

# **UNIVERSIDAD DE SONORA**

**DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA**

**“EVALUACION DE TRES REGULADORES DE CRECIMIENTO  
EN LA VARIEDAD DE AJO TAIWAN (*Allium sativum* L.) EN  
LA REGION DE LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA.”**

**TESIS**

**FERNANDO ULISES JUVERA GONZALEZ**

**MARZO DE 2006**

# 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

“EVALUACION DE TRES REGULADORES DE CRECIMIENTO EN LA  
VARIEDAD DE AJO TAIWAN (*Allium sativum* L.) EN LA REGION  
DE LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA.”

**TESIS**

Sometida a la consideración del  
Departamento de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

Por

Fernando Ulises Juvera González

Como requisito parcial para obtener el título de  
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Marzo de 2006

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**

**DIRECTOR:** \_\_\_\_\_

  
**M.C. JOSE JESUS JUVERA BRACAMONTES**

**ASESOR:** \_\_\_\_\_

  
**M.S. ALFREDO SERRANO ESQUER**

**ASESOR:** \_\_\_\_\_

  
**M.C. DAMIAN MARTINEZ HEREDIA**

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme salud y permitirme llegar a la conclusión de mis estudios y guiarme por el camino correcto.

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

A mi padre M.C. JOSE JESUS JUVERA BRACAMONTES por su gran apoyo, amistad, valiosa asesoría y consejos para la culminación de este trabajo.

AL M.S. ALFREDO SERRANO ESQUER y M.C. DAMIAN MARTINEZ HEREDIA por su gran amistad y aportación de sus conocimientos para la culminación de este trabajo.

A todos mis maestros por la aportación de sus conocimientos durante mi formación profesional.

A todas aquellas personas que intervinieron en la realización del presente estudio.

A todos mis compañeros estudiantes por su amistad y apoyo de toda la vida, por los momentos compartidos que perduren por siempre especialmente a Manuel Ortega, Mario Álvarez, Ramiro Sierra, Jesús Huerta, Hugo Demoss, César Griego, Ángel Pablos, Sandra Martínez, Javier Gómez, Daesy Leyva.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis padres, José Jesús y Margarita por brindarme su amor, cariño y comprensión en todos los momentos, por mostrarme el buen camino de la vida y a superar momentos buenos y difíciles con sus sabios consejos. Con profundo amor y respeto, como un mínimo abono al esfuerzo que han hecho por educarme y ser útil a la sociedad.

A mis hermanos: José Jesús y Gabriela Guadalupe, quienes nos hemos mantenido unidos, gracias al cariño y respeto que nos inculcaron nuestros padres.

A mis abuelos Rubén, Ramona y Sofía por su apoyo en todo momento.

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

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	<i>vi</i>
RESUMEN.....	<i>vii</i>
INTRODUCCIÓN.....	1
LITERATURA REVISADA.....	4
MATERIALES Y METODOS.....	47
RESULTADOS.....	49
DISCUSIONES.....	50
CONCLUSIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	54

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Principales variedades utilizadas en Córdoba España.....	9
Cuadro 2. Principales variedades utilizadas en Argentina.....	10
Cuadro 3. Principales variedades utilizadas en el estado de Guanajuato.....	10
Cuadro 4. Composición química de la planta (por 100 gr de producto comestible).....	20
Cuadro 5. Contenido de Vitaminas de la planta (por 100 gr de producto comestible) .....	20
Cuadro 6.- Prueba de Tukey para el rendimiento en ton./ha. de los tres tratamientos de reguladores de crecimiento en la variedad de ajo Taiwán y el respectivo testigo en la Región de la Costa de Hermosillo .....	49
Cuadro 7.- Prueba de Tukey para el diámetro de bulbo de los tres tratamientos utilizados y un testigo en la variedad de ajo Taiwán en la Región de la Costa de Hermosillo .....	49
Figura 1. Planta de ajo.....	5
Figura 2. Apariencia de plantas de ajo.....	6
Figura 3. Planta de ajo con escapo floral.....	7
Figura 4. Variedades California Early y Late.....	12
Figura 5. Variedad Chino.....	12
Figura 6. Variedad Taiwán.....	13
Figura 7. Planta de ajo abigarrada. ....	17
Figura 8. Planta de ajo acebollada .....	18
Figura 9. Prácticas de la siembra de ajo.....	23
Figura 10. Riego de la planta de ajo.....	26
Figura 11. Fertilización del ajo.....	28
Figura 12. Escapo floral e inflorescencia.....	29
Figura 13. Thrips.....	31
Figura 14. Gusano trozador.....	36
Figura 15. Cosecha.....	41
Figura 16. Aplicación de reguladores.....	47
Figura 17. Tapeo de bulbos de la variedad Taiwán.....	48



## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora durante el ciclo de otoño-invierno de 2004 con el propósito de observar el comportamiento de tres reguladores de crecimiento en la variedad de ajo Taiwán, a una densidad de 30 plantas por metro lineal con 300,000 plantas por hectárea.

La siembra se realizó el día 8 de octubre del 2004, en forma manual, el diseño utilizado fue completamente al azar con seis aplicaciones de reguladores de crecimiento en dosis de 500 cc por hectárea con intervalos de 20 días. Las variables evaluadas fueron: diámetro de bulbo, rendimiento y adaptabilidad.

El mejor tratamiento fue Sagastym con un rendimiento promedio de 13.43 ton./ha. y un diámetro de 50.09 mm., siguiéndole Cytoburz con un rendimiento promedio de 13.05 ton./ha. y un diámetro de 48.22 mm., continuando con Biozyme con un rendimiento promedio de 12.88 ton./ha. y un diámetro de bulbo de 47.80 mm., no existiendo diferencia significativa entre los tres tratamientos. En cuanto al testigo obtuvo un rendimiento promedio de 10.94 ton./ha. y un diámetro de bulbo de 43.57 mm. existiendo diferencia significativa con los tres tratamientos anteriores.

Los tratamientos consistieron en las siguientes dosis:

Tratamiento # 1 = Sagastym 500 cc/ha.

Tratamiento # 2 = Cytoburz 500 cc/ha.

Tratamiento # 3 = Biozyme 500 cc/ha.

Tratamiento # 4 = Testigo.

Los resultados indicaron que el mejor tratamiento en la variedad de ajo Taiwán

fué el tratamiento 1 = Sagastym con 500 cc/ha. Obteniendo una producción promedio de 13.43 ton./ha. y un diámetro de 50.09 mm. Con seis aplicaciones por ciclo, no existiendo diferencia significativa con los tratamientos 2 y 3, en cuanto al testigo si existió diferencia significativa con la prueba de Tukey.

Los rendimientos obtenidos en éste experimento nos indican que la utilización de reguladores de crecimiento nos aumenta la producción y diámetro de bulbo lo cual nos da como resultado mejor calidad del producto y mayores utilidades para el productor, utilizando una población de 300,000 plantas por hectárea, fertilizaciones adecuadas así como una buena fecha de siembra para la Región de la Costa de Hermosillo.

## INTRODUCCION

El ajo (*Allium sativum* L.) es una hortaliza de gran importancia a nivel mundial debido a su alto consumo por el ser humano. Muy apreciado en los países asiáticos, latinos y en la actualidad en Estados Unidos, como condimento y por sus propiedades medicinales.

Por su aroma y sabor característico, el ajo es una de las especies culinarias más populares en todo el mundo; de hecho, es muy utilizado en la cocina mediterránea y oriental. En México el consumo de ajo es fundamentalmente en fresco; pero también la agroindustria procesa ajo en diversos productos como pastas, sales y ajo deshidratado entre otros, aunque en volumen limitado (Heredia y Delgadillo, 2000).

El origen del ajo es todavía un tema de discusión entre los investigadores. Algunos autores atribuyen el origen a la cuenca Mediterránea, mientras que otros afirman que su origen está en Asia Central en la meseta del Pamir.

El ajo fue ampliamente utilizado por los griegos y egipcios, para quienes esta planta era altamente apreciada, quizás mucho más que hoy cuando presenciamos una evidente actualización de su importancia, como en los tiempos prebíblicos tanto en la alimentación como en razón de sus propiedades curativas.

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; el principal país de exportación del ajo de México es Estados Unidos y después algunos países de Europa destacando principalmente Francia.

Los países que destacan en la producción de ajo son: China, República de Corea, Tailandia, Egipto, India, Argentina, Italia, Turquía, Francia, Brasil. Juntos estos países representan alrededor del 73% del total producido en el mundo (Peña, 1997).

El cultivo del ajo es de gran importancia económica en México, siendo los principales estados productores: Guanajuato, Zacatecas, Aguascalientes, Puebla, Querétaro y Sonora con una superficie sembrada superior a las 7,000 hectáreas al año con un rendimiento promedio de más de 7.0 toneladas por hectárea durante el ciclo (SAGAR, 1998).

Desde el punto de vista socioeconómico, el cultivo de ajo es un importante generador de empleos. Se estima que se ocupan cerca de 120,000 jornales al año en las diversas actividades inherentes de la producción como son: desgrane, desinfección de semilla vegetativa o dientes, siembra, manejo del cultivo, cosecha y poscosecha.

El consumo aparente de ajo en México durante el periodo de 1997-2002 fue de 47,930 toneladas en promedio. De acuerdo con estimaciones hechas por los mismos productores y exportadores, un 20% de los volúmenes cosechados se destinan para semilla y el 10% se considera como desecho (ajos de tamaño pequeño y aquellos que no alcanzan a cubrir las normas de calidad que impone el mercado). El consumo per cápita de ajo fresco en México durante 1997-2002 fue de 0.551 Kg. en promedio (Heredia y Delgadillo, 2000).

En Sonora la superficie de siembra promedio es de más de 700 hectáreas al año, la Región del Río Sonora aporta la mayor superficie de siembra, debido a su clima templado cuenta con condiciones excelentes para la explotación de este cultivo, el cual genera una cantidad importante de mano de obra ya que se utilizan 120 jornales por hectárea desde la siembra hasta la cosecha.

El cultivo del ajo es de suma importancia a nivel mundial y regional, principalmente en la Región del Río Sonora, donde se sembraron durante el ciclo 2002 -

2003 más de 500 hectáreas, obteniéndose una producción promedio de 7 toneladas por ha, de lo que se exportó solo un 5% de la producción con un precio de .90 a 1 dólar por libra.

La Costa de Hermosillo no se considera como una zona óptima para la siembra del ajo, por su clima diferente al del Río Sonora, razón por la cual la superficie de siembra no supera las 10 has. Además no se conocen muchas variedades que se adapten a esta Región, ya que la mayoría de las variedades que se siembran son de Regiones de clima templado y no se adaptan al clima de la Costa, presentando baja calidad así como poco peso, abigarrado y acebollado.

Por tal motivo el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar tres reguladores de crecimiento en la variedad de ajo Taiwán para ver sus resultados en esta Región, en un sistema de riego por gravedad con una densidad de 30 plantas por metro lineal.

## LITERATURA REVISADA

### Descripción Botánica

El Ajo cuyo nombre científico es (*Allium sativum* L); es una planta vivaz, herbácea, erecta, bianual, de 20 a 30 cm. de altura, y de raíces adventicias superficiales, bulbos compuestos por un tallo discoidal, hojas escamosas secas y delgadas que constituyen la base de las hojas fotosintéticamente funcionales (hojas aéreas), y bubillos o dientes formados de yemas axilares de las hojas funcionales mas jóvenes (Purseglove, 1985).

