

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Evaluación de Antagonistas Microbianos de Fitopatógenos en el Cultivo de Melón
(*Cucumis melo* L.).

Por:

OCTAVIO JAÉN ZAMBRANO

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

**Evaluación de Antagonista Microbianos de Fitopatógenos en el Cultivo de
Melón (*Cucumis melo* L.).**

Por:

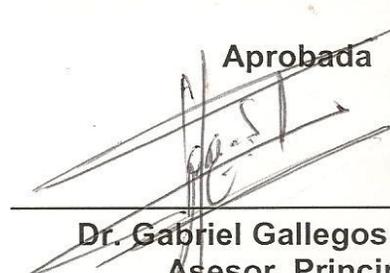
OCTAVIO JAÉN ZAMBRANO

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

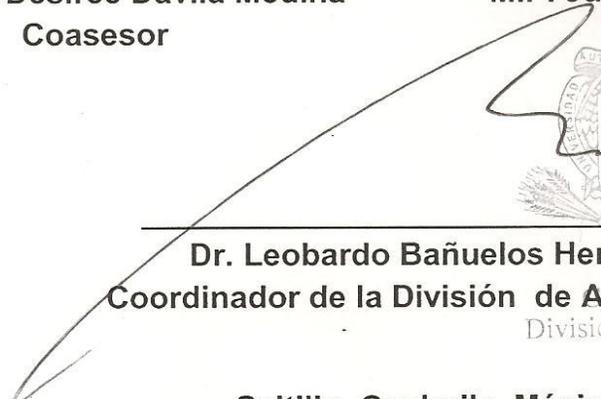
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Asesor Principal


M.C. Miriam Desiree Dávila Medina
Coasesor


M.P. Julio César Chacón Hernández
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2012

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** y a la **Virgen de Guadalupe** por haberme permitido realizar una etapa más en mi vida y un sueño, por ser mi guía durante toda mi vida y haberme acompañado en los mejores y peores momentos de mi vida y nunca dejarme solo, gracias por haberme ayudado a cumplir esta meta en mi vida

Con amor y respeto a mi universidad, “**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**” por haberme dado la oportunidad y su apoyo para desarrollarme dentro de sus áreas y poder terminar mi carrera como profesionista.

Al **Departamento de Parasitología** y sus maestros que me apoyaron con sus conocimientos semestre tras semestre para poder realizar esta meta gracias.

Al **Dr. Gabriel Gallegos Morales** por su apoyo en este trabajo, su colaboración y la aportación de sus conocimientos y sobre todo, por sus buenos consejos.

Al **M.P. Julio** por su importante contribución en la realización de este trabajo.

Al **Ing. Alberto Torres Moreno** por su apoyo durante mi semestre de prácticas y sus buenos consejos y el apoyo que me ha estado demostrando.

A todos profesores de la carrera de parasitología por su gran apoyo y conocimiento que me pudieron brindar durante toda la carrera

A todos mis compañeros de clase en especial a todos los de Generación CXII de Ingenieros Agrónomos Parasitólogos. Efrén, Oscar Angel, Emmanuel, Roberto, José Gabriel, Rudy Jonatán, Raúl, Nasheli, Sandra por convivir con ellos momentos inolvidables como compañeros universitarios en todos esos momentos que convivimos juntos durante toda la carrera

A mis amigos que siempre me apoyaron con sus consejos, compañía. Salvador de Jesús, Manuel de la luz, Donny Edilberto, Eduardo Ucan, Emmanuel luna y Jonathan Perez,

A mis amigas incondicionales que dejaron momentos especiales durante este tiempo. Cristina, Arely, Verónica, Ángeles.

A todas esas personas que me consideran como parte de su amistad y siempre me han demostrado un afecto de su sinceridad.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

JAVIER JAÉN RAMÍREZ

A ti papá por haber enseñado lo bueno y malo de vida, por haber pasado momentos malos y saberlos como superar por que veía en ti tu esfuerzo, tus desveladas que hacías para ayudarme con el afán de seguir adelante y nunca me dejaste solo por ser el padre más maravilloso del mundo pero sobre todo por el hombre de respeto que eres.

