

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Comportamiento del Cultivo del Ajo (*Allium sativum* L.), a la Aplicación de Agentes Microbianos Promotores del Crecimiento y Antagonistas de Fitopatógenos.

Por:

VICTOR GARCIA CARRILLO

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre, 2008.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Comportamiento del Cultivo del Ajo (*Allium sativum* L.), a la Aplicación de Agentes Microbianos
Promotores del Crecimiento y Antagonistas de Fitopatógenos.

Por:

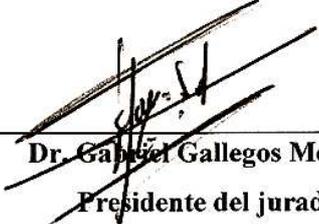
VICTOR GARCIA CARRILLO

TESIS

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

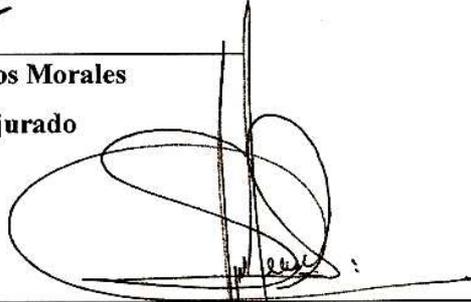
INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobado por el comité de tesis

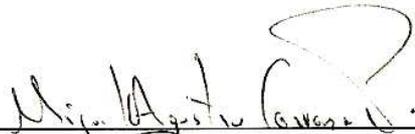

Dr. Gabriel Gallegos Morales
Presidente del jurado


Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo

Sinodal

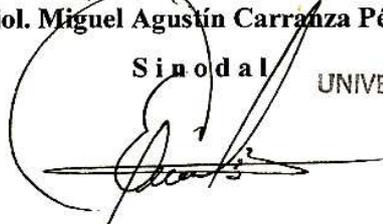

Dr. Melchor Cepeda Siller

Sinodal


Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez

Sinodal

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía


División de Agronomía
Coordinación.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por haberme dado la oportunidad de vivir, y haberme cuidado en todo momento en las buenas y en las malas.

A mi **Alma Mater** por haberme brindado la oportunidad de formarme profesionalmente, sobre todo por haberme permitido adquirir valores personales y sobre todo profesionales.

A **GreenCorp Biorganiks de México S.A. de C.V.** y al **CONACYT** por el apoyo brindado durante la implementación y desarrollo de este proyecto de investigación.

Al **Dr. Gabriel Gallegos Morales** por su amistad, cariño, y confianza que deposito en mí, por su apoyo incondicional en la realización y revisión desinteresada de este proyecto hasta la culminación del mismo. Por darme la oportunidad de compartir sus conocimientos y experiencias que formaron parte importante de mi formación profesional.

Al **Dr. Francisco D. Hernández Castillo** por su desinteresada colaboración en la revisión y valiosas sugerencias de la investigación.

Al **Dr. Melchor Cepeda Siller** por su desinteresada colaboración en la revisión y valiosas sugerencias de la investigación.

Al **Biol. Miguel A. Carranza Pérez** por su desinteresada colaboración en la revisión y valiosas sugerencias de la investigación.

Al cuerpo académico del departamento de Botánica por sus consejos y apoyo incondicional durante mi estancia en la Licenciatura. Por la confianza que depositaron en mí para compartir sus experiencias y conocimientos que formaron parte fundamental en el pilar de mi formación profesional.

Al **Biol. Joel Luna Martínez (†)**, por su amistad y por consejos que me ayudan a enfrentar de manera positiva los retos que pone la vida. Gracias Biólogo Joel.

A la **T.A. Guadalupe López Esquivel**, por su amistad, confianza y apoyo incondicional brindado. Por sus consejos que me hicieron valorar la vida.

DEDICATORIAS

A mis Padres,

Sr. Gabriel Garcia Castro.

Sra. Tomasa Carrillo Garcia.

Primero Gracias por haberme dado la oportunidad de vida. Por sus consejos, esfuerzo, dedicación, amistad, cariño, amor y apoyo incondicional que me permitió culminar este proyecto muy importante en mi vida profesional.

Este presente es de ustedes que con gran esfuerzo, cariño y amor pude llevar a buen término, Por ello me permito darles Gracias de todo corazón.

A mis Hermanos (as).

Ma. Angélica,

Daniel,

Laura Alejandra,

Germán

Yuliana,

Por haberme permitido ser el ejemplo a seguir. Gracias por su paciencia, cariño y confianza que depositaron en mí para poder salir adelante en este proyecto.

Especialmente a mi Abuela.

Sra. Ma. Félix Castro Avalos (†).

Que por sus consejos, cariño, confianza y paciencia tuvo que cuidar de mí en una etapa muy importante de mi vida. Le doy Gracias ya que formo parte importante en el pilar de mi formación académica, que supo apoyarme incondicionalmente y emocionalmente en la formación de un gran proyecto de vida.

Gracias de corazón y este presente es en memoria suya.GRACIAS.

Si por alguna razón falte en mencionar a alguien, les pido perdón. Gracias a todas las personas que están y han estado con migo en todo momento en las buenas y las malas y me han mostrado el coraje para enfrentar los obstáculos de la vida. Les doy gracias por su cariño, amor, confianza que han depositado en mí. En verdad se los digo de todo corazón, gracias por estar ahí.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIAS	IV
INDICE DE CONTENIDO	V
INDICE DE CUADROS	VIII
INDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	X
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Generalidades del Cultivo del Ajo.....	4
Origen e Historia.....	4
Clasificación Taxonomía.....	4
Importancia Económica.....	5
Descripción Botánica.....	7
Requerimientos Climáticos.....	8
Requerimientos Edáficos.....	8
Variedades.....	8
Principales Plagas y su Control.....	11
Trips – <i>Trips</i> spp.....	11
Características.....	11
Daños.....	11
Ciclo.....	12
Control.....	13
Principales Enfermedades y su Control.....	14
Podredumbre blanca – <i>Sclerotium cepivorum</i> Berk.....	14
Características del patógeno.....	14
Síntomas.....	15
Ciclo de la enfermedad.....	15
Control.....	15

Mildiú veloso – <i>Peronospora destructor</i> (Berk.) Camp.....	16
Características del patógeno.....	16
Síntomas.....	17
Ciclo de la enfermedad.....	17
Control.....	17
Mancha purpura – <i>Alternaria porri</i> (Ell.) Cif.....	18
Características del patógeno.....	18
Síntomas.....	18
Ciclo de la enfermedad.....	19
Control.....	19
Métodos de Control de Enfermedades.....	20
Control Cultural.....	20
Control Químico.....	22
Tecto 60.....	21
Control Biológico.....	22
Ventajas y desventajas.....	23
Agentes de control biológico.....	24
Microorganismos antagonistas y promotores de crecimiento.....	25
<i>Bacillus subtilis</i>	25
Características morfológicas.....	25
Características fisiológicas.....	25
Best Ultra “S”.....	25
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	27
Características morfológicas.....	27
Características fisiológicas.....	27
<i>Trichoderma harzianum</i>	28
Especies de <i>Trichoderma</i>	28
Características morfológicas.....	28
Características fisiológicas.....	29
Ventajas de la utilización de <i>Trichoderma</i>	29
<i>Gliocladium virens</i>	30

Especies.....	30
Características morfológicas.....	30
<i>Glomus intraradices</i>	30
Características morfológicas.....	31
Usos y aplicaciones.....	31
MATERIALES Y METODOS.....	33
RESULTADOS.....	37
Cultivo de Ajo Var. Perla.....	37
Cultivo de Ajo Var. California.....	41
DISCUSIÓN.....	45
CONCLUSIÓN.....	47
LITERATURA CITADA.....	48
ANEXOS.....	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Principales países productores de ajo a nivel mundial.....	5
2	Principales estados productores en la República Mexicana.....	6
3	Productos químicos para el control de trips en ajo.....	14
4	Productos químicos para el control.de <i>Sclerotium cepivorum</i>	16
5	Productos químicos para el control.de <i>Perenospora destructor</i>	18
6	Productos químicos para el control.de <i>Alternaria porri</i>	19
7	Efecto de microorganismos promotores del crecimiento en la longitud de planta completa, peso de planta, diámetro del bulbo y peso de bulbo del ajo.....	38
8	Efecto de microorganismos promotores del crecimiento en la calidad por unidad del los bulbos (Primera, Segunda y Tercera) de ajo.....	39
9	Efecto de microorganismos promotores del crecimiento en la calidad respecto al peso del los bulbos (Primera, Segunda y Tercera) de ajo.....	39
10	Rentabilidad de la producción del cultivo del ajo (\$/Ton/Ha).....	40
11	Efecto de microorganismos promotores del crecimiento en la longitud de planta completa, peso de planta, diámetro del bulbo y peso de bulbo del ajo.....	42
12	Efecto de microorganismos promotores del crecimiento en la calidad por unidad del los bulbos (Primera, Segunda y Tercera) de ajo.....	43
13	Efecto de microorganismos promotores del crecimiento en la calidad respecto al peso del los bulbos (Primera, Segunda y Tercera) de ajo.....	43
14	Rentabilidad de la producción del cultivo del ajo (\$/Ton/Ha).....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Diseño de la parcela experimental en campo ajo perla.....	34
2	Diseño de la parcela experimental en campo ajo California.....	35

RESUMEN

La pudrición blanca causada *Sclerotium cepivorum* es una de las enfermedades de mayor importancia económica en el mundo. México es considerado uno de los principales países productores de ajo. El objetivo fue evaluar el efecto antagonista y promotor del crecimiento de *Bacillus*, *Trichoderma*, y *Gliocladium*, comparativamente con *G. intraradices*. Se realizaron dos experimentos, el primero un trabajo comparativo entre una micorriza (*G. intraradices*), un hongo antagonista (*G. virens*) y una bacteria antagónica (*B. subtilis*), con el propósito de observar y cuantificar el grado de respuesta en el control de la enfermedad y la promoción del crecimiento del cultivo; el segundo consistió en comparar en efecto de dos bacterias *B. amyloliquefaciens* y *T. harzianum*, y un producto comercial a base de microorganismos con el mismo propósito. Se realizaron tres aplicaciones de los tratamientos, la primera al momento de la siembra y las posteriores cada 30 días. La toma de datos se llevo al momento de la cosecha y los parámetros evaluados fueron longitud de planta, peso de planta, diámetro de bulbo, peso de bulbo, número de bulbos de primera, segunda y tercera calidad, y peso total de muestras. El análisis en casi la totalidad de las variables para cada experimento no mostro deferencia mínima significativa ($P=0.05$), sin embargo, la diferencia numérica en rendimientos muestran comparativamente diferencias económicas marcadas que indican una mejor rentabilidad en el cultivo de las variedades perla y california. En el primer caso el rendimiento se ve favorecido por la micorriza *G. intraradices*; en el segundo caso el rendimiento se ve favorecido por *B. subtilis* presentando el mayor rendimiento, el resto de los tratamientos produjeron rendimientos similares. La falta de la presencia de la enfermedad no permitió evaluar su control, Posiblemente debido a que el riego en el cultivo siempre fue moderado sin sobresaturar el suelo.

Palabras Clave: Antagonismo, Control biológico, Control microbiológico, *Bacillus* spp., *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium virens*, *Glomus intraradices*.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país se cultiva en 20 estados, entre los principales productores se encuentran, Zacatecas, Guanajuato, Aguascalientes, Baja California, Puebla y Sonora. México es considerado como uno de los principales países productores de ajo en el mundo.

La demanda en el consumo del ajo ha permitido que su mercado crezca continuamente. Debido al gran auge, es importante generar información que permita incrementar la rentabilidad y fitosanidad del cultivo.

La eficiencia en el manejo de los cultivos constituye un factor de gran importancia, en la calidad de las cosechas obtenidas, esta eficiencia simplifica todos los factores adversos a la producción, tales como: humedad relativa, temperatura, humedad del suelo, plagas y enfermedades. Estas últimas constituyen un factor que pueden llegar a causar pérdidas significativas o hasta totales. Uno de los principales problemas parasitológicos en el ajo, son las enfermedades que se presentan en las raíces y bulbos, siendo la pudrición blanca causada *Sclerotium cepivorum* una de las enfermedades de mayor importancia económica en el mundo, por lo que es necesario buscar e implementar métodos de control que resulten más eficientes y más rentables.

La apertura comercial y la globalización de los mercados internacionales han traído como consecuencia una mayor competitividad en la producción de productos agropecuarios y mayores exigencias en la calidad y en la inocuidad alimentaria; por lo que se ha restringido el uso de plaguicidas químicos que sean residuales ó contaminantes. Dado lo anterior necesitamos encontrar medios efectivos para el control de las plagas y enfermedades y una opción es el uso de control biológico, ya sea por medio de insectos, hongos, bacterias, nematodos y virus.

Un método de control biológico, es el empleo de hongos y bacterias antagonicas, que además, en ocasiones sirven como promotores del crecimiento.

Existe un gran importante grupo de hongos y bacterias que presentan efectos antagonicos con otros microorganismos y esta acción puede ser aprovechada como una forma de control biológico de patógenos vegetales. Entre los microorganismos mas importantes se encuentran las bacterias de los géneros *Pseudomonas* spp y *Bacillus* spp, y los hongos *Fusarium*, *Gliocladium* y *Trichoderma*. Este último es el más utilizado para el control de un grupo importante de patógenos. Las bacterias del tipo *Pseudomonas fluorescens* y las del género *Bacillus* son consideradas las mas eficaces para controlar enfermedades foliares y de raíces.

Los mecanismos de acción de los antagonistas para controlar el desarrollo de patógenos son: antibiosis, competencia por alimento o por nutrientes, interacciones directas con el patógeno (micoparasitismo y lisis enzimática) e inducción de resistencia.

En la actualidad existen varios compuestos comerciales formulados a base de cepas de bacterias y hongos antagonistas, que se ofertan en el mercado y que han sido de gran utilidad en la producción agrícola.

