

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA**

**EVALUACION DE CUATRO VARIEDADES DE AJO (*Allium sativum* L.) EN DOS DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA REGION DE ARIZPE, SONORA**

**T E S I S**

**LUIS RAMIREZ BUSTAMANTE**

**JULIO DEL 2000**



# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



“El saber de mis hijos  
hará mi grandeza”



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA**

**EVALUACIÓN DE CUATRO VARIEDADES DE AJO (*Allium sativum* L.) EN DOS DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA REGIÓN DE ARIZPE, SONORA.**

**TESIS**

**LUIS RAMÍREZ BUSTAMANTE**

**JULIO DEL 2000**



Evaluación de cuatro variedades de ajo ( *Allium sativum* L. ) en dos densidades de siembra en la región de Arizpe, Sonora.

TESIS

Sometida a la consideración del  
Departamento de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Luis Ramírez Bustamante

Como requisito parcial para obtener el título de  
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Julio del 2000

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular y aprobada y  
aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:


Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

CONSEJO PARTICULAR

ASESOR:

  
M.C. JOSÉ JESÚS JUVERA BRACAMONTES

CONSEJERO

  
M.S. ALFREDO SERRANO ESQUER

CONSEJERO:

  
DR. JOSÉ COSME GUERRERO RUÍZ

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme salud y de ésta manera permitir la conclusión de mis estudios y por haberme guiado por el camino correcto.

A la UNIVERSIDAD DE SONORA y al DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA por haberme dado la oportunidad de formarme como profesionista.

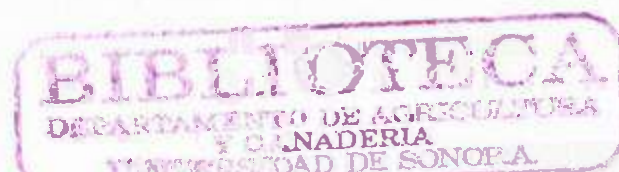
AL M.C. JOSÉ JESÚS JUVERA BRACAMONTES por su amistad y valiosa asesoría en la realización de éste trabajo.

AL D.R. JOSÉ COSME GUERRERO RUÍZ por su amistad, consejos y orientación durante mi carrera, mi más sincero agradecimiento.

AL M.S. ALFREDO SERRANO ESQUER por su amistad y aportación de sus conocimientos para la realización de éste trabajo.

A todos mis maestros por su apoyo académico durante mi formación profesional.

A todos mis compañeros estudiantes.



## DEDICATORIA

A la persona que me enseñó a leer y a escribir, a la persona que me ayudó en los momentos más difíciles de mi vida, a la persona que amó a su tierra y a la agricultura y fue ejemplo de trabajo, perseverancia y honestidad. A quien hasta el último día de su vida, fue su anhelo, verme como un profesionalista. A quien le debo la vida y lo que soy. A quien amaré siempre.

A mi madre,

**Rosa María Bustamante Borbón**

A mi padre: Donato Ramírez Eribes, quien con su ejemplo y honestidad siempre me apoyó para la realización de mis estudios.

A mis hermanas: Judith, Lourdes, Diana y Sara, quienes siempre creyeron en mi y me apoyaron en todos los sentidos durante mis estudios.

A mis suegros: Ramiro Gálvez León y Gloria Platt de Gálvez, quienes me apoyaron incondicionalmente durante el desarrollo de mi carrera.

A mis cuñados: Almita, Jazmín, Ramiro, Fred, Leonardo y Fernando.

A mis sobrinas: Dianita, Natalia y Lezly.

A todos mis tíos, primos, familiares y amigos; de quien siempre recibí palabras de apoyo para la realización de mis estudios.

A las personas que más quiero en ésta vida y que con su amor y presencia irradian mi vida y llenan mi corazón de alegría. A quienes ofrezco los frutos que obtenga en mi vida como profesionalista. A mi esposa Marisol y a mi hijo Luisito.

## CONTENIDO

	Pag.
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE GRÁFICAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
BIBLIOGRAFÍA.....	33
APÉNDICE.....	37



## INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Número de hojas a los 114 y 146 días de la siembra de variedades de ajo en la Costa de Hermosillo.....	4
Cuadro 2. Guía de análisis foliar para el diagnóstico del nivel de nutrientes en el cultivo del ajo y su etapa de desarrollo.....	9
Cuadro 3. Niveles críticos de N, P y K en el análisis vegetal del cultivo del ajo, a la formación del bulbo.....	9
Cuadro 4. Fungicidas registrados para la desinfección de dientes de ajo.....	12
Cuadro 5. Herbicidas de preemergencia en el cultivo del ajo.....	14
Cuadro 6. Otros calibres utilizados en la clasificación de los bulbos de ajo.....	19
Cuadro 7. Niveles arancelarios aplicables a la importación de alimentos frescos procedentes de México.....	21
Cuadro 8. Comparación de medias de rendimiento en Ton/Ha y diámetro del bulbo en cm de las variedades con la prueba de Tukey.....	27
Cuadro 9. Comparación de medias de las densidades, ( Rendimiento en Ton/Ha y diámetro del bulbo en cm ).....	28
Cuadro 10. Análisis de producción y diámetro del bulbo de las variedades evaluadas.....	38
Cuadro 11. Desarrollo de las variedades evaluadas considerando la altura de las plantas.....	38

## INDICE DE GRÁFICAS

	Pag.
Gráfica 1. Comparación del rendimiento de las variedades evaluadas.....	39
Gráfica 2. Comparación del diámetro del bulbo de las variedades evaluadas.....	40
Gráfica 3. Comparación del rendimiento de las densidades evaluadas.....	41
Gráfica 4. Comparación del diámetro del bulbo de las densidades evaluadas.....	42
Gráfica 5. Interacción no significativa del diámetro del bulbo de las variedades en las densidades evaluadas.....	43

## RESUMEN

El presente trabajo consistió en la evaluación del comportamiento de 4 variedades de ajo en 2 densidades de plantación. Las variedades utilizadas fueron: California Early, Chino, Morado Regional y Perla. Las dos densidades evaluadas fueron a doble y a triple hilera. La densidad a doble hilera fue de 250,000 plantas por hectárea. La densidad a triple hilera fue de 375,000 plantas por hectárea.

Los tratamientos a doble hilera consistieron en un espaciamiento entre plantas de 10 cm y una separación entre hileras de 20 cm, la separación entre surcos fue de 80 cm. En triple hilera el espaciamiento entre plantas fue de 10 cm y la separación entre hileras de 10 cm, la separación entre surcos fue de 80 cm. Las variedades utilizadas son las que mejor se han adaptado a la región del Río de Sonora, seleccionándose Arizpe, Sonora para la realización del experimento por su alto potencial para el desarrollo y cultivo del ajo.

Los resultados indican que se encontraron diferencias estadísticas en las variedades evaluadas superando las variedades Chino y Perla ( $P < 0.05$ ) en rendimiento (Ton/Ha) a las variedades California Early y Morado Regional (16.906 y 16.187 contra 14.125 y 9.944 Ton/Ha), respectivamente. Para el diámetro del bulbo, las variedades Chino y Perla resultaron iguales ( $P > 0.05$ ) con un diámetro de 5.76 y 5.66 cm, respectivamente. La variedad California Early tuvo un diámetro de 5.41 cm, siendo igual a la variedad Perla ( $P > 0.05$ ). Morado Regional resultó el de menor diámetro con 3.78 cm.

Los rendimientos y los diámetros obtenidos para las dos densidades indican que la siembra a triple hilera superó en rendimiento a la siembra a doble hilera ( 14.55 contra 14.03 Ton/Ha;  $P < 0.05$  ). Sin embargo, la siembra a doble hilera superó en diámetro del bulbo a la siembra a triple hilera ( 6.17 contra 4.13 cm;  $P < 0.05$  ).

Para mantener la relación de buenos rendimientos y de buen diámetro del bulbo para comercialización se recomiendan densidades entre 250,000 y 400,000 plantas por hectárea.

## INTRODUCCIÓN

El ajo se considera originario de Asia Central. Al igual que la cebolla, se considera una de las más antiguas plantas hortícolas, siendo ampliamente utilizado por los griegos y egipcios, no solo como alimento, sino como un medicamento con buenas cualidades.

No se conoce exactamente cuando fue introducido en Europa y fue traído al continente americano, después del descubrimiento de los españoles.

La producción mundial de ajo, aunque más reducida que otras hortalizas, alcanza niveles de 7 millones de toneladas en una superficie de 372 mil hectáreas, con un rendimiento promedio de 9.7 toneladas por hectárea (Iglesias et al., 1998).

Hoy en día México, figura entre los diez principales países productores y exportadores, con una participación aproximada del 2% de la producción mundial, después de China, Corea, España, Egipto, Estados Unidos, Tailandia y Turquía. Juntos estos países representan alrededor del 73% del total producido en el mundo (Peña, 1997).