El tallo es un escapo, las hojas son planas de 2.5 cm. de ancho, con espata aguda, de 7.5 a 10 cm. de largo, algo acanaladas y un ancho que varia de 2 a 3 cm., las cuales se distribuyen en forma alterna, las partes basales forman las túnicas que envuelven y protegen al bulbo (SARH, 1982).

El bulbo del ajo consiste en una serie proximal de hojas escamoso-membranosas de protección, otra serie de hojas similares cubre cada una de ellas a determinado número de dientes, y más distalmente un número de hojas funcionales. Los dientes son producidos en la axila de la hoja sobre el lado del bulbo en el cual la hoja diverge (Bell y Bryan, 1991).

Se menciona que cada diente consiste de una envoltura protectora, una hoja de almacenamiento engrosada, y una pequeña yema central. Cada diente contiene un perfilo protector u hoja de protección en la parte más externa, una segunda hoja escamosa de almacenamiento, una tercera llamada hoja de brotación, y hojas subsecuentes llamadas funcionales (Purseglove, 1985).



Figura 1. Planta de ajo

La inflorescencia es una umbela, compuesta de seis pétalos rosados, seis estambres y un ovario coronado por un estilo filiforme el cual es raramente fértil. El fruto es una cápsula con una o dos semillas por lóculo, aunque la parte comestible es el bulbo (García, 1990).

En la mayoría de las áreas de cultivo en España la planta de ajo rara vez fructifica con éxito. Numerosas variedades ni siquiera llegan a emitir escape floral, aunque si una hoja hueca al final. La umbela está recubierta por una espata compuesta por brácteas, que pueden alcanzar entre los 7 y los 10 cm. de largo. En la actualidad existen más de 300 cultivares de ajo repartidos por todo el mundo, diferenciándose tras conservar vegetativamente las mutaciones locales (Luna, 1998).

El grado de desarrollo de la inflorescencia varía considerablemente con el genotipo, y de acuerdo al grado de desarrollo del escapo floral, existiendo tres tipos de desarrollo floral que son: con desarrollo completo del escapo floral, con desarrollo incompleto del escapo floral y por último sin desarrollo del escapo floral (Takagi, 1990).

#### **Descripción del género *Allium*.**

Las plantas pertenecientes al género *Allium* manifiestan un porte herbáceo de

hojas alargadas sentadas, muchas veces carnosas, superpuestas, planas o cilíndricas. Constan de vaina y de lámina, siendo las primeras (las más externas) las que forman las túnicas protectoras de los bulbos. En las axilas se diferencian yemas, aunque no en todos los casos (García, 1998; Rafols, 1988).



Figura 2. Apariencia de plantas de ajo

El tallo de la planta de este género forma un “disco” cónico y achatado, que puede estar muy poco diferenciado o ser muy pequeño pero siempre tunicado. Se localiza siempre por debajo de la superficie del cultivo, en ocasiones (*A. tuberosum* L.) forma un pequeño rizoma. El escapo floral (denominado vulgarmente tallo floral) es la estructura que, partiendo del disco (por lo tanto pertenece al tallo), porta las flores en su ápice. Se genera por diferenciación de la yema terminal del tallo, siendo por lo general carnoso y ensanchado en la mitad inferior (García, 1998; Rafols, 1998).

Las flores son más numerosas en las plantas de este género. Los pedicelos de inserción al escapo o tallo floral son largos y delgados (esta característica es variable) (García, 1998; Rafols, 1998).





Figura 3. Planta de ajo con escapo floral

La estructura floral es regular y perfecta formando una umbela con flores fértiles o no, rodeada por dos o tres brácteas. El número de unidades por umbela es muy variable, llegándose a alcanzar más de 2000, pudiendo ser flores o bulbillos florales en exclusiva o una mezcla de ambos. En la mayoría de los casos, las plantas pertenecientes al genero *Allium* son bianuales, floreciendo y fructificando el segundo año después de acumular sustancias nutritivas en los órganos subterráneos hipertrofiados. (García, 1998).

Las flores, poco vistosas, se componen de un perianto de seis unidades sin diferenciar, seis estambres en dos ciclos adheridos a la base de la estructura anterior con inserción dorsal del filamento estaminal. El gineceo se compone de un ovario súpero, con tres lóculos imperfectos en los que se alojan dos óvulos con un estilo simple o trifido. (García, 1998; Rafols, 1998).

El fruto forma una cápsula globosa con tres lóculos, cuya dehiscencia (apertura) se realiza a través de los nervios medios con lo que la estructura queda destruida por completo. Dos semillas, por lo general, se alojan en el interior de los lóculos, su forma es angulosa y de coloración oscura con una cara plana y otra convexa. (García, 1998).

El embrión es cilíndrico y curvo. A modo de aclaración se reseña que en nuestra latitud es poco frecuente que la planta del ajo fructifique de ahí que la reproducción del cultivo sea por vía vegetativa utilizando los dientes del bulbo. Las raíces son fasciculadas y numerosas, carnosas o no. (García, 1998).

### **Composición Química.**

El ajo contiene aproximadamente 62.8% de agua, 29% de carbohidratos, en los que se incluye 3.9% de sacarosa, 6.3% de proteína, 0.1% de grasa, restos de calcio, fierro, zinc y sales fosfatadas; pequeñas cantidades de vitaminas, como tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico, además contiene 0.8% de fibra y 1.0% de cenizas.

El ajo puede producir de 0.6% a 0.1% de aceite esencial, el cual está compuesto principalmente por disulfuro de dialilo (dads), y pequeñas cantidades de disulfuro de alilprofilo (Nadkarni, 1954; Chopra, *et. al.*, 1956; Manjunath, 1984).

### **Usos.**

Los poderes medicinales de ajo se mencionaron por primera vez en las pirámides de Egipto. En uno de los manuscritos más antiguos se consigna que con el ajo se curaban desde el estreñimiento hasta los parásitos intestinales, la lepra, la epilepsia y la parálisis. Hipócrates lo recetaba contra las inflamaciones, infecciones, heridas y hasta para detectar el embarazo. Actualmente la ciencia afirma que el ajo ayuda a reducir en un 20% el nivel de colesterol en la sangre, y que evita la formación de coágulos sanguíneos. Además, se ha comprobado que el ajo tiene una fuente de poder bactericida (Rigua y Morell, 1984).

El ajo es usado en todo el mundo como especie aromática. En las dos décadas pasadas hubo un gran número de publicaciones científicas en las que se registran sus usos terapéuticos. El ajo se ha descrito como un fuerte estimulante, carminativo, antirreumático y alterante. El aceite de ajo se reporta como un poderoso antiséptico, y es usado como vermífugo para expulsar ascárides, ha sido ampliamente recomendado para la cura de numerosas afecciones y dolencias como heridas, llagas, úlceras pestilentes,

neumonía, bronquitis, dispepsia atópica y desórdenes gastrointestinales. Además, se menciona que el ajo tiene efectos insecticidas, antibacteriales, antifungosos, hipoglucemicos, fibrinolíticos y antiarterioscleróticos (Augusti, 1990).

## **VARIEDADES**

En la mayoría de las zonas de cultivo de ajo de nuestro país las variedades que tradicionalmente se plantaban eran las autóctonas. Estos cultivares, o mejor dicho, ecotipos han sido generados, a través del tiempo, por la multiplicación vegetativa de las variedades originarias. Este tipo de reproducción mantiene el genotipo varietal del ecotipo pero, asimismo, facilita la propagación de todo tipo de enfermedades y malformaciones genéticas.

En la actualidad se observa una progresiva sustitución de las variedades autóctonas por ecotipos importados de otros países. Los motivos pueden ser resumidos en tres: mayor productividad, mejor sanidad y mejor adaptación a la mecanización del cultivo. Los tres redundan en un mayor beneficio económico a pesar del alto precio que alcanzan los bulbos certificados para plantación (García, 2000; Juvera, 2004)

En el valle de Córdoba en España, se utilizan gran cantidad de variedades donde las más importantes se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Principales variedades utilizadas en Córdoba España.

<b>VARIEDAD</b>	<b>TIPO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
BAÑOLAS	MORADO	MEDIANA, TARDIA
YEGEN	MORADO	TARDIA, VIGOROSA
ROJA DE CUENCA	MORADO	TARDIA Y VIGOROSA
BLANCA DE CUENCA	BLANCO	VIGOROSA, TEMPRANA
CALIFORNIA LATE	ROSADO	CICLO TARDIO (EEUU.)
CALIFORNIA EARLY	ROSADO	CICLO TARDIO (EEUU.)

García, 1990; Juvera, 2004.

En Argentina son utilizadas de uso regular por los agricultores, principalmente en las provincias de Mendoza, San Juan, Santiago del Estero y San Luis, las variedades que se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Principales variedades utilizadas en Argentina.

VARIEDAD	TIPO	DESCRIPCION
AJO BLANCO	BLANCO	VIGOROSO, CICLO TARDIO
AJO ROJO	ROJO	CICLO TARDIO
CUARENTIN ROSADO	ROJO	PEQUEÑA, CICLO CORTO
EL CHILENO	BLANCO	CICLO CORTO
EL PERITA	BLANCO	LARGA VIDA DE ANAQUEL

Lucas, 1999; Juvera, 2004.

En estados Unidos se utilizan variedades nuevas que acaban de ser liberadas tales como: “Locati” de origen Italiano, “Burgundi” de tipo blanco, “Ajo Rojo” de tipo rosado, de tipo morado: “Skuri # 2” y “Persian Star”, de tipo jaspeado: “Metechi” y “Siberian” anteriormente se ha utilizado California Early, California Late, (Gourmet Garlics Garden 1999; Luna, 1998; García, 1998).

En México se utilizan principalmente en la Región del Bajío las siguientes variedades:

Cuadro 3. Principales variedades utilizadas en el estado de Guanajuato.

VARIEDAD	TIPO
CHILENO	MORADO
NAPURI	MORADO
HERMOSILLO	MORADO
MASONE	MORADO
POSITAS	MORADO
CRIOLLO COAHUILA	BLANCO
BLANCO DURANGO	BLANCO
BLANCO ZACATECAS	BLANCO
BLANCO IXMIQUILPAN	BLANCO

SAGAR, 1998.

También en el estado de Coahuila, la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Navarro” utiliza variedades para experimentación, tales como: “Pata de perro”, “Delicias”, “Celayense” y “Tacázcuar” (Verdugo, 1999).

En Chile utilizan, también una gran cantidad de variedades de ajo donde las principales son:

Valencia Rosado. Ese tipo de ajo es de túnicas blancas, con un número de 10 a 15 dientes por bulbo los cuales son de color violáceo tendiendo a morado, posee un largo escapo floral, además de que es una variedad tardía. (Krarup y Moreira, 1998).

Valenciano Blanco. Este tipo es de túnicas blancas de bulbo grande, con dientes de color blanco-rosado, es una variedad temprana y especial para la exportación, otra variedad igual a ésta es el ajo Blanco Argentino. (Krarup y Moreira, 1998).

Otros ajos existentes en ese país, pero que no son considerados como variedades por que se desconoce su genética, es el “Ajo Chileno”, “Blanco de Camiña” y “Morado Arequipeño” (Krarup y Moreira, 1998).

En Sonora las variedades que tradicionalmente se utilizan se siembran principalmente en la Región del Río Sonora, donde a continuación se describen algunas de ellas:

Ampelo. Es una de las variedades más grandes que existen en el mundo, se dice que es originaria de la zona comprendida entre el oeste de Portugal y el este de Irán. La planta presenta una apariencia general robusta, de 3 a 4 dientes por bulbo, un largo escapo floral y es una variedad tardía (Krarup y Moreira, 1998; Juvera, 2003).