Este trabajo pretende evaluar comparativamente bacterias antagonicas del tipo *Bacillus* ssp., que actúan tanto por antibiosis como por promoción del crecimiento vegetal, así como hongos antagonicos del genero *Trichoderma* y *Gliocladium* que actúan por antibiosis y competencia contra hongos fitopatógenos presentes en el suelo. Comparativamente con los microorganismos antagonistas se pretende evaluar el comportamiento de la micorriza *Glomus intraradices* que sirve como promotor del crecimiento al formar una asociación simbiótica (Hongo-planta).

Objetivo:

Determinar el efecto antagonista de fitopatógenos de *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Trichoderma harzianum* y *Gliocladium virens* sobre la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*) en el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.).

Objetivos específicos:

- ❖ Evaluar el efecto promotor del crecimiento de los microorganismos antagonistas de fitopatógenos sobre el desarrollo del cultivo de ajo.
- ❖ Evaluar el comportamiento de la micorriza *Glomus intraradices* en comparación con el efecto producido por los microorganismos antagonistas y promotores del crecimiento.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Origen e Historia

El ajo es originario de Asia Central en la desértica región siberiana de Kirgiz, incluyendo el noreste de la India y a formado parte de la historia del hombre desde épocas muy remotas (Vavilov, 1951; citado por Valadez, 1998).

En el caso de América Latina se considera que los primeros ajos llegaron a Cuba hace 500 años con los primeros colonizadores españoles, de donde se expandió rápidamente a toda América. La llegada a México no esta bien definida, sin embargo el inicio de la importancia comercial del ajo en la región del Bajío, bien podría señalar en 1940 en donde las exportaciones superaron las mil toneladas.

Clasificación Taxonómica

De acuerdo con Valadez (1998), la clasificación taxonómica del ajo es la siguiente:

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Liliopsida

Orden: Liliales.

Familia: Amarilidacea*.

Género: *Allium*.

Especie: *sativum* L.

Variedad: Perla, California, Chino, Vikingo, Criollo

Original, Criollo Aguascalientes, Blanco

Zacatecas, entre otros.

* Actualmente se reporta como Liliacea.

Importancia Económica

A nivel mundial la superficie que se dedica al cultivo del ajo es de 863,000 has., con una producción de 8.5 millones de toneladas (SAGARPA, 2006). Los principales países productores de ajo en el mundo son los siguientes:

Cuadro 1. Principales países productores de ajo a nivel mundial

País	Superficie Has.	Producción Ton.
Argentina	7,800	75,000
Brasil	11,976	56,627
China	556,870	7,674,078
Corea	43,000	360,000
Egipto	5,600	120,000
España	27,100	220,600
EE.UU.	12,500	232,000
Francia	6,267	47,200
India	86,000	350,000
Indonesia	19,000	130,000
Italia	4,360	39,355
México	8,500	64,000
Pakistán	9,000	80,000
Tailandia	24,800	112,000
Turquía	11,800	93,000

Fuente: SAGARPA 2006.

Estos datos arrojan que el 75% de la superficie mundial cultivada se concentra en Asia. Solamente China concentra el 46% de la superficie mundial y el 61% de su continente.

A nivel Internacional el precio del ajo de Primera Calidad para el Ajo Perla, fluctúa de los 14 a los 24 dólares por caja de 30 libras.

En México el ajo se cultiva en 20 estados de nuestro país, entre los principales estados productores figuran los siguientes: Zacatecas, Guanajuato, Aguascalientes, Baja California, Puebla y Sonora.

Cuadro 2. Principales estados productores en la República Mexicana

Estado	Superficie Has.	Producción Ton.	Rendimiento Ton/Ha.
Aguascalientes	331	3,935	11.888
Baja California Norte	394	3,051.9	7.746
Baja California Sur	14	146	16.222
Chihuahua	74	590.8	7.984
Coahuila	35.3	347.27	9.838
Durango	38.5	544.5	14.143
Guanajuato	1,479	12,016	8.124
Guerrero	137.75	601	4.363
Hidalgo	18	122.4	6.800
Jalisco	2	50	25.000
México	6	34.20	5.700
Michoacán	8	57	7.125
Nuevo León	8	40	5.000
Oaxaca	265	1,580	5.962
Puebla	324	2,059	6.355
Querétaro	133	987.50	7.425
San Luis Potosí	100	718	9.477
Sonora	335	2,201	6.570
Tamaulipas	5	25	5.000
Tlaxcala	20	30	1.500
Zacatecas	1,604	16,612	10.357

Fuente: SAGAPA 2006.

Los precios del ajo de Primera Calidad en el mercado nacional para el caso del Ajo Perla (Blanco) fluctúan desde los 7.50 pesos hasta los 13.50 pesos por kilogramo, mientras que para el ajo chino (Morado) fluctúa desde los 9.00 pesos hasta los 15.50 pesos. Los precios directos al productor para el caso del ajo Perla es de 5.00 pesos, en greña, es decir, como sacado del surco a 22 días de la cosecha.

Descripción Botánica

El ajo cuya denominación científica es *Allium sativum* L., es una planta monocotiledónea, vivaz, bianual y resistente al frío cuyas raíces son blancas, fasciculadas, muy numerosas y con escasas ramificaciones.

Raíz: Son fibrosas adventicias, las cuales se desarrollan a partir del tallo verdadero y alcanzan profundidades de 70 a 80 cm, concentrándose la mayoría entre los 45 a 50 cm, son de color blanco muy numerosas y con escasas ramificaciones.

Tallo: Es una masa cónica en forma de discos que en la madurez forma un tallo muy duro, cilíndrico y hueco y puede alcanzar alturas de 1 a 2 m.

Las yemas vegetativas axilares de las hojas se hipertrofian durante la fase de bulberización formando los dientes del ajo por acumulación de sustancias nutritivas, que se encuentran rodeadas de túnicas restos de vainas foliares. En concreto, dos hojas con vainas abortadas siendo la más externa rígida y seca. El conjunto del disco, dientes y túnicas se denomina bulbo, este elemento es el comercialmente aprovechable.

Hojas: Son planas y algo acanaladas (característica que lo diferencia de la cebolla, que las tiene cilíndricas y huecas en su interior), alternas y llegan a medir 3 cm de ancho, terminan en punta y se distribuyen de forma alterna.

Flores: Poco numerosas, dispuestas en umbela están compuestas por seis pétalos de color rosado, seis estambres y un ovario coronado por un estilo filiforme y estigma; los órganos sexuales se proyectan fuera del perianto.

Las flores raramente son fértiles, en la umbela se mezclan con bulbillos florales cuya morfología recuerda a los dientes del bulbo. Estas estructuras pueden propagar a la planta de forma negativa, aunque no diferencian bulbos dientes al año.

Frutos: Cuando se forma, es una capsula con 1 o 2 semillas por lóculo en número de tres.

Requerimientos Climáticos

El ajo se desarrolla en un amplio rango de condiciones climáticas. Sin embargo no puede tolerar un tiempo demasiado frío o caliente, prefiere una temperatura moderada en el verano además de en el invierno. Periodos extremadamente cálidos o secos muy largos no favorecen la formación del bulbo. Es una planta resistente a la helada que requiere un periodo fresco y húmedo durante el crecimiento y un periodo relativamente seco durante la maduración del bulbo. Una temperatura media de 25-30°C, es la que mejor lleva a la formación de los bulbos. La formación de los bulbos se produce con fotoperiodos largos, siendo acelerados con temperaturas altas hasta 25°C. Temperaturas bajas durante el desarrollo pueden inducir al brote de dientes ya formados.

Requerimientos Edáficos

Para el cultivo del ajo se pueden emplear una amplia variedad de suelos con buen drenaje. La profundidad del suelo debe ser de al menos 50-60 cm. De acuerdo con Rao y Pewal (1957), citado por Salunkhe y Kadam (2004), el ajo requiere suelos medio limosos, negros, bien drenados, ricos en humus y con adecuado contenido en Potasio. Los cultivos desarrollados en suelos sueltos o arenosos tienen una baja capacidad de retención y las cabezas producidas son de peso más ligero. Las cabezas producidas en suelos mas pesados se deforman y durante la recolección muchas cabezas se rompen y magullan Katyal (1985), citado por Salunkhe y Kadam (2004), los suelos ácidos no son adecuados para el desarrollo de los dientes, sin embargo, un rango de pH entre 5 y 7 tienen poco efecto en el crecimiento y el rendimiento.

Variedades

El ajo presenta distintas variedades, ya sean para ajos morados ó ajos blancos.

⇒ **Ajos de tipo Morado.**

Chileno: Variedad que ha sido por mucho tiempo la mas importante para el mercado de exportación, por que reúne buenas características, como el numero de dientes por bulbo que varia de 1 a 20 (con un promedio de 13 dientes). La planta es de porte regular entre los 35 y 70 cm de longitud y follaje semiabierto de color verde intenso, su ciclo vegetativo de 165 a 180 días de la siembra a la cosecha. Su rendimiento varía de 8 a 13 toneladas por hectárea.

Criollo Original: Variedad que solo se diferencia de la anterior por tener de 20 a 60 dientes por bulbo.

Napuri: Esta es una variedad echa de Perú, es muy similar a el tipo chileno y solo difiere de este en el numero de dientes por bulbo, que varía de 1 a 40 dientes por bulbo (con una media de 22 dientes). Su ciclo vegetativo es de 160 a 170 días, y su potencial de rendimiento es de 14 toneladas por hectárea.

Massone: Es una introducción echa de Perú, al igual que la variedad Napuri, sus características son similares. Las plantas alcanzas hasta los 55 cm de altura, su follaje es de color verde intenso, sus bulbos son de color morado y están cubiertos por siete túnicas que envuelven un promedio de 14 dientes. Su ciclo vegetativo es de 175 a 180 días.

Pata de Perro: Es una variedad introducida del Perú, y difiere totalmente del resto de los ajos morados dada su característica a “encabezarse” al 100%, es decir que el bulbo queda totalmente abierto y los dientes separados. Produce de 1 a 14 dientes por bulbo (con una media de 9), además estos son muy firmes y duraderos en condiciones de almacenamiento prolongado. Tiene un potencial de rendimiento de 10 toneladas por hectárea.

Pósitos: Es un variedad introducida de Baja California Sur, de bulbo color morado claro, plantas con un porte de 40 a 50 cm con hojas de color verde cenizo, de bulbo muy grande cuto numero de dientes varia de 1 a 60 (con un promedio de 28). Su ciclo vegetativo es de 180 días.

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

⇒ **Ajos de tipo Blanco.**

Pro-Bajío: Variedad de porte muy alto, de aproximadamente 70 cm de altura, hojas de color verde cenizo, delgadas y muy largas, con un ciclo vegetativo de 180 a 200 días.

Perla: Es una variedad tardía, con un ciclo vegetativo de aproximadamente 240 días; sus bulbos son de color blanco cremoso con una cantidad de dientes que varía de 10 a 16 por bulbo, cubiertos por siete túnicas externas en promedio a la cosecha. El rendimiento obtenido experimentalmente es de 16 a 18 ton/ha. La planta mide de 40 a 50 cm de altura, su follaje es abierto con hojas de color verde pálido, sin embargo, es una es una variedad susceptible al "escobeteado", también conocido como "rebrotado" o "arrepollado".

El escobeteado, es una malformación fisiológica producida por un exceso de vigor, se caracteriza porque el follaje de las plantas afectadas toma una apariencia de "escobeta", observándose unas hojas más finas que surgen entre las hojas adultas. Cuando la malformación es grave, la planta se abre completamente. Los bulbos de tales plantas pierden sus túnicas externas y los dientes periféricos quedan descubiertos.

Criollo de Aguascalientes: Produce bulbos de color blanco cremoso, con un promedio de 30 dientes, la planta es de porte bajo de 30 a 35 cm, el follaje es abierto con hojas de color verde pálido, el ciclo es tardío de 180 a 240 días, dependiendo de la fecha de siembra.

Blanco de Zacatecas: Las plantas alcanzan una altura de 74 cm llegando producir hasta 22 hojas, aunque eliminan la mayor parte de ellas, con 22 dientes en promedio, producen un 48 por ciento de bulbos para exportación, su ciclo vegetativo es de 210 a 220 días con un promedio de rendimiento de 8.6 toneladas por hectárea.

California: Variedad con un ciclo vegetativo muy largo (260 días) que los materiales sembrados tradicionalmente. Produce bulbos de color blanco con un número de dientes que varía de 18 a 26, con un promedio de 22. El rendimiento que alcanza experimentalmente es de 18 a 20 ton/ha. La planta mide en promedio 50 cm, el follaje es abierto y de color verde pálido.

Principales Plagas y su Control

De acuerdo a Macías, *et al.* (1999), los trips constituyen la principal plaga que ataca al cultivo:

Trips - *Thrips angusticeps* Uz y *Thrips tabaci* Lindeman.

Características:

Son insectos pequeños chupadores de color amarillo claro a oscuro, con alas anteriores de color gris claro. Las ninfas son más pequeñas que los adultos, sin alas, de color blanco-amarillento. El huevecillo es de color blanco- amarillento en forma de riñón y generalmente es insertado en los tejidos del envés de las hojas (Ramírez, 2005). El insecto se establece en las axilas de las hojas y se reconoce porque las ninfas a pesar que son pequeñas, se ven a simple vista.

Los trips *Thrips angusticeps* Uz y *Thrips tabaci* Lindeman, constituyen una de las principales plagas asociadas al cultivo de ajo. Aparecen desde la emergencia de las plantas y sus poblaciones se incrementan cuando las temperaturas ambientales son muy altas, aunque disminuyen considerablemente con la presencia de las lluvias o temperaturas frías (Macías, *et al*, 1999).

