24 °C (Messiaen, 1975).

Los objetivos del presente estudio; fueron determinar el rendimiento y calidad de cultivares de ajo (*Allium sativum* L.) de los tipos morado y blanco bajo los criterios del mercado nacional y de exportación, que demandan ajos de 8 a 15 dientes por bulbo y peso promedio por bulbo superior a 50 gramos. Así mismo, se pretendió determinar el rendimiento de ajo deshidratado (RAD) de los diferentes cultivares con fines de industrialización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio. El presente estudio se llevó a cabo durante los ciclos otoño-invierno 1988-1989, 1989-1990, 1991-1992 y 2001-2002, en el Campo Agrícola Experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA) de la Universidad de Guanajuato, localizado en la Ex-Hacienda El Copal ubicada en el km 9 de la carretera Irapuato-León, Irapuato, Gto., México. Esta localidad se encuentra ubicada geográficamente a 20° 49' 49" de latitud Norte y 101° 01' 01" de longitud Oeste, con una altitud de 1750 msnm.

Características climáticas. El clima de esta zona según Köppen es un BS1hw(W)(e) que es el menos seco de los secos esteparios con lluvias en verano distribuidas durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre; la precipitación media anual es de 700 mm. La temperatura media anual es de 18 °C. Las primeras heladas se presentan en octubre y las últimas en marzo, teniendo un periodo libre de heladas de 220 días (Delgado y Montesinos, 1992). Se tomaron en cuenta datos de la Estación Agrometeorológica local para considerar temperaturas promedio, precipitación total y la insolación promedio mensuales que se presentaron durante los ciclos de evaluación (Tabla 1), por tratarse

de factores que afectan el rendimiento y calidad de las cosechas de ajo.

Cultivares de ajo evaluados. Se evaluaron cultivares de ajo de los tipos morado, jaspeado y blanco. En la Tabla 2 se enlista el material genético utilizado, su tipo y ciclo vegetativo y a continuación se presenta una breve descripción de los materiales utilizados.

**Cultivares de bulbo morado
(Grupo I, Burba, 1991)**

Chilenos. La altura de planta es de 70 cm aproximadamente, follaje semiabierto de color verde intenso. Los bulbos son morados. El número de dientes por bulbo varía de 1 a 20; su ciclo vegetativo es de alrededor de 160 días de la siembra a la cosecha.

Criollos. La altura de planta es de 70 cm aproximadamente, follaje semiabierto de color verde intenso. Los bulbos son morados. El número de dientes por bulbo varía de 10 a 40; su ciclo vegetativo es de alrededor de 150 días de la siembra a la cosecha.

Taiwán. La altura de planta es de 80 cm aproximadamente, con hojas anchas de color verde plateado o cenizo. Los bulbos son jaspeados. Es decir, tienen fajas de color morado pardo y blanco. El número de dientes por bulbo varía de 1 a 30 y su ciclo vegetativo es de 170 días de la siembra a la cosecha.

**Cultivares de bulbo blanco
(Grupo III, Burba, 1991)**

Blanco precoz. La altura de planta es de 80 a 90 cm aproximadamente, hojas de color verde cenizo, delgadas y muy largas. Los bulbos son blancos. El número de dientes por bulbo varía de 25 a 35 y su ciclo vegetativo es de alrededor de 150 días de la siembra a la cosecha.

Tabla 1. Promedios mensuales de temperaturas máximas y mínimas, precipitación total e insolación, reportadas durante los ciclos otoño-invierno 1988-1989 y 1989-1990 de evaluación. Estación Agrometeorológica "El Copal", ICA-UG. Irapuato, Gto., México.