VIRGINIA ZAMBRANO HERNÁNDEZ

A ti mamá porque siempre estuviste conmigo, creíste en mi y sabías que podía salir adelante por tu apoyo y por tu consejos de madre porque eres la mejor mama te quiero

A mis hermanas:

Alejandra Jaén Zambrano, Elizabeth Jaén Zambrano y Ana Laura Jaén Zambrano por aquellos momentos que hemos disfrutado desde pequeños y el amor, cariño y respeto que nos tenemos como hermanos.

A mis abuelos

Guillermo Jaén Benítez por su enorme apoyo y cariño que me ha brindado desde niño que sin el este proyecto no se hubiera podido realizar gracias por tu apoyo y por ser el mejor abuelo del mundo.

María Félix Ramírez flores por su gran apoyo y comprensión que me ha brindado desde niño que siempre me quisiste con un hijo gracias abuela.

A mis tíos y sus esposas por sus buenos y enormes consejos, y que nunca me han dejado solo y son como unos hermanos para mí con respecto y enorme cariño. En especial a mi Héctor Jaén, salvador Jaén, Alfredo Jaén, Guillermo Jaén, Manuel Jaén, Román Jaén, Ricardo Jaén, Gonzalo Jaén, Arturo Jaén, Leticia Jaén, Alicia Jaén y Lucila Jaén.

A mis primos en especial a mi primo José Luis Jaén lázaro (+), por qué sé que siempre me estuvo apoyando y fue como un hermano para mí. Miguel ángel, Adela, Carla, Alejandro, Salvador, Diana, Nayeli, Guadalupe, Carlos Manuel, Vianey, Eduardo Jaén Marcelino

(+), Oscar, Luis Ángel, Ricardo, Luis Antonio, Gerardo, Fátima, , Angélica, Daniela Juan Carlos, Alejandra Melisa, Lizbeth, Gilberto, Joaquín, Marcos, Raquel, Adela gracias a todos mis primos por su grande apoyo y confianza

A mi abuela

María Teresa Hernández Santos que siempre nos ha demostrado su apoyo y cariño así mi madre y hermanas siempre incondicionalmente gracias.

A mis Tíos hermanos de mi mama Álvaro, Martin, Roberto José Luis, Marcelino, Ofelia, Leticia Ignacia por su apoyo moral que siempre demostraron dándome ánimos para salir adelante

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Página

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA	V
ÍNDICE DEL CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE CUADROS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
CUADROS DE APÉNDICES	XIV
RESUMEN	XV
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	3
HIPÓTESIS	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Generalidades del cultivo de melón	4
Origen e historia	4
Importancia del melón	4
Principales estados productores de melón	5
Características de la planta	6
Ubicación taxonómica.....	6
Descripción Botánica.....	7
Ciclo vegetativo	7
Sistema radical	7
Tallo.....	8
Hojas	8
Flores.....	8
Fruto	9
Semillas	9
Requerimientos ambientales	9
Condiciones Edáficas	10
Preparación del terreno	11
Siembra	11

Labores culturales	12
Fertilización	12
Plagas y enfermedades	13
Plagas.....	13
Afidos o pulgones (<i>Aphis spp.</i> y <i>Myzus persicae</i>)	13
Mosquita blanca (<i>Bemisia argentifolii</i>)	13
Gusano perforador del melón (<i>Diaphania nitidalis</i> , <i>Diaphania hyalinata</i>).	14
Minador de la hoja (<i>Liriomyza sativae</i> , <i>L. trifolii</i>).....	14
Nematodos (<i>Meloidogyne spp.</i>).....	14
Enfermedades	15
Cenicilla polvorienta (<i>Erysiphe cichoracearum</i>).....	15
Mildiu de las Cucurbitáceas (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>).	16
Virosis.....	16
Virus del mosaico amarillo del zuchine ((VMAZ)	17
Virus del mosaico del pepino ((VMP) Grupo Cucumovirus).....	17
Virus del mosaico del zapallo ((VMZ) Grupo Geminivirus).	17
Cosecha	17
Antecedentes e Importancia del control biológico	18
Microorganismo antagónico.....	18
Mecanismos de acción	18
Competencia	19
Competencia por nutrimentos.....	19
Parasitismo.....	19
Producción de sideroforos	20
Genero <i>Trichoderma</i>	20
Morfología.....	21
<i>Trichoderma</i> como regulador de crecimiento	22
<i>Bacillus subtilis</i> como antagonista.	23
Características generales de la bacteria <i>Bacillus subtilis</i>	24
<i>Bacillus subtilis</i> como promotor en el crecimiento de plantas.....	25
Promoción de crecimiento	25