Daños:

Generalmente atacan el cogollo de la planta. Poseen un aparato bucal raspador-chupador con el que raspan la superficie de los tejidos de las hojas jóvenes, chupando los jugos celulares manantes y produciendo heridas en las hojas de las plantas del ajo. Cuando las hojas crecen los sitios dañados se alargan dejando

espacios vacíos en la superficie de las hojas con apariencia de manchas de color plateado brillante debido a que el tejido ha sido dañado. Cuando estas manchas ocupan la mayor área foliar, la planta no puede realizar adecuadamente la fotosíntesis y puede llegar a morir (Rueda y M. Shelton, 1995; Garcia, 1998).

También son parte de entrada de otros agentes patógenos. Cuando el daño es muy grande las hojas se tornan con una tonalidad bronceada y pueden llegar a morir (Rueda y M. Shelton, 1995).

Ciclo:

El ciclo de vida depende de la temperatura, desarrollándose más rápido a 30° C, siendo imposible el desarrollo más allá de los de 35° C. Por debajo de los 28° C hay una relación casi lineal entre la temperatura y la duración del desarrollo, y a 18° C el desarrollo es dos veces más largo que a 25,5° C. Poseen una gran rapidez de desarrollo, de tal manera, que a una temperatura de 25° C, el tiempo transcurrido en completar un ciclo es de 13 a 15 días.

Por otra parte, la reproducción del trips puede ser tanto sexual como asexual. De esa forma las hembras no fecundadas dan descendencia masculina, mientras que las fecundadas tendrán una descendencia compuesta por un tercio de machos y dos tercios de hembras (<http://www.agroinformacion.com>).

Huevos: Los huevos son microscópicos y casi imposibles de ver, tienen forma de riñón, de color blanco o transparente. Los huevos son insertados uno por uno dentro del tejido de la planta. Solamente una de las puntas del huevo está cerca de la superficie del tejido de la planta para que el inmaduro pueda salir. Los adultos prefieren colocar los huevos en las hojas, en los cotiledones o en los tejidos de las flores.

Larvas o inmaduros: Son muy pequeñas, de 0.5 a 1.2 mm, su forma es alargada, elíptica y delgadas, los ojos tienen una coloración oscura y son fáciles de observar, la diferencia entre los inmaduros y los adultos es que los inmaduros no tienen alas, entonces no pueden volar, de color blanco a amarillo pálido. Se localizan en la base del cuello de la planta o en el suelo,

en las etapas inmaduras los trips prefieren alimentarse de las hojas mas jóvenes en la parte superior de la planta. Para observarlos es necesario separar las hojas a la altura del cuello de la planta.

Crisálidas: Hay dos etapas en las cuales los trips no se alimentan llamadas prepupa y crisálidas, esta etapa la pasan sobren todo en el suelo. El desarrollo prepupal y pupal combinado se termina en 4-7 días.

Pupa: Son muy pequeñas, tienen la apariencia intermedia entre los inmaduros y los adultos. Las antenas son cortas y los cojinetes alares son visibles, pero pequeños y no funcionales. Son de color Amarillo pálido o café. Se localizan en la base del cuello de la planta o en el suelo. En esta etapa los trips no se alimentan.

Adulto: Llegan a medir hasta 2mm, tienen alas completamente desarrolladas. Las alas de los trips son distintas a las de los otros insectos; tienen una sola vena longitudinal a la que se le adhieren verticalmente muchos pelos y son de apariencia plumosa. Cuando descansan, las alas están dobladas a lo largo del dorso del insecto, de color amarillo a café oscuro. Se localizan en las flores.

Los adultos son mas activos que los inmaduros y las pupas ya que pueden volar. Los trips son atraídos por los colores amarillo y blanco.

Frecuentemente los adultos vuelan a la ropa de las personas o aterrizan en la piel expuesta (Gasca, 2002).

Control:

Existen varios métodos de control de *Trips*, el más usual es el control químico aunque no de mayor éxito, ya que para obtener una mejor eficiencia de este método se deben hacer varias aplicaciones durante el desarrollo del cultivo, de tal manera que las poblaciones de los Trips disminuyan considerablemente y con ello los daños al cultivo. Los agroquímicos que se emplean en el control de esta plaga son altamente tóxicos, los cuales causan daños considerables en el medio ambiente (Dughetti, 1997).

Con buenas medidas de sanidad, el insecto no debe causar daños económicos. En infestaciones persistentes, deben destruirse los residuos de las

cosechas y eliminar las malezas hospederas, para ello se recomienda e control químico (Ramírez, 2005).

Cuadro 3. Productos químicos para el control de trips en ajo.

Cultivo	Ingrediente Activo	Dosis	Intrevalo de seguridad
Ajo	Malatión	0.75-1.0 lt/ha	3
	Paratión metílico	1.0 lt/ha	15
	Gamma cyalotrina	250 ml/ha	14

Fuente: DEAQ 2007.

Principales Enfermedades y su Control

De acuerdo a Messiaen, *et al.* (1995), y Mendoza (1996), las principales enfermedades del ajo son:

1. Podredumbre Blanca - *Sclerotium cepivorum* Berk.

Características del patógeno:

Aunque no se conoce una forma perfecta del hongo, este se relaciona de forma evidente con los *Sclerotinia*, por la estructura de sus pequeños esclerocios (0.5 mm de diámetro), el aspecto macro y microscópico de su micelio y su forma microconídica.

En tejido vivo y en medio de cultivo se desarrolla abundante micelio blanco, algodonoso y ramificado, de donde se forman posteriormente esclerocios esféricos, pequeños y negros sobre la superficie. Los esclerocios maduros muestran rápidamente su corteza diferenciada y frecuentemente con paredes pigmentadas, la corteza es de 2 a 3 células gruesas. La corteza y médula muestran contenido celular granular, la pared de las células no. En general hay producción abundante de esclerocios pero se reportan razas aberrantes que solo producen micelio (Mendoza, 1996).

Síntomas:

La enfermedad puede atacar a la planta en cualquier etapa de su ciclo, siendo capaz de destruir las raíces, los discos de la base de vainas foliares y los bulbos en proceso de crecimiento y desarrollo.

Los primeros síntomas se inician con el amarillado y reblandecimiento de las primeras hojas. Si se extrae la planta, se observa una podredumbre de protección desecadas y con algunos esclerocios.

Al principio de la fructificación y la cosecha se produce un amarilleo de las plantas afectadas que comienza por las hojas de la base, estas se tornan lacias y se secan prematuramente, las vainas foliares se recubren en su base de una costra de esclerocios que se prolonga por un micelio algodonoso. En el interior del bulbo se observa la progresión de ramificaciones del micelio de color blanco grisáceo. Los tejidos de las vainas foliares y de los dientes se pudren y se tornan traslucidos.

Ciclo de la enfermedad:

Los esclerocios presentes en el suelo pueden tener por origen las raíces de las plantas enfermas de cultivos anteriores y los restos de estos, pero también pueden ser transportados por las aguas de riego o las practicas de cultivo.

Los esclerocios se conservan en el suelo hasta 5 años y en ocasiones incluso durante mucho mas tiempo. Son suficientes de uno a cinco esclerocios por kilogramo de tierra para provocar graves estragos.

La temperatura para su desarrollo oscila en 4° y 30 °C, con un óptimo entre 20° y 24 °C; la germinación de esclerocios, la infección y el desarrollo también se presenta entre los 10° y 18 °C; a 24 °C, la enfermedad se desarrolla con mayor rapidez.

Control:

Se deben adaptar medidas como la practica eventual de tratamientos con fungicidas. Aunque la supervivencia de los esclerocios puede ser muy prolongada, se aconseja una rotación de cultivos por cinco años como mínimo.

Químicamente se puede prevenir con un recubrimiento de fungicida sobre los bulbos o dientes de siembra, o bien al suelo antes o al momento de la siembra. Algunos de los productos que podemos utilizar son:

Cuadro 4. Productos químicos para el control de *Sclerotium cepivorum*.

Cultivo	Ingrediente Activo	Dosis	Intervalo de seguridad
Ajo	Mancozeb	1.5-2 kg/ha	7
	Quintozeno	25-30 kg/ha	--

Fuente: DEAQ 2007.

Algunas alternativas de control biológico es la utilización de parásitos específicos como *Coniothyrium minitans*, *Sporidesmium sclerotivorum*, *Teratosperma oligocladum*; o bien por mohos comunes pertenecientes a los géneros *Trichoderma* y *Gliocladium*. Ya que estos microorganismos parásitos atacan por antagonismo a los esclerocios de *Sclerotium cepivorum*.

2. Mildiú veloso – *Perenospora destructor* (Berk.) Camp.

Características del patógeno:

Perenospora destructor produce esporangióforos no septados que emergen por los estomas y miden 122 a 150 micras de longitud por 7 a 18 micras de ancho con ramificación dicotómica, con terminales agudas y subagudas donde están adheridos los esporangios que son piriniformes u oval alargados, miden de 18 a 29 por 22 a 40 micras, sin papila en su ápice, con paredes delgadas, subhialinas, no forman zoosporas, pero germinan por medio de 1 ó dos tubos germinales. El micelio es no septado, intercelular, con haustorios filamentosos de 4 a 13 micras dentro de las células del vegetal y miden de 1.3 a 5 micras de diámetro. Los oogonios miden de 43 a 54 micras. Las oosporas miden de 40 a 44 micras de diámetro y germinan por medio de tubos germinales.

Síntomas:

Los síntomas dependen de la forma de infección, los daños iniciales de la enfermedad aparecen en hojas en plantas que son sistémicamente infectadas en plantas que provienen de bulbos infectados o en forma de lesiones locales debidas al ataque del patógeno transportado por aire. La infección sistémica se manifiesta con plantas achaparradas con hojas engrosadas o retorcidas y cloróticas y si hay suficiente humedad hay producción externa de micelio y esporulación del hongo sobre la superficie de las hojas, tallos, bulbos e inflorescencias, que es de color violeta; si el ambiente es seco solo se ven manchas blancas. Los síntomas de infección local son: manchas de forma oval a cilíndrica, de tamaño variable de color mas pálido formadas por capas alternas verdes y amarillas.

El grado de daño depende de las condiciones ambientales, normalmente le favorece a la enfermedad el clima relativamente frio. Si la infección es sistémica no aparecen los síntomas por algún tiempo. La infección en plantas jóvenes reduce considerablemente el crecimiento del bulbo y si el daño es severo las plantas mueren.

Ciclo de la enfermedad:

El hongo inverna como micelio en bulbos o plantas infectadas, el tubo germinativo forma un apresorio y luego penetra por los estomas y desarrolla un micelio intercelular, con haustorios filamentosos; los esporangios se forman en condiciones de humedad elevada y a una temperatura de 4 a 25°C, con una optima de 13°C, se desarrolla durante la noche y se dispersa por el día, principalmente por aire.

Control:

Eliminar los residuos de cosecha y se recomienda la rotación de cultivos.

Químicamente se puede prevenir realizando aspersiones con: Folpate, Mancozeb, Ridomil Bravo, Ricoil, Aliette, Curzate y Daconil; .o realizando tratamientos al suelo con: Ridomil 2E o Ridomil 5G.

Genéticamente se puede prevenir empleando variedades resistentes como la Calred de la cual los tallos florales son resistentes y las hojas son moderadamente resistentes.

Cuadro 5. Productos químicos para el control de *Perenospora destructor*.

Cultivo	Ingrediente Activo	Dosis	Intervalo de seguridad
Ajo	Fosetil-al	2.0-2.5 kg/ha	7
	Mancozeb	1.5-2 kg/ha	7

Fuente: DEAQ 2007.

3. Mancha purpura – *Alternaria porri* (Ell.) Cif.

Características del patógeno:

Conidióforos solitarios o en grupos, rectos flexuosos, a veces geniculados, septados, pálidos o cafésos, miden 120 micras de longitud y 5 a 10 micras de ancho, con una o varias cicatrices conidiales bien definidas.

Los conidios son de color pálidos medio café dorado usualmente solitarios, rectos o curvados, obclvados o con cuerpo elipsoidal, el pico es casi de la misma longitud que el cuerpo pero puede ser más corto o más largo, miden de 100 a 300 por 15 a 20 micras, con 8 a 12 septas transversales y de 0 a varias septas longitudinales u oblicuas.

Síntomas:

Los primeros síntomas son pequeñas lesiones foliares de color blanco, hundidas, los cuales se desarrollan concéntricamente, con el centro de color purpura y con el borde amarillento o rojizo en cada uno de los anillos, llegando a ser de varios centímetros de longitud al extenderse a lo largo de las nervaduras. La esporulación se manifiesta en la formación de zonas oscuras formadas por masas superficiales de esporas (conidios) del hongo. Si las condiciones llegan a ser favorables, en 3 o 4 semanas las manchas coalescen y se presenta la defoliación y los tallos atacados se doblan, las escamas llegan a oscurecerse y se desecan.

Los bulbos quedan pequeños. Durante y después de la cosecha de los bulbos, estos se observan con pudrición semiacuosa, la cual se inicia por el cuello y toma una color amarillo intenso a rojo.

Ciclo de la enfermedad:

El patógeno inverna en forma de micelio y conidios en los residuos de cosecha; los conidios son diseminados por el viento hacia plantas sanas donde penetra por los estomas directamente y desarrolla en forma inter e intracelular, se ve favorecida con temperaturas de 6 a 34°C, con optim as de 25 a 27°C y alta humedad relativa (optima de 90%). Los suelos con alto contenido de nitrógeno, hacen a las plantas más susceptibles a la infección.

Control:

Es conveniente destruir todos los residuos de cosecha y bulbos podridos, realizar rotación de cultivos exceptuando cultivos de la misma familia (Liliáceas o Amarilidáceas).

El uso de productos químicos en las épocas donde se note que habrá y hay alto grado de infección.

Cuadro 6. Productos químicos para el control.de *Alternaria porri*.

Cultivo	Ingrediente Activo	Dosis	Intervalo de seguridad (días)
Ajo	Mancozeb	1.5-2 kg/ha	7
	Clorotalonil	2.5 kg/ha	14
	Oxicloruro de Cobre	2-4 kg/ha	--

Fuente: DEAQ 2007.