Ciclo	Mes	Temperatura Máxima (en °C)	Temperatura Mínima (en °C)	Temperatura Promedio (en °C)	Precipitación Total (en mm)	Insolación Promedio (en horas)
1988-1989	Octubre	25.3	8.5	16.9	1.0	8.8
	Noviembre	26.0	6.4	16.2	8.5	9.3
	Diciembre	23.2	4.9	14.1	0.0	7.9
	Enero	24.1	6.4	15.2	0.0	8.2
	Febrero	23.1	5.6	14.3	6.0	9.5
	Marzo	25.2	5.5	15.3	0.0	10.0
1989-1990	Octubre	25.6	7.6	16.6	2.5	8.4
	Noviembre	25.5	7.7	16.6	5.7	7.9
	Diciembre	21.3	5.0	13.1	15.3	7.9
	Enero	22.8	6.4	14.6	15.8	7.6
	Febrero	22.7	6.8	14.8	12.1	8.1
	Marzo	25.2	8.3	16.8	9.4	9.3

Delgado y Montesinos, 1992.

Tabla 2. Cultivares de ajo, tipo y ciclo vegetativo, empleados para evaluar su rendimiento y calidad, en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Guanajuato.

Cultivares	Tipo	Ciclo vegetativo	Ciclos de evaluación Otoño-Invierno			
			88-89	89-90	91-92	01-02
Cultivares de bulbo morado (Grupo I, Burba, 1991)						
Chileno Compuesto No. 1	Morado	Intermedio	α	α	α	α
Chileno V. O.	Morado	Intermedio	α	α	α	α
Chileno San Javier	Morado	Intermedio	α	α	α	α
Pocitas	Morado	Intermedio	α	α	α	α
Hermosillo	Morado	Intermedio	α	α	α	α
Massone	Morado	Intermedio	α	α	α	α
Náपुरi	Morado	Intermedio	α	α	α	α
Criollo de Nacajuca	Morado	Precoz	α	α		
Criollo de Guatemala	Morado	Precoz	α	α		
Criollo de Nicaragua	Morado	Precoz	α	α		
Taiwán	Jaspeado	Tardío	α	α	α	α
Cultivares de bulbo blanco (Grupo III, Burba, 1991)						
Blanco de Egipto	Blanco	Precoz	α	α	α	α
Cristal	Blanco	Tardío	α	α		α
Blanco de Cortázar	Blanco	Tardío	α	α		

α = Cultivares de ajo que se usaron, en los cuatro diferentes ciclos de evaluación.

Blancos tardíos. La altura de la planta es de 70 cm aproximadamente, hojas anchas de color verde alimonado. Los bulbos son blancos. El número de dientes por bulbo varía de 10 a 20 y

su ciclo vegetativo es de alrededor de 190 días de la siembra a la cosecha.

Análisis estadístico. El diseño experimental utilizado en cada uno de los experimentos fue en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones; el análisis de varianza para los dos primeros ciclos, se hizo bajo un diseño en bloques completamente al azar combinado sobre años, y una separación de medias mediante la prueba de Tukey $P < 0.05$. También se hizo un análisis de correlación entre el rendimiento económico y el rendimiento industrial y las características de bulbo. Para el tercer y cuarto ciclos se hizo un análisis de varianza bajo un diseño en bloques completamente al azar; asimismo, una separación de medias por medio de la prueba de la Diferencia Mínima Significativa ($P < 0.05$) para el tercer ciclo y una separación de medias por medio de la prueba de Tukey ($P < 0.05$) para el cuarto ciclo.