California Early. Muy utilizada en el Río Sonora, es un ajo de tipo rosado procedente de EEUU, forma bulbos de excelente calidad, es de porte erecto y no forma escapo floral, es una variedad temprana (García, 1998).

California Late. Ajo rosado también procedente de EEUU, su porte es erecto no muy vigoroso, no desarrolla escapo floral. Es una de las variedades que son excelentes para la exportación. Su ciclo es tardío (Luna, 1998).



Figura 4. Variedades California Early y Late

Criollo. Es una variedad mexicana muy utilizada por las personas que no tienen conocimiento en variedades, es muy pequeña y tiene un ciclo demasiado corto (García, 1990).

Chino. Es una de las variedades más utilizadas en el Río Sonora, es de un blanco-jaspeado, presenta de 10 a 14 dientes por bulbo, en condiciones de clima adverso presenta acebollamiento, es una variedad intermedia (Macías, *et. al*; 1997; Juvera, 2004)



Figura 5. Variedad Chino

Morado Regional. Es una variedad muy temprana de tipo morado y de bajo rendimiento (Macías, *et. al*; 1997).

Perla. Es una variedad muy semejante a la Chino, aunque es de menor rendimiento, también es de ciclo intermedio, es de color blanco y de menor tamaño que la variedad Chino (Macías, *et. al*; 1997).

Rojo de Cuenca. Es una variedad de origen Español de tipo blanco rosado en el exterior, y de color roja morada la cubierta de los dientes de aspecto muy vistoso, la más utilizada en España, muy vigorosa y de ciclo tardío (Tamaro, 1985; Juvera, 2003; Juvera, 2004).

Taiwán. Es una variedad de color morado con 7 a 13 dientes por bulbo, la planta mide aproximadamente 30 cm., es una variedad muy temprana. Tiene un rendimiento promedio de 7 a 8 ton./ha.(Brewster, 1994).



Figura 6. Variedad Taiwán

Algunas características de las variedades comerciales.

Las variedades comerciales de ajo, procedentes de selección masal y posterior multiplicación por cultivo "*in vitro*" de meristemos, han sido sometidas en el proceso de su producción a un riguroso control sanitario y de calidad.

La semilla certificada de una determinada variedad de ajo, garantiza formalmente:

- Su pureza varietal (mínima, 99%).
- El porcentaje máximo de bulbos germinados o alterados (máximo, 3%).
- Libre de virus (máximo, 1%).
- Libre de podredumbre blanca (máximo, 1%).
- Libre de nemátodos (0% del análisis de laboratorio de las muestras).

Existen más de 50 variedades comerciales de ajo inscritas en el Registro Europeo de Variedades de Ajo y 18 en España. Todavía se utiliza un pequeño porcentaje de semilla certificada en el cultivo de ajo. La semilla que se utiliza actualmente en la mayoría de las explotaciones procede de poblaciones de ajos de consumo, con características similares, más o menos idénticas en cuanto a su morfología, ciclo, comportamiento, etc., procedentes de una determinada zona geográfica, o sea, de ecotipos de ajos.

La profundidad de plantación debe ser de 3 a 6 cm., en función del calibre de la semilla (1 a 2 veces el tamaño del diente).

La densidad de plantas es otro aspecto importante del cultivo. La densidad varía según la utilización que se vaya a hacer del ajo (consumo de cabezas secas o semisecas, consumo en verde, ajo deshidratado para industria). La producción final, es directamente proporcional a la densidad de plantas existente en el momento de la cosecha.

(Infonagro, 1997; Juvera, 2004)



**Clima.**

El ajo resiste condiciones climáticas adversas, no obstante, su desarrollo vegetativo óptimo se considera en climas templados o templado-calidos.

Es una planta que soporta bien el frío aunque las heladas tardías son de temer. La brotación óptima se realiza entre los 20 y 22°C, y se interrumpe a menos de 5°C y más de 30°C (Infoagro, 1997).

Para que el desarrollo vegetativo sea máximo es necesario que la temperatura nocturna no descienda de los 16°C, aunque es capaz de hacerlo vigorosamente entre los 8°C y 20°C, con el óptimo de 20°C. La planta de ajo para diferenciar las yemas axilares en dientes y formar el bulbo, necesita soportar una cierta cantidad de horas frío, bien sea en el terreno, bien sea aplicado con otras técnicas. En general se considera que el intervalo entre 5 y 10°C, es el óptimo para generar plantas capaces de desarrollar bulbos.

El periodo de tiempo necesario para que el proceso tenga éxito, depende fundamentalmente de la variedad (incluso existen algunas que necesitan temperaturas cercanas a 0° C) y puede durar entre uno y varios meses (Zúñiga, 1998).

La planta del ajo una vez brotada es, en extremo resistente al frío, temperaturas inferiores a los -10° C, no afectan significativamente al cultivo. Los síntomas de heladas repetidas se manifiestan en un decaimiento y amarillamiento general, de los que se recupera una vez que se normalizan las temperaturas (Luna, 1998).

En condiciones de temperaturas de almacenamiento, se han estudiado, durante dos años, la influencia del tiempo de conservación en cámara fría, (1° C) para el crecimiento, rendimiento y calidad del bulbo de ajo destinado para la siembra. Cuanto más prolongado fue el tiempo de almacenamiento en cámara, mayor número de hojas verdes por planta, aunque, con un índice de área foliar máximo, tendiendo a disminuir el contenido de materia seca total de la planta. Por el contrario el rendimiento del bulbo fue

mayor a medida que disminuyó la duración del periodo de conservación, siendo máximo en el testigo, sin tratamiento de frío (Castillo, *et. al*; 1999).

La bulberización se refiere al proceso de activación de la planta de ajo para que se inicie la diferenciación del bulbo. Este proceso lleva consigo la hipertrofia de las yemas axilares de las hojas y la degeneración de las vainas foliares de la base para formar las túnicas de protección.

La planta de ajo debe de haber pasado por un número concreto de horas frío, para que se active la bulberización es necesario que se presente un régimen de días largos (fotoperíodo largo) con temperaturas medias que oscilan entre 18 y 20°C (García, 1990).

La temperatura óptima para la bulberización se sitúa a partir de los 25°C, como sucede con las variedades de cebolla. Aunque la principal diferencia entre las dos especies, es que el proceso en el ajo depende del periodo de latencia y la exposición a horas frío anteriores (Rahim, *et. al*; 1994).

En experimentos que se han realizado en Jordania, se dice que los dientes de ajo tratados a 10°C un mes antes de la siembra para fechas tempranas de Octubre a Noviembre dependiendo de cada Región, reducen el tamaño del bulbo, sin embargo dientes tratados de la misma manera pero a 0°C aumentan el número de dientes por bulbo, diámetro, calidad y rendimiento del ajo (Quaryouti y Karsawi, 1995).

Dentro del mismo contexto, la conservación prolongada de los bulbos destinados a la plantación en temperaturas superiores a 25°C provoca que estos no generen bulbo. Si durante el desarrollo vegetativo de la planta del ajo no se alcanzan las temperaturas ya mencionadas, la planta no forma bulbo. En el caso que soporte, durante un tiempo breve, temperaturas anormalmente bajas pueden aparecer bulbos malformados en los que los dientes se encuentran, en todas las yemas axilares, desprovistos de túnicas de protección.

Salvo variedades especialmente adaptadas a los climas tropicales o subtropicales en los que las condiciones climatológicas son días cálidos (superiores a 20°C), y cortos, el ajo no forma bulbos y si lo hace son pequeños y deformes (Luna, 1998).

### **Influencia del clima en el cultivo del ajo.**

Muchas de las malformaciones o defectos que se observan en el cultivo del ajo, que pueden incluso ocasionar graves daños, se deben a accidentes principalmente de tipo climatológico:

#### **Abigarrado.**

El abigarrado del ajo es un accidente que también puede estar provocado por el virus del abigarrado de la cebolla que se presenta con relativa frecuencia en el cultivo del ajo, el abigarrado se caracteriza por la brotación de los dientes una vez diferenciados en el interior de los bulbos mientras éstos permanecen en el terreno, la planta tiene una apariencia de palmera.



Figura 7. Planta de ajo abigarrada.

#### **Formación de ajas**

Las ajas o sóboles son estructuras bulbosas que no diferencian dientes. Su aspecto externo se asemeja a la cebolla pero con todas las propiedades de un ajo normal.

### **Acebollado**

En el caso de siembras de ajo que no han recibido las horas frío necesario, la planta de ajo puede generar una estructura bulbosa en la que no existe diferenciación de dientes dando una apariencia muy similar al bulbo de la cebolla (García, 1998; Juvera, 2004).



Figura 8. Planta de ajo acebollada

### **Fitonutrientes del Ajo**

El ajo es una hortaliza herbácea con bulbo utilizada durante siglos por sus propiedades saborizantes, aromáticas y medicinales. Las propiedades reconocidas del ajo se refieren a su poder bactericida y fungicida, la capacidad de regular niveles de lípidos y colesterol así como las propiedades antitumorales (Ames, 1996).

Al igual que otros vegetales el contenido nutricional del ajo incluye proteínas, lípidos, carbohidratos, minerales y vitaminas. Descubrimientos recientes indican que además de estos componentes, las plantas contienen otros compuestos, denominados fitonutrientes o fotoquímicos (Agarwal, 1996).

La función parece relacionarse con el mantenimiento de la estabilidad e integridad de las estructuras celulares y el ADN frente a diferente clase de estrés, la teoría dice que dichos fitonutrientes probablemente aporten los mismos beneficios de estabilidad e integridad obtenidos por las células vegetales (Benavides, *et. al*; 1999).

Aunque todavía se encuentran en proceso de estudio, los numerosos compuestos azufrados que se encuentran en el ajo son parte responsable de las propiedades medicinales y antibióticas, estos compuestos azufrados se concentran sobre todo en el bulbo, se encuentran en menor cantidad en las hojas y no se detectan en la raíz (Rabinkov, *et. al*; 1994; Agarwal, 1996).

Uno de los varios fitonutrientes del ajo es el aminoácido azufrado S-alil-cisteína-sulfoxido el cual al exponerse a un estímulo oxidante, como el resultado de un corte o maceración, sufre una serie de cambios enzimáticos y forma alicina que a su vez se degrada a compuestos llamados tiosulfatos. Esta alicina y sus derivados son los compuestos biológicamente activos, que en diferentes estudios demostraron incidir favorablemente sobre los niveles altos de colesterol y lípidos sanguíneos (Ames, 1996).

Debe mencionarse que aunque la alicina y sus derivados han sido estudiados intensamente se sabe que el ajo posee otros fitonutrientes cuyo potencial biológico es hasta el momento poco conocido (Agarwal, 1996).

Respecto al efecto del ambiente sobre las propiedades medicinales de esta planta es conocido que el contenido de azufre del suelo tiene impacto sobre dichas características y que algunos elementos, como el selenio, modifican favorablemente la potencia terapéutica de la planta (Wargovich, *et. al*; 1996).

Los factores ambientales de poscosecha también cambian las propiedades del ajo, mientras que el almacenamiento tiene así mismo un efecto negativo sobre la actividad biológica celular quimiopreventiva del ajo (Melzig, *et. al*; 1995).

La actividad antioxidante, se cree sea la base causal de la actividad quimioprotectiva y terapéutica del ajo, ya que al parecer la mayoría de las patologías degenerativas en el ser humano se relacionan con el estrés oxidativo al nivel de células y tejidos (Ames, 1996).