Métodos de Control de Enfermedades

Control Cultural

El control cultural consiste en la utilización de las prácticas agronómicas ordinarias de los cultivos ó algunas modificaciones de ellas, con el propósito de generar un agroecosistema menos favorable para prevenir el desarrollo y sobrevivencia de plagas y enfermedades, hacer el ambiente menos favorable para su desarrollo, destruirlos, o disminuir la problemática de sus daños.

Es el método de más bajo costo, ya que consiste en la utilización de prácticas agrícolas comunes, conocidas por el agricultor sin asegurar de efectividad del mismo. Usualmente se deben utilizar con tiempo de anticipación.

Para eficientizar este tipo de control, es necesario tener en cuenta las siguientes técnicas:

Preparación del suelo, uso de semilla limpia, elección de las variedades, control de la densidad de la siembra, aporque, manipulación de la fecha de siembra y cosechas oportunas, manipulación de la sombra, manejo de malezas, destrucción de hospederos alternativos, periodos libres de cultivo, destrucción de residuos y rastrojos/campo limpio, cultivos asociados o policultivos, Rotación de cultivos, plantas repelentes, plantas trampa, manipulación de la fertilidad, Uso de tutores, poda y remoción de partes infestadas, manejo de agua, uso de extractos vegetales como repelentes.

Control Químico

El Control Químico es la represión de sus poblaciones plaga o la reducción de su desarrollo mediante el uso de sustancias químicas. Los compuestos químicos que se utilizan en la protección de los cultivos reciben el nombre genérico de Pesticidas o Plaguicidas.

Estos compuestos, según su efectividad particular contra insectos, ácaros, ratas, caracoles, o nematodos, reciben los nombres específicos de insecticidas, acariciaos, raticidas o rodenticidas, caracolicidas o molusquicidas, y nematicidas respectivamente. También se incluye a los herbicidas y fungicidas que se utilizan para combatir las malezas y las enfermedades fungosas respectivamente.

Este control puede ser muy efectivo con sin costar mucho. Los pesticidas tienen un lugar muy importante en el control integrado de plagas y enfermedades, pero el mal uso de pesticidas tiene muchos problemas.

No incluye el uso de compuestos que atraen, repelen, inhiben la alimentación, o producen la esterilización de los insectos.

Los fungicidas empleados para el control de enfermedades pueden ser del tipo sistémico ó de contacto entre los que tenemos algunos: Dithane, Manzate, Mancozeb, Manex, Polyram, Trimiltox, Antracol, Alto, Baycor, Anvil, Bayleton, Bravo, Daconil, Ridomil, Tecto, entre otros productos comerciales.

Tecto 60.

Syngenta México

Fungicida agrícola – Polvo humectable

Características:

Fungicida agrícola sistémico, de amplio espectro de acción para el control preventivo y curativo de enfermedades fungosas de plantas.

Ingrediente activo:

Tiabendazol (Polvo humectable, equivalente a 600 g de i.a./Kg de producto formulado).

No. de Reg. EPA: 100-889

RSCO-FUNG-0339-001-002-060

Propiedades biológicas:

Tecto 60 es un fungicida sistémico controla patógenos del suelo, foliares antes de la cosecha o en tratamientos postcosecha. La aplicación se puede realizar en forma de aspersión dirigida a la planta o al los frutos cosechados.

Modo de acción:

Tecto 60 es un inhibidor de la mitosis por la interferencia de la polimerización de la tubulina, la cual es responsable de la formación del huso acromático, en la división celular del patógeno, ya que evita las infecciones al atacar el tubo germinativo que emiten las esporas, impide la proliferación del micelio en el interior de las plantas o de las partes ya cosechadas, por lo tanto actúa en forma preventiva, curativa y erradicativa. Pertenece al grupo químico de los Metil-benzimidazol carbamato (MBC)

Contraindicaciones:

Las aplicaciones tempranas in drench (5-10 días después del trasplante) pueden causar fototoxicidad a algunos cultivos hortícolas.

Control Biológico

Debido a que la rizófora es la primera línea de defensa contra el ataque de patógenos se considera que los microorganismos que crecen ahí son excelentes para usarse en programas de control biológico, pues el amplio espectro de actividad antagónica de varios microorganismos contra patógenos de plantas hacen que esta especies sean buenos candidatos (Chávez, 2005).

El control biológico se puede definir como la reducción de la densidad del inóculo o de la actividad productora de la enfermedad de un patógeno en su estado activo o dormante por uno o más organismos, realizado de manera natural o por la manipulación del medio ambiente, hospedero o antagonista.

La producción de la actividad involucra crecimiento, infectividad, agresividad, virulencia y otras cualidades del patógeno o procesos que determinan la infección,

desarrollo de síntomas y reproducción. Los microorganismos incluyen individuos avirulentos o hipovirulentos, plantas manipuladas genéticamente, por prácticas de cultivo o con microorganismos más efectivos a resistencia contra patógenos y antagonistas del patógeno.

Ventajas y desventajas:

El control biológico cuando funciona posee varias ventajas entre las que se pueden citar:

- a. Poco o ningún efecto nocivo colateral de los enemigos naturales hacia otros organismos, incluyendo al hombre.
- b. La resistencia de las plagas al control biológico es muy rara.
- c. El control es relativamente a largo plazo, con frecuencia permanente.
- d. El tratamiento con insecticidas es eliminado por completo o de manera sustancial.
- e. La relación coste/beneficio es muy favorable.
- f. Evita plagas secundarias.
- g. No existen problemas de intoxicación.
- h. Se puede usar dentro del contexto del MIP.

Entre las limitaciones se tienen:

- a. Ignorancia sobre los principios del método.
- b. Falta de apoyo económico.
- c. Falta de personal capacitado.
- d. No está disponible en la gran mayoría de los casos.
- e. Problemas con umbrales económicos muy bajos.
- f. No todas las plagas dentro de un complejo son atacadas efectivamente por los enemigos naturales.
- g. La gran mayoría de los enemigos naturales se incrementan con retraso en comparación a las plagas que atacan.

Agentes de Control Biológico

Aunque los microorganismos incluyen virtualmente todas las clases de organismos (hongos, bacterias, nematodos, protozoarios y virus), las bacterias y hongos son los que han sido utilizados principalmente para el control biológico. Diversos trabajos han demostrado el efecto de la supresión de la enfermedad con agentes antagónicos contra hongos fitopatógenos, sin embargo, son pocos los agentes que resultan ser exitosos para el biocontrol al ser transferidos del laboratorio al campo o ambientes post-cosecha y por lo tanto no pueden ser comercializados (Chávez, 2005).

Se ha utilizado el término antagonismo para las interacciones por medio en el cual al menos una de las especies involucradas es dañada. En esta actividad intervienen los mecanismos de supresión del patógeno por un agente de control biológico por medio de: competencia por sustrato, exclusión, antibiosis y explotación (también se considera el parasitismo y prelación), sideroforos y resistencia inducida.

Competencia: Es cualquier interacción entre dos o más poblaciones de especies de las cuales afectan su desarrollo y supervivencia.

Antibiosis: Relación en la cual una especie A produce una sustancia enemiga a la especie B, sin que la especie A derive cualquier beneficio directo.

Resistencia inducida: Se basa en la utilización de razas avirulentas o incompatibles para inducción de resistencia al momento que exista infección efectuadas por un patógeno.

Como alternativa de control microbiológico en el control de fitopatógenos de la rizófora, existen grupos importantes de hongos como los del género *Gliocadium* y *Trichoderma*, y de las bacterias de donde destacan los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* con efectos antagónicos contra otros microorganismos (Fernández, 2001).

Microorganismos Antagonistas y Promotores de Crecimiento

➤ *Bacillus subtilis*.

Este tipo de bacterias son fácilmente encontradas en la filosfera de las plantas, en agua dulce, heno, polvo, leche, y principalmente en el suelo.

Características morfológicas:

La forma de *B. subtilis* es de bastones rectos o curvos, con los extremos redondeados, su agrupamiento es aislado y algunas veces en cadenas cortas. Su tamaño oscila entre 3 y 4 μ por 1 μ , forma endosporas ecuatoriales, subterminales, ovals y que germinan lateralmente y son tolerantes a la ebullición, con dimensiones de 1.2 μ por 0.6 μ . Son bacterias del grupo Gram (+), poseen flagelación peritica de ocho a doce flagelos.

Características fisiológicas:

La temperatura optima para su desarrollo es de 37° C, es aerobia y anaerobia facultativa, posee una baja capacidad para producir acido sulfhídrico, no forma Indol, dependiendo del sustrato produce una diversidad de compuestos antibióticos y aminoácidos. Antibióticos como la Bacitracina, Polimixina, Tirodicina, etc. El antibiótico es producido cuando el cultivo entra en la fase estacionaria de crecimiento y después se efectúa la esporulación.

Best Ultra “S”.

GreenCorp Biorganiks de México, S.A de C.V.

Fungicida Nematicida Microbiológico

Información general:

Best Ultra “S” es un producto microbiológico-orgánico recomendado para el control y manejo de enfermedades de las plantas ocasionado por microorganismos del suelo, su formulación es única ya que contiene un grupo de tres cepas de

Bacillus subtilis con amplio espectro de acción, altamente efectivas sobre los principales géneros de importancia, como son *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Phytium*, *Phymatotrichum* (*Phymatotrichopsis*), *Monosporascus* y *Verticillium*. Best Ultra “S” puede usarse en cualquier etapa del cultivo, tanto para el tratamiento de semillas, tubérculos, rizomas, plántulas en charola, semilleros y almácigos de las plantas en drench durante las etapas fenológicas críticas del cultivo, protegiendo preferentemente desde el establecimiento del cultivo, o cuando se presente el máximo riesgo de ataque de los patógenos. Best Ultra S puede emplearse tanto en cultivos de hortalizas, frutas, cultivos de flor de corte y ornamentales, granos, cereales y cultivos industriales, bajo cualquier sistema de producción orgánica, convencional, de transición, intensiva o extensiva.

Análisis garantizado:

	<u>% (P/V)</u>
Esporas de <i>Bacillus subtilis</i> (1.0×10^8 ufc/ml)	30.00%
Metabolitos de fermentación de hongos benéficos múltiples	42.00%
Flora microbiana benéfica de lixiviados de M.O. animal y vegetal	10.00%
<i>Azotobacter spp</i>	5.00%
Chitosan hidrolizado	1.50%
Estabilizadores orgánicos	1.50%
Acondicionadores y diluyentes	10.00%

Dosis de Aplicación:

Hortalizas en general (al establecimiento, realizar 2 repeticiones)	1-2 L/ha
Producción de plántula (en el agua de riego)	0.5 a 1.0 ml/L

Para un mejor desempeño del producto, se recomienda fermentar por un período mínimo de 48 horas con Fulvamin 18 a una proporción de 1:1.

Beneficios:

- Amplio rango de acción contra nematodos y hongos fitopatógenos de la raíz.
- Recomendado para todo tipo de cultivo bajo cualquier sistema de producción. Permite una mejor absorción de nutrientes.
- Beneficia las condiciones de la rizósfera.
- Mayor sanidad de las raíces.
- Mantiene a la planta vigorosa.

➤ ***Bacillus amyloliquefaciens*.**

Bacillus amyloliquefaciens es conocida por sus propiedades catabólicas y la degradación de macromoléculas complejas como las proteínas extracelulares. Este organismo se encuentra en muestras de suelo de la naturaleza.

Características morfológicas:

Es gram (+), catalasa positiva, aerobia, forma de vara y móvil. Al igual que otros miembros de la familia *Bacillaceae* forma una fuerte endospora para su utilización cuando las condiciones no son favorables, que sean dispersadas en forma de polvo, que luego también se incorpora a las plantas por el suministro de agua.

Características fisiológicas:

B. amyloliquefaciens, es una especie de bacteria que es la fuente de la enzima de restricción BamH1. La Alfa Amilasa de *B. amyloliquefaciens*, a menudo es usada en la hidrólisis del almidón, es también una fuente de subtilina, una enzima que cataliza la ruptura de las proteínas en forma similar a Trypsina.

Característicamente, *Bacillus amyloliquefaciens* es una bacteria radicular que fue aislada y seleccionada por su capacidad de promover el crecimiento radicular y aumentar la resistencia de la planta frente a factores abióticos y bióticos. El éxito del uso de la bacteria depende siempre de su aplicación preventiva enriqueciendo el suelo de sus cultivos (<http://www.agroterra.com>).

➤ ***Trichoderma harzianum*.**

El género *Trichoderma* se encuentra en el ambiente en forma natural y especialmente en el suelo, posee buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos del suelo, principalmente de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium* y *Fusarium* entre otros (Ezziyyani, *et al.*, 2004).

Especies de *Trichoderma*:

El género *Trichoderma* tiene 27 especies de las cuales podemos mencionar a: *T. harzianum* Rifai, *T. viride* Pers., *T. polysporum* Link fr, *T. reesei* EG Simmons, *T. virens*, *T. longibrachatum* Rifai, *T. parceromosum*, *T. pseudokoningii*, *T. hamatum*, *T. lignorum* y *T. citroviride* (Villegas, 2005).

Características morfológicas:

Es un hongo que posee estructuras del tipo de conidias hialinas uniceluladas, ovoide en conidioforo hialino largo no verticilado, nace en centros pequeños aunque también tienen la capacidad de producir clamidosporas. Las conidióforos son hialinos al inicio de su desarrollo se observan ramificados pero cuando maduran comienzan a separarse por su formación aérea son rectos y pueden llegar un aspecto piramidal, las fiáldes son hialinas en forma de frascos e infladas por la base y unidas a los conidióforos en ángulo recto. Los conidios miden de 2 a 3 μ de diámetro en promedio son redondos o de forma ovoide, lisos y se observan hialinos o de color verde brillante al microscopio. Las clamidosporas tienden a ser globosas o subglobosas, terminales a intercalares de color verde y menores de 15 μ de diámetro (Ramos, 2008).