El ajo es un cultivo de gran importancia económica, y se encuentra distribuido ampliamente en la República Mexicana, participando 29 entidades de las cuales destacan: Guanajuato, Zacatecas, Aguascalientes, Puebla, Baja California, Querétaro, Guerrero, Oaxaca, Chihuahua, San Luis Potosí y Sonora (SAGAR, 1997).

La superficie sembrada a nivel nacional en el ciclo 1996-97 fue de 9,400 hectáreas, con una producción nacional de 74,649 toneladas y un rendimiento promedio de 8.02 toneladas por hectárea (SAGAR, 1998).

El estado de Sonora destinó para la siembra de ajo 760 hectáreas en 1998, con un promedio en producción de 6.23 toneladas por hectárea (SAGAR, 1998).

La región del Río de Sonora debido a su clima templado, cuenta con condiciones excelentes para la explotación del cultivo del ajo. En Sonora ésta región es la que aporta la mayor producción de ajo, ya que en 1999 se destinaron para la siembra 562 hectáreas, las cuales constituyen una de las principales fuentes de empleo en esta región desde el momento de desgrane, siembra, cosecha y comercialización.

La densidad de plantación es fundamental para la obtención de buenos rendimientos en el cultivo del ajo. En la región de Arizpe, Sonora, los productores se enfrentan a grandes retos con este cultivo debido al desconocimiento de tecnología avanzada, así como a la escasa información técnica en el manejo del cultivo. Por lo anterior se planteó el presente estudio que tiene como objetivo evaluar las variedades de ajo California Early, Chino, Morado Regional y Perla en dos densidades de siembra, para determinar cual es la cantidad óptima de plantas por hectárea, con el propósito de obtener la mejor calidad y los más altos rendimientos en el cultivo del ajo, para satisfacer las demandas que existen actualmente en el mercado nacional y de exportación.

## **LITERATURA REVISADA**

### Descripción botánica

El ajo pertenece a la familia Liliaceae, es una planta herbácea de 20 a 30 cm de altura. El escapo floral denominado vulgarmente tallo se genera por diferenciación de la yema terminal del tallo. Las hojas, que se originan desde la base o corona, son aplanadas, de 2.5 cm de ancho, con espata aguda, de 7.5 a 10 cm de largo.

Las flores son de color rosa y están agrupadas en una umbela terminal; brácteas largas escariosas, a menudo desplazadas por bulbos, generalmente estériles, aproximadamente de 0.5 cm de largo, con pedicelos delgados y largos, con segmentos iguales, lanceo-acuminados; las anteras y el estilo son excretos; el ovario es oblongo-ovoide y emarginado en el ápice. El fruto es una pequeña cápsula loculada. Los bulbos, que son la parte comestible, están formados por segmentos o dientes, cubiertos por una membrana sedosa de color blanco o rosada (SARH, 1982).

### Clima

El ajo para tener un buen desarrollo vegetativo y productivo requiere de climas templados o templados cálidos, similares a los de las zonas de su origen botánico.

Es una planta que soporta muy bien el frío aunque son de temer las heladas tardías. Durante la fase de reposo vegetativo puede soportar

incluso hasta  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  manifestando solamente un leve decaimiento. Sin embargo, una vez en pleno crecimiento puede ser afectada <sup>ya</sup> partir de los  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

La brotación óptima se realiza entre los  $20$  y  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  y se interrumpe a menos de  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y a más de  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . De igual forma, la parada vegetativa se sitúa en el umbral de los  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Para que el desarrollo vegetativo sea máximo es necesario que la temperatura nocturna no descienda de los  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , aunque es capaz de hacerlo vigorosamente entre los  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con el óptimo de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Este crecimiento se detiene por debajo de  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y por encima de los  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  (García, 1990).

En la región agroclimática de la Costa de Hermosillo se han hecho pruebas de adaptabilidad de variedades de ajo, lográndose obtener buenos resultados (Juvera, 2000).

En el cuadro No. 1 se puede apreciar el desarrollo de las variedades evaluadas considerando el número de hojas.

Cuadro 1. Número de hojas a los 114 y 146 días de la siembra de variedades de ajo en la Costa de Hermosillo.

Variedades	Promedio de número de hojas a los 114 días	Promedio de número de hojas a los 146 días
California Early	6.8	10.7
California Late	7.8	10.8
Morado Regional	8.1	8.1
Chino	8.4	9.8
Perla	8.5	9.7
Taiwan	9.3	10.9
Ampelo	9.6	11.2



## Suelos

El ajo se adapta a varios tipos de suelos, de preferencia con buen drenaje y con una profundidad de 45 a 60 cm. Los suelos excesivamente arcillosos pueden tener ciertas limitaciones, en el sentido de su facilidad de encharcamiento. Se recomienda evitar terrenos donde se ha cultivado cebolla con anterioridad, o tener la certeza de que tal cultivo estuvo libre de enfermedades (Yamaguchi, 1983).

En suelos bien drenados de textura media, de un poco arenosos a franco-arcillosos, es donde se da el óptimo crecimiento, se adapta también a suelos más pesados o más livianos, si poseen buen drenaje y buen contenido de materia orgánica (Splittstoesser, 1984).

El efecto del pH: 6.5 es el óptimo para el desarrollo de esta planta y se puede cultivar en un rango de 5.8 a 6.8. El efecto del pH notorio debajo de 5.8, puede presentarse por falta de disponibilidad de Azufre, Boro, Fósforo y Molibdeno, además de toxicidad por Aluminio, mientras que por arriba de 6.5, podría manifestarse falta de disponibilidad de Hierro, Cobre, Manganeso y Zinc (Iglesias et al., 1998).

## Densidades

Los sistemas de plantación de ajo dependen fundamentalmente de las condiciones de nivelación y textura del terreno, topografía del mismo, irrigación y acceso a maquinaria. Los sistemas más empleados en el país de Cuba por los productores, están encaminados a garantizar los siguientes objetivos:

1. Lograr poblaciones que oscilen entre 25 y 35 plantas por m<sup>2</sup> o más.

2. Poder realizar cultivos manuales y mecanizados para mantener limpio el cultivo, ya que las aplicaciones de herbicidas no aseguran el control total de las malas hierbas durante ~~el~~ todo el ciclo del cultivo.

Partiendo de estos criterios señalados, los sistemas de plantación que se emplean son:

- 90 cm x 0.5 cm. Doble hilera sobre camellón a 20 cm entre hileras.
- 80 cm x 0.5 cm. Doble hilera sobre camellón a 20 cm entre hileras.
- 160 cm x 0.5 cm. Tres ó cuatro hileras sobre camellón a 35 cm y a 25 cm en el caso de cuatro hileras.

Estos sistemas garantizan poblaciones entre 350,000 y 500,000 plantas por hectárea.

La densidad de plantas es fundamental en la obtención de altos rendimientos, y se ha establecido una estrecha relación entre el número de plantas por hectárea y los rendimientos totales en (Kg/Ha), existiendo un punto donde mayor densidad atenta contra el tamaño y peso individual de los bulbos.

Las experiencias realizadas en Cuba sobre este factor, han demostrado que con poblaciones entre 400,000 y 500,000 plantas por hectárea se obtienen los mayores rendimientos (8-10 Ton/Ha), sin afectar la calidad del bulbo (Iglesias et al., 1998).

Conforme se aumentan las densidades de plantación se aumentan los rendimientos, la altura de las plantas se incrementa, las hojas de las

plantas se alargan, se aumenta el número de hojas por planta; pero el diámetro del bulbo disminuye (Singh et al., 1995).

En el Valle de Culiacán se siembran de 600 a 900 Kg/Ha. En Aguascalientes, utilizan de 600 a 1000 Kg/Ha. En la región del Bajío, cuando se trazan surquerías a 104 cm de ancho a doble hilera de plantas, se requieren de 2 a 2.5 toneladas de semilla por hectárea. En Estados Unidos se utilizan de 800 a 1000 Kg de semilla de ajo por hectárea (Bejarano, 1995).

En un estudio realizado en Uruguay en 1994, se establecieron cuatro densidades de siembra en ajo, con poblaciones de 112,000 a 500,000 plantas por hectárea, recibiendo Nitrógeno en dosis de 0, 75, 150 y 225 Kg por hectárea.

Los rendimientos de bulbos para comercialización en poblaciones de 112,000 plantas por hectárea fueron de 3.76 toneladas por hectárea y 8.1 toneladas por hectárea en poblaciones de 500 000 plantas, utilizando 225 Kg de Nitrógeno por hectárea (Arboleña et al., 1994).