Variables analizadas

- a) **Rendimiento económico (en t ha⁻¹).** Se obtuvo después de arrancar las plantas y colocarlas apretadamente contiguas con los bulbos enterrados en el suelo de cultivo seco (enchufado) durante siete días, pesando únicamente el bulbo y desechando el follaje y raíz.
- b) **Índice de cosecha.** Se obtuvo al dividir el rendimiento económico entre el rendimiento biológico. El rendimiento biológico (en t ha⁻¹), se obtuvo al sumar el peso de bulbo y el peso del follaje y raíz de bulbos comerciales.
- c) **Peso promedio de bulbo (en g).** Se pesaron cinco bulbos de cada repetición de cada cultivar y se calculó el promedio de cada cinco bulbos.
- d) **Número de dientes por bulbo.** Se obtuvo desgranando cinco bulbos de ajo de cada repetición de cada cultivar y promediando el número total de diente entre el número de bulbos.
- e) **Rendimiento de ajo deshidratado (RAD).** Para calcular el porcentaje del rendimiento del ajo deshidratado (RAD%), se molieron 100 gramos de ajo pelado de cada cultivar, con cinco repeticiones y posteriormente se secaron a una temperatura de 105 °C.
- f) **Rendimiento industrial (en t ha⁻¹).** Se obtuvo multiplicando el rendimiento económico por el porcentaje del RAD y por la eficiencia de la planta industrializadora, que en este caso fue de 0.90 (Pérez *et al.*, 1992).

Especificaciones de los experimentos. La parcela total fue de dos surcos de 7 m de largo con 0.90 m entre surcos, con dos hileras de plantas por surco, con separación de 25 cm entre hileras y 7 cm entre plantas; los dos surcos se consideraron como parcela útil después de eliminar los extremos de 0.50 m. El establecimiento de los experimentos se hizo en un terreno bien preparado, nivelado y surcado a 90 cm. La dosis de fertilización empleada fue la recomendada para la región (280-80-00) (Heredia, 1985); la aplicación fue fraccionada, 140 kg de nitrógeno y todo el fósforo al momento de surcar, y los 140 kg de nitrógeno restante se aplicaron a los 90 días después de la siembra. Se dio un primer riego de germinación después de la siembra y luego ocho riegos de auxilio. Para el control de maleza se aplicó el herbicida Oxadiazon en dosis de 3.0 l ha⁻¹ en preemergencia al cultivo y a la maleza; asimismo, se dieron dos deshierbes manuales y tres cultivos mecánicos para tener el cultivo libre de maleza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto al ciclo otoño-invierno 1988-1989, los 14 cultivares mostraron diferencias en todas las variables estudiadas (Tabla 3) lo que indica que la variabilidad genotípica influye en el potencial de rendimiento, lo cual concuerda con lo reportado por Ramírez (1982), Segovia (1982) y Acosta y Jiménez (1987), quienes también detectaron variabilidad genética entre culti-

vares, principalmente en el rendimiento de bulbo y en el número de dientes por bulbo.

En cuanto a rendimiento económico, los cultivares Pocitas, Cristal, Hermosillo y Nápuri, estadísticamente, pueden considerarse igualmente productivos con rendimientos medios de bulbo de 12.8, 12.2, 10.4 y 10.0 t ha⁻¹, respectivamente, pero de ellos, solamente Cristal reúne las características de calidad demandadas por el mercado nacional y de exportación que son: bulbos con un peso promedio mínimo de 50 g y un número de dientes por bulbo entre 8 y 15 (Pérez *et al.*, 1995); los restantes cultivares de ese grupo, tienen un adecuado peso promedio de bulbo, pero un elevado número de dientes por bulbo.

De los 14 cultivares evaluados, sólo tres mantuvieron las características de peso promedio por bulbo y número de dientes dentro de los

valores requeridos por el mercado nacional y de exportación: Cristal, Chileno Compuesto No.1 y Taiwán, aunque los dos últimos mostraron un rendimiento intermedio entre los de mayor y menor rendimiento, por lo que, para el mejoramiento genético de ajo para la región del Bajío, es conveniente considerar las buenas características de calidad de estos dos materiales y conducir la selección hacia el incremento en rendimiento manteniendo o mejorando las de calidad.

En cuanto al índice de cosecha, en la Tabla 3 se observa que los mayores valores de esta variable están asociados a los rendimientos más bajos y viceversa, lo cual implica que un follaje mayor, como componente de ese índice, está involucrado en mayores rendimientos económicos; así pues, el mejoramiento genético del ajo no necesariamente debe enfocarse a mejorar el índice de cosecha, sino preferentemente al rendimiento económico y a las variables de calidad.

