

UNIVERSIDAD AUTOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA



Comportamiento de 7 Cultivares de Ajo *Allium Sativum* L.
en Dos Densidades de Siembra y con Dos Bioestimulantes

Por:

NICOLAS QUIÑONES HERRERA

TESIS

Presentada como requisito parcial para
Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo del 2003

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

División de Agronomía
Departamento de Horticultura

Comportamiento de 7 Cultivares de Ajo *Allium sativum* L.
En dos densidades de Siembra y con dos Bioestimulantes

Por:

NICOLAS QUIÑONES HERRERA

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Aprobado por:

M.Sc. José G. Ramírez Mezquitic
Presidente del Jurado

Dr. Fernando Borrego Escálante
Asesor

Dr. José Hernández Dávila
Asesor

M.C. Leopoldo Arce González
Coordinador de la División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por darme la vida y cuidarme y guiarme por el camino del bien, y lograr mis objetivos de terminar mis estudios profesionales.

A MI ALAMA TERRA MATER:

Doy gracias a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por ser parte de mi formación profesional.

AL M.Sc. José G. Ramírez Mezquitic:

Por brindarme su confianza y guiarme en este trabajo.

AL Dr. José Hernández Dávila:

Por su amistad y su participación tan valiosa en la revisión y formación de este trabajo.

AL Dr. Fernando Borrego Escalante:

Por aceptar ser parte del jurado calificador de este trabajo.

A Manuel Ramírez Cerda:

Por su colaboración en la realización, de este trabajo. Gracias.

A Todos Mis Compañeros:

Álvaro, Wendy, Chaires, Adan, Palacios, Marcos, Ramiro, Zulma, Magda, Leonarda, Arturo, Luis Alberto, Gustavo, Rosario, Francisco, y toda la generación XCIV de Horticultura.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Nicolás Quiñones Álvarez.

Maria Asunción Herrera Moncada.

Por darme la vida quien con mucho esfuerzo me apoyaron en mis estudios, de quien voy estar agradecido toda mi vida

Mis Hermanos:

Francisca Dolores Quiñones

Francisco Everardo Quiñones

José Arnoldo Quiñones

Mis Tíos:

M.C. Mario Quiñones A.

Profa. Maria Belén Quiñones A.

M.C. Servando Quiñones A.

Prof. Heriberto Quiñones A.

M.C. Maria del Socorro Quiñones Á.

Sr. Emma Quiñones A.

Profa. Maria Luisa Quiñones A.

Sr. Ramiro Quiñones A.

Por darme su apoyo moral y económico, de quien voy a estar agradecido toda mi vida muchas gracias. Dios los guarde muchos años.

A la Familia Moreno Álvarez:

Especialmente a mi tía la Profa. Maria Esther Álvarez R. por sus consejos y apoyarme incondicionalmente durante mi estancia en la universidad. Gracias. A mis tíos.

M.C. Javier a Moreno A. Ing. Glafiro Moreno A. Dra. Silvia Esther Moreno A. Dra. Rosa Elena Moreno A. por el apoyo que me brindaron durante mi estancia en la Universidad. Gracias.

Mis Amigos:

Wendy, Álvaro, Rubén, Carlos, Alejandro, Rogelio, Edgar, Omar, Alfredo. Por compartir momentos de alegría y felicidad en este tiempo.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS-----	iv
INDICE DE FIGURAS-----	iv
INTRODUCCIÓN-----	1
Objetivos-----	2
Hipótesis-----	2
REVISIÓN DE LITERATURA-----	3
Origen e Historia-----	3
Importancia-----	3
Clasificación Botánica-----	4
Descripción Botánica-----	4
Generalidades del cultivo-----	5
Resistencia al Frío y Fisiología-----	5
Fotoperiodo-----	6
Ambiente-----	6
Requerimientos Edáficos-----	7
Cultivares o Variedades-----	8
Ajos tipo Morado-----	8
Chileno-----	8
Napuri-----	8
Vikingo-----	8
Positas-----	8
Massone-----	9
Taiwán-----	9
Ajos Tipo Blanco-----	9
Perla-----	9
Cristal-----	10
Blanco de Zacatecas-----	10
Desinfección de la Semilla-----	10
Siembra-----	11

Épocas de siembra-----	12
Densidad de población-----	13
Producción de Semilla-----	14
Selección de la Semilla-----	14
Prácticas de Manejo-----	15
Preparación del terreno-----	15
Barbecho-----	15
Rastra-----	16
Surcado-----	16
Labores del cultivo-----	16
Escardas-----	16
Aporque-----	16
Riegos-----	17
Fertiriego-----	18
Fertilización-----	18
Síntomas más comunes de deficiencias nutricionales-----	19
Nitrógeno -----	19
Fósforo -----	19
Potasio -----	19
Calcio-----	20
Magnesio-----	20
Boro -----	20
Zinc-----	20
Plagas-----	21
Trips (<i>Thrips tabaci</i> L.)-----	21
El gorgojo del ajo (<i>Brachicerus algirus</i> F.)-----	21
Enfermedades-----	21
Mancha púrpura (<i>Alternaria porrielli</i> L.)-----	21
Pudrición blanca (<i>Sclerotium cepivorum</i>)-----	22
Malezas-----	23
Cosecha-----	24

Índice de Cosecha-----	24
Valor Nutritivo-----	25
Selección y Clasificación de Bulbo-----	25
Almacenamiento-----	26
Características de las Algaenzimas-----	26
Como actúan las Algaenzimas-----	26
Aplicadas al suelo-----	26
Aplicadas foliarmente-----	27
Tratamientos al suelo y foliar-----	27
Características de Ácidos Fúlvicos-----	27
MATERIALES Y MÉTODOS-----	29
Localización del experimento-----	29
Características Generales de Área-----	29
Material Utilizado-----	30
Material genético-----	30
Establecimiento del experimento-----	30
Tratamientos a evaluar-----	30
Diseño Experimental-----	31
Manejo del Experimento-----	31
Variables a Evaluar-----	33
Número de hojas-----	33
Altura de planta-----	33
Diámetro de bulbo-----	33
Peso total-----	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	34
Número de hojas-----	34
Altura de planta-----	35
Diámetro de bulbo-----	37
Peso total -----	40
CONCLUSIONES-----	42
RESUMEN-----	43

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pagina
1	Principales Países Productores de Ajo en el Mundo-----	3
2	Principales Estados Productores en la Republica Mexicana-----	4
3	Fecha de siembra de ajo en diferentes regiones del país-----	13
4	Productos utilizados para el combate de malas hierbas en Ajo-----	23

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pagina
1	Número de hojas por planta en siete variedades de ajo. Los valores son promedio de cuatro repeticiones-----	34
2	Número de hojas por planta por efecto del bioestimulante aplicado----	35
3	Efecto de la densidad de población en el número de hojas por planta---	35
4	Altura de planta en ajo, por efecto de la variedad-----	36
5	Altura de planta en ajo, por efecto del bioestimulante aplicado-----	37
6	Altura de planta en siete variedades de ajo. Los valores son promedio de cuatro repeticiones-----	37
7	Diámetro de bulbo por efecto de la variedad de ajo-----	38
8	Comparación de medias de la variable diámetro de bulbo del factor densidad dentro de cada nivel de factor variedades -----	39
9	Comparación de medias de la variable diámetro de bulbo del factor variedades dentro de cada nivel del factor densidad -----	39
10	Peso Total en siete variedades de ajo. Los valores son promedio de cuatro repeticiones-----	40
11	Peso total en ajo, por efecto del bioestimulante aplicado-----	41
12	Peso total en siete variedades de ajo. Los valores son promedio de cuatro repeticiones-----	41

INTRODUCCION

En el periodo 1994-1998 la superficie mundial, promedio anual, cosechada de ajo *Allium sativum* L. se ubicó en 1.03 millones de hectáreas con una tasa crecimiento anual de 17.3%. La mayor superficie de tierra cosechada con este cultivo se concentra en cinco países que son: China, India, Tailandia, Corea del sur y España, los cuales concentran el 97% de la superficie mundial (claridades, 1999).

En la República Mexicana el cultivo del ajo figura; entre los principales generadores de divisas, además de su importancia social como fuente de empleo ya que genera entre 120 a 150 jornales por hectárea.

En México, la principal área productora de ajo se localiza en la parte centro-norte del país comprendida por los estados de Guanajuato, Zacatecas, Querétaro y Aguascalientes (Valadez, 1998). El rendimiento promedio nacional es de 7.4 ton.ha⁻¹.

La principal problemática en esta región es la poca adaptabilidad y bajos rendimientos que se han obtenido con los genotipos evaluados anteriormente; esto y por el gran auge, tanto en la superficie sembrada como en la exportación del producto, que ha mostrado este cultivo, es importante generar información que permita incrementar los rendimientos con el uso de tecnología avanzada para aumentar la rentabilidad de esta lilacea. Se pretende hacer evaluaciones con diferentes variedades aplicando bioestimulantes en diferentes dosis y densidades de plantación que permitan obtener altos rendimientos en las cosechas de ajo por lo cual, se planten los siguientes objetivos.

Objetivos

Evaluar el rendimiento y calidad de 7 variedades de ajo.

Evaluar la respuesta a la aplicación de dos bioestimulantes en el cultivo del ajo

Hipótesis

Aplicación de bioestimulantes y densidades de plantación, tendrán efecto en el desarrollo y rendimiento en algún (os) de los 7 cultivares de ajo.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e Historia

El Ajo es originario de Asia Central, incluyendo al noreste de la India y ha formado parte de la historia del hombre desde épocas muy remotas (Vavilov citado por Valadez, 1998).

En el caso de América Latina se considera que los primeros Ajos llegaron a Cuba hace cerca de 500 años con los primeros colonizadores españoles, de donde se expande rápidamente a toda América. La llegada a nuestro país no está bien definida, sin embargo el inicio de importancia comercial del Ajo en la región del bajío, bien podría señalar en la década de los 40 en donde las exportaciones superaron las mil toneladas las cuales han ido incrementando.

Importancia

Cuadro 1. Principales Países Productores de Ajo en el Mundo.

País	Superficie (ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (ton.ha ⁻¹)
China	54,000	561,000	10.4
Republica de Corea	50,000	385,000	7.7
Tailandia	42,000	330,000	7.8
España	39,000	236,000	7.8
Egipto	6,000	177,000	29.5
India	54,000	165,000	3.0
EE.UU.	6,000	92,400	15.4
Argentina	17,000	89,100	5.2
Italia	6,000	66,000	11.0
Turquía	12,000	66,000	5.5

Fuente: FAO citado por Valadez, 1998.