En otro experimento se establecieron 5 densidades de siembra (240 000, 320 000, 560 000, 720 000 y 960 000 plantas por hectárea) y 2 tratamientos de suelo (polietileno negro y materia orgánica). El tamaño del bulbo que se tomó para comercialización fue de mayores de 15-20 mm a 60 mm de diámetro. El rendimiento más alto fue de 14.24 Ton/Ha de bulbos para comercialización y se obtuvo con una densidad de 560 0000 plantas por hectárea. El rendimiento en bulbos para comercialización, disminuyó conforme se aumentaron las densidades (Arboleña et al., 1994).

Al evaluar distintas dosis de fertilización nitrogenada y tres densidades de siembra por tres años, no se obtuvo diferencias entre las dosis en el primer año, para los otros años se encontró que con el incremento de las dosis de Nitrógeno, aumentaba el tamaño del bulbo y con respecto a las densidades probadas a mayor densidad se incrementó el rendimiento, pero disminuyó el tamaño de los bulbos y viceversa (Cárdenas, 1980).

En el periodo 1991-1993 en la región de Mussomeli, Italia, se realizaron estudios con la variedad Pacheco en poblaciones de 20, 25, 33 y 52 plantas /m<sup>2</sup>. Las diferentes densidades no tuvieron efecto en brotación y crecimiento. Los rendimientos se elevaron conforme se aumentaron las densidades, pero el promedio de bulbos de buen tamaño, disminuyó (Anna, 1993).

La variedad Chino es una de las más sembradas en la región del Río de Sonora, destacando ciertas características como lo es el buen tamaño del bulbo, bajo número de dientes, color del bulbo, peso, que son características necesarias para una buena calidad, y poder ser utilizada en exportación.

En la región de Tahuichopa, Sonora, en una siembra comercial donde la variedad Chino fue sembrada en una densidad de 32 plantas/m<sup>2</sup>, se lograron alcanzar rendimientos de 20 toneladas por hectárea y un diámetro del bulbo mayor de 5 cm (Juvera et al., 2000).

### Fertilización

Para obtener altos rendimientos se recomiendan hacer aplicaciones de 75 Kg de Nitrógeno por hectárea, 90 Kg de Fósforo por

hectárea y de 75 Kg de Potasio por hectárea. Además se recomiendan 50 Kg de Sulfato de Magnesio. Se han hecho experimentos con estas dosis en la India y se han obtenido rendimientos de 22.0 toneladas por hectárea (Selvaraj et al., 1993). También se recomiendan 5 Kg/Ha de Zinc (Phor, 1995).

Los rangos de suficiencia-deficiencia para los elementos mayores principales (N, P, K) del cultivo del ajo se encuentran en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Guía de análisis foliar para el diagnóstico del nivel de nutrientes en el cultivo del ajo y su etapa de desarrollo.

Tiempo de muestreo	Parte de la planta	Fuente	Nutriente	Niveles de nutrientes	
				Deficiente	Suficiente
En crecimiento temprano (antes de la formación del bulbo).	La hoja más nueva completamente elongada.	PO <sub>4</sub>	P, ppm	2,000	3,000
			K, %	3	4
Mitad de la temporada (en bulbo)	La hoja más nueva completamente elongada	PO <sub>4</sub>	P, ppm	2,000	3,000
			K, %	2	3
A final de la temporada (después de formado el bulbo)	La hoja más nueva completamente elongada.	PO <sub>4</sub>	P, ppm	2,000	3,000
			K, %	1	2

( Lorenz y Maynard, 1988 ).

Cuadro 3. Niveles críticos de N, P y K en el análisis vegetal del cultivo del ajo, a la formación del bulbo.

Etapa fenológica	Parte muestreada	Nutriente	Defic	Inter.	Sufic
Formación del bulbo	Hoja joven bien extendida	N - %	3	4	5
		P-PO <sub>4</sub>	2,000	2,500	3,000
		K% / o	2	3	4

( INIFAP, 1999 ).

## Reguladores de crecimiento

En una investigación con la variedad de ajo Chileno se utilizaron las siguientes dosis de reguladores de crecimiento: ácido giberélico (100, 200 ó 300 p.p.m.), 2, 4-D (100, 200 ó 300 p.p.m.) y ácido giberélico + 2, 4-D (100 + 100 p.p.m., 200 + 200 p.p.m. ó 300 + 300 p.p.m.).

Estos tratamientos se aplicaron de dos formas: antes de la siembra sumergiendo los dientes de ajo para semilla en una solución con el tratamiento correspondiente o asperjando las plantas 30 días después de la emergencia. El tratamiento mejor resultó ser sumergir los dientes de ajo en una solución de 200 p.p.m. de ácido giberélico, superando al testigo en 34% en rendimiento y además acortando el ciclo del cultivo por 30 días (De la Rosa et al., 1994).

## Riegos

La frecuencia de riegos depende del tipo de suelo y la presencia de lluvias durante el desarrollo de la planta.

Estudios realizados en Argentina han demostrado que con 25 riegos ligeros se obtienen los mejores rendimientos. Los resultados demuestran que con 25 riegos ligeros se incrementan en un 25% los rendimientos con respecto a los 10 riegos tradicionales que se aplican en el ciclo del ajo (Lipinzki et al., 1994).

## Plagas

Resultados de experimentos realizados en Brasil con las variedades de ajo Dorados, Cabeceiras y Centenario, demuestran que las poblaciones de trips están relacionadas con el ángulo de inserción de

las hojas. Si el ángulo de inserción es grande, la población de trips se reduce. Las variedades Cabeceiras y Centenario demostraron ángulos de inserción grandes ( $23.08^\circ$  y  $25.7^\circ$ , respectivamente) y densidades de población bajas. Se sugiere que ángulos de inserción menores, ofrecen mayor protección a esta plaga a las condiciones adversas del medio ambiente (Oliveira et al., 1995).

En la India se realizó un experimento de campo para investigar los factores que afectan la incidencia de ruberización en ajo, un desorden en el cual el bulbo se torna muy blando en la etapa de maduración. Se concluye que una excesiva fertilización de nitrógeno y una infestación severa de trips, contribuyen directamente a la incidencia de ruberización (Selvaraj et al., 1994).

## Enfermedades

La mancha púrpura causada por *Alternaria porri* Ell, es una enfermedad que ataca los cultivos de ajo y cebolla. Se distribuye en prácticamente todas las regiones donde se siembran estos cultivos en el mundo, y con la presencia de humedad relativa es considerada entre las enfermedades fungosas más importantes de este cultivo (Barrios et al., 1992).

La podredumbre blanca causada por *Sclerotium cepivorum* Berk., es la enfermedad del suelo más importante y peligrosa del ajo. Una vez que el hongo encuentra condiciones ambientales favorables, como alta humedad y temperatura media, ataca a la planta del ajo en cualquier estadio fisiológico del cultivo. Sin embargo, las fases más sensibles son: la brotación y la formación del bulbo.

Otras enfermedades que atacan al cultivo son: Podredumbre Verde causada por el género *Penicillium*, Roya *Puccinia alli* F. Rudolphi., Helminthosporiosis *Helminthosporium alli* Cam, Podredumbre Rosa *Pyrenochaeta terrestris* Gorenz y Colapso Radicular *Botrytus alli* Munn.

Otras enfermedades fungosas que causan p̄oblemas en el almacenamiento son: *Aspergillus niger* Tiegh, *Penicillium hirsutum* Dierckx y *Fusarium oxysporum* Schlechtend.(Abel et al., 1991).

En el cuadro 4 se enlistan los principales p̄oductos químicos para el control de estas enfermedades.

↓ ↓ ↓ ↓ ↓  
Cuadro 4. Fungicidas registrados para la desinfección de dientes de ajo.

Materia activa	Dosis	Observaciones
Benomilo 50%	3-6 g/Kg	No actúa sobre royas
Procimidona 50%	3-6 g/Kg	Sólo Sclerotiosis
Tiabendazol 60%	2 g/Kg	General
Vinclozolina 17% + Metiram 53%	10-12 g/Kg	Penetrante

Fuente: El ajo, cultivo y aprovechamiento de García Alonso p. 66.

### Desinfección de la semilla

Para eliminar el nemátodo del ajo *Dytilenchus dipsaci* Kuhn el cual puede ser portado en la semilla, se siguen las siguientes recomendaciones:

- Rotación de cultivos con plantas no hospederas por un tiempo de 4 a 5 años.
- Utilizar semilla proveniente de lotes sanos.



- c) Tratamiento al suelo con nematicidas antes o al momento de la siembra. Los productos que se han comportado efectivos son Dazomet, Temik y Nema-cur.
- d) Tratamiento a los dientes o bulbos de ajo con agua caliente. Los bulbos se sumergen en agua a una temperatura de 48.8°C (120°F), por 20 minutos, con un agente humectante (0.1%) y formalina 1% para reforzar el tratamiento.
- Antes de la inmersión en el agua caliente se recomienda una inmersión previa por 2 a 3 horas en agua a temperatura ambiente.
- e) Tratamiento a los dientes o bulbos con soluciones nematicidas.
- El Nema-cur 400 C E en dosis de 0.5 litros por cada 100 litros de agua es un tratamiento recomendado (Avila, 1990).