Tabla 3. Medias del rendimiento económico, índice de cosecha, peso y número de dientes por bulbo, rendimiento de ajo deshidratado (%) y rendimiento industrial de 14 cultivares de ajo (*Allium sativum* L.). Ciclo Otoño-Invierno 1988-1989.

Cultivares	Variables					
	RE	IC	P/B (g)	ND/B	RAD%	RI
Ch.Compuesto No.1	8.9 bcdef	0.71 cd	57.6abcd	13.0 d	42.9a	3.44 bcde
Pocitas	12.8a	0.75 bc	72.9a	38.3a	44.6a	4.60ab
Blanco de Egipto	7.1 cdef	0.74 bc	54.3 bcd	33.3ab	40.8a	3.44 bcde
Cristal	12.2ab	0.60 d	64.5ab	13.0 d	46.8a	5.12a
Hermosillo	10.4abc	0.76 bc	61.3abc	35.3ab	41.3a	3.85abcd
Chileno V. O.	9.0 cdef	0.75 bc	61.0abc	25.8abcd	41.6a	3.40 bcde
Chileno San Javier	9.4 bcde	0.75 bc	67.2ab	34.5ab	40.2a	3.40 bcde
Massone	8.2 cdefg	0.81abc	58.3abcd	28.5abc	42.2a	3.12 cde
Nápuri	10.0abcd	0.78abc	60.5abc	23.8 bcd	44.8a	4.03abc
C. de Nacajuca	6.5 fg	0.82ab	41.5 d	22.5 bcd	48.0a	2.80 cde
C. de Guatemala	6.5 fg	0.88a	50.5 bcd	23.8 bcd	46.0a	2.66 cde
C. de Nicaragua	5.6 g	0.81abc	44.3 cd	22.8 bcd	46.5a	2.48 de
Blanco de Cortázar	5.9 g	0.80abc	43.9 cd	17.8 cd	46.4a	2.46 e
Taiwán	7.4 defg	0.73 bc	57.2abcd	12.8 d	41.5a	2.76 cde

RE = Rendimiento económico en t ha⁻¹. IC = Índice de cosecha.

P/B (g) = Peso promedio de bulbos. ND/B = Número de dientes por bulbo.

RAD% = Rendimiento de ajo deshidratado (porcentaje). RI = Rendimiento industrial.

Comparación múltiple de medias DSH Tukey (P<0.05).

Cifras con letra diferente en cada columna son estadísticamente diferentes.

En la Tabla 3 se observa que las medias del rendimiento de ajo deshidratado son estadísticamente iguales, por lo que aunque en la separación de medias del rendimiento industrial se muestran diferencias, dado que sus componentes son la eficiencia industrial, que se convierte en un valor constante de 0.90 (Pérez *et al.*, 1992) y el RAD, que no induce diferencias entre los diferentes cultivares; entonces el tercer componente, el rendimiento económico, es el único responsable de las diferencias observadas y el coeficiente de correlación encontrado entre rendimiento económico y rendimiento industrial (r = 0.91) confirma la estrecha relación existente, por lo que para el mejoramiento genético del ajo debe seguirse buscando el incremento del rendimiento económico y de las variables de calidad y con ello simultáneamente se mejora el rendimiento industrial.