Cuadro 2. Principales Estados Productores en la Republica Mexicana.

Estado	Superficie (ha)	Rendimiento (ton.ha ⁻¹)
Guanajuato	3.502	8.8
Aguascalientes	927	10.5
Zacatecas	700	6.8
Querétaro	520	9.0
Sonora	470	6.4
San Luis Potosí	525	7.3
Baja California Norte	180	10.0
Oaxaca	163	4.7
Otros	219	7.8

Fuente: FAO citado por Valadez, 1998

Clasificación Botánica

Familia: Lilaceas

Genero: Allium

Especie: sativum

Variedad botánica: vulgare

Nombre Común: Ajo

Descripción Botánica

El Ajo es un a planta herbácea de 20 a 30 cm de altura. Las hojas se originan desde la base o corona y son aplanadas, fistuladas de 2.5 cm de ancho, con espata aguada de 7.5 a 10 cm de largo. La flor es de color rosa agrupadas en una umbella terminal, son pequeñas y densas con bracteos largas y escariosas generalmente estériles. El fruto es

una pequeña cápsula lobulada, la parte combustible es un bulbo compuesto, formado por numerosos dientes que están cubiertos por una membrana sedosa de color blanco o rosa, los dientes constituyen además el medio de propagación de esta planta (SARH, 1994).

Esta especie contiene fructosa, proteínas, lípidos sales, minerales, y numerosos principios activos, especialmente los compuestos de azufre.

Generalidades del cultivo

Se menciona que el ajo es una planta bianual y se le considera como una hortaliza más resistente al frío.

El rango de temperatura es de 10 a 30 °C para un desarrollo total. Castaños (1993) reportó que las raíces de los dientes de ajo pueden crecer a temperaturas de 2 a 3 °C el ajo requiere temperaturas frescas (<15 °C) y fotoperiodo corto (menos de 10 horas) para su desarrollo vegetativo, y para la formación bulbo debe haber temperaturas ambientales mayores 20 °C y días largos (mas de 12 horas) (Tompson y Kelly, 1959)

La temperatura mas propicia para el crecimiento vegetativo es de 15 °C y cuando comienzan a formarse los dientes las temperaturas varía de 15 a 20 °C y durante la formación del bulbo de 20 a 25 °C.

El ajo es muy resistente a las heladas, llega a soportar inviernos rigurosos con temperaturas medias de -2.5 a -4.0 °C, existiendo cultivares adaptados a un amplio rango de condiciones térmicas con temperaturas superiores a los 30 °C.

Resistencia al Frío y Fisiología

Levitt (citado por Bidwell, 1993), menciona que las plantas resistentes al congelamiento producen proteínas con enlace hidrofílico con la cual ceden el agua con menor facilidad y que el fortalecimiento es acompañado por mayor número de enlaces hidrofílicos y menor cantidad de enlaces hidrofóbicos en importantes proteínas.

Olien (citado por Bidwell, 1993), observo que los polisacáridos de la pared celular extraídos de plantas fortalecidas al congelamiento tienden evitar la formación de cristales de hielo.

Volger y Hever (citado por Bidwell, 1993), demostraron que la presencia de ciertas moléculas proteicas con un peso molecular de 10 000 a 20 000 en hojas fortalecidas ante la congelación con una efectividad de mil veces mas grande para proteger membranas cloroplásticas.

Fotoperiodo

Gorini (citado por González, 1978), menciona que es muy importante para este cultivo, los días largos y las altas temperaturas favorecen el desarrollo de los bulbos, mientras que los días frescos de corta duración estimulan el desarrollo foliar de las plantas y para la formación de bulbo a el ajo requiere de un fotoperiodo largo con un régimen térmico medio de 18 a 20 °C. Por otro lado en condiciones de día corto (menos de 11 horas luz y temperaturas bajas (10 a 15 °C) las plantas de ajo permanecen verdes y no forman bulbos.

El ajo es una especie dependiente de las condiciones termo-fotoinductoras. El cultivo se encuentra distribuido desde el ecuador hasta los 40° latitud sur y desde el nivel del mar hasta los 3700 metros sobre el nivel del mar, lo que significa que tiene una alta capacidad de adaptación, logrando una mejor calidad en zonas frías (Burba, 1982)

Ambiente

Se define ambiente como las circunstancias objetivas o condiciones por las que un individuo esta rodeado, además incluye todo lo que rodea a un organismo. Si estos factores no tienen efecto sobre el organismo, se dice que tiene un ambiente operacional el cual es un complejo de factores climáticos, edáficos y bióticos que actúan sobre el organismo o una comunidad ecológica y que finalmente determinan su forma y sobrevivencia (Salisbury y Ross, 1994)

Se menciona que los factores ambientales son el resultado de la sucesión ecológica, además de los hechos de la competencia y los extremos del ambiente colocan a las especies y a los individuos de una población bajo tensión y pueden reaccionar ante ella de diferente manera (Bidwell, 1993)

Se dice que el ambiente operacional al aplicar conceptos de termodinámica, hace notar que un factor ambiental interactúa con el organismo solo cuando el factor eleva la temperatura o efectúa trabajo sobre el organismo, o el organismo mismo se eleva la temperatura o efectúa trabajo sobre dicho factor.

Requerimientos Edáficos.

En cuanto al suelo, esta hortaliza requiere de suelos limosos, orgánicos y bien drenados. Asimismo, se recomienda no sembrar ajo donde anteriormente hubo cebolla o ajo para evitar problemas con nemátodos y con la pudrición blanca (Romo, 1994)

En cuanto a su pH, el ajo esta clasificado como moderadamente tolerante a la acidez, siendo su rango de pH de 6.5 a 5.5; con respecto a la salinidad esta clasificado como moderadamente tolerante, con valores de 4 a 5 mmhos (2500 a 3200 ppm) (Knot y Richards citados por Valadez, 1998).

Los mejores suelos para el cultivo del ajo son los de textura ligera o moderadamente pesados como los francos, Areno-arcillosos y Arcillo-arenosos sin problemas de salinidad, pedregocidad o drenaje.

Cultivares o Variedades

A continuación se enlistan las principales variedades de ajo morados y blancos. En los morados existen distintos cultivares siendo los principales el Chileno, Taiwán, Criollo regional, Napuri, Hermosillo, Massone, Positas, Pata de perro, existiendo otras variedades que han sido seleccionadas, mejoradas y son poco conocidas por los productores como son: Tocumbo, Tacazcuaro, Huerteño, INIFAP 94, Texcoco, Celayense, entre otros. En los blancos existen el Egipcio, California, Perla, Zacatecas, Cristal, Durango, Early White.

Ajos tipo Morado

Chileno.

Esta variedad produce bulbos de color morado, con un promedio de 19 dientes (variando de 11 a 22), los cuales están cubiertos con 5 a 6 capas. La planta tiene una altura promedio de 50 cm y de follaje semiabierto, con hojas de color verde intenso. Su ciclo es de 160 días y su rendimiento medio es de 7 a 8 ton ha⁻¹. es una de las más importantes.

Napuri.

Variedad que tiene de 1 a 40 dientes por bulbo con una media de 22 dientes. El ciclo vegetativo es de 160 a 170 días y su potencia de rendimiento es de 14 ton ha⁻¹.

Vikingo.

Esta variedad es de porte de 80 cm, produce de 1 a 18 dientes con una media de 7.5, su ciclo vegetativo es de 175 días y el potencial de rendimiento es de 17 ton ha⁻¹.

Positas.

Es una variedad introducida de Baja California Sur, con bulbos de color morado claro de 40 a 50 cm de alto y color verde cenizo, los bulbos son grandes y aplanados, cuyo número de dientes varia de 1 a 60 con un promedio de 28. Su ciclo vegetativo es de 180 días.

Massone.

Es una introducción hecha de Perú y sus características son similares a la variedad Napuri. Las plantas alcanzan hasta 55 cm de altura, su follaje es de color verde intenso, sus bulbos son de color morado y están protegidos por siete túnicas que envuelven, un promedio de 14 dientes, su ciclo vegetativo es de 175 a 180 días.

Taiwán.

Los bulbos que produce esta variedad son de color morado, con un promedio de 9 dientes (variando de 7 a 13). La altura de la planta es de 50 cm, sus hojas son de color verde intenso y su follaje no muy abierto. Tiene un ciclo vegetativo de 160 días y su rendimiento es de 7 a 8 ton ha⁻¹ (SARH, 1995)

Ajos Tipo Blanco

Perla.

Es una variedad tardía, con un ciclo vegetativo de aproximadamente 240 días; sus bulbos son de color blanco cremoso con una cantidad de dientes que varía de 10 a 16 por bulbo, cubiertos por siete túnicas externas en promedio a la cosecha. El rendimiento obtenido experimentalmente es de 16 a 18 ton ha⁻¹. La planta mide de 40 a 45 cm de altura, su follaje es abierto con hojas de color verde pálido, sin embargo, es una es una variedad susceptible al "escobeteado", también conocido como "rebrotado" o "arrepollado".

El escobeteado, es una malformación fisiológica producida por un exceso de vigor, se caracteriza porque el follaje de las plantas afectadas toma una apariencia de

"escobeta", observándose unas hojas más finas que surgen entre las hojas adultas. Cuando la malformación es grave, la planta se abre completamente. Los bulbos de tales plantas pierden sus túnicas externas y los dientes periféricos quedan descubiertos.

Cristal.

Las plantas alcanzan una altura de 76 cm llegando a producir 21 hojas y de las cuales eliminan 11 de ellas, los bulbos tienen un promedio de 23 dientes producen un 45% de bulbos para exportación, su ciclo vegetativo es de 210 días a 220 días y un rendimiento es de 8.0 ton ha⁻¹.

Blanco de Zacatecas.

Las plantas alcanzan una altura de 74 cm llegando producir hasta 22 hojas, aunque eliminan la mayor parte de ellas, con 22 dientes en promedio, producen un 48 por ciento de bulbos para exportación, su ciclo vegetativo es de 210 a 220 días con un promedio de rendimiento de 8.6 ton ha⁻¹ (SARH, 1994).