Cuadro 4.- Composición química de la planta (por 100g. de producto comestible)

Energía	149 kcal	Calcio	181 mg
Proteína	6.4 g	Fósforo	153 mg
Grasa	0.5 g	Fierro	1.7 mg
Carbohidratos	33.1 g	Sodio	17 mg
Fibra	1.5 g	Potasio	401 mg
Agua	59 %	Glúcidos	2.9 mg

Cuadro 5.-Contenido de Vitaminas de la planta de ajo en mg.( por 100 gr. de producto comestible)

Vitamina A	0	Niacina	0.70
Tiamina	0.20	Ácido Ascórbico	31.2
Riboflavina	0.11	Vitamina C	15

(Castaños, 1993)

## Suelo

El ajo se adapta a varios tipos de suelos, de preferencia con buen drenaje y una profundidad de 45 a 60 cms. Los suelos excesivamente arcillosos pueden tener ciertas limitaciones por la facilidad para el encharcamiento. Terrenos ligeros y bien drenados, con un pH entre 6 y 7, son los óptimos para su desarrollo. Prefiere los ricos en materia orgánica, siempre y cuando esté bien descompuesta (García, 1990).

En suelos bien drenados de textura media de un poco arenosos a franco-arcillosos, es donde se dá el óptimo crecimiento, se adapta también a suelos más pesados o más livianos, si poseen buen drenaje y buen contenido de materia orgánica. Aplicación de paja de arroz, abono fermentado de gallinaza y sulfato de calcio mejoran la calidad, crecimiento y rendimiento de los bulbos de ajo, se dice también que la aplicaciones conjunta de estos productos aumenta el ácido pirúvico y los compuestos azufrados que contiene el bulbo de ajo (Park, et. al., 1994).

Antes de emprender una plantación de ajo, al igual que otro cultivo cualquiera, es muy recomendable realizar un análisis completo de suelo, como mínimo cuatro meses antes. Se consideran suelos bien provistos de fósforo a partir de 9 ppm, (textura media, franco) y en potasio con más de 60 ppm. (Luna, 1998).

El efecto del pH notorio debajo de 5.8 puede presentarse por falta de disponibilidad del 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 (Juvera, 2003; Iglesias, *et. al*; 1998)

### **Siembra**

Dentro de las operaciones necesarias para la plantación de un cultivo de ajo, se incluyen las labores culturales, que dejan el terreno a punto para un desarrollo vegetativo perfecto. Las labores preparatorias deben dejar el terreno mullido y esponjoso en profundidad y sin terrones ni grietas. Superficialmente el suelo debe quedar con estructura granular fina, sin que llegue a estar polvoriento, y limpio de malas hierbas. Es aconsejable dar dos o tres pases de cultivador, con el último pase se incorporan el abono de fondo y los pesticidas adecuados para controlar los gusanos del suelo y las malas hierbas (Duarte, 2001; Luna, 1998)

La elección de una parcela sana (libre de nemátodos y podredumbre blanca) es fundamental para conseguir una buena cosecha. En ningún caso deben ponerse ajos detrás de ajos, cebollas o cualquier otra liliácea. Tampoco es recomendable cultivar ajos después de remolacha, alfalfa, guisante, judías, avena, habas, espinacas, ni después de arrancar una viña o una plantación de frutales. En cambio, los cultivos precedentes al ajo que se consideran más adecuados son: el trigo, la cebada, la colza, la patata, la lechuga, la col, el pimiento y, en general, todas las gramíneas (Luna, 1998)

Se utiliza el término "plantación" o "siembra" indistintamente, para designar la operación de poner en la tierra a unos centímetros de profundidad el diente de ajo manualmente o a máquina. La fecha de plantación depende de cada variedad o tipo de ajo y de las condiciones climáticas del lugar donde se vaya a implantar el cultivo.

Cuando los ajos que van a utilizarse como semilla presentan el brote de la yema movido y alcanza la mitad del diente, en todo caso antes de que emerja el brote del diente, deben plantarse.

Existen dos modalidades para la propagación de la planta del ajo: por semilla de procedencia sexual y por dientes de procedencia vegetativa. Como ya se ha comentado, las flores del ajo rara vez son fértiles y por ello, la obtención de semilla es anecdótica y se utiliza para la mejora genética a través de cruzamientos y para la obtención de plantas libres de virus (Luna, 1998).

Junto con la elección de la parcela, la elección adecuada de la semilla de ajo constituye más del 90% del éxito del cultivo. Los patógenos más importantes del ajo se desarrollan y propagan por el suelo y por la propia semilla, por eso, tiene una extraordinaria importancia cultivar semilla sana en suelo sano para conseguir grandes cosechas y de calidad. (Infoagro, 1997).

Los dientes garantizan mucho mejor la brotación debido, sobre todo, a que mantienen a la plántula durante los momentos más críticos de su crecimiento, y siempre es preferible que la siembra se haga en húmedo, el tamaño de los dientes debe ser homogéneo, varietalmente saneados y en perfecto estado de conservación (Juvera, 2003; Infoagro, 1997).

Siempre es preferible la utilización de bulbos libres de virus y nematodos, aunque sean más caros. La profundidad de la plantación debe oscilar entre 3 y 6 cm., la disposición de los dientes debe permanecer con la punta hacia la superficie para una uniforme germinación (Juvera, 2003; Tamaro, 1985).

Una vez cubiertos los dientes la capa de tierra desmenuzada queda demasiado esponjosa y el terreno irregular. Un pase de rulo ligero o una rastra lisa convencional (cadenas, vigas o tablones), es muy adecuado para compactar la tierra alrededor del diente y dejar el terreno liso en perfectas condiciones para el cultivo (García, 1990), de



esta forma se favorece la brotación. La plantación mecánica no necesita de este tipo de labores ya que la propia plantadora localiza, cubre y compacta el suelo sobre el diente (Krarup y Moreira, 1998).



Figura 9. Prácticas de la siembra de ajo

En siembras realizadas antes del periodo recomendado, existe el riesgo de altas temperaturas que pueden provocar retraso en la germinación e incidencias de pudriciones de semillas; además, las infestaciones de malezas son mayores, y se requiere un mayor número de riegos. En siembras realizadas después del periodo óptimo se reduce el rendimiento y la calidad del bulbo (INIFAP, 2001).

### **DENSIDAD**

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 (Iglesias, *et. al*; 1998).

Conforme se aumentan las densidades de plantación se aumentan los rendimientos, la altura de las plantas se incrementan, 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).

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 Cuba por los productores, están encaminados a garantizar los siguientes objetivos:

1. Lograr poblaciones que oscilen entre 25 y 35 plantas por metro cuadrado 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 todo el ciclo del cultivo.

Partiendo de los 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 o 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. 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; Juvera, 2004).

En un trabajo experimental realizado en la Costa de Hermosillo se evaluó una alta densidad de plantas con un promedio de 600,000 mil plantas de ajo por hectárea de la variedad Chino y de acuerdo a la prueba de Tukey la mayor producción se obtuvo con la alta densidad comparada con la hilera sencilla, pero en el análisis de varianza para el diámetro del bulbo en cm. resultó lo contrario ya que la hilera sencilla superó muy notablemente a la alta densidad, deduciéndose que el mayor diámetro del bulbo dependió de la cantidad de plantas por hectárea que se establecieron para este trabajo experimental (Juvera, *et. al*; 2001).

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 mayor a 69 mm. de diámetro. El rendimiento mas alto fue de 14.24 ton/ha de bulbos para comercialización y se obtuvo con una densidad de 560,000 plantas por hectárea. El rendimiento en bulbos para comercialización, disminuyó conforme se aumentaron las densidades (Arboleya, *et. al*; 1994).

En el período 1991-1993 en la región de Mussomeli, Italia, se realizaron estudios con la variedad Pacheco en poblaciones de 20, 25, 33 y 52 plantas por metro cuadrado. 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).

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 a 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 utilizando 225 Kg de Nitrógeno por hectárea (Arboleya, *et. al*; 1994).

Se reporta que la densidad de población óptima es de aproximadamente de 300 mil plantas/ha. La separación entre plantas recomendada para asegurar una buena población y buen rendimiento y calidad del bulbo es de 7 a 8 cm. El sembrar a mano clavando la semilla, facilita el control de la separación entre plantas para obtener la población recomendada; si se siembra a mano, a chorrillo la cantidad de plantas se incrementa de un 20 a 25%. La cantidad de semilla por hectárea varía de 600 a 850 kg. Para el criollo Río Sonora y de 900 a 1,200 kg/ha en los ajos blancos y el criollo Aguascalientes, debido principalmente a las diferencias en el tamaño y número de dientes por cabeza (INIFAP, 2001).

Arboleya, *et. al*; (1994), evaluarón 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. Además encontró que los mejores rendimientos (14.24 ton/ha) y diámetros (>15 a 60 mm.) resultaron con plantaciones de 560,000 plantas por hectárea.

### **Riego.**

Para siembra en seco, el primer riego o riego de germinación se aplica procurando que el agua fluya lentamente y por trasporo, sin permitir que el agua rebase el nivel del surco y evitando al máximo los encharcamientos. Dependiendo de la textura del suelo y las condiciones del clima, entre 5 y 10 días después del primer riego (o después de la siembra si se sembró en húmedo), se debe aplicar un riego para uniformizar la germinación de los dientes y facilitar la emergencia de las plántulas.



Figura 10. Riego de la planta de ajo.

De acuerdo a las condiciones climatológicas y la textura del suelo, será la cantidad de agua que se aplique. En los meses de octubre a enero, el intervalo de riego varia de 15 a 20 días; después, cuando las temperaturas empiecen a elevarse (marzo), los riegos deben de ser más frecuentes y con intervalos de 8 a 12 días. El último riego es muy importante que se aplique de 15 a 20 días antes de la cosecha, ya que si este se retrasa puede ocasionar “estrellado” del bulbo, el cual consiste en la separación de los dientes de la periferia del bulbo, afectándose la calidad del producto. Es conveniente

recalcar que se debe mantener una humedad adecuada en los primeros 20 cm. del suelo, ya que es donde se localiza el bulbo y el sistema radicular (INIFAP, 2001).

### **Fertilización.**

El ajo es un cultivo que puede responder de forma favorable o desfavorable a la aplicación de fertilizantes, ya que es una planta muy sensible a los excesos o deficiencias de nutrientes. La cantidad adecuada de fertilizantes por aplicar depende de varios factores tales como: cultivo anterior, tipo de fertilizantes, cantidad aplicada y densidad de población de ajo (Cárdenas, 1980).

La materia orgánica es necesaria en todo tipo de suelos de cultivo. Los beneficios que proporciona van más lejos del simple valor nutricional, ya que mejora y conserva la estructura del suelo, incrementa la capacidad de cambio de elementos minerales, potencia el desarrollo de microorganismos benéficos, etc... Por desgracia la mayoría de los suelos de cultivo se encuentran esquilados y es necesaria su recuperación por encima de las consideraciones de cultivo. Una práctica muy usual, por desgracia es utilizar los residuos de cosecha de ajo anterior para agregar al conjunto de materias que forman el estiércol producido por el agricultor. Este es un sistema de propagación muy importante de distintas enfermedades, sobre todo del suelo que son las mas difíciles de combatir (García, 1998).

La polinización es entomófila (cuando existe), en el genero *Allium*. Los estambres de la flor alcanzan la madurez y el polen está perfectamente formado y es apto para la fertilización, antes de que el estilo sea capaz de admitirlo, pues el gineceo todavía esta inmaduro. Las flores que se sitúan en la superficie de la umbela son las primeras en abrirse y mas tarde las del interior. Se sugiere fertilizar con una fórmula 40 – 60 - 0 (N – P – K). Es conveniente aplicar un tercio de nitrógeno y todo el fósforo de presiembr a e incorporarlos con un rastreo; el resto del nitrógeno se debe aplicar a mediados del ciclo y durante el inicio de formación de cabeza en partes iguales, antes de un riego de auxilio para que se incorpore al suelo (García, 1998).