La Tabla 4 muestra los datos obtenidos durante el ciclo otoño-invierno 1989-1990, incluye los mismos cultivares y variables que la Tabla 3; sin embargo, en la Tabla 4, todos los valores de las variables disminuyeron en comparación con los obtenidos durante el ciclo anterior (Tabla 3), lo cual puede explicarse con los datos presentados en la Tabla 1. En éste, se observa cómo durante el ciclo 1988-1989 la precipitación pluvial que se presentó durante el periodo de cultivo fue menor en comparación con la acaecida durante el ciclo 1989-1990, durante el cual, no solamente las precipitaciones fueron mayores sino que, como consecuencia, la insolación fue menor, dando lugar a un mayor número de horas con nublados. Esto indujo el desarrollo de patógenos que atacan al ajo como *Alternaria porri* y *Peronospora destructor*, que causan enfermedades foliares como Mancha púr-

pura y Mildiu veloso, respectivamente (Mendoza y Pinto, 1983) y se presentan durante el ciclo otoño-invierno en la región del Bajío, cuando las condiciones de humedad relativa y nubosidad propician su desarrollo como fue el caso en el ciclo referido, lo cual concuerda con lo reportado por Heredia (1985) y Pérez *et al.*, (1991), quienes establecen que en la región del Bajío Guanajuatense, durante el ciclo otoño-invierno, se siembran cultivares de ajo de los tipos Morado, Taiwán y Blanco y que en ocasiones, debido a condiciones agroclimáticas desfavorables, no se desarrollan ni producen lo suficiente, ocasionando pérdidas para el productor. En ese ciclo el cultivar Taiwán mantuvo sus características de calidad, a pesar de las condiciones adversas del medio ambiente, lo que no sucedió con los restantes cultivares, por lo cual es deseable continuar con el mejoramiento genético de ese cultivar.

Tabla 4. Medias del rendimiento económico, índice de cosecha, peso y número de dientes por bulbo, rendimiento de ajo deshidratado (%) y rendimiento industrial de 14 cultivares de ajo (*Allium sativum* L.). Ciclo Otoño-Invierno 1989-1990.

Cultivares	Variables					
	RE	IC	P/B (g)	ND/B	RAD%	RI
Ch.Compuesto No.1	6.6 bcd	0.86a	44.7ab	13.8 d	42.9a	2.52 bcde
Pocitas	9.0ab	0.86a	48.9ab	32.3ab	45.1a	3.48ab
Blanco de Egipto	5.6 cd	0.86a	40.4 ab	33.8a	40.1a	2.02 cdef
Cristal	10.1a	0.74 bc	40.6 ab	12.0 d	46.9a	4.29a
Hermosillo	8.6ab	0.86a	46.7 ab	31.8abc	40.6a	3.17abc
Chileno V. O.	7.2 bc	0.89a	42.7 ab	25.3abcd	41.5a	2.68 bcde
Chileno San Javier	9.3ab	0.89ab	46.4 ab	32.8ab	40.4a	3.37abc
Massone	7.8abc	0.86a	40.4 ab	32.8ab	42.2a	2.96abcde
Nápurí	7.4abc	0.87a	46.8 ab	18.8 cd	45.3a	3.02abcd
C. de Nacajuca	4.0 de	0.91a	38.9 ab	20.3bcd	48.3a	1.71 def
C. de Guatemala	5.7 cd	0.93a	39.4 ab	16.3 d	45.6a	2.40 bcde
C. de Nicaragua	3.8 de	0.90a	42.7 ab	19.5bcd	46.2a	1.58 ef
Blanco de Cortázar	1.7 e	0.67 c	34.2 b	21.5abcd	47.0a	0.72 f
Taiwán	6.9 bc	0.87a	54.7a	14.0 d	41.9a	2.58 bcde

RE = Rendimiento económico en t ha⁻¹. IC = Índice de cosecha.
P/B (g) = Peso promedio de bulbos. ND/B = Número de dientes por bulbo.
RAD% = Rendimiento de ajo deshidratado (porcentaje). RI = Rendimiento industrial.

Comparación múltiple de medias DSH Tukey (P<0.05).

Cifras con letra diferente en cada columna son estadísticamente diferentes.