Producción de fitohormonas	26
Solución de minerales	26
Actinomicetos.....	27
Condiciones de crecimiento.....	28
Composición química	28
Control biológico.....	29
Humus liquido de lombriz.....	30
MATERIALES Y MÉTODOS	31
Localización del sitio experimental	31
Procedimiento experimental	31
Siembra de la semilla de melón en charola	31
Preparación del terreno	32
Instalación del sistema de riego y acolchado.....	32
Trasplante de plántula de melón.....	33
Material biológico.....	33
Preparación de los materiales biológicos.....	33
Aplicación de tratamientos.....	34
Control de plagas.....	34
Control de enfermedades de follaje	35
Variables a cuantificar y evaluar	35
Diámetro polar.....	35
Diámetro ecuatorial	36
Peso	36
Grados azúcar (grados Brix).....	37
Firmeza.....	37
Números de melones.....	38
Número de plantas muertas en post emergencia	38
Diseño Experimental	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
Peso.....	41
Diámetro polar	43

Diámetro ecuatorial.....	45
Firmeza.....	47
Grados Brix.....	49
Comparación del rendimiento en el número de melones de la cosecha del cultivo del melón	51
Comparación de los tratamientos de plantas muertas en post emergencia.....	52
CONCLUSIONES	53
LITERATURA CITADA.....	54
APÉNDICE.....	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro. No.		Pág.
Cuadro 1.	Análisis de varianza de las medias del peso del melón (kg) por fecha de muestreo	42
Cuadro 2.	Análisis del diámetro polar en el fruto del melón bajo tratamientos microbiológicos en campo.....	44
Cuadro 3.	Análisis de varianza de las medias de la firmeza del melón (kg/cm ²) por fecha de muestreo.	48
Cuadro 4.	Análisis de varianza de las medias de los grados Brix del melón con el uso de microorganismos.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°		pág.
Figura 1.	Siembras de la semilla.....	31
Figura 2.	Planta en desarrollo.....	31
Figura 3.	Instalación de cintilla.....	32
Figura 4.	Instalación del acolchado.....	32
Figura 5.	Perforación del plástico.....	33
Figura 6.	Trasplante del melón.....	33
Figura 7.	Aplicación de tratamientos al drech.....	34
Figura 8.	Medición de diámetro polar.....	35
Figura 9.	Mediciones del diámetro ecuatorial.....	36
Figura 10.	Peso del melón.....	36
Figura 11.	Colocación de la gota del jugo del melón.....	37
Figura 12.	Lectura de la densidad del jugo del melón.....	37
Figura 13.	Corte de la corteza superficial del melón	37
Figura 14.	Medición de la firmeza del melón.....	37
Figura 15.	Conteos de No de melones/m ²	38
Figura 16.	Muerte post emergente en plántula de melón.....	38
Figura 17.	Comportamiento del peso del melón bajo tratamientos microbiológicos durante el ciclo del cultivo.	42
Figura 18.	Comparación de las medias del diámetro polar bajo tratamientos de microorganismos con sus diferentes fechas de cosecha.	44

Figura 19.	Comparación de medias del diámetro ecuatorial del cultivo del melón bajo tratamientos microbiológicos.....	45
Figura 20.	Comparación de medias del diámetro ecuatorial en las diferentes fechas de cosecha del cultivo del melón.....	46
Figura 21.	Análisis de la firmeza del fruto del melón en las diferentes fechas del cultivo y bajo tratamientos con diversos agentes microbianos de control de, la pudrición de raíz.	48
Figura 22.	Comparación de medias de los grados Brix del fruto del melón en diferentes fechas del cultivo bajo diferentes tratamientos microbiales al suelo.....	50
Figura 23.	Efecto de los tratamientos microbiológicos sobre el número de melones producidos por m ² en el cultivo del melón.....	51
Figura 24.	Comparación de medias del número de plantas muertas del cultivo del melón bajo la aplicación de microorganismos antagónicos de fitopatógenos al suelo.....	52