Como mecanismo de acción al ser aplicado a las raíces, forma una capa protectora, haciendo una simbiosis, el hongo se alimenta de los exudados de las raíces y las raíces son protegidas por el hongo, y al mismo tiempo reduce o elimina las fuentes de alimento del patógeno (García, 2008).

Características fisiológicas:

Las especies de *Trichoderma* actúan como hiperparásitos competitivos que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas a los que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolización, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular, encontrados en los organismos con los que interactúa.

Las especies del género *Trichoderma* son los antagonistas más utilizados para el control de enfermedades de plantas producidas por hongos, debido a su ubicuidad, a su facilidad para ser aisladas y cultivadas, a su crecimiento rápido en un gran número de sustratos y a que no atacan a plantas superiores.

Los mecanismos por los que las cepas del género *Trichoderma* desplazan al fitopatógeno son fundamentalmente de tres tipos. Competición directa por el espacio o por los nutrientes, producción de Metabolitos antibióticos, ya sean de naturaleza volátil o no volátil y parasitismo directo de determinadas especies de *Trichoderma* sobre hongos fitopatógenos (Ezziyyani, *et al.*, 2004; Duran, *et al.*, 2003)

Ventajas de la utilización de *Trichoderma*:

- Protege las raíces de enfermedades causadas por *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* y permite el crecimiento de raíces más fuertes y por lo tanto, sistemas radiculares más sanos.
- Aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, así como mejora rendimientos en condiciones de estrés hídrico.
- No requiere equipamiento especial para su aplicación.
- Compatible con inoculantes de leguminosas y posibilidad de aplicar a semillas que han sufrido un tratamiento fungicida químico.
- Disminuyen y en algunos casos eliminan la necesidad de tratar con fungicidas químicos, reduciendo los costes y reduciendo el uso de fertilizantes, pues las plantas tienen más raíces y los utilizan mejor.

➤ ***Gliocladium virens*.**

Gliocladium virens es un hongo filamentoso que se distribuye extensamente en el suelo y la vegetación, comúnmente como un contaminante. Se le ha conocido también con el nombre de *Acrostalagmus*, *Isaria* y *Verticillium*. Los telomórficos del género *Gliocladium* se incluyen en los géneros *Nectria*, *Hypocrea* y *Nectriopsis*.

Especies:

El género *Gliocladium* contiene varias especies. Las más comúnmente conocidas son: *G. penicilloides*, *G. virens*, *G. roseum* y *G. deliquescen*.

Características morfológicas:

Gliocladium virens no es agente patógeno causal de una enfermedad en hombre o animales. Crece rápidamente en forma de colonias algodonosas, las colonias son blancas inicialmente y pueden llegar a ser rosadas a verde oscuro cuando maduran. El revés de la caja petrí con medio de cultivo es descolorido, blanco, o amarillento. Produce hifas, conidióforos, fialidas, y conidias. Las hifas son septadas y hialinas, el conidióforo es erguido y se ramifica varias veces en sus ápices. Las ramas terminales dan lugar a fialidas en forma de botella. Las conidias son unicelulares, ovoides a cilíndricas, se forman en sucesión desde una fialida (Can, 2005).

➤ ***Glomus intraradices*.**

Hongo formador de vesícula arbuscular, obligados a formar asociaciones simbióticas con raíces de plantas. Estas asociaciones son denominadas micorrizas arbusculares. El término arbuscular hace referencia a la formación de estructuras fúngicas intracelulares altamente ramificadas o “arbusculos” donde ocurre el intercambio de fosfatos entre la planta y el hongo. Es común también la presencia de vesículas que contienen lípidos como estructuras encargadas de la reserva de carbono (Peña, 2007).

Características morfológicas:

Posee espora solitaria, globosa, de 80 a 110 micras de diámetro, de color amarillo oliva y traslúcido al estereoscopio y microscopio, aún cuando se reportan esporas más claras y más oscuras en una amplia gama de colores. Tiende a estar rodeada de detritos que le dan una apariencia sucia. Posee un grupo con tres paredes, de las cuales fácilmente se distingue la más interna: Las dos primeras paredes externas son mucilaginosas y tiende a desaparecer al madurar la espora, por lo que generalmente no se observan, pero pueden evidenciarse como una capa de mucílago hasta de 8 micras de espesor. La pared mas interna es ligeramente amarilla, traslúcida y está formada por varias capas sobrepuestas formando una pared laminada, de 2-4 micras de espesor que da una apariencia arrugada a la espora. Hifas rectas, de 6-10 micras de ancho, de color amarillo traslúcido, más clara que la espora, su pared está formada por la continuación de la pared mas interna de la espora. Suele estar cubierta de detritos que son los remanentes de las dos primeras paredes esporales.

Estos hongos juegan un papel crucial en la ecología y la fisiología de las plantas terrestres, sustentando su crecimiento bajo condiciones de estrés biótico (p. ej. infección de patógenos) y abiótico (p. ej. deficiencia de nutrientes o de agua). Aproximadamente dos-tercios del total de las plantas forman este tipo de simbiosis con este tipo de hongos. En esta relación la planta y el hongo intercambian: nutrientes y minerales, suplidos por el hongo y carbohidratos, provenientes de la planta. Aunque estos hongos son simbiontes obligados, no existe especificidad taxonómica estricta entre el endófito y la planta hospedera. Sin embargo, es evidente que se presentan afinidades entre especies de hongos y rangos de hospederos

Usos y aplicaciones:

Los hongos micorrizógenos se utilizan como biofertilizantes, que favorecen el desarrollo de cultivos y plantaciones sin los problemas de contaminación que ocasionan los insumos químicos. Los objetivos que persigue el uso práctico de hongos formadores de micorrizas en sistemas de producción vegetal son:

- a) Hacer un uso más eficiente del fósforo del suelo y de los fertilizantes fosfóricos.
- b) Optimizar la productividad de los suelos y cultivos con niveles bajos de insumos.
- c) Hacer posible y rentable la producción vegetal en condiciones adversas.
- d) Ayudar a establecer cultivos en suelos erosionados o degradados.
- e) Formar agregados en el suelo, mejorando su estructura y porosidad.

Desde una perspectiva práctica, los hongos micorrizógenos son bastante más que biofertilizantes. Aunque el principal beneficio es de carácter nutricional, una planta puede obtener ventajas adicionales de la micorriza como: tolerancia a patógenos, tolerancia a estrés hídrico, tolerancia a salinidad, detoxificación, entre otros. La micorriza es el principal mecanismo con que cuentan las plantas con raíz en su adaptación al suelo.

MATERIALES Y METODOS

Área de Trabajo.

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el campo experimental “El Bajío” ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diseño del Experimento.

Se realizaron dos experimentos de campo, el primero fue un trabajo experimental comparativo, entre una micorriza (*Glomus intraradices*), un hongo antagonista (*Gliocladium virens*) y una bacteria antagónica (*Bacillus subtilis*), con el doble propósito de observar y cuantificar el grado de respuesta de estos microorganismos en el control de la pudrición blanca, o bien, en la promoción del crecimiento y rendimiento del cultivo del ajo, en el caso de no presentarse la enfermedad. El segundo experimento consistió en comparar el efecto de dos microorganismos *Bacillus amyloliquefaciens* y *Trichoderma harzianum*, y un producto comercial con base en microorganismos para el mismo propósito citado anteriormente.

Para ello se establecieron dos experimentos en campo en un sorteo de tratamientos completamente al azar. De esta manera se planteó lo siguiente:

Diseño de Parcela 1 – Ajo Var. Perla.

La distribución de los tratamientos se muestra a continuación:

- T1 -- Testigo.
- T2 -- Gi (*Glomus intraradices*).
- T3 -- Gv (*Gliocladium virens*).
- T4 -- BCC-1 (*Bacillus amyloliquefaciens*).

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar, en el cual se establecieron cuatro tratamientos incluyendo al testigo, cada tratamiento consto de siete repeticiones.

La parcela experimental consto de 12 surcos dobles de 35 metros de longitud c/u, cada unidad experimental consto de tres surcos de 5 metros de longitud, la evaluación se realizó en el surco central.

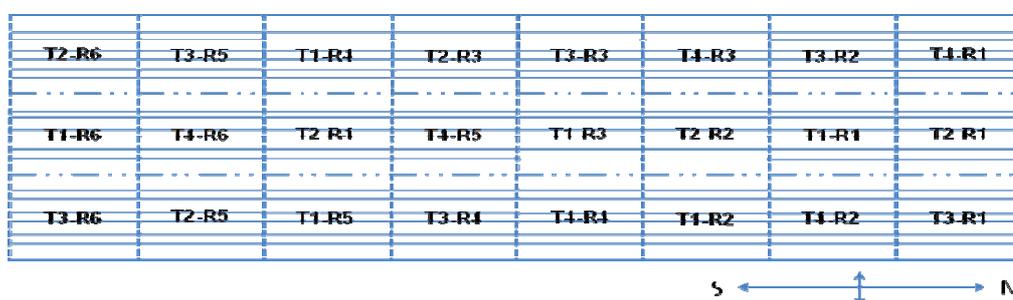


Figura 1. Diseño de la parcela experimental en campo.

Diseño de Parcela 2 – Ajo Var. California.

La distribución de los tratamientos se muestra a continuación:

- T1 -- Best Ultra "S" (*Bacillus subtilis*).
- T2 -- BCC-1 (*Bacillus amyloliquefaciens*).
- T3 -- TH (*Trichoderma harzianum*)
- T4 -- Testigo

De igual manera el diseño fue de bloques completamente al azar, en el cual se establecieron cuatro tratamientos incluyendo al testigo, cada tratamiento consto de seis repeticiones.

La parcela experimental fue de nueve surcos dobles de 40 m de longitud c/u, cada unidad experimental consto de tres surcos de 5 m de longitud, la evaluación solo se realizó en el surco central.

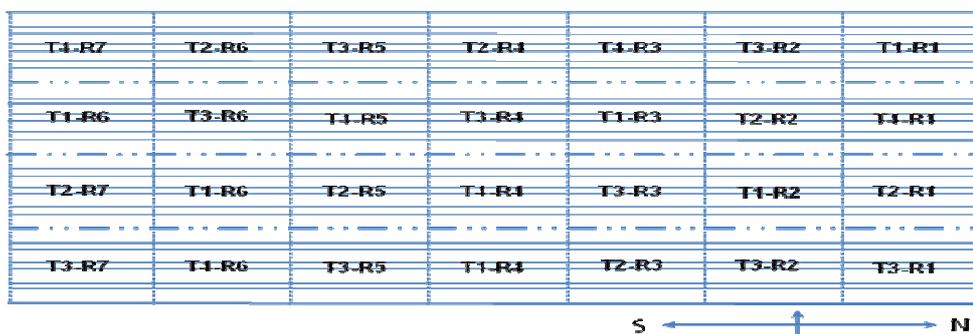


Figura 2. Diseño de la parcela experimental en campo.

Aplicación de Tratamientos.

La primera aplicación de los tratamientos se realizó al momento de la siembra, humedeciendo completamente la superficie del suelo y la semilla antes de cubrirlas con tierra, las aplicaciones subsiguientes se realizaron directamente en la base de las plantas.

La aplicación de cada uno de los tratamientos se efectuó con una mochila de aspersión de ocho litros de capacidad, para cada litro de agua aplicado se utilizaron las siguientes concentraciones:

- Best Ultra "S" (*B. subtilis*)..... 5 ml/L
- BCC-1 (*B. amyloliquefaciens*)..... 5 ml/L
- TH (*T. harzianum*)..... 5 ml/L
- Gv (*G. virens*)..... 2.5 g/L
- Gi (*Glomus intraradices*)..... 1.0 g/L
- Testigo..... Agua

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron tres aplicaciones de tratamientos, la primera aplicación se realizó al momento de la siembra (09 de Noviembre del 2007), la segunda y tercera aplicación se realizaron 30 y 60 días después.

Toma de Datos.

La toma de datos para cada una de las variables se efectuó al momento de la cosecha (10 de Mayo del 2008 para el caso de la Var. Perla y 12 de Junio del 2008 para la Var. California), en donde se tomaron 15 plantas al azar por repetición por cada tratamiento. Las variables que se definieron en la toma de datos fueron:

- Longitud de planta completa.
- Peso de planta completa.
- Diámetro de bulbo.
- Peso de bulbo.
- Numero de bulbos y peso de primera calidad.
- Numero de bulbos y peso de segunda calidad.
- Numero de bulbos y peso de tercera calidad.
- Densidad de plantas por metro lineal en campo.
- Rendimiento (Ton/Ha)

Para la medición de cada una de las variables se utilizo una regla de Aluminio de 60 cm, Vernier electrónico y una Báscula Torey^{MR} de 5 kg de capacidad.

Análisis Estadístico.

En cada una de las variables evaluadas por cada variedad cultivada se realizó un análisis estadístico por medio del Paquete de Diseños Experimentales de la FAUANL Versión 2.5; para el análisis de los datos obtenidos se utilizó un diseño en Bloques al Azar con cuatro tratamientos y con siete repeticiones para perla y seis para california, la comparación de medias se realizó por medio de la diferencia mínima significativa ($P = 0.05$) del mismo programa.

RESULTADOS

Cultivo de Ajo Var. Perla

El desarrollo del cultivo se llevo a buen término desde la siembra hasta la cosecha, en donde se efectuó un estricto control de malezas sobre el cultivo y aéreas alternas, La aplicación de riegos se efectuaron de manera frecuente sobre el cultivo, los primeros 90 días los riegos fueron superficiales, mientras que el resto del ciclo del cultivo fueron densos.

La incidencia de enfermedades en el cultivo fue nula, sin embargo, se tuvo la presencia de plagas; trips principalmente los que fueron controlados con compuestos orgánicos como extractos vegetales (atn3e+), insecticidas botánicos (AZA DIRECT 1.2 CE, SPINTOR* 12SC), y hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* (BEA SIN) y *Verticillum lecani* (VERTI SIN), y el control se tuvo de manera exitosa en cualquiera de los casos.