Desinfección de la Semilla

Los nemátodos constituyen uno de los problemas principales que afectan el rendimiento y la calidad del ajo. Estos pueden encontrarse en los dientes que se utilizarán como semilla, o bien, en el suelo donde se realizará la siembra.

Por su tamaño pequeño, los nemátodos no pueden ser observados a simple vista y su ataque se puede presentar en cualquier etapa del desarrollo de la planta. Al entrar en actividad, el nematodo se introduce a la planta por la raíz, con lo que provoca su pudrición y muerte. Las plantas afectadas muestran un amarillamiento en las hojas y un achaparramiento de la planta, que al extraerse presenta el bulbo partido y flojo, las raíces son de un color café y se desprenden fácilmente.

El control de esta enfermedad es estrictamente preventivo; por lo tanto, las aplicaciones de agroquímicos se deberán realizar tanto a la semilla como al suelo, ya que son las dos formas de infección.

Para determinar si su semilla o el suelo contienen nemátodos, es necesario tomar muestras y enviarlas a analizar al laboratorio de Sanidad Vegetal Regional, donde se determinará su presencia o ausencia.

Es importante desinfectar la semilla antes de la siembra, sumergiéndola durante dos minutos como máximo en una solución de cinco centímetros cúbicos de Nematicur 400 (Fenamifos) por litro de agua.

Se sugiere utilizar una "pila" o un recipiente que deberá contener la solución desinfectante y donde se pueda introducir la semilla contenida en una "arpilla" o caja de plástico durante el tiempo sugerido anteriormente; enseguida se debe extender la semilla al aire libre para dejar que se seque y posteriormente poderla utilizar para la siembra.

Otra opción es aplicar 40 a 60 kilogramos por hectárea de Nematicur 2% granulado adicionado en bandas, antes o durante la siembra y como medida preventiva, es importante seleccionar terrenos para la siembra donde no se haya sembrado ajo o cebolla durante los tres años anteriores (Cárdenas, 1990).

Siembra

Se siembra manualmente, haciendo un pequeño orificio con una varilla o agarrando el diente de ajo con la punta de los dedos y depositando el diente con la pata hacia abajo, surcos de 80 a 85 cm, a doble hilera por cada uno de los bordes de los surcos, con una distancia entre plantas de 8 a 10 cm, dependiendo el tamaño del diente, una vez terminada la siembra se aplica el riego. Es importante utilizar solamente dientes grandes

y sanos, pues la experiencia indica que los mejores resultados en la cosecha se obtienen usando solo dientes grandes y medianos (Cárdenas, 1990)

Para efectuar el rallado de las hileras donde se depositará la semilla hay que adaptar a la barra porta herramientas, dos timones por surco, atrás de los arados surcadores. Los timones van separados a 20 o 25 cm entre sí, dependiendo de la distancia entre hileras.

En los surquitos abiertos, se coloca la semilla con la punta hacia arriba. Se recomienda sembrar los dientes más grandes a 10 centímetros de distancia y los medianos a 8. Posteriormente, se cubre la semilla con una capa de tierra de 4 a 5 centímetros con otro paso del tractor y utilizando rejas grandes que a la vez formarán el surco.

Épocas de siembra

La mejor época para sembrar las variedades tardías, las cuales son Perla y California, está comprendidas entre el 10 y 20 de octubre, debido a que las siembras más tempranas aumentan el problema del "escobeteado" y las más tardías reducen considerablemente los rendimientos y la calidad de la cosecha.

Las variedades de bulbo morado, que son más precoces, se pueden sembrar durante todo septiembre, pero su periodo óptimo de siembra es del 20 al 30 de septiembre.

Para los ajos blancos la mejor época de siembra en el estado de Chihuahua es del 1° de septiembre hasta el 10 de octubre y los morados del 1° de septiembre hasta el 20 de octubre; siembras fuera de esta época reducen los rendimientos (Rodríguez, 1992).

Cuadro 3. Fecha de siembra de ajo en diferentes regiones del país.

REGION	MESES
El Bajío	Ago. 1- Oct. 15
Culiacán	Sep. 20- Oct. 20
Aguascalientes	Oct. 10 – Oct. .20
Coahuila	Sep. 20 – Sep. . 30

Fuente: Heredia (1971), Valadez, (1998).

Densidad de población

La cantidad de semilla para sembrar una hectárea varía de 600 a 1,500 Kg, dependiendo de la variedad, del tamaño del diente utilizado y de la densidad de población deseada.

La cantidad de plantas por hectárea varía de 234,000 a 250,000 de acuerdo con la separación entre surcos y plantas.

Se dice que las densidades mas utilizadas son de 50 cm entre hileras y de 15 cm entre plantas, lo cual origina una densidad de 133,333 plantas.ha⁻¹.

La iluminación del cultivo de Ajo es muy importante, ya que algunos ensayos realizados para optimizar el marco de plantación, concluyeron que una distancia de plantación inferior a 10-12 cm no es aconsejable. A pesar de ello Niel y Zunino (1970), en las condiciones climáticas Francesas, recomiendan un marco de 60-80 cm entre líneas y de 7-10 cm entre plantas.

Menos usado es el marco de plantación igual al de la cebolla que es de 20-30 cm entre hileras y de 10-15 cm entre plantas ya que es una densidad muy elevada, 333,000 plantas.ha⁻¹. Ya que con esta densidad no se esperará calibres grandes de los bulbos aunque si una mayor producción. El mercado del, ajo se inclina mas hacia los bulbos

grandes, que por los de mayor producción por lo que el marco tradicional usado es de 50 cm entre hileras y de 15 cm entre plantas (García, 1998)

Se tienen dos métodos de plantación de ajo los cuales son en melgas y surcos: las melgas se realizan de una anchura de 2-3 metros y una separación de 0.7 – 1 metro. La plantación se lleva a cabo, dejando 30 cm entre líneas y 20 – 25 cm entre plantas. En surcos se dice que es el sistema más empleado y el mas adecuado. El ancho de los surcos es de 50 cm.

Producción de Semilla

Para producir la semilla es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos: Sembrar en un lote exclusivo para producir la semilla, eliminar todas las plantas o bulbos que sean diferentes a las características del cultivar que se trate, seleccionar los mejores bulbos y almacenarlos en bodegas bien ventiladas, una semana antes de la siembra se desgranar los bulbos y se seleccionan solo dientes grandes y medianos. En caso de que no se produzca la propia semilla se debe de asegurar que este completamente libre de nematodos o que haya sido tratada con nematicida (Rodríguez, 1992).

Selección de la Semilla

Debido que el ajo es una especie que se reproduce vegetativamente, se debe tener especial cuidado al seleccionar los dientes o "semilla", ya que los tamaños del bulbo y diente influyen directamente sobre el rendimiento y calidad de la cosecha. Por lo tanto, al momento de cosechar, se deben escoger los bulbos que tengan la mejor forma, que sean sanos y de buen tamaño. Si se eligen bulbos pequeños, deformes o escobeteado se reducirá notablemente el rendimiento.

La siembra solo se realiza en forma directa, utilizando los dientes como semilla para la multiplicación, debido a que el ajo no produce semilla botánica; se recomienda 600 kg en siembra manual, y 1000 kg en siembra mecánica (Valadez, 1998)

Los bulbos seleccionados se colocan en cajas especiales o "jitomateras" y se guardan en un lugar sombreado, fresco y bien ventilado (Cárdenas, 1990)

Se sugiere realizar el desgrane de los bulbos de 5 a 10 días antes de la siembra, esto para evitar un deterioro de los dientes por un alto periodo de almacenamiento en el cual puede perder humedad, lo que nos provocaría una reducción en el poder germinativo, y pérdida de vigor en los dientes o semilla.

Los productores de ajo que siembran mecánicamente deben de clasificar la semilla en grande, mediana y chica, para la calibración de la sembradora que se utilizará. (Heredia, 1995)

Practicas de Manejo

Preparación del terreno

Las labores deben de comenzar unos seis meses antes de la plantación y consistirán en una labor de arado profunda (30-35 cm) seguida de 2 ó 3 rastreadas cruzadas. Con esta primera labor se enterrarán los abonos orgánicos.

Barbecho.

Se debe realizar cuando el suelo tenga un contenido de humedad adecuado para que permita la penetración del arado a una profundidad de 20 a 30 cm y se recomienda realizarlo después de la cosecha del cultivo anterior, para aprovechar la humedad.

Rastra.

También se recomienda hacerlo cuando el suelo tenga un contenido de humedad adecuado, que permita desbaratar los terrenos y dejarlos bien molidos; además se recomienda adicionar un tablón o riel para emparejar el suelo; en caso de que no quede bien nivelado, se recomienda realizar la labor de nivelación.

Surcado

Los surcos se deben hacer con una pendiente menor del 2% siguiendo las curvas de nivel del terreno, para lograr una distribución uniforme del agua de riego y evitar encharcamientos y la distancia entre surcos varia de 80 a 85 cm. En caso de regiones donde la siembra es en melgas la dimensión es variable de 3 a 5 metros de ancho por 15 a 20 metros de largo.

Labores del cultivo.

Escardas.

Es de suma importancia mantener el cultivo limpio de malas hierbas, mediante las escardas oportunas. Favorece la filtración del agua y eliminar la maleza: de esta manera los bulbos y raíces se desarrollan mejor y se disminuyen las perdidas por pudriciones. Las escardas se realizan después de cada riego, una vez que el suelo de punto para trabajar en las primeras etapas del cultivo (60 días como máximo)

Aporque.

Esta practica es principalmente para arrimar la tierra a la planta y tapar el fertilizante sólido que se ha aplicado (Valadez, 1998)

Riegos

Inmediatamente después de sembrar, se aplica el primer riego, procurando que el agua fluya lentamente y suba por el lomo del surco; sin embargo, se debe evitar encharcamientos o que el agua rebase el lomo del surco, debido a que se forma una costra dura que dificulta la emergencia de la planta.

Diez días después del primer riego, se recomienda aplicar otro riego ligero, con el fin de favorecer la germinación de las semillas que no lo hayan hecho en el primer riego. Con esto, se logra la emergencia de un buen porcentaje de plántulas.

De acuerdo con las condiciones climáticas de la región, los requerimientos de humedad de la planta en sus diferentes etapas de desarrollo y a de la textura del suelo, los primeros seis o siete riegos se deben aplicar cada 15 a 25 días. Después, cuando las temperaturas comienzan a elevarse, los riegos deben ser más frecuentes, con intervalos entre ocho y diez días. El último riego se debe aplicar a los 15 o 20 días antes de la cosecha. Normalmente, el número de riegos que requieren los ajos precoces (morados) varía de siete a nueve y la lámina total a aplicar es de aproximadamente 46 cm.