## Malezas

Existen pérdidas importantes de rendimiento en el ajo por acción de las malezas, debido a la escasa capacidad de competencia de esta especie, ya sea por el tamaño de las hojas o por su crecimiento relativamente lento. En términos generales se acepta que el cultivo debe mantenerse libre de malezas, principalmente durante los primeros 90 días, aunque los niveles de pérdidas se manifiestan cualquiera que sea el período de competencia. La aplicación de herbicidas combinado con prácticas culturales como deshierbes y pasos de cultivadora son las mejores alternativas, ya que de lo contrario las malezas pueden reducir los rendimientos en un 50%, afectar la calidad del cultivo y dificultar la cosecha (Agamalian et al., 1989).

En el cuadro 5 se enlistan los principales herbicidas utilizados para el control de malezas.

Cuadro 5. Herbicidas de preemergencia en el cultivo del ajo.

Materia activa	Dosis		Agua	Observaciones	
	Recomendada				
Benfluralina 18%	6.5-9.5	l/Ha	200-400	1	Incorporar 10-15 cm
Butralina 48%	4-5	l/Ha	500	1	Incorporar
Clorprofan 40%	2-6	Kg/Ha	600-800	1	
Clortal 75%	7-12	Kg/Ha	-		Puede mezclarse con propacloro 35%
Metazol 75%	1-2.5	Kg/Ha	300-400	1	
Oxifluorfen 24%	1.5-2	l/Ha	-		
Oxifluorfen 25%	1.5-2	Kg/Ha	-		
Pendimetalina 33%	4-6	l/Ha	-		
Trifluralina 48%	1.2-2.5	l/Ha	-		Incorporar 10-15 cm

Fuente: El ajo, cultivo y aprovechamiento de García Alonso p. 60.

### Cosecha

El momento de cosecha de los bulbos de ajo, es cuando estos tienen la capacidad de resistir todo el proceso de preparación o acopio para la comercialización. Cosechar en época inapropiada puede producir deterioros sustanciales, tanto del calibre como de la calidad del producto final. El momento óptimo de cosecha variará según el clima, el lugar donde se encuentre la producción, o sea dependerá del estado de desarrollo de la planta.

Cosechas tardías conducen a una sobremaduración o deshidratación excesiva del follaje y de los bulbos, condición en la cual se producen pérdidas apreciables de ajos que quedan bajo tierra al cortárseles las hojas durante la cosecha. Además, un alto grado de deshidratación en las plantas restará firmeza a las hojas envolventes del bulbo, las cuales se desprenderán, resultando ajos con recubrimientos incompletos, pelados, partidos o desgranados.

Si la cosecha se realiza muy temprano, se obtienen bulbos inmaduros, lo que se traduce en una proporción importante de producto de bajo calibre.

Las relaciones que definen el momento adecuado de cosecha, se dan a continuación:

- Relación del diámetro ecuatorial del bulbo con el grosor del cuello de la planta. El ancho del bulbo será 3 ó 4 veces mayor que el ancho del cuello de la planta.
- Porcentaje del diámetro del sector de los dientes en relación al diámetro ecuatorial del bulbo. Al efectuar un corte transversal, el interior del bulbo debe estar ocupado casi por completo por los dientes ya formados.
- Porcentaje de hojas secas. Aproximadamente entre un 38% y un 50% del follaje seco, o amarillez de las hojas, conocido por el nombre de senescencia del follaje.
- Número de hojas envoltentes secas y grosor de su conjunto.

La cosecha se realiza de forma manual o mecanizada. En grandes extensiones se puede utilizar una cuchilla de corte horizontal montada, de tracción mecánica, de forma tal que pueda cortar el sistema radicular y facilitar que las plantas queden arrancadas sobre el suelo para que el sol seque las hojas. Cuando se mecaniza la cosecha se puede agrupar las hileras de un surco o de varios surcos, dependiendo de los implementos empleados. Cuando esta operación se realiza en condiciones no adecuadas, se obtienen productos con poca capacidad de almacenamiento poscosecha.

El curado es un proceso de secado que permite alargar la vida poscosecha de los bulbos de ajo y consiste en:

- Secar las capas externas que cubren al bulbo, lo cual le dará una mayor protección contra la deshidratación interna y los daños físicos.
- Cerrar al máximo el cuello de los bulbos, lo que evita la pérdida de agua por deshidratación e impide la contaminación por hongos y bacterias.

También, mediante el curado se pretende que los bulbos de ajo logren alcanzar la maduración completa, adquiriendo el color típico de la variedad en sus túnicas externas e internas y el grado preciso de compactación y dureza (Iglesias et al., 1998).

separado

### Conservación

El ajo se almacena bajo las condiciones de temperatura y humedad a las que se almacena la cebolla; una temperatura de 0°C (32°F) y una humedad relativa de 65 a 70%. Si el ajo se encuentra en buena condición y tuvo un buen curado puede almacenarse por 6 ó 7 meses a 0°C. Los dientes de ajo brotan más rápidamente en el intervalo de 4°C a 18°C, es por eso que el almacenamiento a estas temperaturas debe evitarse. La humedad relativa debe ser menor que la mayoría de los vegetales porque una alta humedad relativa promueve enraizamiento y pudriciones. También se puede almacenar satisfactoriamente por 1 mes o menos, en temperaturas entre 27° y 32 °C, si la humedad relativa es tan baja como se recomienda.

El almacenamiento de ajo se puede extender con el tratamiento de hidracida maleica antes de la cosecha, ó la irradiación con rayos gamma después de la cosecha. Estos tratamientos son efectivos para controlar brotación y pérdida de peso, además de que disminuyen la descoloración externa y pudriciones (Hardenburd et al., 1987).

### Especificaciones

El tamaño del ajo se determina en función del diámetro ecuatorial. Los ajos se clasifican de acuerdo a la Tabla 1.

Tabla 1

LETRA DE REFERENCIA	DIÁMETRO ECUATORIAL (cm)
A	Mayor de 6.5
B	5.6 - 6.5
C	4.6 - 5.5
D	3.5 - 4.5
E	Menor de 3.5

- México Extra: Los ajos dentro de esta calidad, se podrán clasificar solo en los tamaños A, B y C.
- México 1 y México 2: Los ajos dentro de estas calidades podrán ser clasificados en cualquiera de los tamaños mencionados en la Tabla 1.

#### Especificaciones de defectos:

- México Extra: Estar prácticamente libres de cualquier defecto y dentro de las tolerancias establecidas para esta calidad (Véase Tabla 3).

- México 1: Puede presentar como máximo un defecto menor y dentro de las tolerancias establecidas para esta calidad (Véase Tabla 3).

Especificaciones de presentación:

- México Extra: Los ajos dentro de esta calidad deben ser envasados siguiendo una rigurosa selección, dejando cada envase perfectamente presentado y su aspecto global debe ser uniforme, en cuanto a tamaño y dentro de las tolerancias establecidas para esta calidad (Véase Tabla 2).
- México 1 y México 2: El producto envasado puede presentar variaciones en cuanto a homogeneidad, en lo concerniente a tamaño y dentro de las tolerancias de tamaño para estas calidades (Véase Tabla 2).

Para las especificaciones físicas y de defectos, en los distintos grados de calidad, se permiten como máximo las tolerancias siguientes:

Tolerancia de tamaños

Tabla 2

TOLERANCIA DE CALIDAD	MÉXICO EXTRA	MÉXICO 1	MÉXICO 2
Tamaño	5%	10%	15%

Para todos los grados de calidad se permiten las tolerancias siguientes:

## Tolerancia de defectos

Tabla 3

TIPOS DE DEFECTOS	TOLERANCIA EN PUNTO DEEMBARQUE	TOLERANCIA EN PUNTO DE ARRIBO
Defectos críticos	4 %	5%
Defectos mayores	6 %	7%
Defectos menores	10 %	12%
Acumulativo	10 %	12 %
Pudrición	0.6 %	1%

En tolerancia de tamaño y defectos, se da el porcentaje permitido para el lote. En ajo el porcentaje permitido que no corresponda a la designación declarada se evalúa por conteo (Peña, 1997).

En el Cuadro 6 se observa otra clasificación de los bulbos de ajo.

Cuadro 6. Otros calibres utilizados en la clasificación de los bulbos de ajo.

CALIBRE	DIÁMETRO DE LOS BULBOS DE AJOS EN PULGADAS
FLOR	1 7/8
GIGANTE	2
JUMBO	2 ¼
X-JUMBO	2 ½
S-JUMBO	2 ¾
COLOSAL	3
S-COLOSAL	> 3

## Trámites para exportación

Los pasos y las formalidades documentarias que generalmente se requieren para efectuar exportaciones de alimentos frescos, se listan a continuación:

- Determinación de la fracción arancelaria de exportación.
- Factura comercial.
- Certificado de origen.
- Documento de embarque.
- Lista de empaque.
- Certificado fitosanitario internacional.
- Otros documentos necesarios para el ingreso de la mercancía al país importador.