De los cultivares de ciclo vegetativo precoz, como son los criollos de Centroamérica y el Blanco de Egipto, ninguno de ellos lograron destacar en las variables principales como son: rendimiento económico, peso promedio del bulbo, número de dientes por bulbo y rendimiento industrial, de lo cual se puede inferir que los cultivares de ciclo vegetativo precoz no son recomendables para la región del Bajío donde se presentan condiciones agroclimáticas similares a las del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Guanajuato, en Irapuato, Gto., lugar donde se condujeron los experimentos, y que los trabajos de mejoramiento genético en ajo en esta región deben conducirse utilizando materiales de ciclo vegetativo intermedio y tardío.

En las Tablas 5 y 6, se muestran medias de rendimiento de campo en t ha⁻¹, peso por bulbo y número de dientes por bulbo de nueve y 10

cultivares de ajo que se sembraron en los ciclos 1991-1992 y 2001-2002.

Comparando los resultados de las Tablas 3 y 4 con los de las Tablas 5 y 6, se observa un incremento en rendimiento de la variedad Taiwán. Sin embargo, el material Taiwán empleado en el tercer y cuarto experimentos se derivó del Taiwán utilizado en los dos ciclos 1988-1989 y 1989-1990, pero antes de sembrarse en los ciclos 1991-1992 y 2001-2002 fue sometido a tratamiento de termoterapia para eliminación de virus y pudo ser que ese tratamiento lo hizo pasar de un lugar intermedio alcanzado en los experimentos reportados en las Tablas 3 y 4 al primer lugar que ahora ocupa en los experimentos reportados en las Tablas 5 y 6, con un incremento en rendimiento de 50% en comparación del rendimiento de los experimentos anteriores.

También se observan mejores resultados en cuanto a rendimiento se refiere para las variedades Chileno Compuesto No.1, Chileno San Javier, Chileno V.O. y Blanco de Egipto. En estos experimento, la variedad Napuri mostró los resultados más bajos, en cambio el resto de

Tabla 5. Medias de rendimiento, peso por bulbo y número de dientes por bulbo de nueve cultivares de ajo (*Allium sativum* L.). Ciclo Otoño-Invierno 1991-1992.

Cultivares	Variables		
	RE	P/B (g)	ND/B
Taiwán	10.86a	57.3a	12.3f
Chileno Comp. No. 1	10.62ab	49.9ab	15.3f
Chileno San Javier	10.25ab	53.2a	29.9cde
Hermosillo	10.00ab	57.6a	25.7de
Pocitas	10.06ab	53.3a	34.7bc
Chileno V.O.	9.57ab	48.1ab	32.9cd
Blanco de Egipto	7.96ab	40.2b	41.9ab
Massone	7.78ab	48.8ab	44.2a
Nápuri	7.04b	52.6a	23.3e

RE = Rendimiento económico en t ha⁻¹. P/B (g) = Peso promedio de bulbos.

ND/B = Número de dientes por bulbo.

Comparación múltiple de medias por DMS P<0-05.

Cifras con letra diferente en cada columna son estadísticamente diferentes.

Tabla 6. Medias de rendimiento, peso por bulbo y número de dientes por bulbo de 10 cultivares de ajo (*Allium sativum* L.). Ciclo Otoño-Invierno 2001-2002.

Cultivares	Variables		
	RE t ha ⁻¹	P/B (g)	ND/B
Taiwán	10.81a	33.2 b	16.6ab
Chileno Comp. No. 1	9.23 b	42.8a	17.6ab
Chileno San Javier	9.52 b	34.2 b	27.4ab
Hermosillo	9.56 b	32.5 b	32.6a
Pocitas	10.82a	31.02 bc	31.4a
Chileno V.O.	7.00 cd	37.7ab	18.2ab
Blanco de Egipto	7.00 cd	25.5 c	23.0ab
Massone	7.44 c	34.2 b	28.0a
Cristal	6.78 cd	35.9 b	9.0 b
Nápuri	6.04 d	32.5 b	26.2ab

RE = Rendimiento económico en t ha⁻¹. P/B (g) = Peso promedio de bulbos.