En ajo Perla se aplican de 14 a 18 riegos con una lámina total de 73 cm y en el ajo California son 16 a 20, cuya lámina total es de 85 cm. En general, es importante mantener una buena humedad en los primeros 20 cm del surco, ya que es donde se localiza el bulbo y la raíz.

Cabe mencionar que el número de riegos dependerá de las condiciones ambientales que se presenten en la región.

Es necesario mencionar que de 20 días a 4 semanas antes de la cosecha no se debe de regar para evitar pudriciones, reventamientos de bulbos y decoloraciones de los mismos (Valadez, 1998)

Fertiriego.

El riego por goteo nos eficientiza el uso del agua y el fertilizante, ya que se han presentado problemas como es la baja disponibilidad de agua, y el uso de fertiriego, además de que aumenta la calidad del ajo y el rendimiento nos hace eficiente el uso del agua (González, 1996)

Fertilización.

El ajo es un cultivo que puede responder en forma favorable o desfavorable a la aplicación de fertilizantes, o sea, es una planta muy sensible a los excesos o deficiencias de nutrimentos

De acuerdo con los trabajos de investigación realizados por el Campo Experimental Pabellón, se ha determinado como adecuada la fórmula de fertilización 180-80-100.

La mitad del nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio se debe aplicar al momento de la siembra o antes del primer riego de auxilio y el resto del nitrógeno a los 50 o 60 días después de la primera aplicación.

Se sugiere utilizar 440 kilogramos de Sulfato de amonio como fuente de nitrógeno en la primera aplicación, que equivalen a 90 kilogramos de nitrógeno y 400 kilogramos de Superfosfato de Calcio simple como fuente de fósforo que equivale a 80 kilogramos de fósforo. En el caso de potasio, aplicar 200 kilogramos de Sulfato de Potasio para completar los 100 kilogramos recomendados.

Para la segunda aplicación de nitrógeno, se utiliza cualquier fertilizante nitrogenado y en la cantidad ya especificada anteriormente. Los excesos de nitrógeno, no

aumentan los rendimientos y calidad de ajo; sin embargo, sí provocan pérdida de calidad, ya que los bulbos se abren y además se alarga el ciclo vegetativo del cultivo.

Según López (1994), recomienda aplicar 50 Kg de N + 20 Kg de P + 50 Kg de K + 20 Kg de cal ha⁻¹.

En cambio Heredia (1995), recomienda que el tratamiento de fertilización para el cultivo de ajo puede ser de 240 – 80 – 00, mas 20 Kg de Zinc por ha⁻¹.

Síntomas más comunes de deficiencias nutricionales.

Nitrógeno.

Cuando existe una carencia de este elemento en plantas de ajo, aproximadamente un mes después de la siembra se presenta un amarillamiento en las puntas de las hojas que va progresando gradualmente hacia la base y de la parte central hacia los márgenes, las que posteriormente mueren. Las hojas nuevas desarrollan menor tamaño que la primeras por lo que las plantas quedan achaparradas. También se presentan líneas de color púrpura en los márgenes de la base de la hojas. Otra característica es que los márgenes se doblan hacia el centro impidiendo la emergencia de las hojas mas nuevas, particularmente las puntas consecuentemente forman círculos al doblarse las bases, por último las plantas adelantan su maduración (Albarran, 2000)

Fósforo.

Es un ligero achaparramiento cuando las plantas tiene un mes a los dos meses presentan un amarillamiento irregular en la plantas mas viejas, además desarrollan un color púrpura en los márgenes de la base de dichas hojas, adelantando su madurez.

Potasio.

Se observa a los 30 días después de la siembra, las orillas de las hojas son ligeramente cloróticas mientras que las puntas son de amarillo fuerte, después continua el amarillamiento hacia la base y la muerte de los tejidos ocurre rápidamente. Esto provoca

un achaparramiento y las hojas nuevas son pequeñas y débiles, la madurez es sumamente prematura y en ocasiones no hay una verdadera división de los dientes de bulbo (Albarran, 2000)

Calcio.

Forman la mitad del número de hojas que se tienen como normal, cuando se tiene de 6 a 8 hojas se forma una mancha necrótica en las hojas nuevas, la cual se va desarrollando hasta que viene la muerte de la hoja, mas tarde este problema se presenta en las hojas viejas provocando una madurez precoz y no hay división de dientes.

Magnesio.

El síntoma característico de deficiencia de este elemento es una clorosis en la base de las hojas viejas que avanza hacia las puntas y ocasiona la muerte de la hoja, se forman pocas hojas jóvenes y son débiles y pequeñas, la madurez se adelanta y no hay división de dientes.

Boro.

Se observa un achaparramiento seguido de un doblamiento de las hojas hacia fuera y una abertura de las plantas. Las hojas nuevas tienden a cerrarse dando una apariencia de cepillo y alrededor de los 56 días se vuelven cloróticas. A los 90 días las puntas son de color púrpura que progresa con el tiempo por los márgenes hacia la base y la hoja muere lentamente, las plantas forman poco número de hojas (Albarran 2000)

Zinc.

Las plantas deficientes de este elemento no presentan anomalías, desarrollan bien, la madurez se presenta ligeramente mas pronto que en las plantas bien nutridas.

Plagas

Trips (*Thrips tabaci* L.)

Los trips, constituyen la plaga principal que atacan al cultivo del ajo. Estos son insectos que miden aproximadamente un milímetro de largo, de color amarillo y generalmente atacan en el cogollo de las plantas.

Los trips aparecen desde la emergencia de las plantas y sus poblaciones se incrementan cuando las temperaturas ambientales son altas, aunque disminuyen rápidamente con la presencia de lluvias o temperaturas frías. Se ha comprobado que cuando las infestaciones son fuertes y no se controlan, el rendimiento se reduce hasta en un 20 por ciento (Colunga 1999)

Control.

Es conveniente aplicar 1.5 litros por hectárea de E-605 o 1.5 kilogramos por hectárea de Sevin 80% o bien Paration Metilico 50% en cantidad de 1.0 a 1.5 litros por hectárea; cualquiera de estos productos se debe disolver con 400 litros de agua para lograr un buen cubrimiento de follaje y un control eficiente.

El gorgojo del ajo (*Brachicerus algirus* F.)

Coleóptero que inicia su ataque en primavera ovipositando en las hojas. Posteriormente las larvas en desarrollo penetran al interior de los bulbos, cumpliendo ahí su ciclo, este inverna como adulto (Colunga 1999)

Enfermedades

Mancha púrpura (*Alternaria porrielli* L.)

Es una de la principal enfermedad que atacan al ajo. El agente causal es un hongo, el cual inicialmente ataca al follaje de la planta y provoca lesiones ovaladas de color

púrpura que posteriormente invaden la mayor parte del follaje, con lo cual se reduce el rendimiento.

Condiciones Favorables.

La enfermedad se presenta cuando el tiempo es nublado y lluvioso, con alta humedad atmosférica, seguida de temperaturas altas y cielo despejado.

Control.

Se recomienda que al inicio de las primeras lesiones se apliquen aspersiones de Maneb + Zineb en una proporción de 1:1 y usando de 1.0 a 1.5 kilogramos de cada producto por hectárea disueltos en agua suficiente para hacer un buen cubrimiento de la planta, o bien, aplicar de 1 a 2 kilogramos por hectárea de Manzate 200. Cuando el ataque sea muy severo, con cuatro o más pústulas por hoja, aplique una mezcla de Manzate + Rovral con 1 kilogramo por hectárea de cada producto.

Pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*)

Causada por un hongo que provoca una pudrición color blanco, debido a que las raíces, el bulbo y el cuello de la planta se cubren con un moho blanco muy característico de esta enfermedad. Después, esta pudrición se torna color oscuro, por la presencia de unas pequeñas esferas oscuras, las cuales son las unidades reproductivas del hongo y son las que permiten que permanezca de un año a otro en el terreno (albarran 2000)

Condiciones Favorables.

Se ha encontrado que el desarrollo de esta enfermedad es más rápido con temperaturas del suelo entre 10 y 20 °C en suelos con 40% de humedad, las manifestaciones exteriores se pueden confundir con la marchites causada por los nemátodos, sin embargo, es posible distinguir una de otra al arrancar las plantas; si el bulbo esta reventado es debido al daño por nemátodos y cuando se presenta la planta como moho blanco o bien de color oscuro, se debe a la pudrición blanca. (Cárdenas, 1990)

Prevención.

Para prevenir esta enfermedad se recomienda sumergir los dientes de ajo en una solución de Ronilan 50 a razón de 2 Kg por tonelada de semilla durante media hora, antes de la siembra (SARH, 1994)

Malezas

Se conoce como maleza desde el punto de vista agrícola a toda aquella especie vegetal que crece en lugares no desolados, que afectan económicamente a la agricultura, reduciendo los rendimientos (Sierra, 1991)

Control de Malezas

La eliminación de maleza se puede hacer por medio de control mecánico o químico o bien, hacer una combinación de ambos, con el fin de disminuir la competencia por luz, agua y nutrimentos.

La población de malas hierbas que aparecen durante el ciclo de cultivo es baja, debido a las bajas temperaturas invernales que se presentan en la región, la cual puede ser controlada con la rastrillada que se realiza después del primer riego y con unos dos deshierbes manuales posteriores, para mantener el cultivo libre de maleza hasta la cosecha.

Cuadro 4. Productos utilizados para el combate de malas hierbas en Ajo.

CANTIDAD/HA	HERBICIDA	EPOCA
10.0-12.kg/ha	Dacthal W-75%(Clortal-dimetil)	Al sembrar o posteriormente
2.0-4.0 lo/ha	Faena (Glifosato)	Presiembra
1.0-1.5 lt/ha	Goal (Oxifluoren)	Preemergente
4.0 lt./ha	Stomp-330 (Pendimetalin)	Preemergente

El ajo es una planta sensible a la competencia con malas hierbas. Durante la primera etapa de desarrollo es necesario realizar labores de control entre las 3 y 6 semanas de desarrollo. La primera limpia es la más importante (Castaños, 1993).

Cosecha

En lo que se refiere a este punto, se utilizan tres indicadores físicos de cosecha, que son el Tiempo, Doblamiento de hojas, Formación de bulbos en la parte aérea (15 cm arriba del cuello).