Figura 11. Fertilización del ajo.

Para poder determinar una correcta y adecuada fertilización es necesario tener conocimiento de las exigencias del cultivo a explotar, es decir, las extracciones de los elementos nutritivos que se realizan del suelo explorado por las raíces por unidad de producto obtenido. Las exigencias del cultivo del ajo respecto al contenido de materia orgánica del suelo merecen consideración aparte. Se le considera exigente pero su mineralización debe estar avanzada. (Juvera, 2000).

Estudios hechos en Tucumán Argentina demuestran que con una dosis de 140-180 kg./ha de Fosfato diamónico ( 10-46-00), y 100-150 kg./ha de Sulfato de amonio (20.5-00-00) se obtienen rendimientos de 10 a 13 toneladas por hectáreas (Casanova et al., 1992).

En un experimento realizado en la Habana Cuba, con aplicaciones de 40, 80, 120 y 160 kg. de Fósforo y 75 kg. de Potasio en diferentes etapas del cultivo, con aplicaciones de 80 kg de Nitrógeno en dos dosis de cuarenta días antes de la plantación, se obtuvo mayor tamaño, mayor número de dientes por bulbo y mayor rendimiento. (Cardosa, 1993).

El ajo es un cultivo que puede responder en forma favorable o desfavorable a la aplicación de reguladores de crecimiento, los cuales pueden ir de la mano con la fertilización para complementar el desarrollo de los bulbos. Agroplus, Burst, Folacid en

dosis de 200 - 250 cc/ha, son algunos reguladores que se han estado utilizando en la región del Río Sonora. (Juvera, 2000).

### **Eliminación de los escapos florales.**

Como ya se a podido comprobar existen variedades y ecotipos que, en las condiciones climáticas españolas, son capaces de emitir escapo floral que culmina en la umbela con las flores. Una relación inversa liga el tamaño del bulbo con la dimensión alcanzada por el escapo, ya que se desarrolla a partir de las reservas acumuladas en el primero.

En la mayoría de las zonas ajeras españolas el escapo floral se elimina, la labor se realiza manualmente ya que no existe ningún tipo de mecanismo capaz de hacerlo sin dañar las últimas hojas, al igual que existe una relación inversa de tamaño bulbo-escapo, existe otra directa bulbo-hoja, la vegetación, por tanto, debe permanecer incólume.



Figura 12. Escapo floral e inflorescencia

Se han ensayado algunos sistemas con barra de corte con irregulares resultados, el motivo se debe a que hay que dejar desarrollarse mucho al escapo para seccionarlo sin afectar las hojas terminales, para esto el bulbo ya se a mermado.

La eliminación del escapo floral se realiza en dos formas: por corte entre los dedos o por estiramiento. El primer sistema tiene la ventaja de no afectar el sistema radicular en el caso de que se encuentre debilitado, tirar el escapo puede, incluso,

desarraigar la planta. El segundo maximiza la producción de escapo con vista a su comercialización.

El rendimiento de esta operación varía si el operario recoge los tallos florales o si los tira. En el primer caso, la velocidad es sensiblemente inferior.

Una vez retirados los escapos florales se acelera la maduración de los bulbos. Entre 7 y 10 días después de esta operación se puede empezar la recolección. (García, 1998)

## **CUIDADOS DEL CULTIVO.**

### **Plagas**

Al ajo lo atacan gran diversidad de plagas en el mundo, de las cuales las más importantes son: thrips de la cebolla, trozadores, gallina ciega, ácaros, pulgones, etc. La gran mayoría atacan las hojas bajando los rendimientos considerablemente, a continuación se describen algunas de ellas:

Thrips de la cebolla *Thrips tabaci* Lind.

Orden=Thysanoptera Familia=Thripidae

Los insectos de esta especie presentan un aparato bucal de tipo raspador-chupador y por la acción de sus estiletes rasgan las cubiertas celulares de la epidermis de las plantas, provocando exudaciones citoplásmicas las cuales constituyen su alimento.

Sus daños se manifiestan en las hojas, especialmente en el envés, aunque en algunos casos se observan en el haz, como áreas grises o blancas plateadas, con pequeños puntos negros que corresponden al excremento de los insectos. Los daños severos producidos especialmente en las hojas en desarrollo, provocan su distorsión, arrugamiento y deformación, en ocasiones es posible distinguir áreas de tejidos necróticos de color café que al secarse se desprenden mostrándose desgarramientos de



las hojas. Las altas poblaciones de Thrips reducen el rendimiento y calidad, además retrasan el desarrollo de las plantas siendo los daños más severos en las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

En el ajo y la cebolla el daño se manifiesta sobre el haz y el envés de las hojas en forma de áreas blanquizas plateadas de pequeñas lesiones dispuestas comúnmente en forma longitudinal y paralela, como consecuencia del daño, los bulbos desarrollan mal y se deforman, en daños fuertes las puntas de las hojas se secan.

Esta misma especie puede atacar al frijol produciendo desarrollos anormales en el tamaño de las hojas, con áreas blanquísimas plateadas en el envés y arrugamientos sobre el limbo, que se manifiesta como típica forma de “chicharrón de cuero”. Puede encontrarse atacando pepino, calabazas y otras cucurbitáceas, tomate, coliflor, plantas de jardín y silvestres, etc. Presenta una gran cantidad de hospederas.

**DESCRIPCIÓN.** Son insectos que miden aproximadamente 1 mm. de longitud, cuerpo alargado más o menos fusiforme, de un color amarillo pálido. Los machos son raros y ápteros, las hembras partenogenéticas son aladas, siendo sus alas angostas y largas, presentando en sus márgenes pequeños y finos pelos, más grandes en el margen posterior. Durante el reposo los dos pares de alas descansan sobre el dorso del abdomen. Los tarsos carecen de uñas y terminan en una especie de vejiga retráctil.



Figura 13. Thrips

BIOLOGÍA. Cada hembra puede llegar a poner más de 100 huevecillos de color blanco y forma de frijol, los cuales son insertados debajo de la epidermis de las hojas, pecíolos o ramas tiernas. Presentan un período de incubación de 5-10 días después de los cuales nacen las pequeñas ninfas, las que presentan a través de su desarrollo 4 estadios ninfales que duran de 15-30 días. Los 4 estadios ninfales presentan características muy interesantes: los 2 primeros son de color blanco transparente o blanco opaco no presentan esbozos de alas, se localizan especialmente en el envés de la hoja, caminan rápidamente buscando su protección. El tercero y cuarto estadio ninfal se localizan en el suelo; el tercero llamando “prepupa” se caracteriza por presentar los esbozos de las alas más o menos desarrolladas y las antenas siempre dirigidas hacia delante. El cuarto estadio (pupa) se caracteriza por presentar alas muy desarrolladas y las antenas dirigidas hacia arriba y hacia atrás de la cabeza. De esta manera podemos considerar que en esta especie existen dos estadios que no provocan ningún daño a la planta, que corresponden al tercero y cuarto estadio (prepupa y pupa).

La invernación se realiza en estado adulto debajo de residuos de cosecha, hojarasca o malas hierbas.

Existen otras especies que podemos encontrar atacando al ajo; el llamado “thrips del frijol”.- *Caliothrips fasciatus* (Perg.), antes conocido con el nombre de *Hercotrips fasciatus* (Perg.) Las características de esta especie es la de medir aproximadamente 1 mm. de longitud, color grisáceo y en las alas anteriores dos bandas blancas transversales; por otro lado esta especie tiene como hábito el de preferir el haz de las hojas dañando en especial las partes próximas a las nervaduras, incluso protegiéndose en los ángulos que forman éstas con el limbo, produciendo sobre estas regiones las áreas de color blanquecino-plateado característico, puede encontrarse atacando trigo, frijol, trébol, vid, entre otros.

Las aplicaciones deberán iniciarse cuando se observan 15 ó más thrips promedio por planta.

Algunos autores determinan los niveles de infestación como:

Ligera. Cuando las hojas muestran coloración café en los bordes, y en el envés de las hojas tiernas no se distinguen claramente las áreas plateadas y esporádicamente se encuentra un thrips.

Mediana. Cuando las hojas nuevas muestran considerables áreas necróticas en los bordes y áreas plateadas características en el envés, los thrips se distinguen rápidamente.

Pesada. Áreas plateadas claramente notables, terminales dañadas, deformación del follaje y desgarramiento, se distinguen numerosos thrips en el envés de las hojas.

Los insecticidas que se recomiendan para el combate de esta especie son los siguientes:

Karate	5 C.S.	500 - 750 cc ./Ha.
Cipermetrina	200 C.E.	300 - 500 cc ./Ha
Malathion	1000 E	750 - 1000 cc ./Ha.
Dimetoato	40 C.E.	500 - 1000 cc ./Ha.
Ometoato	1000 E	500 - 750 cc//Ha.
Diazinon	C.E. 25%	1.0 - 1.5 Lt/Ha..
Metomilo	90 P.S.	300 gr../Ha.

Araña Café *Petrobia latens* (Muller)

Orden=Acarina Familia=Tetranychidae

Este ácaro es un serio problema en algunas regiones ajeras como el Río Sonora, atacando las siembras de ajo en invierno. En la Costa de Hermosillo persiste desde hace más de 35 años, atacando al ajo desde pocos días de su emergencia hasta casi rendir su cosecha.

Las plantas afectadas muestran sobre las hojas pequeñas lesiones blancas distribuidas en forma más o menos paralela y las cuales a simple vista se manifiestan como áreas blanquecinas en el limbo. Las plantas afectadas muestran a distancia una coloración verde grisáceo y síntomas semejantes a los de falta de agua. En ataques severos las plantas pequeñas pueden llegar a morir. Es una especie que se desarrolla particularmente en regiones de inviernos secos.

En el ajo su actividad la inicia más o menos a las 9 A.M. y termina aproximadamente a las 5 P.M., después las arañas se bajan al terreno buscando las grietas o debajo de los terrones para protegerse de las bajas temperaturas.

Puede atacar a sorgo, trigo, cebada, algodón, alfalfa, trébol, etc. Las plantas de algodón atacadas son generalmente aquellas que se encuentran en estado de hojas cotiledonares, éstas detienen su desarrollo y muestran un color opaco sobre el haz, algunas veces se distingue una coloración rojiza sobre la misma superficie.

DESCRIPCIÓN.- Esta especie mide 0.5-0.7 mm de longitud. Presenta su porción abdominal con una característica coloración café rojiza, siendo la parte anterior del cuerpo de un color amarillo claro. El primer par de patas es mucho más grande que las otras tres, utilizándolas como órganos sensoriales.

BIOLOGÍA. Las hembras son partenogenéticas llegando a poner dos tipos diferentes de huevecillos: a) De verano, son de un color café rojizo oscuro, presentando un pelo en su polo anterior y estrías radiales en su base, con un diámetro aproximado de 0.15 mm. B) De invierno, se caracterizan por presentar un capuchón de color blanco, circular colocado sobre el pelo y ornamentado con estrías radiales. Los huevecillos son colocados por lo general debajo de los terrones y de preferencia en los bordos de las melgas o curvas. El período de incubación de los huevecillos de verano es de 6-7 días.

El período ninfal tiene una duración de 8 a 9 días. El primer estadio ninfal es de color amarillo claro y se distingue de los dos restantes por presentar sólo 3 pares de patas.

Al alcanzar el estado adulto las hembras inician la oviposición pudiendo poner cada una 80 huevecillos de verano y 309 huevecillos de invierno. Una hembra nunca puede poner los dos tipos de huevecillos.