La cosecha se efectuó el 10 de Mayo del 2008, en este momento se tomaron 15 plantas por cada repetición y se colocaron en bolsas de papel que fueron marcadas con el número de repetición y número de tratamiento.

De acuerdo al análisis de varianza realizado se encontró que el comportamiento de cada una de la variables tomadas se mostro de forma similar, sin encontrarse diferencia mínima significativa entre tratamientos, como se muestra en los cuadros 7, 8 y 9. A excepción de la longitud de planta completa.

El análisis de varianza de la longitud de planta completa mostro diferencia mínima significativa, siendo *G. virens* el mejor tratamiento (Cuadro 16: Capitulo Anexos), con un valor de 32.479 cm, en comparación con el tratamiento *B. amyloliquefaciens* que mostro valores de 29.343 cm (Cuadro 7).

Para el análisis del resto de variables no se encontraron diferencia estadística significativo ($P=0.05$) entre los tratamientos; sin embargo observamos que en el diámetro de bulbo el tratamiento que mostro mejores efectos fue *G. intraradices* con 61.858 mm (6.1858 cm), que representa un 8.78% con respecto al testigo. En el caso

del peso de bulbo *G. intraradices* sigue siendo el tratamiento que mejor efectos muestro con 91.534 gr, que representa un 6.12% con respecto al testigo. De igual forma se observa que en el peso de bulbo el tratamiento *G. virens* muestra valores porcentuales negativos con respecto al testigo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de microorganismos promotores del crecimiento en la longitud de planta completa, peso de planta, diámetro del bulbo y peso de bulbo del ajo.

Tratamientos	Longitud de planta (cm)	Peso de planta (gr)	Diámetro de bulbo (mm)	Incremento con relación al testigo (%)	Peso de bulbo (gr)	Incremento con relación al testigo (%)
Testigo	30.707 BC	129.208 A	56.865 A	0.00	86.263 A	0.00
Gi.	31.248 AB	133.703 A	61.858 A	8.78	91.534 A	6.11
Gv.	32.479 A	127.691 A	60.375 A	6.17	84.863 A	-1.62
BCC-1	29.343 C	133.796 A	61.568 A	8.27	86.326 A	0.07
C. V.	4.01%	6.37%	3.25%		7.96%	

Gi= *Glomus intraradices*, Gv= *Gliocladium virens*, BCC1= *B. amyloliquifaciens*. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Prueba de Comparación de Medias DMS, P = 0.05). C. V. = Coeficiente de Variación.

Cuadro 8. Efecto de microorganismos promotores del crecimiento en la calidad por unidad del los bulbos (Primera, Segunda y Tercera) de ajo.

Tratamientos	Primera calidad (unidad)	Incremento con relación al testigo (%)	Segunda calidad (unidad)	Incremento con relación al testigo (%)	Tercera calidad (gr)	Incremento con relación al testigo (%)
Testigo	3.857 A	0.00	6.000 A	0.00	3.000 A	0.00
Gi.	4.857 A	25.93	5.571 A	-7.15	2.429 A	-19.03
Gv.	3.857 A	0.00	5.714 A	-4.77	3.286 A	9.53
BCC-1	4.571 A	18.51	4.857 A	-19.05	3.439 A	14.63
C. V.	46.53%		37.55%		60.46 %	

Gi= *Glomus intraradices*, Gv= *Gliocladium virens*, BCC1= *B. amyloliquifaciens*. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Prueba de Comparación de Medias DMS, P = 0.05). C. V. = Coeficiente de Variación.

Como se menciona anteriormente, en el análisis de la calidad por unidad no se encontró diferencia significativa, sin embargo, se observa que el tratamiento *G. intraradices* produjo más ajos de primera calidad con un incremento porcentual del 25.03 % respecto a el testigo y producción negativa de ajos de segunda y tercera calidad, respecto a la producción de ajos del testigo. Seguido del tratamiento con *B. amyloliquefaciens* con una producción similar de ajos de primera y tercera calidad (18.51% y 14.63% respectivamente) (Cuadro 8).

Cuadro 9. Efecto de microorganismos promotores del crecimiento en la calidad respecto al peso del los bulbos (Primera, Segunda y Tercera) de ajo variedad perla.

Tratamientos	Primera calidad (gr)	Incremento con relación al testigo (%)	Segunda calidad (gr)	Incremento con relación al testigo (%)	Tercera calidad (gr)	Incremento con relación al testigo (%)
Testigo	432.129 A	0.00	514.757 A	0.00	155.200 A	0.00
Gi.	556.872 A	28.87	457.371 A	-11.07	148.200 A	-4.51
Gv.	424.800 A	-1.70	480.586 A	-6.64	122.229 A	-21.24
BCC-1	513.229 A	18.77	410.414 A	-20.27	194.829 A	25.53
C. V.	44.78%		38.10%		62.33%	

Gi= *Glomus intraradices*, Gv= *Gliocladium virens*, BCC1= *B. amyloliquefaciens*. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Prueba de Comparación de Medias DMS, P = 0.05). C. V. = Coeficiente de Variación.

El mismo comportamiento se mostro en el análisis del peso de los bulbos de primera, segunda y tercera calidad. Donde *Glomus intraradices* sigue siendo el que mejores ajos de primera calidad produjo (Cuadro 9), con 556.872 gr de primera calidad que representa un incremento del 28.87% con relación al testigo y una producción de ajos de segunda y tercera en forma negativa con relación al testigo. De igual forma se observa que *B. amyloliquefaciens* produce mayor peso en ajos de tercera calidad con 194.829 gr que representa un incremento del 25.53% con respecto al testigo y el resto de los tratamientos que producen menor peso de ajos de tercera.

En base al análisis del comportamiento de las variables anteriormente evaluadas, se tomo la acción de determinar la densidad de plantas por metro lineal.

Para ello se muestrearon 40 metros lineales al azar de toda la parcela y se cuantificaron el número de plantas totales dentro de este metro. Una vez muestreada se sumaron todas las plantas muestreadas y se dividieron por el número de metros muestreados. Con ello se determinó que se tenía una densidad de plantas **promedio de 9.6 plantas** por metro lineal.

*Simulando que se tiene una parcela con dimensiones de 100 x 100 m² (1 Ha), y se tienen surcos de 100 m de longitud y 118 surcos en toda la parcela, se determinó entonces que existen **113 mil 280 plantas/Ha**, con ello se calcula el rendimiento total (Ton/Ha) para cada uno de los tratamientos y la utilidad económica (\$/Ha). La utilidad económica por tratamiento se determinó tomando un **precio medio de 10.50 pesos m/n por Kilogramo**, (SAGARPA, 2006) multiplicado por el peso de bulbo promedio, (Cuadro 10).*

Cuadro 10. Rentabilidad de la producción del cultivo del ajo (\$/Ton/Ha).

Tratamientos	Densidad de plantas promedio en cultivo	Rendimiento (Ton/Ha)	Utilidad (\$/Ha)	Diferencia en relación al testigo (\$)	Diferencia en relación al testigo (%)
Testigo	113,280	9.771	102,595.5	0.00	0.00
Gi.		10.369	108,874.5	6,279.0	6.12
Gv.		9.613	100,936.5	-1,659.0	1.62
BCC-1		9.779	102,679.5	84.0	0.08

Gi= *Glomus intraradices*, Gv= *Gliocladium virens*, BCC1= *B. amyloliquefaciens*. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Prueba de Comparación de Medias DMS, P = 0.05). C. V. = Coeficiente de Variación.

En el cuadro 10 se observa que el tratamiento *G. intraradices* presenta el mayor rendimiento por hectárea con 10.369 Ton/Ha, con respecto del testigo que se encontró con 9.771 Ton/Ha, mientras que el tratamiento que mostro rendimientos menores con respecto al testigo fue el de *G. virens*.

En la utilidad económica de igual manera se encontró que *G. intraradices* tiene mayor utilidad con 108 mil 874.5 pesos y una diferencia de 6 mil 279 pesos con

respecto al testigo, mientras que *G. virens* presenta utilidades económicas por debajo de las obtenidas por el testigo con diferencia de 1 mil 659 pesos menos que el testigo.

Cultivo de Ajo Var. California

La cosecha se efectuó el 12 de Junio del 2008, en este momento se tomaron 15 plantas por cada repetición en cada uno de los tratamientos (90 plantas totales por tratamiento), las cuales fueron colocadas en bolsas de papel que fueron marcadas con el número de repetición y número de tratamiento.

El análisis realizado mostro resultados muy similares al ajo perla, ya que el peso del bulbo no mostro diferencia mínima significativa (Cuadro 11), sin embargo, se observa que el tratamiento de Best Ultra "S" presenta un incremento porcentual del 11.33% con respecto al testigo (Cuadro 11) presentando incrementos porcentuales similares con el resto de los tratamientos. De la misma forma se observa que el efecto fue similar en peso de planta completa y diámetro de bulbo con valores de 125.859 y 65.414 (cuadro 11); del mismo modo se encuentra por encima de los demás tratamientos.

Cuadro 11. Efecto de microorganismos promotores de crecimiento en la longitud y peso de planta completa, diámetro del bulbo y peso del ajo variedad California.

Tratamientos	Longitud de planta (cm)	Peso de planta (gr)	Diámetro de bulbo (mm)	Incremento con relación al testigo (%)	Peso de bulbo (gr)	Incremento con relación al testigo (%)
Best Ultra "S"	30.111 A	125.859 A	65.414 A	4.11	95.307 A	11.33
BCC-1	30.666 A	118.879 A	64.838 A	3.19	91.925 A	7.38
TH	30.107 A	115.479 A	63.652 A	1.31	90.205 A	5.37
Testigo	29.750 A	112.810 A	62.831 A	0.00	85.607 A	0.00
C. V.	7.28%	10.45%	10.37%		13.19%	

Best Ultra "S"= *B. subtilis* (Formulación GreenCorp), BCC1= *B. amyloliquefaciens*, TH= *Trichoderma harzianum*, Tecto 60= Tiabendazol. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Prueba de Comparación de Medias DMS, P = 0.05). C. V. = Coeficiente de Variación.

De acuerdo al análisis realizado al resto de las variables se encontró que el comportamiento para cada una de las variables tomadas mostró ser similar sin encontrarse diferencia mínima significativa, como se muestra en los cuadros No.11, 12 y 13.

Como se menciona anteriormente, en el análisis de la calidad por unidad no se encontró diferencia significativa, sin embargo, se observó que en los tratamientos Best Ultra "S" (*B. subtilis*) y *B. amyloliquefaciens* produjeron más ajos de primera calidad en ambos casos con un incremento porcentual de 51.84 y 44.44% simultáneamente respecto al testigo y mientras que Best Ultra "S" produce menor número de ajos tercera calidad, respecto a la producción de ajos del testigo (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto de microorganismos promotores del crecimiento en la calidad por unidad del los bulbos (Primera, Segunda y Tercera) de ajo variedad California.

Tratamientos	Primera calidad (unidad)	Incremento con relación al testigo (%)	Segunda calidad (unidad)	Incremento con relación al testigo (%)	Tercera calidad (gr)	Incremento con relación al testigo (%)
Best Ultra "S"	6.833 A	51.84	5.167 A	-16.22	3.000 A	-30.76
BCC-1	6.500 A	44.44	5.000 A	-18.92	3.500 A	-19.22
TH	5.833 A	29.62	6.000 A	-2.71	3.167 A	-26.91
Testigo	4.500 A	0.00	6.167 A	0.00	4.333 A	0.00
C. V.	44.47%		40.93%		62.67%	

Best Ultra "S"= *B. subtilis* (Formulación GreenCorp), BCC1= *B. amyloliquefaciens*, TH= *Trichoderma harzianum*, Tecto 60= Tiabendazol. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Prueba de Comparación de Medias DMS, P = 0.05). C. V. = Coeficiente de Variación.

El mismo comportamiento se mostro en el análisis del peso de los bulbos de primera, segunda y tercera calidad. Donde Best Ultra "S" (*B. subtilis*) y *B. amyloliquefaciens* sigue siendo similares en la producción de ajos de primera, segunda y tercera calidad (Cuadro 13).

Cuadro 13. Efecto de microorganismos promotores del crecimiento en la calidad respecto al peso del los bulbos (Primera, Segunda y Tercera) de ajo var. California.

Tratamientos	Primera calidad (unidad)	Incremento con relación al testigo (%)	Segunda calidad (unidad)	Incremento con relación al testigo (%)	Tercera calidad (gr)	Incremento con relación al testigo (%)
Best Ultra "S"	818.283 A	50.50	349.567 A	-31.12	172.250 A	-28.11
BCC-1	750.933 A	39.83	435.350 A	-14.22	194.817 A	-18.70
TH	688.300 A	28.16	541.567 A	6.71	241.300 A	0.70
Testigo	537.050 A	0.00	507.517 A	0.00	239.617 A	0.00
C. V.	47.34%		42.47%		63.81%	

Best Ultra "S"= *B. subtilis* (Formulación GreenCorp), BCC1= *B. amyloliquefaciens*, TH= *Trichoderma harzianum*, Tecto 60= Tiabendazol. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Prueba de Comparación de Medias DMS, P = 0.05). C. V. = Coeficiente de Variación.

Los cálculos de los rendimientos (Ton/Ha) para cada uno de los tratamientos y la utilidad económica (\$/Ha), por tratamiento se determino tomando un **precio medio de \$10.50 por Kilogramo** de ajo, (cuadro 14) y el numero total de plantas por hectárea y el peso promedio de bulbo de cada tratamiento.

Cuadro 14. Rentabilidad de la producción del cultivo del ajo (\$/Ton/Ha).