Índice de Cosecha

Para determinar el mejor momento de la cosecha se deben hacer muestreos periódicos de la parcela. Los mejores indicadores son cuando los tallos de las plantas estén muy flojos y no presenten resistencia al doblarlos, los bulbos tengan bien marcados los dientes periféricos, las últimas envolturas de los dientes estén secas y cuando las capas protectoras de los dientes individuales muestren una apariencia de papel. Esto puede observarse fácilmente al hacer un corte transversal y vertical de los bulbos en varios puntos del campo que estén por cosecharse.

Forma de Cosecha.

Manual.

Se realiza arrancando las plantas con una barra o azadón o cincel, para aflojarlos; los bulbos se sacan y se sacuden para quitarles la tierra, procurando no golpearlos uno contra otro ni contra el suelo, ya que esto trae consecuencias negativas en el empacado y almacenamiento, lo cual representa mermas en el precio, o son rechazados por el comerciante o el consumidor.

Curado.

Este segundo criterio de cosecha es someter a los bulbos a temperaturas elevadas y baja humedad relativa, esta operación se realiza en el campo, con los bulbos llenos de tierra se forman, “gavillas”, de tal modo que queden protegidos del sol con su propio follaje, para que no sufran escaldaduras. Esta practica ayuda a matar patógenos por la acción del Sol. La duración es de 6 a 7 días con una temperatura 25° a 30 °C con una humedad de 60 a 70%, para la mayoría de las variedades se necesitan 22 días a una temperatura promedio de 24° C.

Valor Nutritivo.

Se obtuvieron los siguientes valores que enseguida se presentan con base a 100 gramos de la parte combustible.

Agua	86.00%
Carbohidratos	38.00 gr.
Proteínas	1.80 gr.
Aceite esencial	0.13 gr.
Acido ascórbico	18.00 gr.

Fuente: Valadez, 1998.

Selección y Clasificación de Bulbo

Las características de los bulbos que se deseen obtener deben ser de acuerdo a las exigencias del mercado. La calidad del ajo para exportación está determinada en gran medida por exigir ajos de bulbo grande, así que en la producción de ajo además del rendimiento, se debe tener en cuenta la calidad. sin embargo, debido a que existe una influencia del tamaño del bulbo sobre la calidad y el rendimiento, se recomienda la selección de bulbos de mayor tamaño posible, bien formados, limpios, sin daños de heladas o quemaduras del sol, libres de moho, no germinados, libres de humedad excesiva y malos olores

El ajo llega a la empacadora, este pasa por el proceso de secado, el cual se realiza a base de aire caliente; después pasa a la corredora donde se limpia manualmente y se elimina ajos defectuosos, y después pasan a la clasificación por tamaños.

Almacenamiento.

El ajo requiere de ciertas condiciones para conservarse en buen estado; los bulbos pueden almacenarse en cajas de madera o plástico colocadas en tarimas de madera o cualquier otro material dentro de lugares sombreados, frescos, secos y con cierta ventilación natural, para evitar el ataque de hongos que puedan causar pudriciones en los bulbos.

Almacenar el ajo destinado para semilla en bodegas con temperaturas superiores a 18 °C y por periodos prolongados, puede provocar disturbios fisiológicos, al igual que almacenarlos con temperaturas menores de 6 °C, particularmente con humedad relativa superior al 70%.

Características de las Algaenzimas

Es un producto obtenido a base de extracto de algas marinas, por un proceso que les extrae el máximo de sus componentes, sin perder sus atributos. Es un producto orgánico, no tóxico, completamente natural.

La Algaenzima, es un producto biológico que no perjudica al medio del suelo, mas bien propicia su equilibrio físico-químico-biológico, rehabilitándolo por mas degradado que se encuentre.

Como actúan las Algaenzimas

Aplicadas al suelo

Propicia que el suelo libere adecuadamente los nutrientes para que las plantas se vigoricen y rindan mayores y mejores cosechas. Acelera un proceso natural que se da en la genesis de los suelos, proceso que en condiciones normales tardaría siglos.

Aplicadas foliarmente.

Como los componentes que constituyen las algas son solubles y balanceados por la naturaleza, son fácilmente absorbidos por las hojas jóvenes. Los ácidos alginicos, el manitol y la enzima ayudan a movilizar los nutrientes en el interior de la planta. Los reguladores de crecimiento propician el crecimiento de las células; además inducen la división de la misma

Tratamientos al suelo y foliar

En conjunto o por separado, vigorizan la planta haciéndolas resistentes a las enfermedades, ataques de insectos, heladas, sequías, etc. (Palau Bioquím, 1993)

Características de Ácidos Fúlvicos.

El ácido fúlvico es la fracción de las sustancias húmicas que es soluble en medios alcalinos y no se precipita en medios ácidos.

El ácido fúlvico tiene mayor capacidad de intercambio catiónico (Campos, 2000). Incrementa sustancialmente la capacidad de intercambio catiónico y las propiedades buferizantes del suelo provocando una mayor disponibilidad de nutrientes.

Promueve la conversión o quelación de un número de elementos menores hacia formas disponibles a plantas mejorando el consumo de nutrientes y previniendo las clorosis entre otros problemas nutricionales.

Incrementa la permeabilidad de las membranas celulares facilitando la entrada de nutrientes.

Aplicado al suelo vía riego o en fertirrigación favorece el crecimiento de varios grupos de microorganismos benéficos.

Favorece la asimilación de nutrientes y de reguladores de crecimiento aplicados foliarmente.

Se obtienen plantas más sanas y vigorosas que toleran más fácilmente el ataque de plagas y enfermedades.

Hace más efectiva la actividad biológica de productos sistemáticos para el control de plagas, enfermedades y malezas al facilitar la absorción y translocación en la planta.

El ácido fúlvico se puede utilizar en cualquier cultivo, se puede aplicar al suelo a través del agua de riego (rodado, aspersión, goteo, cintilla) o vía foliar con suficiente agua para lograr un buen cubrimiento del follaje, o con pura agua o mezclándose con el fertilizante vía riego.

Es compatible con insecticidas, fungicidas, herbicidas y fertilizantes de reacción ácida o alcalina, por lo que puede usarse conjuntamente tanto en aplicación foliar, en fertirrigación como cualquier sistema de riego (Especialidades Agroquímicos, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

El presente trabajo fue establecido en la **UAAAN** en terrenos de “El bajío” localizado en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Méx. El cual se encuentra situado geográficamente a una latitud de $25^{\circ} 23' N$ y una longitud oeste de $101^{\circ} 00'$ y a 1743 msnm.

Características Generales de Área

Clima

Corresponde al tipo Bw (x), el cual es seco y templado, con lluvias en verano. La temperatura media es de $13.3^{\circ}C$, con una oscilación media de $10.4^{\circ}C$, siendo los meses mas cálidos junio, julio y agosto, con temperaturas máximas de $37^{\circ}C$. Enero y Diciembre se registran temperaturas mas bajas siendo estas hasta $-10^{\circ}C$ con heladas en el periodo de Diciembre y Febrero. La precipitación media anual es de 461 mm. La cual se concentra en junio, agosto y septiembre. Con una humedad relativa media anual de 64%.

Suelo

Los suelos son claros esto debido al contenido de calcio y algún café oscuros, con textura que varia de migajón arenoso, a migajón arcilloso, los cuales se localizan sobre extractos calcáreo.

Viento

Los vientos predominantes provienen del sureste durante casi todo el año, con excepción del invierno ya que provienen del noreste. Y los vientos con mayor intensidad se presentan en febrero y marzo.

Agua

El agua de riego se considero como aceptable para el uso agrícola, aunque no se realizó ningún tipo de análisis.

Material Utilizado

Material genético

Las variedades a evaluar fueron:

- 1. Precoz**
- 2. Texcoco**
- 3. Pebeco**
- 4. Taiwán**
- 5. Tocumbo**
- 6. Tacazcuaro**
- 7. Celayense**

Establecimiento del experimento

El lote experimental se estableció con riego por goteo, en una superficie de 500 m².

Tratamientos a evaluar

Los tratamientos a evaluar fueron las 7 variedades ya mencionadas como material genético; las densidades de 2 y 3 hileras.surco⁻¹ de 80 cm de ancho y la aplicación de los bioestimulantes Algaenzimas y ácido fúlvico. En las dos hileras.surco⁻¹ la densidad fue de 250,000 plantas.ha⁻¹ y de 375,000 plantas.ha⁻¹ en la de tres hileras.

Ambos bioestimulantes se aplicaron mediante aspersiones directas al suelo, en una dosis de 2 cm³.l⁻¹ en dos aplicaciones al inicio de la emergencia la primera y la segunda a los 25 días de desarrollo de la planta.

Diseño Experimental.

El diseño empleado fue parcelas subdivididas en bloques al azar y 2 repeticiones. Siendo el factor A, las variedades; el factor B, la densidad y el factor C, los bioestimulantes.

Manejo del Experimento

Siembra

La siembra fue realizada el 25 de septiembre de 2001, tratando de realizarlo en ciclo recomendado para áreas de México. Colocando la parte basal del diente hacia abajo y la parte apical hacia arriba, para tener una mejor emergencia y desarrollo inicial de las plantas.

Riegos

Los riegos fueron por goteo con la finalidad de ahorrar agua, los cuales fueron aplicados como el cultivo los fue requiriendo tratando, de que no le faltara la humedad, esto para dar una emergencia al cultivo, aunque se tuvieron muchos problemas en darle los riegos necesarios y de acuerdo a sus necesidades. Esto por la carencia de agua durante el tiempo que se desarrollo el experimento; notándose un estrés hídrico en todo el ciclo cultivo.

Control de malezas

El control de malezas se realizo aplicando el herbicida conocido comercialmente, con el nombre de Goal el 30 de octubre a una dosis de 5 cm.l⁻¹ de agua, y después de la aplicación el control fue manual, cuando hubo presencia de malas hierbas.

Escardas

Se realizo una escarda para airar el suelo, además de control de maleza, se efectuó el 23 de noviembre de 2001.

Control de plagas y enfermedades

La aplicación de funguicidas y plaguicidas no fue necesario ya que no se presentaron ataques considerables en el ciclo del cultivo.