CONTROL. Su control es difícil, sin embargo, con la ayuda de los insecticidas sistémicos y las aplicaciones hechas con avión a partir de las 8 A.M. se han obtenido buenos resultados. Las aplicaciones deben recomendarse cuando los manchones de plantas dañadas estén distribuidos en todo el cuadro. Los niveles altos de fertilización y riegos oportunos reducen considerablemente esta plaga.

Dentro de los insecticidas recomendados tenemos:

Cipermetrina	200 C.E	300 – 500 cc./Ha
Azinfos Metílico	35 P.H.	1 000 gr./Ha.
Karate	5 C.S.	500 – 750 cc./Ha.

El azufre en polvo 50% es un producto que produce buenos resultados contra esta especie, a dosis de 20-25 kg. por hectárea del producto.

Gusanos Trozadores o Cortadores.

Varias especies de los géneros *Feltia* spp., *Agrotis* spp.,

*Chorizagrotis* spp., *Lycophotia margaritosa* L. (*Peridroma margaritosa* L.)

Orden= Lepidoptera Familia=Noctuidae.

El nombre común que se les da a estas especies se debe al daño característico que provocan sobre plantas jóvenes de poco tiempo de emergidas y consiste éste en el corte total o parcial de los tallos tiernos, un poco arriba del nivel del suelo y a veces casi a nivel. En plantas un poco más desarrolladas cortan debajo de la yema Terminal

destruyendo su área de crecimiento. En algunos casos las larvas pueden salir del suelo durante la noche y producir verdaderas defoliaciones en plantas ya desarrolladas. Los daños son provocados por las larvas en la noche y durante los días se protegen debajo de los terrones o bajo la superficie del suelo próximo a la base de las plantas a profundidades que pueden variar desde 2 a 5 cm., dependiendo del tipo de suelo.

DESCRIPCIÓN. Los adultos son por lo general palomillas de colores grises oscuros con las alas anteriores mostrando moteados de color negro o claro. Las alas posteriores son de color blanco con los márgenes oscuros.



Figura 14. Gusano Trozador.

BIOLOGÍA. Su invernación se realiza en estado de pupa parcialmente desarrollada. Durante la primavera los huevecillos son depositados sobre la superficie del suelo muy cerca de la base de los tallos o sobre ellos, a veces sobre el follaje, generalmente en forma aislada, en ocasiones formando pequeños grupos de huevecillos aislados, *Lycophotia margaritosa* L. los coloca en masas de hileras paralelas, algunas especies pueden poner hasta 1500 huevecillos. El período de incubación en nuestra región puede ser de 4 a 5 días, las larvas maduras pueden alcanzar tamaños que varían de 2.5 a 4 cm. de color gris verdoso a veces con bandas o manchas oscuras o claras. En el caso de *Lycophotia margaritosa* L. las larvas son de color negro con puntos claros amarillentos correspondiendo a cada segmento distribuidos longitudinalmente sobre la

región media dorsal. El período larvario puede tener una duración de 14-21 días, después de los cuales se transforma en pupa, la cual se realiza en el suelo en una celda a profundidad de 2-7 cm. durante 7-10 días en verano, después de los cuales emerge el adulto.

CONTROL 1°.- Prácticas culturales como barbechos en el otoño con el objeto de exponer las larvas y las pupas a los efectos de la temperatura, aves, lluvias y vientos de esta época. 2°.- El uso de insecticidas cuando se encuentra de 1 o más larvas por metro lineal pudiendo las aplicaciones hacerse en forma parcial o general dependiendo de la infestación (focos). En el caso de aplicaciones parciales en un cuadro es recomendable rodear el área infectada con un cinturón de seguridad de 10-15 metros de ancho.

Sevín	80 P. H.	1.5 kg./Ha.
Tamarón	600 L.S.	600 gr./Ha.
Lorsban	480 C.E.	1 Lt./Ha.
Azinfos Metílico	35 P.H.	1 Kg./Ha.

Pueden obtenerse resultados satisfactorios utilizando cebos envenenados a razón de 15 a 20 kg. por hectárea aplicando el cebo de preferencia alrededor de la base de la planta.

## PULGONES

Los áfidos que se encuentran sobre el cultivo del ajo parece ser que no causan daños directos sobre el cultivo. No existe evidencia que alguna especie parasite, en especial, a la planta del ajo. Se consideran como invasores, procedentes de plantas cercanas ya que, en su mayoría, son individuos provistos de alas.

Su peligrosidad no radica en los daños directos que pueden causar, sino en la inoculación de virus como el del mosaico. Son los vectores típicos de las enfermedades virales. Las especies más comunes son: *Sitobion avenae* Fabr., *Rhopalosiphum padi* (L.), *Aphis fabae* Scop., *Acyrtosiphon pisum*, entre otras especies.

## **POLILLA O PALOMILLA DE ALMACÉN**

Lepidópteros de la familia Pyralidae y, más concretamente, de los género *Ephestia, plodia*, son muy frecuentes en los almacenes de ajo. Se pueden observar tanto de día como de noche, más frecuentemente, y se atrapan bien con trampas de agua.

Los insectos adultos son polillas entre 1 y 2 cm de envergadura y de coloración gris o parda con tonalidad blanquecina. Las larvas son orugas de tipo medio, sobre 1,5 cm, y blanquecinas. Antes de la pupación tejen un capullo en el interior del bulbo o en los embalajes.

Las especies más frecuentes en las zonas ajeras españolas son: *Ephestia tepherinella* y *E. elutella* (Hbn.), ambas son polífagas, aunque sobre el ajo se encuentran con facilidad. Los daños son provocados por los distintos estadios larvarios que devoran el diente donde se instalan, completan su ciclo entre uno y seis meses en función de la temperatura, en condiciones favorables se ocultan todo tipo de individuos.

Los sistemas de prevención son los más importantes para evitar la rapidísima expansión de la plaga, medidas como la limpieza a fondo de las cámaras y almacenes de conservación y manipulación, son muy efectivas, el encalado de las paredes y la desinfección de rincones y grietas con insecticidas autorizados, así como la limpieza de los cajones son primordiales.

Los tratamientos de cuarentena, mucho más caros, eliminan también esta plaga (Juvera y Juvera, 2006).

## **ENFERMEDADES**

Las enfermedades son de importancia económica en todas las regiones del mundo en las que se cultiva el ajo, a continuación se mencionan algunas de las más importantes.



### Nemátodo del ajo (*Ditylenchus dipsaci* Kuhn).

Es uno de los principales problemas en el Estado de Sonora, este nemátodo se encuentra distribuido ampliamente, principalmente en aquellas zonas de clima templado como la Región del Río Sonora y la Región de la Sierra. Los daños de este nemátodo retrasan la nacencia y las plantas afectadas presentan detención del crecimiento, una coloración verde-pálido y un desarrollo anormal. Para controlarlo se recomiendan los siguientes pasos:

- 1.- Rotación de cultivos con plantas no hospederas por un tiempo de 4 a 5 años.
- 2.- Utilizar semilla proveniente de lotes sanos.
- 3.- Tratamiento al suelo con nematicidas antes o en el momento de la siembra. Los productos que se han comportado efectivos son Dazomet, Temik y Namacur.
- 5.- Tratamiento a los dientes o bulbos con soluciones nematicidas. El Namacur 400 CE en dosis de 1 lt/100 lt de agua es un tratamiento recomendado (Ávila, 1990).

### **Pudrición Verde.**

Esta enfermedad se caracteriza por la aparición de manchas de coloración verde sobre los bulbos de la planta del ajo. Es provocada por especies del género *Penicillium*, la enfermedad puede reducir el rendimiento ya que los ataques más graves se concentran sobre los dientes de la plantación impidiendo la brotación y provocando la pérdida de la plántula, los ataques de esta enfermedad se encuentran asociados a plagas del suelo y a labores descuidadas. La aplicación de fungicidas puede ayudar a la cicatrización de pequeñas heridas, evitando su expansión. Es necesario la selección sanitaria de los bulbos, desgranado cuidadoso, tratamiento de los dientes y lucha contra las plagas del suelo (Ávila, 1990).

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 mas 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: 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 problemas en el almacenamiento son: *Aspergillus niger* Tiegh, *Penicillium hirsutum* Dierckx y *Fusarium oxysporum* Schlechtend (Abel, *et. al*; 1991).

## **MALEZAS**

El ajo es un cultivo que por sus características morfológicas cubre poco el terreno, y por tanto, ofrece una cierta facilidad al desarrollo de malas hierbas y a la evaporación, si no se actúa adecuadamente. Las labores de cultivo deben ir encaminadas precisamente a eliminar las malas hierbas y a economizar agua. Para conseguir un terreno limpio de malas hierbas, además de las labores de cultivo, se realiza la escarda manual en explotaciones familiares o, en explotaciones comerciales, se aplican uno o varios herbicidas que controlen precisamente las hierbas que abundan en la parcela de cultivo (García, 1998; Rafols, 1988).

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 pérdida 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 (Juvera, 2003).

## **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 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.



Figura 15. Cosecha.

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:

- 1.- Relación del diámetro ecuatorial del bulbo con el grosor del cuello de la planta. El ancho del bulbo será 3 o 4 veces mayor que el ancho del cuello de la planta.
- 2.- 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.
- 3.- Porcentaje de hojas secas. Aproximadamente entre 38% y 50% del follaje seco, o amarillez de las hojas, conocido por el nombre de senescencia del follaje.
- 4.- Número de hojas envolventes 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 puede 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:

1.- Secar las capas externas que cubren el bulbo, lo cual le dará una mayor protección contra la deshidratación interna y los daños físicos.

2.- 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 (Juvera, 2003; Iglesias, et. al., 1998).

### **Criterios de calidad**

La norma de calidad define como ajo, a los bulbos de las variedades cultivadas de las especies (*Allium sativum L.*) destinado para ser entregado al consumidor en estado fresco, semiseco o seco. Se excluyen, por tanto, los derivados industriales como los deshidratados y los ajos de verdeo. El ajo fresco es el que presenta las túnicas externas todavía carnosas y el ajo semiseco el que ya se encuentra en los primeros estadios de deshidratación.

Las características mínimas de calidad definidas por las normas para cualquier categoría con la tolerancia admitida son:

- Sanos.
- Firmes.
- Limpios de tierra y residuos de cultivo o de tratamientos.
- Exento de daños por heladas y sol.
- Exento de señales de mohos (podredumbre, hongos).
- Desprovista de olores/sabores extraños.
- Desprovista de humedad exterior anormal.

### **Manipulación del ajo y su comercialización**

El cultivo de ajo para industria exige una mecanización completa ya que el precio que el producto alcanza es inferior. No importa, no obstante, que los bulbos sean ligeramente defectuosos y no cumplan las normas de calidad.

En Estados Unidos de Norteamérica, y mas concretamente en California, esta muy desarrollado el cultivo industrial del ajo, remarcando lo de *industrial*, ya que son muy exigentes en cuanto se refiere a la calidad para el consumo en fresco o en seco.

### **Encurtidos**

La rama de la industria conserva del ajo en exclusiva, bien en dientes bien en bulbos, tienen muy poca importancia, no obstante, se empiezan a introducir encurtidos de cabeza, más frecuentemente que los dientes, como artículos de alta calidad, lo más

normal es que se comercialicen en baños comerciales con sal, dientes sueltos, y a veces cabezas, se utilizan en conservas y encurtidos mixtos, la conserva de legumbres y hortalizas al natural suelen introducir entre sus componentes el ajo, además de ser un excelente condimento añade, si esta fresco, sus propiedades como inhibidor del desarrollo bacteriano, dentro de este grupo se pueden incluir los aceites de olivo y los vinagres a los que se le añade dientes de ajo pelados o no, este tipo de condimentos se utilizan para consumo en fresco como aderezo de platos diversos, siendo muy apreciados tanto en los países latinos como en Norteamérica, otras posibilidades en este apartado son los purés de ajos en conserva utilizados, así mismo, como condimento en sustitución del ajo en fresco (García, 1998).