Con estos documentos, se efectúa el despacho aduanero, que debe realizarse por medio de un agente aduanal, quien se convierte en representante legítimo y solidario, para efectuar en nombre del exportador, aunque también es posible contratar a un especialista debidamente autorizado. Además en cada exportación que se realice, es necesario pagar el Derecho de Trámite Aduanero (DTA), según las tarifas vigentes.

En lo que respecta a los procedimientos técnicos y de inspección, se han establecido planes de trabajo binacionales entre México y el país importador, para facilitar los trabajos de inspección fitosanitaria. México tiene un plan de trabajo con Estados Unidos, donde para poder exportar ajo se tienen que cumplir 3 procedimientos técnicos: Certificado fitosanitario, Inspección en punto de ingreso y certificado de calidad (Bancomext, 1999).



Los niveles arancelarios establecidos para exportar ajo a los diferentes países con los que México ha logrado acuerdos están en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Niveles arancelarios aplicables a la importación de alimentos frescos procedentes de México.

PAÍS: ESTADOS UNIDOS					
F.A.	PRODUCTO	1998		1999	2000
		Arancel General	Arancel (TLCAN)	Arancel (TLCAN)	Arancel (TLCAN)
0.703.20.00	Ajo	0.85 c/Kg	Libre	Libre	Libre

PAÍS: CANADÁ					
F.A.	PRODUCTO	1998		1999	2000
		MFN Tarifa	México Tarifa	México Tarifa	México Tarifa
0.703.20.00	Ajo	Libre	Libre	Libre	Libre

UNIÓN EUROPEA			
F.A.	PRODUCTO	Arancel no-preferencial en 1998 (%)	Arancel SPG 1 en 1998 (%)
0703.20.00	Ajo	10.8	10.8 hasta el 30 de Junio. 9.6 a partir del 1 de Julio

PAÍS: JAPÓN			
F.A.	PRODUCTO	1998	
		Arancel General	Arancel WTO
0.703.20.00	Ajo	5%	3.7%

Fuente: Bancomext, Guía de exportación sectorial p. 47.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en Arizpe, Sonora, en el predio "Las Pilitas", ubicado en los márgenes del Río Sonora, con una latitud de 30° 20' 09", una longitud de 110° 10' 22" y una altitud de 870 msnm.

El experimento consistió en evaluar cuatro variedades de ajo (California Early, Chino, Morado Regional, y Perla ) en dos densidades de siembra. La primera densidad denominada doble hilera consistió en 250,000 plantas por hectárea. La segunda densidad denominada triple hilera consistió en 375,000 plantas por hectárea. Cada una de las variedades fue sembrada en cada una de las densidades. Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial con 8 tratamientos y 10 repeticiones para un total de 80 parcelas. Cada parcela midió 0.80 m.



A doble hilera los surcos estaban separados a 80 cm, quedando en forma de surco ancho. La separación entre hileras fue de 20 cm y la separación entre bulbos de 10 cm.



En triple hilera los surcos estaban separados a 80 cm, quedando en forma de surco ancho. La separación entre hileras fue de 10 cm y la separación entre bulbos de 10 cm.



Las variables a evaluar fueron:

- Producción en toneladas por hectárea de cada variedad en cada densidad.
- Diámetro del bulbo en centímetros de cada variedad en cada densidad.

Se empleó una balanza para tomar datos de producción y un vernier para medir el diámetro del bulbo. El análisis estadístico se hizo en el sistema SAS para la obtención del análisis de varianza y la prueba de Tukey.

\* El experimento se inició el 17 de octubre de 1998 con la realización de la siembra. La preparación del terreno fue convencional para una siembra en húmedo: barbecho, rastreo, nivelación, riego, rastreo en tierra venida, formación de surcos y siembra. El terreno presentó un suelo franco arenoso.

Para la siembra se seleccionaron dientes grandes y medianos. Se sembraron con la raíz hacia abajo y a una profundidad de 5 a 8 cm para aumentar el porcentaje de germinación.

Dentro de las prácticas agronómicas y por la prevención de enfermedades fungosas, se trató la semilla en una solución de Benomyl en dosis de 250 gr en 200 litros de agua, sumergiendo la semilla por un período de 5 minutos, esto con la finalidad de prevenir ataques por *Penicillium*, aunque durante el desarrollo del cultivo no se tuvo presencia de esta enfermedad.

En el programa de fertilización se aplicaron 100 unidades de Nitrógeno, 100 unidades de Fósforo y 50 unidades de Potasio. Todo el Fósforo se aplicó de presiembra utilizando como fuente 200 Kg de 11-52-00. El Potasio también se aplicó todo de presiembra utilizando como fuente 100 Kg de Cloruro de Potasio. El Nitrógeno se aplicó en forma fraccionada, aplicándose

100 Kg de Urea de presiembra y en el mes de febrero se aplicaron 100 Kg de Nitrato de Amonio en el agua de riego. Como complemento de la fertilización se aplicó un fertilizante foliar (20-30-10) a razón de 2 Kg por hectárea y un regulador de crecimiento a base de ácido fólico en dosis de 1 ce por litro de agua.

Se aplicaron un total de 10 riegos de auxilio en las variedades Chino y Perla, y se dieron 9 riegos para la variedad Morado Regional. Para la variedad California Early se aplicaron 11 riegos por ser una variedad tardía.

Para el control de malezas se hicieron 2 deshierbes manuales y 5 pasos de cultivadora. Las malezas que se presentaron fueron las siguientes: Chual *Chenopodium album* L., Mostaza *Brassica nigra* L., Malva *Malva parviflora* L., Cardo *Argemone mexicana* L., Chinita *Sonchus asper* L. y Correhuela *Convolvulus arvensis* L.

Para el control de plagas se hizo una aplicación de Metamidofos en dosis de 1 litro por hectárea para el ataque de Trips *Thrips tabaci* Lind. Otras plagas que estuvieron presentes pero de menor importancia fueron: pulgón verde, diabroticas, araña café y chapulines.

Para efectos de observación en el desarrollo fenológico del cultivo, se tomaron datos de altura de las plantas en todas las variedades, como se puede observar en el cuadro No. 11.

La cosecha se inició el 1 de Mayo de 1999 con la variedad Morado Regional, el 13 de mayo de 1999 se cosecharon las variedades Chino y Perla. La variedad California Early se cosechó el 2 de junio de 1999. La cosecha se hizo con tracción animal, realizando el aflojado con un arado y posteriormente la cosecha se hizo manualmente. Después se taparon los

bulbos con tierra y ramas para que no los dañara el sol y terminaran de madurar. Se dejaron tapados 8 días y se realizó el tapeado el cual consiste en cortar la raíz y el follaje, lo cual se realizó con unas tijeras, dejando de 3 a 5 cm de tallo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El experimento se inició el 17 de Octubre de 1998 con la realización de la siembra.

Los datos se tomaron una vez que se realizó la cosecha de las variedades evaluadas, lo cual fue en los meses de mayo y junio de 1999. Los resultados fueron analizados mediante el procedimiento estadístico de análisis de varianza en el sistema SAS. También se aplicó la prueba de Tukey para la comparación de medias.

Cuadro 8. Comparación de medias de rendimiento en Ton/Ha y de diámetro del bulbo en cm de las variedades con la prueba de Tukey.

<b>VARIEDAD</b>	<b>RENDIMIENTO TON/HA.</b>	<b>DIÁMETRO CM</b>
CHINO	16.906 a	5.76 a
PERLA	16.187 a	5.66 a b
CALIFORNIA EARLY	14.125 b	5.41 b
MORADO REGIONAL	9.944 c	3.78 c

DSH (5%) para rendimiento de variedades: 0.916 toneladas.

DSH (5%) para diámetros de variedades: 0.2839 centímetros.

Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales.

Se encontraron diferencias estadísticas entre las variedades evaluadas (Cuadro 8). Las variedades Chino y Perla superaron ( $P < 0.05$ ) en rendimiento (Ton/Ha) a las variedades California Early y Morado Regional (16.906 y 16.187 contra 14.125 y 9.944 Ton/Ha). La variedad Morado Regional resultó estadísticamente ( $P < 0.05$ ) con el rendimiento

más bajo. Sin embargo, no hubo diferencias en rendimiento ( $P>0.05$ ) entre las variedades Chino y Perla.

Para la variable diámetro del bulbo en cm, las variedades Chino y Perla resultaron iguales ( $P>0.05$ ) con un diámetro de 5.76 y 5.66 cm. La variedad California Early proporcionó un diámetro de 5.41 cm, siendo éste igual al de la variedad Perla ( $P>0.05$ ). El menor diámetro del bulbo se obtuvo con la variedad Morado Regional (3.78 cm).