CUADROS DE APÉNDICES

Cuadro N°.		Pág.
Cuadro 5.	Análisis de varianza del diámetro polar del melón de los 6 muestreos en el cultivo del melón	63
Cuadro 6.	Análisis de varianza del peso del fruto del melón de los 6 muestreos	63
Cuadro 7.	Análisis de varianza del diámetro ecuatorial del melón de los 6 muestreos del cultivo del melón	63
Cuadro 8.	Análisis de varianza de la firmeza del melón de 4 muestreos del cultivo del melón.....	63
Cuadro 9.	Análisis de varianza de sólidos solubles (grados Brix) del melón en los 5 muestreos en el cultivo del melón.....	64
Cuadro 10.	Análisis de varianza del número de melones por m ² del cultivo del melón.....	64
Cuadro 11.	Análisis de varianza de número de plantas muertas en post emergencia en el cultivo del melón	64

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el campo experimental “el bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, México. El objetivo fue evaluar los productos experimentales a base de *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, Actinomicetos, Producto B y composta de lombriz, como productos promotores del desarrollo del cultivo del melón así como su actividad antagónica contra enfermedades de suelo, como *Fusarium oxysporum f. sp. melonis* principalmente. El trabajo experimental se efectuó con 5 tratamientos más el testigo, que se aplicaron al cultivo del melón con una dosis de 10ml/L, la aplicación fue dirigida a la base de la planta. Se determinaron las variables de calidad del diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, firmeza, números de melones/m² y muerte postemergente de plantas de melón. Los resultados indican que los tratamientos tratados con microorganismo muestran diferencias significativa ($P \leq 0.05$) en comparación con el testigo, en las variables peso, diámetro polar, grados Brix, mientras que la variable núm. de melones, no muestran diferencias significativas con esto se demuestra que los microorganismos son promotores importantes en el desarrollo de la planta mejorando la calidad de frutos, se observó también efecto antagónico o de supresión de patógenos del suelo en todos los productos biológicos en comparación con el testigo significativamente.

Palabras claves: productos experimentales, *Trichoderma h.*, *Bacillus s.* *Actinomicetos.*, composta de lombriz, diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, firmeza, números de melones/m² y muerte postemergente de plantas de melón

INTRODUCCIÓN

Existe un grupo importante de hongos y bacterias que presentan efectos antagónicos contra otros microorganismos y esta acción puede ser aprovechada como una forma de control biológico de patógenos vegetales. Entre los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Bacillus* y hongos de los géneros *Gliocladium* y *Trichoderma*. Este último es el más utilizado para el control de un grupo importante de patógenos del suelo. El efecto principal de *Trichoderma* es por hiperparasitismo, aunque algunas especies y cepas pueden producir metabolitos bioactivos que incrementan su acción, además algunos aislamientos controlan nematodos del genero *Meloidogyne*, (Orietta y Larrea, 2001).

En el mundo biológico existe interacción continua entre los patógenos potenciales y sus antagonistas, de forma tal que estos últimos contribuyen a que en la mayoría de los casos no se desarrolle la enfermedad. En condiciones naturales los microorganismos están en un equilibrio dinámico en la superficie de las plantas.

Entre los principales agentes causantes de enfermedades en hortalizas, se encuentran los hongos patógenos. En los cultivos de melón las principales enfermedades encontradas son las que atacan al sistema radicular, como la pudrición de raíz del melón (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*) que ocasionan pérdidas considerables en la producción de este cultivo; aunque dichas enfermedades se asocian a otros hongos como son *Pythium* sp, *Verticillium* sp y *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* respectivamente, (Mendoza, 1996).

El uso de biofertilizantes ha mejorado la comprensión de la relación planta-microorganismo en su contribución a minimizar los riesgos de degradación de los suelos y a maximizar el regreso de energía a los sistemas de producción. En condiciones naturales o con bajo nivel de disturbio en la vegetación original, se ha demostrado que la interdependencia planta-microorganismo ha contribuido al mantenimiento, funcionamiento y estabilidad de los ecosistemas como consecuencia de la diversidad de las especies en las comunidades vegetales (Read, 1998).