### **Deshidratación**

La industria de deshidratación y la complementaria de molienda, tienen una gran importancia en nuestro país dentro del sector de la condimentación. Es la base de la fabricación de polvo de ajo, sal de ajo, granulado de ajo, escama de ajo y otro tipo de condimentos muy apreciados.

La materia prima que se emplea para la deshidratación es, por lo general, la resaga de ajo, todo aquel bulbo defectuoso pero en buenas condiciones para el consumo se desvía hacia la industria, la estacionalidad de los precios del mercado del ajo influye sobremanera en la producción de deshidratado, en años con producción escasa las normas de calidad para el consumo en fresco se relajan y los precios hacen inviable el procesamiento, con estas circunstancias las plantas se centran en otros productos o paralizan su actividad, en el caso contrario, los precios bajan sobremanera y existe abundancia de materia prima, este es el momento de incrementar el volumen de producción en previsión de alzas cíclicas en los años venideros, una vez contratada una partida de ajos adecuada se procede a su desgranado, no es necesario un gran cuidado en el mismo como en el caso de la obtención de dientes para la plantación, desgranadoras de rodillos son las más frecuentemente utilizadas, una vez obtenida la masa de dientes, tierra, discos, escapos (en su caso) y restos de túnicas en general, es necesaria la eliminación de residuos para la obtención de un producto de alta calidad (García, 1998).

### **TINTURA O EXTRACTO DE AJO**

La tintura de ajo se obtiene de diversas formas, por ejemplo: macerando por lo menos durante siete días, en ausencia de luz y bajo refrigeración, 25 gr. de ajo fresco en 60 ml. de solución hidroalcohólica (40 %). Una vez obtenida se debe conservar en frío, puede utilizarse mediante ingestión directa disuelta en agua o mediante la aplicación en las zonas afectadas bajo tratamiento tópico (García, 1998).

### **ACEITE DE AJO**

El aceite de ajo es un líquido amarillento pálido utilizado básicamente como aromatizante por su intenso olor, este producto se obtiene por la destilación en caliente de ajos frescos machacados, el principal país productor en la actualidad es Egipto aunque también se obtiene en Bulgaria, China, Francia, Alemania y Japón, durante el proceso de destilación la alicina se descompone en alicina, este último compuesto es, así mismo, inestable y su oxidación natural o por calentamiento (en este caso) produce un aceite esencial (0.1-0.2 % de esencia en peso) que en su composición incluye el disulfuro de alilo, el trisulfuro de alilo y el disulfuro de propilo, gran parte de las características antimicrobianas del ajo se pierden en este proceso, el rendimiento industrial de este tipo de manipulación comercial es, como ya se ha indicado, muy bajo por lo que el aceite de ajo puro es bastante caro, siendo distribuido en diversas diluciones con otros aceites vegetales (García, 1998).

### **COMPRIMIDOS DE AJO**

Utilizando ajo en polvo, con distintas formulaciones más o menos complejas, se fabrican los comprimidos o cápsulas de ajo con fines medicinales, el fundamento de su potencial efecto beneficioso se debe a que durante el proceso de deshidratación numerosas células del diente permanecen incólumes y, por tanto, la alicina principio activo- se puede regenerar por rehidratación del tejido vegetal, sin embargo, es un proceso industrial muy cuidadoso para asegurar ciertos niveles de dicho principio para que sea realmente efectivo (García, 1998).

## **OTROS USOS**

El ajo es un excelente repelente de insectos y animales, como tal, su extracto es utilizado para bloquear plagas de coleópteros, homópteros y dípteros, la ventaja fundamental de este producto es que es completamente natural y, por tanto, biodegradable, no contaminante y compatible con la utilización de otros productos, el efecto repelente viene asociado a la acción sistemática del extracto de ajo, que se incorpora al sistema vascular de la planta cultivada modificando su aroma y, alterando el comportamiento natural de ataque de sus plagas específicas (García, 1998).



## MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevo a cabo en el campo experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, ubicado en el Km. 21 de la carretera Hermosillo Bahía de Kino.

El experimento consistió en evaluar tres Reguladores de crecimiento en la variedad de ajo Taiwán en la Región de la Costa de hermosillo.



Figura 16. Aplicación de Reguladores

Los tratamientos consistieron en las siguientes dosis:

Tratamiento # 1 = Sagastym 500cc/ha. (6 aplicaciones con intervalos de 20 días)

Tratamiento # 2 = Cytoburz 500cc/ha. (6 aplicaciones con intervalos de 20 días)

Tratamiento # 3 = Biozyme 500cc/ha. (6 aplicaciones con intervalos de 20 días)

Tratamiento # 4 = Testigo (sin aplicación).

Las plantas de la variedad de ajo Taiwán se sembraron con una densidad de 30 plantas por metro lineal con una separación entre surcos de 1.0 m. con una población de 300,000 plantas por ha. El tamaño del experimento fue de 480 mts. cuadrados.

Se utilizó un diseño completamente aleatorio, con tres tratamientos (un producto por tratamiento y un testigo), las variables a evaluar fueron: diámetro de bulbo en mm. y rendimiento total en toneladas por hectárea.

El experimento se inició el 8 de octubre de 2004 con la realización de la siembra, la preparación del terreno fue convencional para una siembra en seco: barbecho, rastreo, nivelación, riego después de la siembra, formación de surcos y siembra, utilizando riego por gravedad.



Figura 17. Tapeo de bulbos de la variedad Taiwán

El suelo tenía una textura franco arenoso, para la siembra no hubo selección de dientes, sembrándose a una profundidad aproximada de 5 a 8 cm., buscando aumentar el porcentaje de germinación.

El método para la toma de datos consistió en pesar 30 bulbos por metro lineal, se tomaron 5 mts. al azar lineales por cada tratamiento. Se utilizó una balanza digital para los datos de producción y un vernier para medir el diámetro del bulbo.

## RESULTADOS

Los datos se tomaron una vez que se realizó la cosecha de los tres tratamientos y el testigo evaluados, lo cual fue en el mes de marzo de 2005.

Los resultados fueron analizados con el SAS, mediante el procedimiento estadístico de análisis de varianza. También se aplicó la prueba de Tukey para la comparación de medias.

Cuadro 6.- Prueba de Tukey para el rendimiento en ton./ha. de los tres tratamientos de reguladores de crecimiento en la variedad de ajo Taiwán y el respectivo testigo en la Región de la Costa de Hermosillo.

TRATAMIENTO	MEDIA DEL RENDIMIENTO TON./HA.	GRUPOS HOMOGENEO
T#1 = SAGASTIM	13.43	A
T#2 = CYTO BURZ	13.05	A
T#3 = BIOZYME	12.88	A
T#4 = TESTIGO	10.94	B

Cuadro 7.- Prueba de Tukey para el diámetro de bulbo de los tres tratamientos utilizados y un testigo en la variedad de ajo Taiwán en la Región de la Costa de Hermosillo.

TRATAMIENTO	MEDIA EN mm. DEL DIAMETRO DE BULBO	GRUPOS HOMOGENEOS
T#1 = SAGASTIM	50.09	A
T#2 = CYTO BURZ	48.22	A
T#3 = BIOZYME	47.80	A
T#4 = TESTIGO	43.57	B

## DISCUSIONES

Res. T. 2, 664

En éste trabajo experimental realizado en la Región de la Costa de Hermosillo, con una densidad de siembra de 300,000 plantas por hectárea, el mejor rendimiento se obtuvo con el tratamiento 1 Sagastim con seis aplicaciones de 500 cc/ha. obteniendo una producción promedio de 13.43 ton/ha. y un diámetro de bulbo promedio de 50.09 mm. Seguido del tratamiento 2 Cytoburz con seis aplicaciones de 500 cc/ha. obteniendo un rendimiento promedio de 13.05 ton/ha. y un diámetro promedio de bulbo de 48.22 mm. Continuando con el tratamiento 3 Biozyme con seis aplicaciones de 500 cc/ha. obteniendo un rendimiento promedio de 12.88 ton/ha. y un diámetro promedio de bulbo de 47.80 mm. , no existiendo diferencia significativa entre los tres tratamientos aplicados, por lo tanto resultaron estadísticamente iguales en rendimiento y diámetro de bulbo; en cuanto al testigo se obtuvo un rendimiento promedio de 10.94 ton/ha. y un diámetro de bulbo promedio de 43.57 mm. Existiendo diferencia significativa comparada con los tratamientos 1, 2, 3.

Con lo mencionado anteriormente podemos decir que la aplicación de reguladores de crecimiento nos aumenta la producción así como el diámetro de bulbo, obteniendo ajos de muy buena calidad y excelente producción.

Este trabajo experimental nos demuestra que los tres tratamientos manejados en forma adecuada en la Región de la Costa de Hermosillo nos pueden dar mejores resultado teniendo así mayores beneficios.

Erston (1981), comenta que debido a las nuevas tecnologías, los agricultores buscan utilizar productos que les permita aumentar sus producciones y frutos de calidad, por lo tanto en algunas Regiones del Mundo, particularmente en Estados Unidos se utilizan reguladores de crecimiento, principalmente Citocininas, Giberelinas y Auxinas, para lograr una buena formación foliar producción de flores y frutos de buen tamaño.

Melvin (1982), utilizó otros reguladores que promueven la elongación, división de las células y crecimiento de los brotes como son las giberelinas. Además de otras sustancias reguladoras de crecimiento que pueden estimular la división y agrandamiento de las células en la plantas como lo son las Auxinas.

Bidwell (1979), explica que la forma de acción de las hormonas varía de acuerdo al grupo: El regulador de crecimiento vegetal, aplicado en forma foliar acelera el crecimiento de la planta y del fruto. Las giberelinas a menudo llamadas AG3, se encuentran en las plantas, ayudando al alargamiento, división celular y floración precoz.

La respuesta de las plantas a los resultados obtenidos dependerá de la dosis utilizada, época y la forma de aplicación.

Laughlin y Green (1991), mencionan que las citocininas ayudan en la retención de la clorofila, en la incorporación de aminoácidos y proteínas en hojas, lo cual indica una disminución de la senescencia, además estimula la división celular, la diferenciación de yemas y el incremento del fruto.

Doddamani y Panchal (1989), en la Región de Estados Unidos estudiaron los efectos de varios reguladores de crecimiento en distintos tipos de plantas de 35 días de transplante, se registraron los efectos de cada uno de los reguladores de crecimiento en el desarrollo y componentes de la cosecha. Están registradas como plantas bien desarrolladas con altura más o menos de un metro, donde los mejores reguladores fueron a base de ANA (Ac. Naftalenacético).

Sumiati y Hilman (1991), en otros estudios realizados con reguladores de crecimiento, reporta que en plantas de chile de 6 semanas de edad, sumergió por 24 horas las raíces en una solución de AG3 con una concentración de 150 ppm, el cultivo se transplanto y la producción obtenida fue de 28.06 ton/ha., mientras el testigo respondió con solo 19.92 ton/ha.

Csizinszky (1990), en un estudio que realizó en Florida con dos bioestimulantes evaluados en chile dulce, el reporte menciona que se llevó a cabo en dos estaciones en las cuales se efectuaron de una a tres aplicaciones de Bursa, el cual contiene citogeno y un complejo de citosina, con un aumento en la cantidad de ramificaciones, peso por fruto y el número de frutos por planta.