ND/B = Número de dientes por bulbo.

Comparación múltiple de medias por DMS P<0-05.

Cifras con letra diferente en cada columna son estadísticamente diferentes.

los materiales fueron estadísticamente iguales. El incremento en el rendimiento de esos materiales puede atribuirse al proceso de mejoramiento genético a base de selección que año tras año se aplica sobre los materiales trabajados. En cuanto al peso por bulbo, en estos experimentos, algunos cultivares lograron superar los valores mostrados en el ciclo 1988-1989, Taiwán, Chileno San Javier, Hermosillo, Pocitas y Nápuri, mantuvieron promedios mayores a los exigidos por el mercado. En lo relativo al número de dientes por bulbo, los mejores cultivares fueron Cristal, Taiwán y Chileno Compuesto No.1, el resto de las variedades indujo un número de dientes fuera de los intervalos exigidos en el mercado.

Con base en los resultados obtenidos de la presente investigación, referentes a rendimiento económico, peso promedio de bulbo y número de dientes por bulbo, con diferencias significativas entre variedades y entre ciclos de cultivo en concordancia con lo que sobre genotipo, rendimiento y calidad del bulbo han reportado Mann (1952), Knott (1957), Medina y Cáceres (1960),

García (1973), Guenkov (1974), Díaz (1974), Cárdenas (1978), Ramírez (1982) y Segovia (1982), se puede deducir que el mejoramiento genético del ajo está bajo la influencia tanto de factores genéticos como ambientales, pero que hay cultivares de los cuales puede hacerse selección con ganancia en las variables económicas por una conjunción favorable de factores genotípicos y ambientales. Así mismo, puede decirse que es conveniente continuar con trabajos de selección y mejoramiento genético de éstas y otras variedades de ciclo vegetativo intermedio y tardío, incluyendo nuevas localidades del Bajío Guanajuatense.

Con los materiales con los que no se logró ganancia en las variables económicas, debe intentarse una selección más estricta y sería recomendable una interacción con tratamientos para eliminación de virus.

CONCLUSIONES

Los cultivares que mantuvieron un rendimiento de bueno a medio con peso promedio de bulbos y número de dientes por bulbo comercialmente aceptables fueron Cristal, Chileno Compuesto No. 1 y Taiwán.

Los cultivares de ciclo vegetativo precoz no son adecuados para la región del Bajío.

Los cultivares Pocitas, Hermosillo y Chileno San Javier mostraron un alto potencial de rendimiento, pero no tuvieron valores aceptables para los parámetros de calidad comercial.

El cultivar Taiwán, sometido a eliminación de virus, mejoró notablemente su rendimiento.

Es posible incrementar el rendimiento y calidad por medio de un programa de mejoramiento genético de ajo basado en la selección.

REFERENCIAS

- Acosta R., G.F. y J.A. Jiménez S. (1987). Crecimiento y rendimiento de dos variedades de ajo *Allium sativum* L. en cuatro fechas de siembra en la región de Delicias, Chih. En: *Resúmenes del II Congreso Nacional de Horticultura*, 11-14 de mayo. Irapuato, Gto., México. p.59.
- Brewster, J. L. and H. D. Rabinowitch. (1990). *Onions and Allied Crops*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. Vol. III. pp. 109-158.
- Burba, J. L. (1991). Caracterización de cultivares y tipos clonales de ajo obtenidos e introducidos en Argentina. En: *Taller Subregional de Producción y Biotecnología de Ajo*. Cosquin, Córdoba, Argentina. FAO/RLAC/UNC. 5p.
- Cárdenas V., J. (1978). *Trabajos de investigación en ajo*. Informe técnico 1977-1978. INIA-CIANOC-CAEPAB. p.18.
- Delgado H., J.L.A. y G. Montesinos S. (1992). *Boletín Agrometeorológico No. 1*. Escuela de Agronomía y Zootecnia. Universidad de Guanajuato. Irapuato, Gto., México. p.1.
- Díaz A., A. (1974). *Nuevas variedades de ajo para el Bajío*. Desplegable No.1. CAEB-CIAB-INIA-SARH. Celaya, Gto., México. pp. 1-5.
- FAO. (1988). *Production Yearbook, Food and Agriculture Organization*. Rome, 41, p.192.
- García S., F. (1973). *Observaciones sobre el cultivo del ajo*. Temas agrícolas. DIGESA. Ministerio de Agricultura. Guatemala C.A. 4 p.
- Guenkov, G. (1974). *Horticultura Cubana*. Instituto Cubano del Libro., La Habana, Cuba. pp: 235-247.
- Heredia Z., A. (1985). *Guía para cultivar ajo en el Bajío*. Folleto para productores No. 17. CAEB-CIAB-INIA-SARH. Celaya, Gto., México. 16 p.
- Jones, H. A. and L. K. Mann. (1963). *Onions and their allies; botany, cultivation and utilization*. New York. Intersciences. 286 p.