Tratamientos	Número de plantas (Ha)	Rendimiento (Ton/Ha)	Utilidad (\$/Ha)	Diferencia en relación al testigo (\$)	Diferencia en relación al testigo (%)
Best Ultra "S"	113,280	10.796	113,358.0	11,529.0	11.32
BCC-1		10.413	109,336.5	7,507.5	7.37
TH		10.218	107,289.0	5,460.0	5.36
Testigo		9.698	101,829.0	0.0	0.00

Best Ultra "S"= *B. subtilis* (Formulación GreenCorp), BCC1= *B. amyloliquefaciens*, TH= *Trichoderma harzianum*, Tecto 60= Tiabendazol. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Prueba de Comparación de Medias DMS, P = 0.05). C. V. = Coeficiente de Variación.

Se observa que el tratamiento Best Ultra "S" presenta el mayor rendimiento por hectárea con 10.796 Ton/Ha, con respecto a el testigo que se encontró con 9.698 Ton/Ha, esto representa una diferencia de 1.098 Ton/Ha que en utilidad económica resulta rentable; mientras que el comportamiento de los tratamientos con *B. amyloliquefaciens* y *Trichoderma harzianum* mostraron rendimientos similares con respecto al testigo.

En la utilidad económica de igual manera se encontró que Best Ultra "S" tiene mayor utilidad con 113 mil 358 pesos y una diferencia de 11 mil 529 pesos con respecto al testigo, que viéndolo desde un punto de vista económico resulta ser muy rentable, mientras que *B. amyloliquefaciens* y *Trichoderma harzianum* presentan utilidades económicas de 109 mil 336.5 pesos y 107 mil 289 pesos simultáneamente. *Trichoderma harzianum* es el tratamiento mas cercano al testigo, sin embargo la utilidad económica es considerable mostrando 5 mil 460 pesos con respecto al testigo.

DISCUSIÓN

El objetivo principal se enfocó principalmente en evaluar el efecto de los microorganismos promotores del crecimiento y antagonistas de fitopatógenos en el control de pudrición blanca causada por *Sclerotium cepivorum* que resulta ser una enfermedad de gran importancia económica en la producción de ajos ya que afecta directamente al cultivo y puede llegar a causar pérdidas totales en el mismo. Pero debido a que esta enfermedad no se presentó, el análisis de resultados se dirigió hacia el efecto promotor del crecimiento de los microorganismos sobre el cultivo del ajo. La cosecha del ajo se realizó directamente en campo en verde sin deshidratación, con el objeto de facilitar la toma de datos y medición de las variables.

El análisis en casi la totalidad de las variables evaluadas no mostró diferencia estadística significativa en las dos variedades de ajo evaluadas, sin embargo se observó que la longitud de planta completa fue favorecida en la var. Perla.

Si bien no se observó diferencia significativa en el resto de las variables evaluadas, el análisis porcentual de cada una de ellas arroja que:

En la var. Perla se encontró que *G. intraradices*, presenta mejores efectos porcentuales que el resto de las variables, aun así presenta mejor producción en número de cabezas y peso de ellas de primera calidad y una producción similar de ajos de segunda y tercera calidad que el resto de los tratamientos. Contrariamente *B. amyloliquefaciens* produce similarmente ajos de primera y segunda, siendo mayor la producción de ajos de segunda calidad.

Para el caso de la var. California se encontró que *B. subtilis* (Best Ultra "S") presenta mejores efectos porcentuales en la totalidad de las variables evaluadas, Aun así encontramos que *B. subtilis* y *B. amyloliquefaciens* son los tratamientos que producen mejor número de ajos de primera calidad, sin embargo *B. amyloliquefaciens* produce igual número de ajos de segunda y tercera con relación a los producidos por *B. subtilis* ya que esta muestra que produce menor número de ajos de segunda y ajos de tercera.

Datos similares son reportados por Ramirez (2006) quien encontró que el comportamiento de *Bacillus* spp., en casi la totalidad de las variables evaluadas presentan valores porcentuales negativos con relación a los obtenidos por el testigo. También reporta que el comportamiento del peso de bulbo se torna de forma similar con *G. virens* y el testigo.

Oseguera (2005) reporta que el comportamiento del peso de fruto de tomate se ve favorecido en forma similar con los tratamientos de *B. subtilis* y *B. amyloliquefaciens* respecto a los resultados obtenidos para el testigo.

En el primer caso (Var. Perla) el rendimiento se ve favorecido por la micorriza *G. intraradices* que presentó el mayor rendimiento en toneladas por hectárea y por ende la mejor utilidad económica con una diferencia de 0.756 ton/ha, con relación a *G. virens* que produjo los menores rendimientos y por ende menor utilidad económica respecto al mismo.

Esto pudiera deberse a que *G. intraradices* forma una asociación simbiótica (hongo-planta) en la que se intercambian nutrientes y minerales. Si bien sabemos que estas micorrizas facilitan la asimilación y síntesis de nutrientes y minerales provenientes de los fertilizantes que es una característica aprovechada por la planta para asimilar todos los nutrientes y favorecer el desarrollo vegetativo de las mismas y de igual forma desarrollar frutos (bulbos) de mejor calidad y mejor peso.

En el segundo caso (Var. California) la producción (rendimiento) se ve favorecida por *B. subtilis* que presentó el mayor rendimiento en toneladas por hectárea y con ello las mejores utilidades económicas con una diferencia de 1.098 Ton/Ha. El comportamiento en las utilidades de *B. amyloliquefaciens* y *T. harzianum* es similar en ambos casos, pero menores que los obtenidos con *B. subtilis*. Estas diferencias en rendimiento resultan ser rentables al momento de costear u obtener utilidades del cultivo, lo cual concuerda con Garcia (2004) quien reporta que *B. amyloliquefaciens* promueve mejor rendimiento que los tratados con *B. subtilis* en el cultivo de chile, mientras que *B. pumilus* promueve mejor rendimiento que las dos cepas anteriores.

CONCLUSIÓN

Estadísticamente no existió diferencia significativa ($P=0.05$) en los tratamientos realizados al cultivo del ajo, respecto de los rendimientos producidos en ambas variedades.

La diferencia numérica en rendimientos obtenidos muestran comparativamente diferencias económicas marcadas que indican una mejor rentabilidad en el cultivo del ajo de las variedades perla con el empleo de la micorriza *G. intraradices*; y california con el empleo de *B. subtilis*.

La ausencia de la enfermedad de la pudrición blanca no permitió evaluar su control, tanto en el testigo como en todos los tratamientos, probablemente debido a que el riego en el cultivo siempre fue moderado sin sobresaturar el suelo, por lo que la presencia de la enfermedad fue nula.

LITERATURA CITADA

- Can, Y. I. 2005. Evaluación de bacterias promotoras de crecimiento en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Var. Río Grande) en condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 64 p.
- Chávez, B. C. 2005. Uso de Rizobacterias para el control de hongos fitopatógenos y promoción de desarrollo en plantas. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 84 p.
- Dughetti, A. C. 1997. Manejo integrado de los trips en el cultivo del ajo. EEA INTA Hilario Ascasubi. Buenos Aires, Argentina. 12 p.
- Duran, P.E., Robles, M. R., Martínez, T. J. J., y Brito, A. M. A. 2003. *Trichoderma* un hongo combatiente de patógenos.
<http://www.teorema.com.mx/articulos.php>
- Ezziyyani, M., Perez, S. C., Sid, A. A., Requena, M. E., y Candela, M. E. 2004. *Trichoderma harziarum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annum* L.). Anales de Biología No.26. Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de Murcia. Murcia, España. pp 35-45.
<http://www.um.es/analesdebiologia/numeros/26/PDF/05-TRICHODERMA.pdf>
- Fernández, L. O. 2001. Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. Avances en el Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 62. Pág. 92-100.
- Garcia, A. C. 1998. El Ajo. Cultivo y Aprovechamiento. Segunda edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 205 p.

García, C. J. C. 2008. Antagonismo in vitro de *Trichoderma* spp., sobre *Phytophthora capsici* y *Phytophthora cinnamomi*. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 45 pág.

García, L. N. 2004. Efecto estimulante de bacterias esporuladas promotoras del crecimiento sobre el desarrollo y producción del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) en invernadero y campo. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 65 pág.

Gasca, M. I. 2002. Técnicas modernas para producir ajo (*Allium sativum* L.). Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 192 pag.

GreenCorp Biorganiks de México, S.A de C.V. Productos. Fungicidas, bactericidas y nematocidas orgánicos. Best Ultra S. (On line): www.greencorp.com.mx.

Macías, V. L. Valadez, M. C., y López, F. L. 1999. Guía para cultivar ajo en Aguascalientes. Folleto para productores No. 21. Campo Experimental Pabellón. CIRNOC-INIFAP. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. (On line): <http://www.aguascalientes.gob.mx/agro/produce/21.htm#SIEMBRA>

Mendoza, Z. C. 1996. Enfermedades Fungosas de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. México. pp 48-56.

Messiaen, C.M; Blancard, D; Rouxel, F y Lafon, R. 1995. Enfermedades de la Hortalizas Traducido de la edición original en Francés "Les maladies des plantes maraichères" (Traducido al español por el Ministro de Cultura Francés). 3ª edición. Ed. Mundi-Prensa. España. 576 p.

Moo42. *Bacillus amyloliquefaciens*. 2008. <http://www.agroterra.com/p/moo42-bacillus-amyloliquefaciens-en-nacional-13251/13251>.

<http://biologiaaplicada.es.agroterra.com/>.

Oseguera, A. S. 2005. Uso de bacterias espatuladas como promotores de crecimiento en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 53 pág.

Peña, V. C. 2007. *Glomus intraradices* N.C. Schenck & G.S. Sm. (1982). Catalogo de la biodiversidad de Colombia.

<http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie>

Ramírez, M. R. 2006. Promoción de enraizamiento de maíz y tomate con rizobacterias y control de fitopatógenos. Tesis de Licenciatura. UAAA. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 56 pág.

Ramírez, R. O. 2005. Evaluación de bacterias promotoras de crecimiento del genero *Bacillus* en el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) Var. Perla en invernadero y campo. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 57 p.

Ramos, H. M. M. 2008. Efecto antagónico in vitro de aislamientos de *Trichoderma* spp., sobre *Fusarium oxysporum*. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 51 pág.

Rueda A., y M. Shelton A. 1995. Evaluación de insecticidas en el control de trips de la cebolla. Informe técnico No. 34. EEA INTA. 10 p

SAGARPA. 2006. Plan Rector Sistema Producto Nacional Ajo. Versión para su revisión. Subsecretaria de Agricultura. México. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/subagri/pages/sp/ajo.htm>

Salunkhe, D. K., y Kadam, S. S. 2004. Tratado de Ciencia y Tecnología de las Hortalizas. Producción, composición, almacenamiento y procesado. Edición única. Traducido de la edición original en inglés "Handbook of vegetable Science and Technology. Production, composition, storage, and processing". Ed. AVRIBIA S. A., p 405-421.

Syngenta México. Productos. Fungicidas. Tecto 60. (On line): www.syngenta.com.mx.

Thomson PLM. 2007. Diccionario de Especialidades de Agroquímicas. 17ª. Edición. Ed. Thomson PLM S. A de C .V. 1904 pág.

Valadez, L. A. 1998. Producción de hortalizas. Ed. LIMUSA. Sexta reimpresión. México. pp. 95-107.

Villegas, A. M. 2005 *Trichoderma* pers. Características generales y su potencial biológico en la Agricultura sostenible.

<http://www.oriusbiotecnologia.com/site/index>.

APÉNDICE

Cuadro 1. Resultados obtenidos de la longitud de planta completa del Ajo Var. Perla.

Trata.	Bloques						
	1	2	3	4	5	6	7
Testigo	31.500	29.526	29.340	28.086	31.700	33.100	31.700
<i>Glomus i.</i>	30.506	30.320	26.446	26.966	35.200	34.200	35.100
<i>Gliocladium v.</i>	31.613	30.060	28.046	29.033	37.500	35.200	35.900
BCC-1	27.926	28.393	25.713	24.966	33.000	32.900	32.500

Cuadro 2. Análisis de varianza de la longitud de planta completa del Ajo Var. Perla.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	35.468750	11.822917	7.6705	0.002	3.16
BLOQUES	6	226.378906	37.729816	24.4786	0.000	2.66
ERROR	18	27.744141	1.541341			
TOTAL	27	289.591797				

C. V. = 4.01 %

Cuadro 3. Resultados obtenidos del peso de planta completa del Ajo Var. Perla.

Trata.	Bloques						
	1	2	3	4	5	6	7
Testigo	118.833	121.573	112.260	124.293	138.500	144.500	144.500
<i>Glomus i.</i>	132.686	136.966	129.306	121.466	143.000	128.500	144.000
<i>Gliocladium v.</i>	119.800	119.560	123.300	132.180	127.000	127.000	145.000
BCC-1	142.046	134.439	129.106	111.980	137.000	144.500	137.500

Cuadro 4. Análisis de varianza del peso de planta completa del Ajo Var. Perla.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	204.687500	68.229164	0.9779	0.573	3.16
BLOQUES	6	1349.781250	224.963547	3.2242	0.025	2.66
ERROR	18	1255.906250	69.772568			
TOTAL	27	2810.375000				

C. V. = 6.37 %

Cuadro 5. Resultados obtenidos del diámetro de bulbo del Ajo Var. Perla.

Trata.	Bloques						
	1	2	3	4	5	6	7
Testigo	58.950	58.748	55.338	60.016	62.100	62.200	61.700
<i>Glomus i.</i>	61.767	62.933	62.895	60.910	60.600	62.500	61.400
<i>Gliocladium v.</i>	62.398	61.325	59.274	60.625	60.100	61.000	57.900
BCC-1	64.544	64.982	60.228	57.223	61.000	61.100	61.900

Cuadro 6. Análisis de varianza del diámetro de bulbo del Ajo Var. Perla.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	18.968750	6.322917	1.6156	0.220	3.16
BLOQUES	6	26.015625	4.335938	1.1079	0.396	2.66
ERROR	18	70.445313	3.913629			
TOTAL	27	115.429688				

C. V. = 3.25 %

Cuadro 7. Resultados obtenidos del peso de bulbo del Ajo Var. Perla.