Burst (1985) Reporta que desde el desarrollo científico para el uso de hormonas vegetales y de reguladores de crecimiento para incrementar la producción, ha sobrevenido un nuevo concepto en el manejo de los cultivos, lo que ha sido denominado como su manejo fisiológico; este, a través del uso de giberelinas puede proporcionar al agricultor una herramienta para un mejor manejo del cultivo y optimizar su potencial genético para producir. Este producto puede utilizarse para regular muchos procesos fisiológicos dentro de la planta, las citocininas promueven el inicio y desarrollo de las yemas, lo cual mejora el crecimiento radicular, incrementa amacollamiento, brotación y promueve la producción de los componentes que inciden en el rendimiento o producción y el vigor reproductivo, sus usos en las etapas iniciales de la vida de la planta ayudan al manejo de desarrollo de la misma y determina su potencial de producción, las condiciones de estrés, causadas por el medio ambiente y las inducidas por las prácticas culturales, pueden causar pérdidas severas en el rendimiento. Las citocininas no pueden cambiar las condiciones de estrés ambiental, sin embargo pueden incrementar su tolerancia o su habilidad para compensar tales condiciones ayudando a la planta a desarrollarse mejor.

## BIBLIOGRAFIA

- 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.
- Agarwal, K.C. 1996. Therapeutic actions of garlic constituents. Med. Res. Rev. 16:111-124.
- Ames, B. 1996. Chemical garlic constituents. Chem. Health Safety. 3:17-24.2.
- Anna, F. 1993. Research on plant density of garlic. Colture - Protette. Palermo, Italia. pp. 85-90.
- Arbolea, 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, comercialización e industrialización de ajo. Mendoza, Argentina. pp. 261-266.
- Arbolea, 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.
- Ávila, J. M. 1990. Enfermedades de los cultivos en el noroeste de México. Hermosillo, México. pp. 15-16. (Apuntes de clase, DAG – UNISON).
- Augusti, K. T. 1990. *Allium cepa* L. and *Allium sativum* L., in orally effective hypoglycemic principles from plant sources. Ph. D: thesis. Jaipur, Indian. University of Rajadasthan. 52 p.
- 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.
- Benavides, J.G., J.G. Ramírez y A. Sandoval. 1999. Folleto de divulgación. Los fitonutrientes del ajo una especie medicinal y alimenticia. Universidad "Antonio Narro." Saltillo, Coahuila.

- Bell, A. D. and A. Bryan. 1991. Plant from: An illustrated guide to flowering plant morphology. Oxford University Press. 341 p.
- Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología Vegetal. México.Ed. A.G.T. , S. A. p. 624.
- Brewster, J.L. 1994. Onions and other vegetable Alliums.Ed. Cab Internacional. University Press, Cambridge, England. p. 236.
- Burst. Agritech, Inc.1985. Bursa yield booster. Kansas. pp. 1-2.
- Cárdenas, 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.
- Cardosa, H. 1993. Determinación de la fertilización mineral para el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) en suelos ferralíticos compactados. Conference-paper: Journal-article.
- Casanova, M. A., P. J. Aso., R. Lobo. 1992. Fertilización del ajo en Tafi del Valle. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, Tucumán, Argentina. Journal- article.
- Castaños, C. M. 1993. Horticultura. Manejo simplificado. Primera edición. Ed. Colección Fénix. p.128.
- Castillo, J. E., L. López., E. J. Fernández. 1999. Crecimiento, rendimiento y calidad de un cultivo de ajo (morado) procedente de bulbos tratados con bajas temperaturas. Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales E,T,S,I,A,M. Universidad de Córdoba, España.
- Chopra, R. N., S. L. Nayar and I. C. Chopra. 1956. *Allium* (Liliaceae). En: Chopra, R. N. Ed. Glossary of indian medicinal plants. New Delhi. Council of Scientific and Industrial Research. P.11.
- Csizinszky, A.A. 1990. Response of two bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars to foliar and Soil-applied bioestimulants. Soil and Crop Sci. Soc. Fla. 49:99-203.
- Doddamani, M. B. and Y. C. Panchal. 1989. Effect of plant growth Regulators on growth and yield if Byadagi Chilli (*Capsicum annum* Linn. Var. *Accuminatum*). Hort. Abst. 62(8):8.



- Duarte, F. F. 2001. Evaluación de cuatro variedades de ajo (*Allium sativum* L.) en la Costa de Hermosillo, Sonora. Tesis de licenciatura. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. p.14-15.
- Erston, V. M. 1981. Fisiología Vegetal. México. Ed. U. T. E. H. A. p. 208.
- García, C.R. 1990. El ajo, cultivo y aprovechamiento. Primera edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. p.168
- García, C.R. 1998. El ajo, cultivo y aprovechamiento. Segunda edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. p.205
- García, CR. 2000. El ajo, cultivo y aprovechamiento. Segunda edición. Mundi Prensa. Madrid, España. p.184
- Gourmet Garlics Garden. 1999. Artichoke and Garlic varieties available, 1999. United States of America. Disponible en Infoagro, 1997. Agricultura <http://www.gourmetgarlicgarden.com/>
- Heredia, G. E; F. Delgadillo S. 2000. El ajo en México: origen, mejoramiento genético y tecnología de producción. Celaya, Guanajuato., México. SAGAR, INIFAP, Campo experimental Bajío. p.102.
- 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.
- Infonagro, 1997. Agricultura Española en Internet. El cultivo del ajo. Sevilla, España. Disponible en <http://www.infoagro.com/>
- INIFAP. 2001. Manual para la producción de cultivos agrícolas y forrajeros en la Sierra de Sonora. Folleto para productores No. 20. CIRNO. Campo Experimental Costa de Hermosillo, Sonora, México. p. 81.
- Juvera, B.J.J. 2000. Avances de investigación del proyecto validación y transferencia de tecnología en la producción de ajo en la Región del Río Sonora. Hermosillo, Sonora, México. pp. 1-56.
- Juvera, B. J.J., J.J. Juvera. G., A. Serrano E., D. Martínez H., J. Rodríguez C. 2001. Determinación de alta densidad en ajo (*Allium sativum* L). variedad Chino para incremento de rendimiento y diámetro de bulbo. Sexto Seminario de Horticultura. Resultados de Investigación. Departamento de Agricultura y

Ganadería de la Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora México. Volumen 9: 99-100.

- Juvera, B. J.J. 2003. Manejo del cultivo de ajo. Seminario de Hortalizas. Memoria Técnica No. 15. INIFAP Fundación Produce Sonora, A.C. PIEAES, A.C. A.L.P.H. Hermosillo Sonora. México. p. 99-109.
- Juvera, G.J.J. 2004. "Evaluación de tres líneas de la variedad de ajo Taiwán (*Allium sativum* L.) con diferentes dosis de fertilizante en la Región de la Costa de Hermosillo, Sonora". Tesis. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Hermosillo; Sonora. México. p. 1-40.
- Juvera, B.J.J; F.U. Juvera G. 2006. Seminario Técnico. Tecnología para la producción de ajo en la Sierra de Sonora. Memorias. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. p.29-39.
- Krarup, C., I. Moreira, 1998. Hortalizas de estación fría. Biología y diversidad cultural. Universidad Católica de Chile, VRA, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile. Disponible en <http://www.uncu.com/>
- Laughlin, M. C. G.1991. Fruti and Hormones influences flowering of apple. I. Effect of cultivar. J. American. Soc. Sci. 116(3): 446-449.
- Lucas, K. M. 1999. Conceptos básicos, manejo, variedades y mecanización del cultivo del ajo. Buenos Aires, Argentina.
- Luna, F, 1998. Estudio y experimentación en el cultivo del ajo en la Campiña-Sur Cordobesa, Montecalbo S.A.T. L.T.D.A. Córdoba, España. Disponible en <http://www.disagro.com/>
- Macías, U. L., M. C. Valdez., C. F. López, 1997. Guía para el cultivo de ajo en el estado de Aguascalientes, INIFAP. Folleto para productores N° 21, Aguascalientes, Ags. pp. 1-5.
- Manjunath, B. L. 1948. *Allium cepa* L. ana (*Allium sativum* L.) En: Manjunath, B. L. (ed.) The, wealth of india. Raw Materials I. Council of scientific and industrial Research. New Delhi, Government of india. p. 56.
- Melvin, N. W. 1982. Fruticultura en zonas templadas. Madrid España. Ediciones Mundi-prensa. p. 414.
- Melzig. M. F., E. Krauze., S. Franke. 1995. Pharmazie 50:359-361.

- Nadkarni K., 1954. *Allium cepa* L. and *Allium sativum* L.. En: Puranik, M. V. Ang G. R. Bhatkal (eds.) The indian materia medica. Bombay, Popular Book Depot. 63 p.
- Park, C. K., K. R. Cho., S. Kang., J. S. Yang., K. C. Kwun. 1994. Effects of organic matters and lime materials on quality improvement of tissue cultured garlic (*Allium sativum* L). Kyongii Provincial RDA, Hwasung. Korea, Republic. Journal. Article..
- Peña, C. L. 1997. Establecimiento de un centro de acopio y comercialización de ajo fresco en Arizpe, Sonora. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Enseñanza e Investigación en Parasitología Agrícola. ( Memoria de Enseñanza Profesional ). p.132.
- Purseglove, J., W. 1985. Tropical crops: Monocotyledons I. New York, Longman. pp.607-610.
- Quaryouti, M. M., and M. R. Karsawi. 1995 Storage temperature of seed bulbs and planting date influence of garlic. National center for Agricultural Research and Technology Transfer (NCARTT), Amman, Jordania. Journal Article.
- Rabinkov, A., X. Z. Zhu., G. Grafi., G. Galili., D. Mirelman. 1994. Appl. Biotechnol. 48:149-171.
- Rahim, M. A., R. Fordham., G. Grafi., G. Galili., D. Mirelman. 1994. Appl. Biotechnol. 48:149-171.
- Rafols, M. 1988. El cultivo moderno y rentable del ajo. Editorial De Vecchi, S.A. Barcelona España. pp. 25-26.
- Rigua, A. y D. Morell. 1984. Cultivo de cebollas, puerros y ajo. Barcelona, Sistén. p.120
- SAGAR. 1998. Centro Estadístico Agropecuario. Cultivo del ajo. Año Agrícola 1998. México. pp. 1-2.
- SARH. 1982. Ciclos de cultivo. Ajo. Diagrama No. 3. México. p. 55.
- 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.
- Sumiati, E. And Y. Hilman. 1991. Effect of plant growth regulators on yield of pepper (*Capsicum annum* L.) Cv. Barito. Hort. Abs. 61:6922.

Tamaro, D. 1985. Manual de Horticultura. Real Academia de Agricultura de Saint Ilario Ligure. Barcelona, España. Ediciones G. Gili. S. A. de C.V. p. 213.

Takagi, H. 1990. Garlic (*Allium sativum* L.) En: Rabinowitch, H. D. and J. L. Brewster (eds) Onions and allied crops 111. Florida, CRC Press. pp. 109-111

Verdugo, V. 1999. Estimación del índice estomático y la frecuencia estomática en cuatro variedades de ajo (*Allium sativum* L.) en el estado de Coahuila. Disponible en <http://uaaan.com/>

Wargovich, M. J., N. Uda, C. Woods, M. Velasco and K. McKee. 1996. Biochem. Soc. Trans. 24:811-814.

Zúñiga, G. 1998. Aspectos técnicos del cultivo y actividades pecuarias de Costa Rica. Disponible en <http://www.mag.go.cr/>