Cuadro 9. Comparación de medias de las densidades (Rendimiento en Ton/Ha y diámetro del bulbo en cm).

<b>DENSIDAD</b>	<b>RENDIMIENTO TON/HA.</b>	<b>DIÁMETRO cm</b>
TRIPLE HILERA	14.55 a	4.13 a
DOBLE HILERA	14.03 b	6.17 b

DSH (5%) para rendimiento de densidades: 0.4909 toneladas.

DSH (5%) para diámetro de densidades: 0.1521 centímetros

Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales.

En el cuadro 9 se observan los rendimientos y los diámetros obtenidos para las dos densidades evaluadas en este experimento. Estos valores representan promedios a través de variedades y de repeticiones. La siembra a triple hilera superó en rendimiento a la siembra a doble hilera (14.55 contra 14.03 Ton/Ha;  $P<0.05$ ). Sin embargo, la siembra a doble hilera favoreció al diámetro del bulbo (6.16 contra 4.13 cm,  $P<0.05$ ).



Los resultados obtenidos en este experimento son similares a los obtenidos por Arboleya et al. (1994) quienes evaluaron la respuesta del ajo ante distintas densidades de plantación, encontrando que al aumentar las densidades de plantación aumentaron los rendimientos pero disminuyeron los diámetros de los bulbos.

Arboleya et al. (1994) encontraron que los mejores rendimientos (14.24 Ton/Ha) y diámetros (>15 a 60 mm) resultaron con plantaciones de 560,000 plantas por hectárea. En éste trabajo el mejor rendimiento se obtuvo en la siembra a triple hilera con una producción de 14.55 Ton/Ha (cuadro 9 y gráfica 3); el mejor diámetro se obtuvo con la siembra a doble hilera con bulbos de 6.17 cm ( Ver cuadro 9 y gráfica 4). Con esto queda demostrado que al aumentar la densidad de población se aumentan los rendimientos, pero disminuyen los diámetros del bulbo.

Iglesias et al. (1998) reporta que en Cuba las densidades de plantación óptimas están entre 350,000 y 500,000 plantas por hectárea. Estas densidades están enfocadas para mantener la obtención de buenos rendimientos sin afectar el buen tamaño del bulbo, lo cual se logra manteniendo poblaciones que oscilen entre 25 y 35 plantas por m<sup>2</sup>. Este experimento presenta una densidad de 25 plantas por m<sup>2</sup> en siembras a doble hilera y de 37.5 plantas por m<sup>2</sup> en siembras a triple hilera. Iglesias et al. (1998) reporta densidades de 378,000 plantas por hectárea, utilizando como sistema de plantación siembras a triple hilera con una separación entre surcos de 160 cm, una separación entre plantas de 0.5 cm y una separación entre hileras de 35 cm. Esta densidad de plantación encuentra gran similitud con la siembra a triple hilera evaluada en este experimento, la cual genera una densidad de 375,000 plantas por hectárea con un marco de plantación de 80 cm de separación entre surcos, 10 cm de separación entre plantas y de 10 cm de separación entre hileras. La siembra a triple hilera fue

mejor y estadísticamente diferente ( $P < 0.05$ ) en rendimiento, que la siembra a doble hilera (cuadro 9 y gráfica 3).

Anna (1995) evaluó la variedad Pacheco en diferentes poblaciones, encontrando que conforme se aumentan las densidades de población se aumentan los rendimientos, pero disminuye el buen diámetro del bulbo. En las variedades evaluadas en este trabajo las mejores variedades fueron Chino y Perla ( $P < 0.05$ ) superando en rendimiento a las variedades California Early y Morado Regional (cuadro 8 y gráfica 1). En lo que concierne a diámetro del bulbo, las variedades Chino y Perla superaron ( $P < 0.05$ ) a las variedades California Early y Morado Regional (cuadro 8 y gráfica 2). El análisis de varianza reportó una interacción no significativa en la variable diámetro entre las variedades Perla y California Early como se puede observar en la gráfica 5. La diferencia del rendimiento de las variedades evaluadas a través de las densidades, tal vez se deba a aspectos genéticos de las variedades o también a aspectos de adaptabilidad a la zona donde se realizó este experimento.

Sing et al. (1995) reporta que el aumentar las densidades de plantación afecta directamente otros aspectos del desarrollo de las plantas, como puede ser la altura de las plantas. En ésta evaluación en la densidad de plantación mayor, es decir siembra a triple hilera, la altura de las plantas fue mayor que la siembra a doble hilera como se puede observar en el cuadro 11.

Juvera et al. (2000) reporta 20 toneladas por hectárea y un diámetro del bulbo de 5 cm, en una siembra comercial de alta densidad con la variedad de ajo Chino, lo cual confirman y validan los resultados obtenidos en éste experimento y a la variedad Chino como una de las mejores para altas densidades.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados del presente experimento, y en comparación con otras investigaciones similares, realizadas anteriormente en diferentes países y regiones con condiciones propicias para el cultivo y desarrollo del ajo, podemos concluir lo siguiente:

Una densidad mayor de 250,000 plantas por hectárea y menor de 400,000 plantas por hectárea, nos garantiza un buen rendimiento y la obtención de un diámetro del bulbo aceptable para la comercialización.

La siembra a triple hilera se recomienda para las variedades Chino, Perla y California Early, debido a que se observó un buen desarrollo en éste sistema de plantación, lográndose obtener excelentes rendimientos y calibres bastante aceptables para las exigencias del mercado de exportación.

La variedad Morado Regional no se recomienda para siembras a triple hilera, debido a que se logró obtener un rendimiento aceptable, pero el tamaño del bulbo presentó un calibre inferior a los requeridos por el mercado.

La siembra a triple hilera se recomienda para suelos francos a franco-arcillosos, siempre y cuando presenten buena nivelación y buen drenaje.

La siembra a doble hilera se recomienda para suelos más livianos donde el movimiento capilar y horizontal del agua es más lento. Todas las variedades evaluadas se recomiendan para este tipo de plantación

Las variedades evaluadas demostraron tener un rendimiento aceptable en la siembra a doble y triple hilera. El diámetro del bulbo disminuyó al aumentar la densidad de plantas por hectárea, pero se mantuvo la relación de un buen rendimiento con un buen diámetro del bulbo.

Las variedades Chino y Perla demostraron tener los más altos rendimientos y buen diámetro del bulbo en las dos densidades, La variedad California Early presentó un rendimiento y un diámetro del bulbo intermedio. La variedad Morado Regional resultó con una producción y un diámetro del bulbo inferior.

Se sugiere la continuación de este tipo de investigaciones para corroborar, ampliar y validar los resultados obtenidos en este experimento, y de esta manera lograr el objetivo de mejorar la situación actual del cultivo del ajo en las zonas agrícolas de Sonora.

**BIBLIOGRAFÍA**

- 1 Abel, A.L., M.A. Baraka, E.L. Tobshy. 1991. Integrated control of postharvest garlic rot diseases. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. Cairo, Egypt. pp. 723-724.
- Agamalian, H.S., E.A. Kurtz. 1989. Garlic Weed Competition. USA. *California Agriculture*. pp. 11-12.
- Anna, F. 1993. Research on plant density of garlic. *Colture - Protette*. Palermo, Italia. pp. 85-90.
- Arboleya, J., C. García, J.L. Burba. 1994. Ajuste de la fertilización ante distintas densidades de plantación con y sin riego. Tercer curso-taller sobre producción y comercialización e industrialización de ajo. Mendoza, Argentina. pp. 261-266.
- Arboleya, J., C. García, J.L. Burba. 1994. Respuesta del ajo en alta densidad con mulch y fertirriego. Tercer curso-taller sobre producción y comercialización e industrialización de ajo. Mendoza, Argentina. pp. 273-276.
- 2 Avila, J.M. 1990. Enfermedades de los cultivos en el noroeste de México. Hermosillo, México. pp. 15-16.( Apuntes de clase, DAG- UNISON ).
- Bancomext. 1999. Alimentos frescos, guía de exportación sectorial. Primera edición. México. pp. 17-53.

Barrios, C.L., M.R. Jacinto, V. Guzmán.1992. Evaluación de fungicidas e intervalos de aplicación para el control de Mancha Púrpura en ajo. Revista Chapingo. México, D.F. pp. 45-47.

Bejarano, C.R. 1995. Desarrollo fenológico de 3 cultivares de ajo en la región de Magdalena de Kino, Sonora. Hermosillo, México. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. 49 p. ( Tesis ).

3 Cardenas, V.J.M. 1980. Interacción fertilización nitrogenada densidad de población en ajo criollo. Aguascalientes. Experimentos de investigación de hortalizas. CAEPAB. 1969-80. INIA. SARH. pp. 149-150.

De la Rosa, M., R.K. Maiti, B. De León. 1994. Effect of gibberellic acid and 2,4-D on the yield of garlic. Phytos. Buenos Aires. pp. 91-94.