Por este motivo se hace énfasis en los microorganismos antagónicos también como promotores de crecimiento de las plantas así como benefactores y mejoradores del suelo.

El suelo de Buenavista, Saltillo, Coahuila es un suelo pobre en materia orgánica, alto en carbonatos de calcio y abundante en microflora y microorganismos fitopatógenos por la diversidad de experimentación agrícola que ahí se ha realizado. Basado en ello se pretendió evaluar la capacidad autodegradadora de productos experimentales a base de microorganismos antagónicos como medio de control y promoción del crecimiento en el cultivo del melón.

OBJETIVO

** Evaluar productos experimentales de *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, Actinomicetos. Y doble composta líquida de lombriz, como productos promotores del desarrollo del cultivo del melón y antagonista a *Fusarium oxysporum f. sp. melonis*.

HIPÓTESIS

** Se espera que existan diferencias significativas en las variables agronómicas del cultivo dependiendo del producto experimental aplicado.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del cultivo de melón

Origen e historia

Zapata (1989) menciona que el melón, *Cucumis melo* L., es una planta que pertenece a la familia Cucurbitaceae, de origen no establecido, posiblemente del oeste de Asia. Parece que los primeros testimonios del cultivo de ésta especie provienen de fuentes Egipcias, unos veinticuatro siglos antes de Cristo, aunque no se ha podido establecer en parte alguna la existencia de plantas silvestres.

El melón fue conocido al comienzo de la era cristiana y durante la edad media desapareció, salvo en España, ocupada en aquel tiempo por los Árabes que ya utilizaban las camas de estiércol para acelerar el cultivo (Marco, 1969; Guenkov, 1974). Hay quienes lo creen originario de los países cálidos de Asia y algunos autores aseguran haberlo encontrado en forma espontánea en el continente Africano (García, 1959).

Importancia del melón

El melón es uno de los cultivos de mayor importancia económica y social para nuestro país (Espinoza *et al.*, 2009). Dada la existencia de consumidores de altos ingresos en algunos países Europeos, se ha buscado diversificar el mercado del melón mexicano, aprovechando la demanda que estos países representan; sin embargo, los altos costos de transporte y lo perecedero de este fruto, constituyen un serio obstáculo para el aprovechamiento de estos mercados (USDA, 2007). En el 2005 México se colocó como el primer país productor y principal exportador de melón a los Estados Unidos de América ya que lo abastece en un 99 % del total de sus importaciones (Espinoza *et al.*, 2009).

La producción de melón en México en el periodo de 1995-2005 tuvo un aumento del 3%, lo cual representó un incremento en la producción de 156,000 toneladas; las variedades más cultivadas son tres: Cantalupensis, Inodorus y Saccharinus. En América se producen, principalmente, las variedades Cantaloupensis e Inodorus y en Europa se producen los melones de la variedad Saccharinusa.

Principales estados productores de melón

La superficie cosechada en México, en el periodo de 1995-2005, presentó un comportamiento con tendencia a la baja, ya que al inicio del periodo se cosecharon 28,960 has. y para el año 2005 disminuyó a 22,086 has. El estado con mayor superficie cosechada es Coahuila y su participación es de 13% de la superficie cosechada total, le siguen: Guerrero, Sonora, Durango, Michoacán, Colima y Chihuahua, que en conjunto participan con el 72% de la superficie total cultivada de melón en México (ASERCA, 2011).

En el 2008, los principales estados productores de melón fueron: Michoacán, con un total de 110,819.27 toneladas, seguido por Coahuila con 104,507.45; Sonora con 84,004.37; Guerrero con 77,218.00; Durango con 51,457.00 y finalmente Colima con 46,861.00 (ASERCA, 2011).