Cosecha

La cosecha fue realizada el 20 de abril de 2002, primeramente se aflojo el suelo mecánicamente, con un implemento apropiado cuidando de no dañar la plantas, enseguida se arrancaron las plantas, posteriormente se formaron atados y se etiquetaron cuidadosamente de acuerdo a la parcela o tratamiento. Se dejaron secar bajo condiciones ambientales naturales para que ocurriera el proceso de curado.

Rebotado

Después del curado se procedió al rebotado esta practica cultural consiste, en eliminar mediante el uso de tijeras tanto el follaje como las raíces para que quede únicamente la cabeza lista para su selección, empaque y comercialización.

Pesado

El pesado y clasificado se realizo por variedad, repetición y parcela utilizándose una balanza.

Variables a Evaluar

Número de hojas

Se cuantifico el número de hojas a la mitad del ciclo y al final del mismo en el cual se tomaron 5 plantas al azar de cada una de las parcelas.

Altura de planta.

Se midió la altura de la planta tomando 5 plantas por parcela, esta variable se midió en cm.

Diámetro de bulbo

Se tomaran 5 bulbos representativos para medir el diámetro en cm en cada uno de los tratamientos. Para esto se uso un Vernier.

Peso total.

En una balanza se pesaron todos los bulbos de cada tratamiento y repetición. Los resultados fueron anotados en gramos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de hojas.

De acuerdo a el análisis de Varianza no se tuvo diferencia significativa en ninguna de las fuentes de variación. Para observar el comportamiento de esta variable por efecto de las variedades se construyó la Figura 1. En ella se observa que la variedad Precoz (1) y la Celayense (7) fueron las que mayor número de hojas registraron; en cambio las variedades Tacázcuaro y Tocumbo registraron el menor número de hojas. En promedio las primeras mostraron 1.47 % de incremento en el número de hojas con respecto a las últimas variedades citadas.

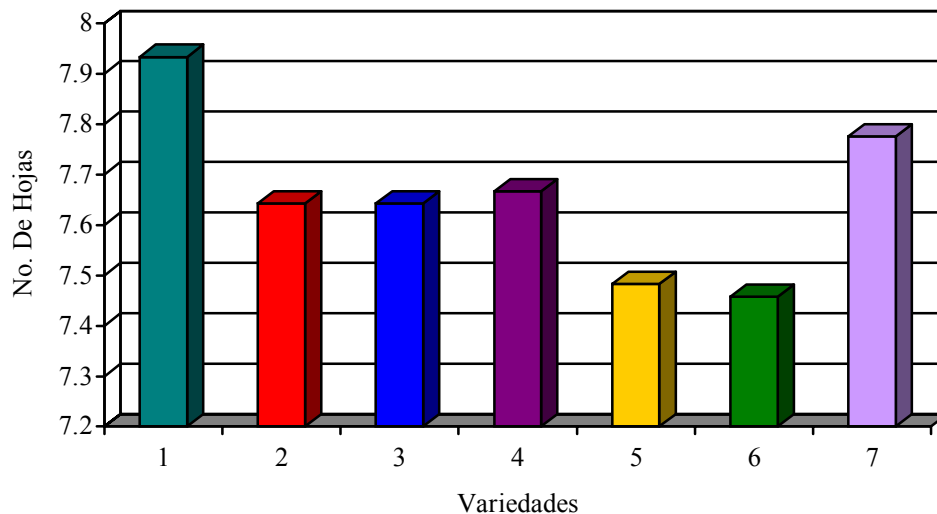


Figura 1. Número de hojas por planta en siete variedades de ajo.
Los valores son promedio de dos repeticiones.

Los tratamientos donde se aplicó bioestimulantes no afectaron el número de hojas por planta (Figura 2) por lo cual, este carácter es probable que este controlado genéticamente. En cuanto al efecto por la densidad de población o número de hileras las diferencias no fueron estadísticas y en la Figura 3 se observa el comportamiento. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Lewis (1995), quién dice que las altas densidades de plantas aumentan el número de hojas y desminuyen el desarrollo de la planta.

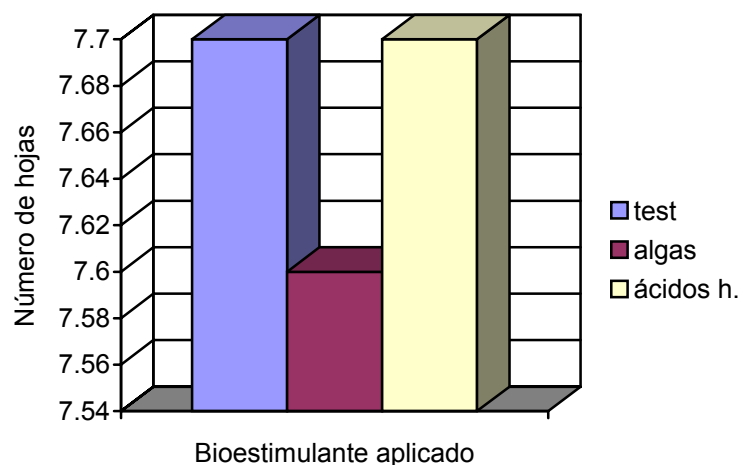


Figura 2. Número de hojas por planta por efecto del bioestimulante aplicado.

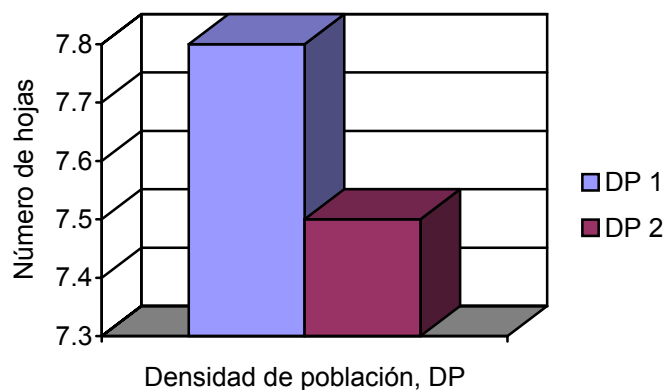


Figura 3. Efecto de la densidad de población en el número de hojas por planta

Altura de Planta.

De acuerdo al ANVA se detectaron diferencias significativas con $P \leq 0.01$ para variedades (Factor A). Para los bioestimulantes (Factor B) y para las densidades de población (Factor C) así como para las interacciones, las diferencias fueron no significativas. En función de estos resultados se realizó la comparación de medias para el factor variedades, según Tukey con $P \leq 0.01$ y sus resultados se muestran en la Figura 4.

En la figura citada se observó que la variedad Tacázcuaró fue la de menor altura con 54.9 cm y la de mayor altura fue la variedad Precoz con 66.6 cm es decir, una diferencia de 21.3 % a favor de la variedad con mayor altura.

Los tratamientos con bioestimulantes no mostraron diferencias estadísticas si embargo, en la Figura 5 se puede observar la tendencia de su comportamiento. Tal vez esto ocurrió, por las condiciones ambientales en las que se desarrollo el experimento ya que fue frecuente la escasez de agua de riego durante todo el ciclo o también, que el número de aplicaciones o la manera en que estas fueron realizadas no fueron las adecuadas.

Los efectos en la altura de planta por las densidades de población fueron no significativos y en la Figura 6 se observa dicho comportamiento aunque, se obtuvo una mayor altura cuando se sembró a dos hileras en comparación con la altura de plantas que se sembraron a tres hileras. Los datos obtenidos no coinciden con los obtenidos por Singh (1995), que dice que densidades altas dan lugar a plantas altas.

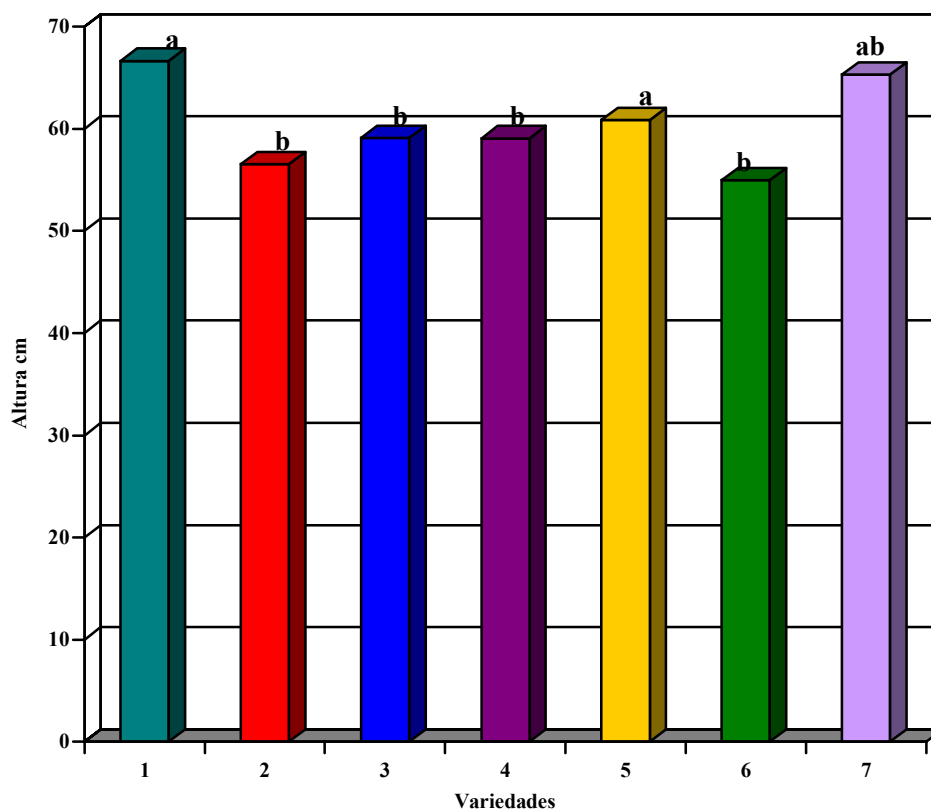


Figura 4. Altura de planta en ajo, por efecto de la variedad.