4 García, C.R. 1990. El ajo, cultivo y aprovechamiento. Primera edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 166 p.

Hardenburd, R., A.E. Watada, C.Y. Wang. 1987. The commercial storage of fruits, vegetables, florist and nursery stocks. Agriculture Research Service. United States. p. 59.

5 Iglesias, E.I., J. Radames, F.M. Cañet. 1998. Manejo de postcosecha de ajos. Instituto de investigaciones para la industria alimenticia. La Habana, Cuba. pp. 121-137.

INIFAP. 1999. La fertilización en hortalizas. Folleto Técnico No. 19. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora, México. p. 12.

6 Juvera, J.J. 2000. Avances de investigación del proyecto validación y transferencia de tecnología en la producción de ajo en la región del Río de Sonora. UNISON. PRODUCE. FIRA. Hermosillo, Sonora, México. p. 55.

Juvera, J.J., A. Serrano, J.M. Gamboa. 2000. Alta densidad en ajo (*Allium sativum* L.) variedad Chino para incremento de rendimiento en siembra comercial en la región de Tahuichopa, Sonora. Avances de investigación del proyecto validación y transferencia de tecnología en la producción de ajo en la región del Río de Sonora. UNISON. PRODUCE. FIRA. pp. 45-48.

1 Lipinski, V., S. Gaviola, M.F. Filippini, J.L. Burba. 1994. Effect of irrigation, nitrogen fertilization and clove size on yield and quality of coloured garlic in the Valle de Uco. Tercer curso-taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo. Mendoza, Argentina. pp. 235-245.

Lorenz, A. y D.N. Maynard. 1998. Knott's handbook for vegetables growers. Third edition. Jhon Willey and Sons, Inc. New York, USA. p. 136.

Oliveira, A., P.D. Castellane, S.A. Bortoli. 1995. Insertion angle of leaves of garlic versus thrips population. Agropecuaria-Catarinense. pp. 5-6.

8 Peña, C.L. 1997. Establecimiento de un centro de acopio y comercialización de ajo fresco en Arizpe, Sonora. Chapingo, México. Universidad Autonoma Chapingo, Departamento de Enseñanza e Investigación en Parasitología Agrícola. 132 p. ( Memoria de Enseñanza Profesional).

Phor, S.K. 1995. Effects of zinc on the growth and yield of garlic. Vegetable crops. Hisar, India. pp. 286-291.

10 SAGAR. 1997. <sup>9</sup> Centro de Estadística Agropecuaria. Cultivo ajo. Año Agrícola 1997. México. pp.1-2.

9 SAGAR. 1998. Centro de Estadística Agropecuaria. Cultivo ajo. Año Agrícola 1998. México. pp. 1-2.

10 SARH. 1982. Ciclos de cultivo. Ajo. Diagrama No. 3. México. p. 55.

12 Sobrino, J. E. 1992. Tratado de Horticultura Herbaceas Editorial Aedos. Barcelona, España

Selvaraj, N., I. Irulappan, P.G. Vedamuthu. 1993. Effect of N, K, and Mg fertilization on the uptake of nutrients in garlic. South-Indian-Horticulture. Perumbarai, India. pp. 278-281.

Selvaraj, N., I. Irulappan, P.G. Vedamuthu. 1994. Correlation studies on the factors influencing rubberisation in garlic. South-Indian-Horticulture. Perumbarai, India. pp. 293-297.

Singh, J.V., A. Kumar, H.S. Sirohi. 1995. Effect of spacing on the growth and yield of garlic. U.P. India. Indian Journal of Agricultural Research. pp. 153-156.

Splittstoesser, E.W. 1984. Vegetable growing handbook. Second edition. Westport, Connecticut. pp. 221-222.

Yamaguchi, M. 1983. World Vegetables. Published by Van Nostrand Reinhold. Nueva York. pp. 197-200.



**APÉNDICE**

Cuadro 10. Análisis de producción y diámetro del bulbo en las variedades.

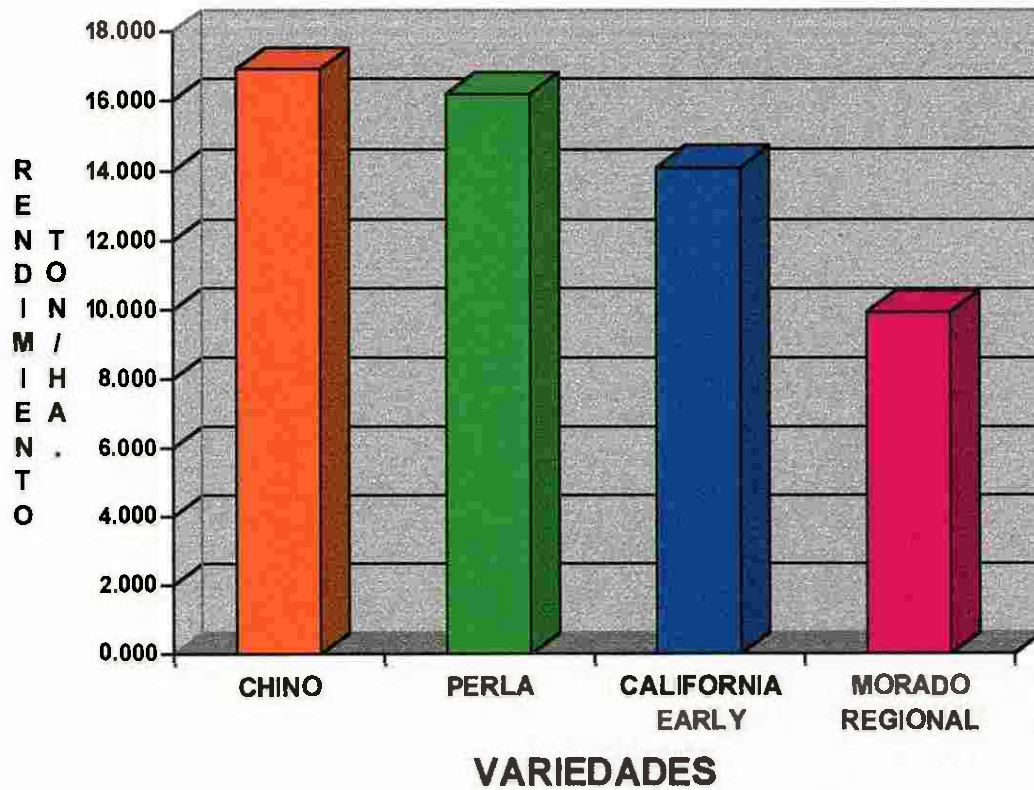
Variedad	Tratamiento	Número de Repet.	Media en Ton/Ha	Diámetro cm	Grupos homogéneos
Chino	Doble hilera	10	16.600 A	6.86	A
Chino	Triple hilera	10	17.213 A	4.65	B
Perla	Doble hilera	10	16.063 A	6.79	A
Perla	Triple hilera	10	16.313 A	4.54	B
Calif. Early	Doble hilera	10	13.500 B	6.18	A
Calif. Early	Triple hilera	10	14.750 A	4.64	B
Morado Reg.	Doble hilera	10	9.950 A	4.84	A
Morado Reg.	Triple hilera	10	9.938 A	2.71	B

Cuadro 11. Desarrollo de las variedades evaluadas considerando la altura de las plantas.

Variedades	Tratamiento	Fecha	
		9-Ene-99	20-feb-99
Chino	2 hil	27 cm	34cm
Chino	3 hil	29 cm	35cm
C. Early	2 hil	20cm	25 cm
C. Early	3 hil	20 cm	31cm
Morado Regional	2 hil	30cm	36cm
Morado Regional	3 hil	33cm	37cm
Perla	2 hil	26cm	33 cm
Perla	3 hil	30cm	36cm