Trata.	Bloques						
	1	2	3	4	5	6	7
Testigo	82.685	80.446	73.473	84.740	99.000	93.500	90.000
<i>Glomus i.</i>	92.033	92.963	93.706	85.533	98.000	87.500	91.000
<i>Gliocladium v.</i>	89.400	87.913	84.573	78.200	90.000	85.000	79.000
BCC-1	97.540	95.933	89.306	74.606	79.000	77.500	90.500

Cuadro 8. Análisis de varianza del peso de bulbo del Ajo Var. Perla.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	180.906250	60.302082	1.2502	0.321	3.16
BLOQUES	6	320.796875	53.466145	1.1085	0.396	2.66
ERROR	18	868.218750	48.234375			
TOTAL	27	1369.921875				

C. V. = 7.96 %

Cuadro 9. Resultados obtenidos de cabezas de primera calidad del Ajo Var. Perla.

Trata.	Bloques						
	1	2	3	4	5	6	7
Testigo	4.000	3.000	3.000	6.000	5.000	3.000	3.000
<i>Glomus i.</i>	6.000	6.000	6.000	3.000	6.000	2.000	5.000
<i>Gliocladium v.</i>	5.000	8.000	6.000	1.000	4.000	2.000	1.000
BCC-1	8.000	8.000	7.000	3.000	1.000	0.000	5.000

Cuadro 10. Análisis de varianza de la primera calidad del Ajo Var. Perla.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	5.428589	1.809530	0.4551	0.720	3.16
BLOQUES	6	62.714294	10.452382	2.6287	0.052	2.66
ERROR	18	71.571411	3.976190			
TOTAL	27	139.714294				

C. V. = 46.53 %

Cuadro 11. Resultados obtenidos de cabezas de segunda calidad del Ajo Var. California.

Trata.	Bloques						
	1	2	3	4	5	6	7
Testigo	6.000	8.000	5.000	5.000	5.000	7.000	6.000
<i>Glomus i.</i>	5.000	6.000	5.000	10.000	2.000	7.000	4.000
<i>Gliocladium v.</i>	7.000	2.000	5.000	9.000	5.000	6.000	6.000
BCC-1	6.000	3.000	4.000	2.000	7.000	7.000	5.000

Cuadro 12. Análisis de varianza de la segunda calidad del Ajo Var. Perla.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	4.964294	1.654765	0.3829	0.769	3.16
BLOQUES	6	18.214294	3.035716	0.7025	0.653	2.66
ERROR	18	77.785706	4.321428			
TOTAL	27	100.964294				

C. V. = 37.55 %

Cuadro 13. Resultados obtenidos de cabezas de tercera calidad del Ajo Var. Perla.

Trata.	Bloques						
	1	2	3	4	5	6	7
Testigo	5.000	4.000	7.000	4.000	0.000	0.000	1.000
<i>Glomus i.</i>	4.000	3.000	4.000	2.000	2.000	1.000	1.000
<i>Gliocladium v.</i>	3.000	5.000	4.000	5.000	1.000	2.000	3.000
BCC-1	1.000	4.000	4.000	10.000	2.000	3.000	0.000

Cuadro 14. Análisis de varianza de la tercera calidad del Ajo Var. Perla.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	4.107147	1.369049	0.4064	0.753	3.16
BLOQUES	6	70.214294	11.702382	3.4735	0.018	2.66
ERROR	18	60.642853	3.369047			
TOTAL	27	134.964294				

C. V. = 60.46 %

Cuadro 15. Resultados obtenidos del peso de cabezas de primera calidad del Ajo Var. Perla.

Trata.	Bloques						
	1	2	3	4	5	6	7
Testigo	472.600	367.600	316.900	652.800	550.000	315.000	350.000
<i>Glomus i.</i>	692.900	690.700	730.100	354.400	685.000	210.000	535.000
<i>Gliocladium v.</i>	560.600	895.100	653.900	104.000	435.000	215.000	110.000
BCC-1	874.400	925.600	778.300	394.300	105.000	0.000	515.000

Cuadro 16. Análisis de varianza del peso de la primera calidad del Ajo Var. Perla.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	86378.000	28792.6661	0.6186	0.615	3.16
BLOQUES	6	862113.500	143685.578	3.0869	0.029	2.66
ERROR	18	837853.000	46547.391			
TOTAL	27	1786344.500				

C. V. = 44.78 %

Cuadro 17. Resultados obtenidos del peso de cabezas de segunda calidad del Ajo Var. Perla.

Trata.	Bloques						
	1	2	3	4	5	6	7
Testigo	498.800	710.900	410.000	423.600	440.000	620.000	500.000
<i>Glomus i.</i>	432.100	510.500	358.600	825.400	165.000	600.000	310.000
<i>Gliocladium v.</i>	595.100	167.900	427.500	763.600	415.000	510.000	485.000
BCC-1	528.700	254.600	346.500	168.100	585.000	600.000	390.000

Cuadro 18. Análisis de varianza del peso de la segunda calidad del Ajo Var. Perla.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	40278.5000	13426.166992	0.4264	0.740	3.16
BLOQUES	6	151170.5000	25195.083984	0.8001	0.583	2.66
ERROR	18	566825.0000	31490.277344			
TOTAL	27	758274.0000				

C. V. = 38.10 %

Cuadro 19. Resultados obtenidos del peso de cabezas de tercera calidad del Ajo Var. Perla.

Trata.	Bloques						
	1	2	3	4	5	6	7
Testigo	268.900	197.600	375.200	194.700	0.000	0.000	50.000
<i>Glomus i.</i>	255.500	189.200	229.500	103.200	130.000	65.000	65.000
<i>Gliocladium v.</i>	185.300	255.700	187.200	305.400	50.000	125.000	195.000
BCC-1	60.000	257.300	214.800	556.700	100.000	175.000	0.000

Cuadro 20. Análisis de varianza del peso de la tercera calidad del Ajo Var. Perla.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	10984.0625	3661.354248	0.3219	0.811	3.16
BLOQUES	6	197369.3125	32894.886719	2.8918	0.037	2.66
ERROR	18	204751.3125	11375.073242			
TOTAL	27	413104.6875				

C. V. = 62.33 %

Cuadro 21. Resultados obtenidos de la longitud de planta completa del Ajo Var. California.

Trata.	Bloques					
	1	2	3	4	5	6
Best Ultra "S"	31.233	29.606	29.926	27.700	31.100	31.100
BCC-1	29.337	30.093	28.366	32.500	30.600	33.100
TH	27.993	26.833	29.613	33.800	31.600	30.800
Testigo	30.500	31.000	32.700	28.093	28.606	27.600

Cuadro 22. Análisis de varianza de la longitud de planta completa del Ajo Var. California.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	2.576172	0.858724	0.1780	0.909	3.29
BLOQUES	5	4.923828	0.984766	0.2042	0.954	2.90
ERROR	15	72.353516	4.823568			
TOTAL	23	79.853516				

C. V. = 7.28 %

Cuadro 23. Resultados obtenidos del peso de planta completa del Ajo Var. California.

Trata.	Bloques					
	1	2	3	4	5	6
Best Ultra "S"	145.453	136.706	137.706	104.600	112.900	129.700
BCC-1	127.407	109.626	135.440	115.500	112.200	113.100
TH	108.053	99.126	147.693	120.500	106.900	110.600
Testigo	110.900	101.200	115.900	98.126	117.820	132.913

Cuadro 24. Análisis de varianza del peso de planta completa del Ajo Var. California.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	773.875000	257.958344	1.6753	0.214	3.29
BLOQUES	5	1742.687500	348.537506	2.2636	0.101	2.90
ERROR	15	2309.625000	153.975006			
TOTAL	23	4826.187500				

C. V. = 10.45 %

Cuadro 25. Resultados obtenidos del diámetro de bulbo del Ajo Var. California.

Trata.	Bloques					
	1	2	3	4	5	6
Best Ultra "S"	60.603	59.464	60.919	67.000	70.700	73.800
BCC-1	58.212	59.196	60.122	72.000	69.300	70.200
TH	56.713	54.899	61.401	71.500	68.300	69.100
Testigo	70.500	66.900	69.500	56.288	56.743	57.053

Cuadro 26. Análisis de varianza del diámetro de bulbo del Ajo Var. California.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	24.320313	8.106771	0.1828	0.906	3.29
BLOQUES	5	188.148438	37.629688	0.8486	0.538	2.90
ERROR	15	665.132813	44.342186			
TOTAL	23	877.601563				

C. V. = 10.37 %

Cuadro 27. Resultados obtenidos del peso de bulbo del Ajo Var. California.

Trata.	Bloques					
	1	2	3	4	5	6
Best Ultra "S"	91.573	87.006	87.460	88.900	101.900	115.000
BCC-1	83.077	79.740	88.633	101.100	99.500	99.500
TH	76.566	72.026	94.840	106.100	94.800	96.900
Testigo	98.700	89.900	100.700	71.046	73.200	80.093

Cuadro 28. Análisis de varianza del peso de bulbo del Ajo Var. California.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	293.375000	97.791664	0.6822	0.579	3.29
BLOQUES	5	573.546875	114.709373	0.8002	0.568	2.90
ERROR	15	2150.328125	143.355209			
TOTAL	23	3017.250000				

C. V. = 13.19 %

Cuadro 29. Resultados obtenidos de cabezas de primera calidad del Ajo Var. California.

Trata.	Bloques					
	1	2	3	4	5	6
Best Ultra "S"	8.000	3.000	3.000	7.000	7.000	13.000
BCC-1	5.000	3.000	7.000	8.000	8.000	8.000
TH	3.000	3.000	6.000	9.000	6.000	8.000
Testigo	6.000	5.000	8.000	2.000	3.000	3.000

Cuadro 30. Análisis de varianza de la primera calidad del Ajo Var. California.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	19.166626	6.388875	0.9230	0.544	3.29
BLOQUES	5	42.833313	8.566663	1.2376	0.340	2.90
ERROR	15	103.833374	6.922225			
TOTAL	23	165.833313				

C. V. = 44.47 %

Cuadro 31. Resultados obtenidos de cabezas de segunda calidad del Ajo Var. California.

Trata.	Bloques					
	1	2	3	4	5	6
Best Ultra "S"	2.000	8.000	9.000	4.000	7.000	1.000
BCC-1	5.000	7.000	4.000	5.000	5.000	4.000
TH	6.000	5.000	7.000	5.000	7.000	6.000
Testigo	8.000	6.000	4.000	6.000	4.000	9.000

Cuadro 32. Análisis de varianza de la segunda calidad del Ajo Var. California.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	6.166687	2.055562	0.3936	0.762	3.29
BLOQUES	5	7.333313	1.466663	0.2809	0.916	2.90
ERROR	15	78.333313	5.222221			
TOTAL	23	91.833313				

C. V. = 40.93 %

Cuadro 33. Resultados obtenidos de cabezas de tercera calidad del Ajo Var. California.

Trata.	Bloques					
	1	2	3	4	5	6
Best Ultra "S"	5.000	4.000	3.000	4.000	1.000	1.000
BCC-1	5.000	5.000	4.000	2.000	2.000	3.000
TH	6.000	7.000	2.000	1.000	2.000	1.000
Testigo	1.000	4.000	3.000	7.000	8.000	3.000

Cuadro 34. Análisis de varianza de la tercera calidad del Ajo Var. California.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	6.333344	2.111115	0.4388	0.732	3.29
BLOQUES	5	21.500000	4.300000	0.8938	0.511	2.90
ERROR	15	72.166656	4.811110			
TOTAL	23	100.000000				

C. V. = 62.67 %

Cuadro 35. Resultados obtenidos del peso de cabezas de primera calidad del Ajo Var. California.

Trata.	Bloques					
	1	2	3	4	5	6
Best Ultra "S"	930.700	356.400	362.600	811.000	854.000	1595.000
BCC-1	557.200	324.700	781.700	927.000	950.000	965.000
TH	354.800	361.300	681.700	1111.000	742.000	879.000
Testigo	722.000	617.000	994.000	243.700	312.800	332.800

Cuadro 36. Análisis de varianza del peso de la primera calidad del Ajo Var. California.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	259601.0000	86533.664063	0.7910	0.520	3.29
BLOQUES	5	597517.0000	119503.398438	1.0924	0.405	2.90
ERROR	15	1640910.0000	109394.000000			
TOTAL	23	2498028.0000				

C. V. = 47.34 %

Cuadro 37. Resultados obtenidos del peso de cabezas de segunda calidad del Ajo Var. California.

Trata.	Bloques					
	1	2	3	4	5	6
Best Ultra "S"	162.900	171.000	765.500	308.000	609.000	81.000
BCC-1	437.000	595.500	341.600	460.000	435.000	343.000
TH	501.600	467.200	614.600	570.000	570.000	526.000
Testigo	697.000	506.000	331.000	472.900	313.400	724.800

Cuadro 38. Análisis de varianza del peso de la segunda calidad del Ajo Var. California.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	130229.5000	43409.83203	1.1448	0.364	3.29
BLOQUES	5	23145.0000	4629.00000	0.1221	0.983	2.90
ERROR	15	568800.5000	37920.03516			
TOTAL	23	722175.0000				

C. V. = 42.47 %

Cuadro 39. Resultados obtenidos del peso de cabezas de tercera calidad del Ajo Var. California.

Trata.	Bloques					
	1	2	3	4	5	6
Best Ultra "S"	280.000	231.700	183.800	215.000	65.000	58.000
BCC-1	221.800	260.900	266.200	128.000	107.000	185.000
TH	292.100	329.400	126.300	110.000	110.000	480.000
Testigo	61.000	226.000	186.000	349.100	471.800	143.800

Cuadro 40. Análisis de varianza del peso de la tercera calidad del Ajo Var. California.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	F _{0.05}
TRATA	3	20979.125000	6993.041504	0.3821	0.770	3.29
BLOQUES	5	14681.500000	2936.300049	0.1604	0.972	2.90
ERROR	15	274507.750000	18300.517578			
TOTAL	23	310168.375000				

C. V. = 63.81 %