- Knott, J. E. (1957). *Handbook for vegetable grower*. Wiley & Sons Inc. New York. pp: 22-25.
- Laborde C., J.A. (1987). Coexistence of garlic white rot with commercial production in Central Mexico. In: *Proceedings of the third international workshop on Allium white rot*. Section 1. (Ed. by A.R. Entwistle). Wellesbourne, U.K. T.W. Printing Associates Ltd. Leamington Spa, U.K. p. 24.
- Mann, L. K. (1952). *Anatomy of the garlic bulb and factors affecting bulb development*. Hilgardia 21(8): 321-329.
- Medina B., J. y E. Cásseres. (1960). Efecto de variedades y selección de semilla en el rendimiento de ajo. *Agricultura Técnica en México* 10: 13-15.
- Mendoza Z.,C. y B. Pinto C. (1983). *Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos*. UACH. Chapingo, México. pp. 143-144.
- Messiaen C., M. (1975). *Las hortalizas*. Ed. Bluque Distribuidora, S.A. Colección agricultura tropical. pp. 54-72.
- Pérez M., L., J. López M., A. Puréco M. y J. C. Hinojosa R. (1991). Inducción de mutantes de ajo *Allium sativum* L. resistentes a la pudrición blanca causada por el hongo *Sclerotium cepivorum* Berk., por el método de mutagénesis radinducida. In: *Proceedings of Plant Mutation Breeding for Crop Improvement*. International Atomic Energy Agency. Vienna. Vol 2. pp. 211-219.
- _____, E. Villanueva M. y M. Mendoza E. (1992). Fechas de siembra, densidades de población y rendimiento de cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) para deshidratado en Irapuato, Gto. *Revista Fitotecnia Mexicana* 15: 134-148.
- _____, J. G. Salinas G. y J. R. Sánchez P. (1995). Ensayo regional de adaptación y rendimiento (SIR-SAL) de materiales de ajo *Allium sativum* L. tolerantes a pudrición blanca *Sclerotium cepivorum* Berk., generados por irradiación. *Revista Mexicana de Fitopatología* 13(1): 18-25.
- Ramírez J., E. (1982). *Estudio fenológico y de adaptación de nueve cultivares de ajo en el norte del estado de Guanajuato*. Tesis Profesional. ITESM-UQ., Querétaro, Qro., México. 111 p.
- Sánchez H., J.F., J.A. Matus G., G. García D. y M.A. Galindo O. (1996). Rentabilidad y ventaja comparativa de ajo, brócoli y coliflor, en Guanajuato, Zacatecas y Aguascalientes (1991-1992). *Agrociencia* 30(4): 559-568.
- Segovia F., J. (1982). *Estudio de la fenología, calidad y rendimiento de nueve cultivares de ajo en Roque, Gto.* Tesis Profesional. ITESM-UQ., Querétaro, Qro., México. 38 p.