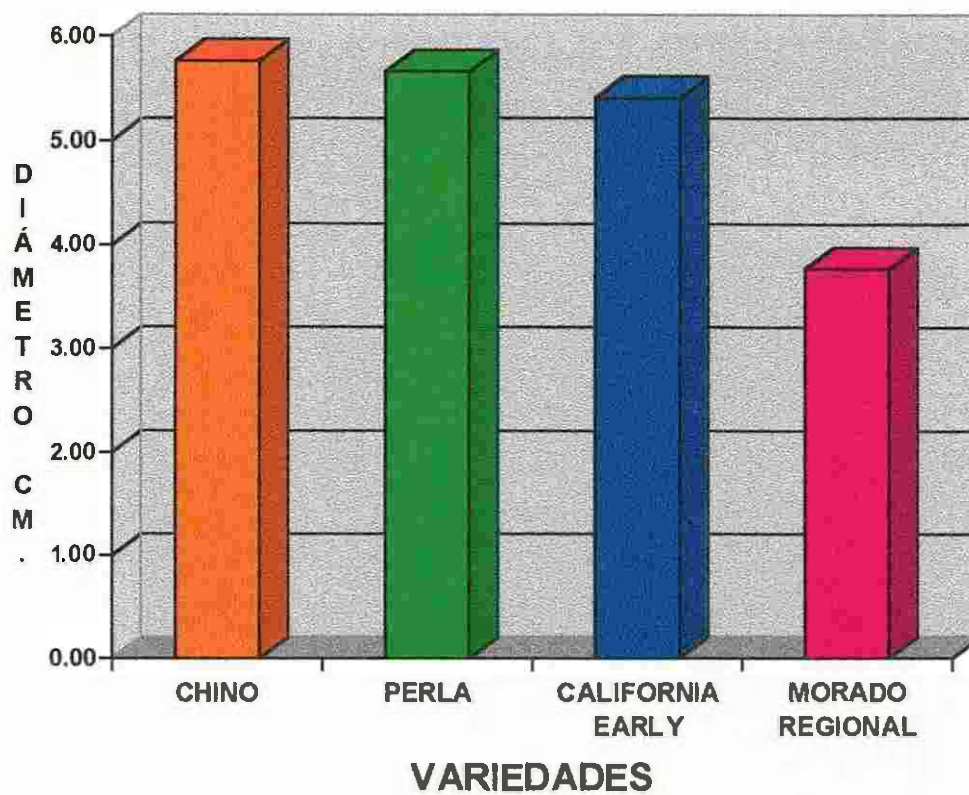
hil = hileras

**GRÁFICA 1. COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LAS  
VARIEDADES EVALUADAS**



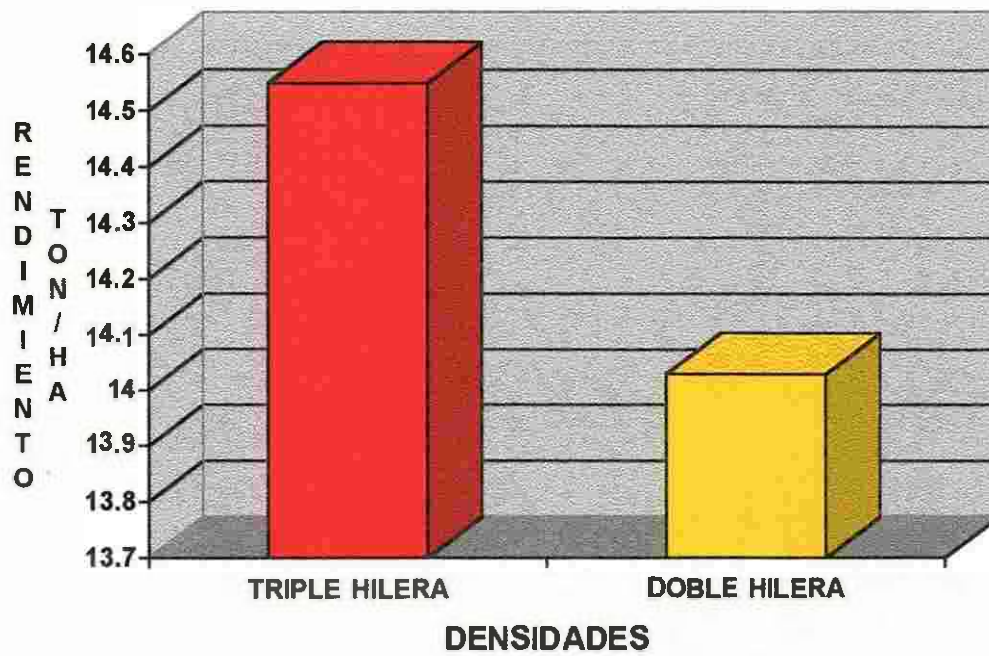
DSH (5%) = 0.916 Ton

**GRÁFICA 2. COMPARACIÓN DEL DIÁMETRO DEL BULBO DE LAS  
VARIETADES EVALUADAS**



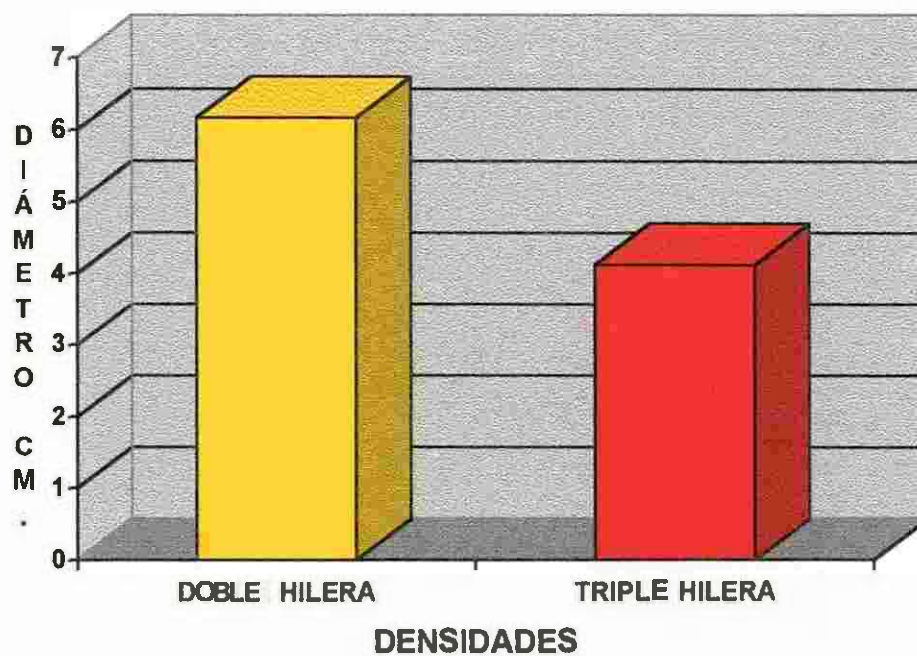
DSH (5%) = 0.2839 cm

**GRÁFICA 3. COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LAS DENSIDADES EVALUADAS**



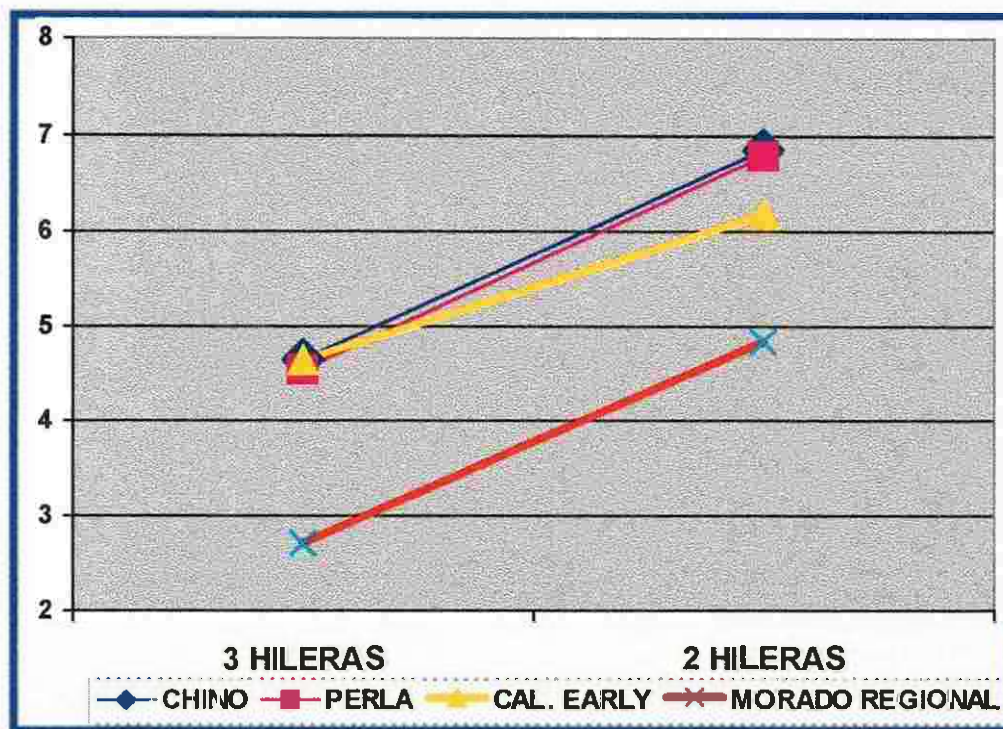
DSH (5%) = 0.4909 Ton

**GRÁFICA 4. COMPARACIÓN DEL DIÁMETRO DEL BULBO DE LAS DENSIDADES EVALUADAS**



DSH (5%) = 0.1521 cm

**GRÁFICA 5. INTERACCIÓN NO SIGNIFICATIVA DEL DIÁMETRO DEL BULBO DE LAS VARIEDADES EN LAS DENSIDADES EVALUADAS**



RIS-T. 2572