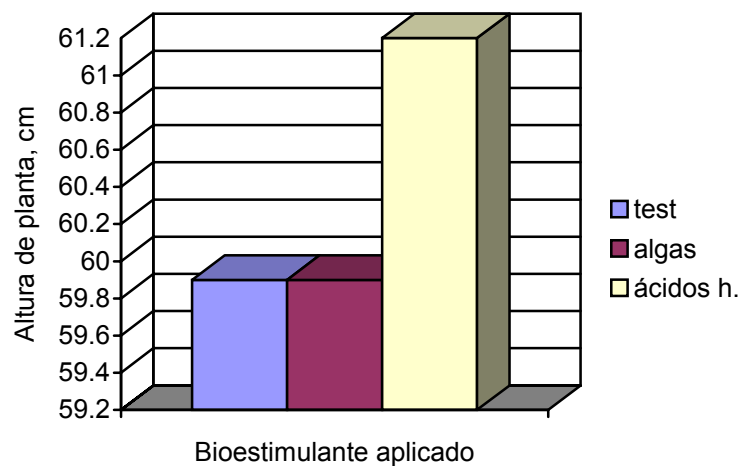


Figura 5. Altura de planta en ajo, por efecto del bioestimulante aplicado.

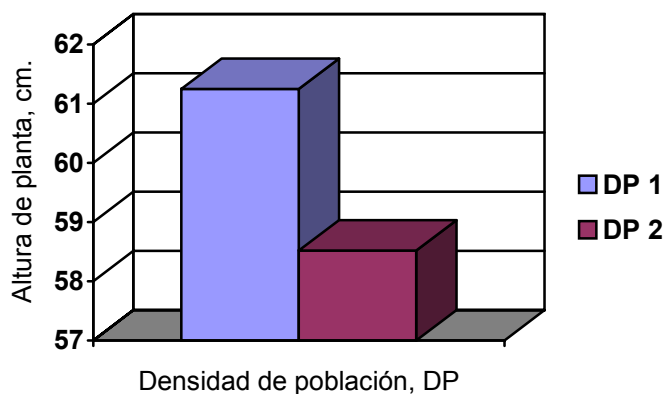


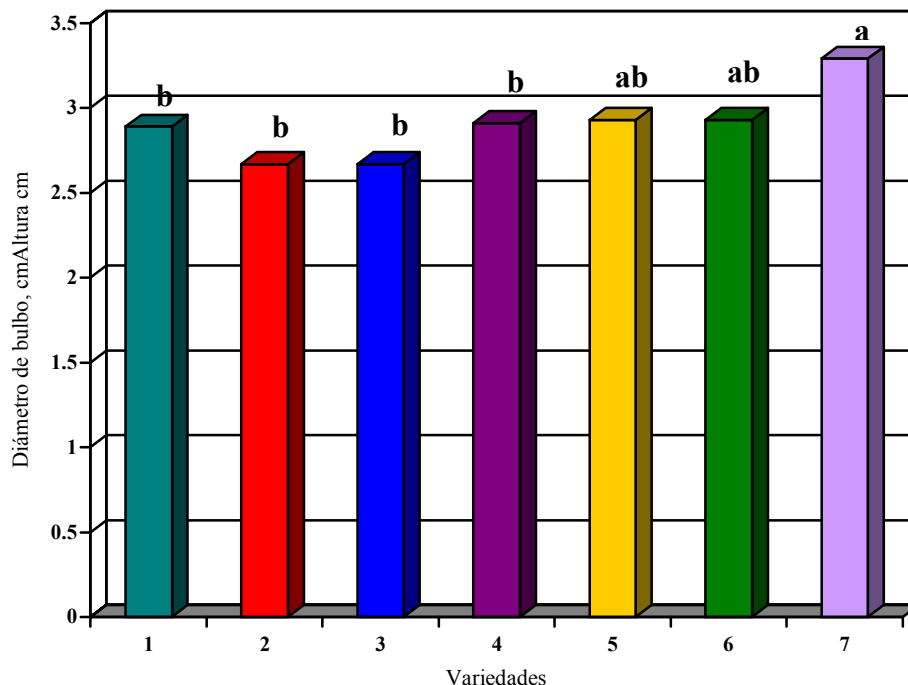
Figura 6. Altura de planta en siete variedades de ajo. Los valores son promedio de dos repeticiones.

Diámetro de bulbo.

De acuerdo al ANVA se detectaron diferencias significativas con $P \leq 0.01$ para variedades (Factor A). Para los bioestimulantes (Factor B) y para las densidades de población (Factor C) las diferencias fueron no significativas. En la interacción del Factor A x el Factor C se detectaron diferencias significativas con $P \leq 0.05$. En función de estos resultados se realizó la comparación de medias para el factor variedades, según Tukey

con $P \leq 0.01$ y sus resultados se muestran en la Figura 7. Así mismo, se realizó la comparación de medias con Tukey ($P \leq 0.05$) para la interacción variedades x densidad de población, en la Figura 8 se presentan estos resultados. En la Figura 7 de las variedades evaluadas, la más sobresaliente en este aspecto tan importante fue Celayense (7) seguida por Tacázcuaro (6) Tocumbo (5) en cambio, las variedades con menor diámetro de bulbo fueron Texcoco (2) y Pebeco (3). Es decir una diferencia del 23.2 % en el diámetro del bulbo entre Celayense y Pebeco. En la figura 8 se puede observar que la mejor interacción variedad x densidad de población se obtuvo con la variedad Celayense y la menor densidad de población (dos hileras) con un diámetro de bulbo de 3.67 cm y la interacción con el menor diámetro de bulbo fue con la variedad Texcoco y la densidad de población mayor (tres hileras) con 2.5 cm. Es decir, un incremento en el diámetro de bulbo con la primera interacción de 46.8 %. En la Figura 9 podemos observar la interacción densidad por variedad siendo mejor la variedad Celayense para doble hilera y triple hilera.

Al momento de la clasificación de bulbos se observó que los de mayor diámetro se obtuvieron en la densidad de Dos hileras por surco; en cambio los bulbos de menor diámetro se cosecharon en la densidad de Tres hileras por surco. Coincidiendo con García (1998) que dice que con densidades altas no se esperan calibres grandes de los bulbos, aunque sí un mayor producción en el rendimiento.



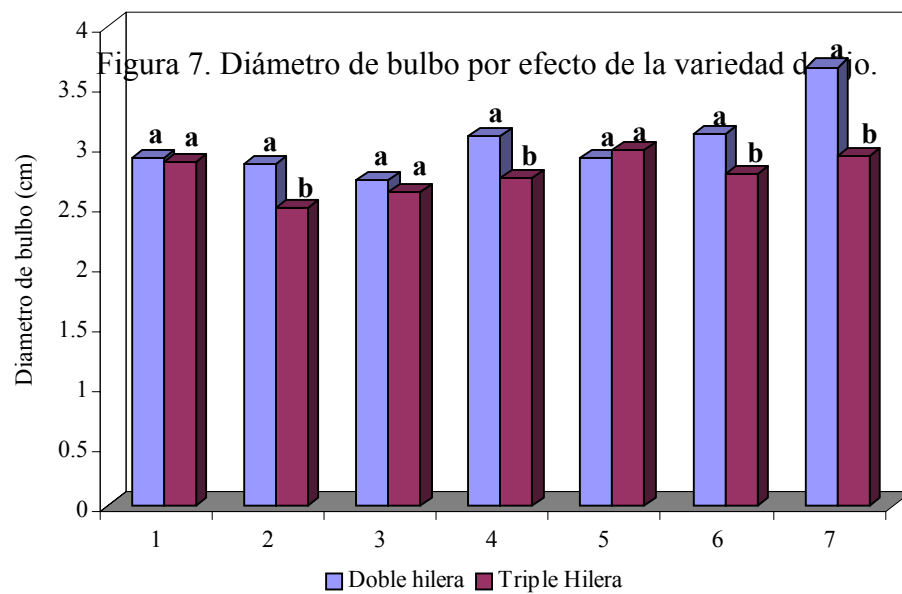


Figura 8. Comparación de medias de la variable diámetro de bulbo del factor variedades dentro de cada nivel del factor densidad

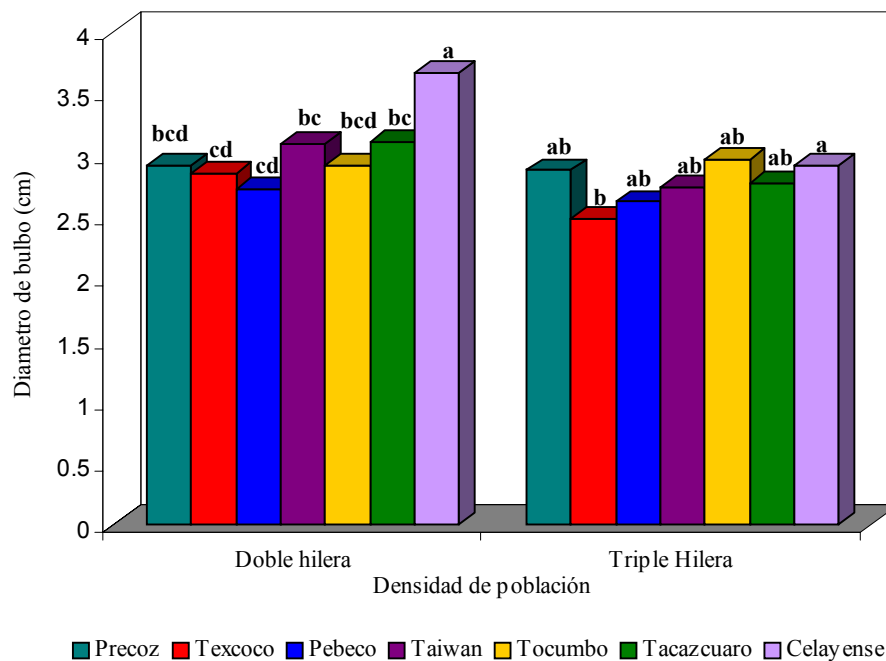


Figura 9. Comparación de medias de la variable diámetro de bulbo del factor densidad dentro de cada nivel de factor variedades

Peso total

De acuerdo al análisis de varianza no se tuvo diferencia significativa en ninguna de las fuentes de variación. Para observar el comportamiento de esta variable por efecto de las variedades se construyo la figura 10. en ella se observa que la variedad Celayense (7) y la Taiwán (4) fueron las que mayor peso registraron; en cambio las variedades Texcoco y Tacazcuaro registraron el menor peso. En promedio las primeras mostraron 34.1 % de incremento en el peso total por parcela con respecto a las últimas variedades citadas.

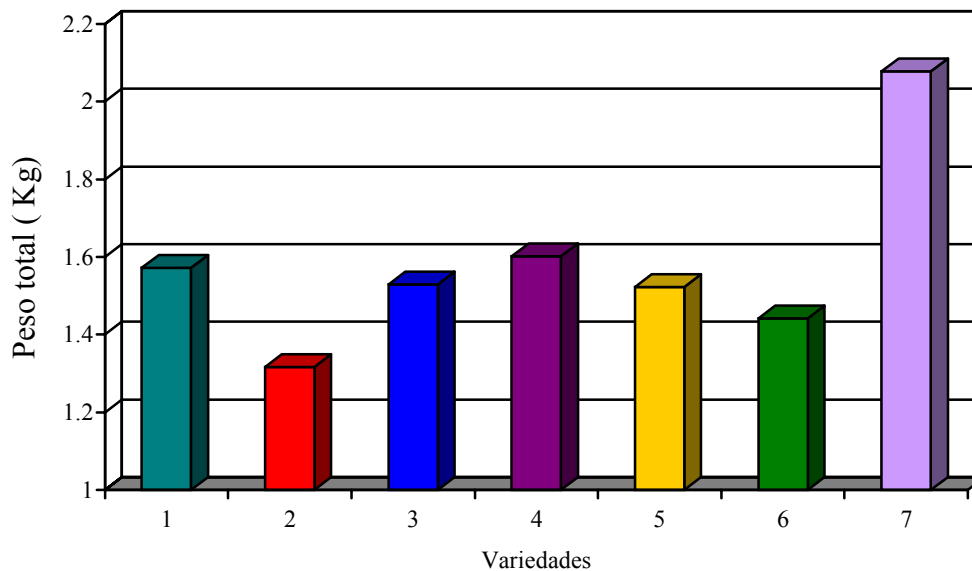


Figura 10. Peso total en siete variedades de ajo. Los valores son promedio de dos repeticiones.

Los tratamientos donde se aplicó bioestimulantes no afectaron el peso total (figura 11) por lo cual, este carácter es probable que este controlado genéticamente. En cuanto al efecto por la densidad de población o número de hileras las diferencias no fueron estadísticas en la (figura 12) se observa el comportamiento. Estos resultados no

coinciden con los resultados obtenidos por Singh (1995) y Anna (1995), los cuales obtuvieron una mayor producción con densidades mas elevadas.

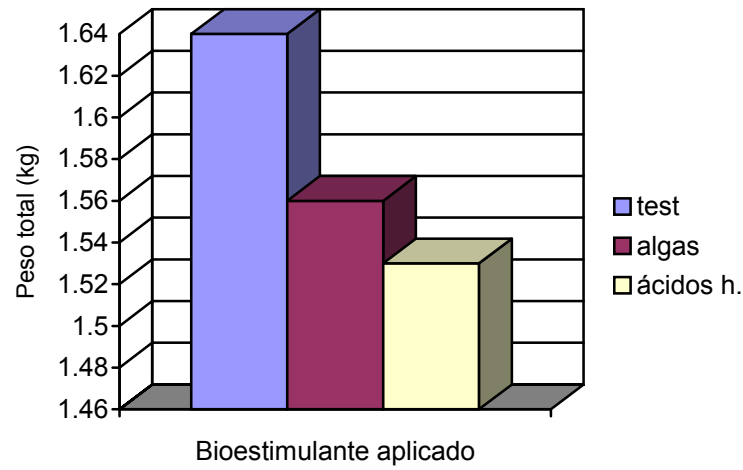


Figura 11. Peso total en ajo, por efecto del bioestimulante aplicado.

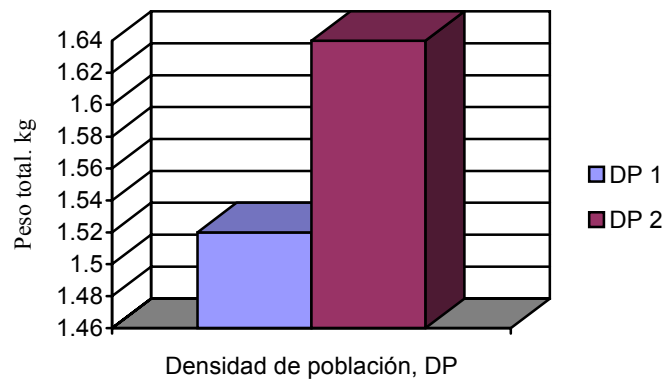


Figura 12. P eso total en siete variedades de ajo. Los valores son promedio de dos repeticiones

CONCLUSIONES:

Las aplicaciones de Extractos de Algas Marinas, y de Ácido Fulvico, no influyeron sobre las variables estudiadas en el cultivo del Ajo. Esto debido tal vez, a que dos aplicaciones no fueron suficientes para mostrar una respuesta o bien las condiciones ambientales no fueron propicias para tener un efecto favorable.

La mejor densidad de siembra en la que se obtuvieron los mayores tamaños de bulbo resulto ser la de Dos hileras y es lo que nos interesa para la comercialización en fresco.

La densidad a Tres hileras en la variable peso total, presentó el mayor rendimiento, por la cantidad de bulbos, pero de un diámetro menor; esto puede ser útil cuando se pretende destinar la cosecha para la industria donde no es importante el tamaño de bulbo.

Las mejores variedades en el presente estudio y bajo las condiciones en las que se realizó el experimento fueron Celayense y Precoz.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de evaluar el comportamiento de 7 variedades de ajo en dos densidades de población y su respuesta a la aplicación de dos bioestimulantes. Los parámetros a evaluar fueron: Número de Hojas, Altura de Planta, Diámetro de Bulbo y Peso Total de bulbos. En función de los resultados obtenidos las variedades que mejor se comportaron fueron la Celayense y la Precoz; ya que ellas tuvieron el mejor diámetro de bulbo y peso total.

En cuanto a la densidad de población, los mejores resultados se obtuvieron a Dos hileras, ya que produjeron bulbos de buen diámetro y mayor peso, sin embargo el tratamiento a tres hileras se obtuvo mayor rendimiento pero de un menor tamaño de bulbo, esto último es útil cuando la producción se va a destinar a la industria donde no es importante el tamaño de bulbo.

Dentro de los resultados obtenidos, la aplicación de extractos de algas marinas y ácido fúlvico, no tuvieron ningún efecto. Lo anterior pudo deberse a que dos aplicaciones no fueron suficientes o bien las condiciones ambientales en las que se desarrolló el experimento no fueron las adecuadas para que se tuviera una respuesta a dicha aplicación.

LITERATURA CITADA

- Albarran. R. J. 2000. Comportamiento de 10 cultivares de ajo en dos diferentes densidades de siembra en riego por goteo. Tesis Ingeniero Agrónomo en Horticultura. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coahuila. México.
- Anna, F. 1995. Research on planting density of garlic. Instituto di orticoltura e floricoltura, University degli studi, Palermo, Sicily , Italia 24 (2): 85-90.
- Burba J. L. 1982. Producción, Propagación, y utilización del Ajo (*Allium sativum*). Limusa S.A. México. Pp. 63-123.
- Bidwell, R. S. G. 1993. Fisiología Vegetal. Editor AGT. Pp 694, 698, 705.
- Claridades Agropecuarias. 1999. El ajo mexicano; una combinación de temporalidad y tecnología. Abril 1999. Pp 3-16, 20-26
- Castaños C., M. 1993. Horticultura, Manejo simplificado. UACH. Pp. 128-131.
- Cárdenas B.I. 1990. Guía para cultivar ajo en el norte de Aguascalientes, folleto para productores N°5, SARH, INIFAP, CIFAP-AGS. Pp.5-20.
- Campos. C. A. 2000. Ácidos Humicos y Fulvicos. El rol de las sustancias humicas en la nutrición vegetal. Simposium Internacional de Nutrición Vegetal. ITESEM. Monterrey. N.L. México.
- González M., J. 1978. Diferentes niveles de fertilización y épocas de aplicación en el cultivo del Ajo *Allium sativum* L. En la región Central del Bajío. Tesis. FAUNL. Monterrey, N. L.

- González D., J. y M. C. Vuelas. 1996. Fertiriego con nitrógeno y goteo, en la productividad y calidad de Ajo. Reporte de investigación, CAEB-INIFAP
- Gorini. A. G. 1997. Hortalizas aprovechables por sus bulbos. Editorial Mundi-Prensa. Pp 127-129
- García A., C. 1998. El Ajo, Cultivo y aprovechamiento. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. Pp 19-103.
- Heredia. Z.A. 1995. Guía para cultivar ajo en el Bajío. Folleto para Productores N° 1, INIFAP.
- Lewis, L. A; D. L. Ojeda; M. D. Salazar y R. J. Campbell. 1995. influencia de la densidad de población sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de Ajo (*Allium sativum*) cv. Vietnamita. XXXXI Annual of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, Santa Marta, Colombia. 3-8 Septiembre 1995, 39; 23-26.
- Molina. C. J. 1999. Adaptación y rendimiento de 23 cultivares de ajo en tres localidades Rosario Mpo. de Villa de Reyes S.L.P., Rinconada Mpo. De villa García N.L, Parras de la Fuente Coahuila, ciclo otoño 1997 – 1998. Tesis Ingeniero Agrónomo en Horticultura. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coahuila. México.
- Palau Bioquím. S.A. de C.V. 1993. Folletos proporcionados del producto algaenzimas de Ramos Arizpe 638. Saltillo Coahuila México.
- Romo R., C. 1990. Guía para producir Ajo en la Sierra de Sonora, Folleto para Productores N°5, SARH, INIFAP, CIFAES, CESIS. Pp 11.

- Rodríguez M., R. 1992. En el Ajo del Ajo. Publicación "AGROMUNDO". Año 5 Vol. 7. Chihuahua. Chihuahua. Pp 30-31.
- Singh, J. V; K. Ajay; H. S. Sirohi and A. Kumar. 1995. Indiana Journal of Agriculture Research, Collage, Mazaffarnager India. 29:3, 153-156.
- Sierra, B. 1991. Importancia de la Maleza en Áreas de Explotación Agrícola e Historia del Desarrollo de los Herbecidas. Memorias del curso de Manejo y control de Malas Hierbas. Acapulco, Gro. México. P.1.
- Salisbury, B. F. and W. C. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. ED. Iberoamericana. Pp 617
- SARH, 1994. Subsecretaria de Agricultura, Dirección General de Política Agrícola, Ajo producto, Pp 7-10.
- Valadez, L. A. 1998. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa S.A. México. Pp 95 –105.