Para el 2009, la producción de melón aumentó, Coahuila se convirtió en el primer productor de esta fruta, ya que obtuvo una producción de 121,404.30 toneladas, seguido por Michoacán con 110,924.85; Guerrero con 82,803.00; Sonora con 53,749.30; Durango con 51,400.00 y finalmente Colima con 39,815.00.(Fundación Produce, 2010)

Características de la planta

El melón por su origen es de clima templado, cálido y luminoso; suele presentar en condiciones normales de cultivo una vegetación exuberante con tallos poco consistentes y tiernos que adquieren su mayor desarrollo en las estaciones secas y calurosas. El melón es una planta herbácea, anual y rastrera, su raíz principal llega a medir hasta 1m de profundidad y las raíces secundarias son más largas que la principal, llegando a medir hasta 3.5m y ramificándose abundantemente (Valadez, 1994). Su región de exploración y absorción se encuentra en los 40 y 45cm de profundidad. En las primeras etapas de desarrollo (entre 15 y 30 días) el sistema de raíces del melón crece más rápido que el de la sandía y el pepino (SIAP, 2010)

Ubicación taxonómica

USDA-NRCS (2009), ubica al cultivo del melón de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

Superdivision: Spermatophyta

Division: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Violales

Familia: Cucurbitaceae

Género: *Cucumis*

Especie: *C. melo* L.

Descripción Botánica.

El melón (*Cucumis melo* L.) pertenece a la familia Cucurbitaceae la cual abarca un cierto número de especies cultivadas, como lo son los pepinos, calabazas y sandías. Para diferenciar las variedades entre si es necesario emplear las características que sean relativamente fáciles de medir y que produzcan resultados consistentes de un año a otro. Las mejores características son morfológicas, que pueden clasificarse visualmente y que estén presentes, son pocas las características de este tipo y el observador debe recurrir por lo general a características contiguas (Cano y Espinoza, 2002).

Ciclo vegetativo

Es una planta anual, herbácea, de porte rastrero o trepador, cuyo ciclo vegetativo se ve afectado principalmente por las temperaturas y por el cultivar que se trate. El ciclo fenológico desde la siembra hasta la fructificación varia de 90 a 110 días; necesitan 1178 unidades de calor (punto crítico inferior a 10 °C y superior de 32 °C) para inicio de cosecha y un total de 1421 unidades calor para completar el ciclo (Cano y Gonzales, 2002).

Sistema radical

El sistema radical es moderadamente extensivo, constituido por una raíz principal y profundo; algunas raíces secundarias producen raíces laterales más superficiales que se desarrollan rápidamente, pudiendo ocupar un radio aproximadamente de 30 a 40 cm., en el suelo, son abundantes, rastreras, fibrosas, superficiales y muy ramificadas, con gran cantidad de pelos absorbentes (Gutiérrez, 2008).

Tallo

Su tallo principal está cubierto por formaciones pilosas y presentan nudos en los que se desarrollan hojas zarcillos y flores, brotando nuevos tallos de las axilas de las hojas; pudiendo llegar a medir de 3 a 4m de longitud; bajo condiciones naturales. (SIAP, 2010)

Hojas

Sus hojas de limbo orbicular a ovado, reniforme o pentagonal, dividido en 3 a 7 lóbulos con los márgenes dentados, las hojas también son vellosas en el envés (SIAP, 2010)

Flores

Las flores son solitarias o inflorescencias, de color amarillo (SIAP, 2010). Pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas y de acuerdo a su relación, pueden ser monoicas (la planta es portadora de flores masculinas y de flores hermafroditas) y gimnomonoicas (la planta posee flores hermafroditas y femeninas) aunque lo normal es que sean monoicas o andromonoicas. En primer lugar aparecen las flores masculinas que se encuentran agrupadas en inflorescencias que reúnen, en cada nudo, de 3 a 5 flores, salvo en aquellos casos en donde se encuentran flores femeninas. Tanto las flores femeninas y hermafroditas se presentan solitarias, en el extremo de unos pedúnculos cortos y vigorosos que brotan en el primer o segundo nudo de las ramas fructíferas, las cuales pueden alargarse y originar, por lo tanto, numerosas flores masculinas y una o dos flores femeninas. La fecundación es principalmente entomófila (Pérez *et al.*, 2003).

Las flores masculinas se encuentran en un número mucho mayor que las flores femeninas. La proporción de flores masculinas, femeninas o hermafrodita, varia especialmente con las condiciones climáticas (luz, temperaturas, humedad relativa). Las flores masculinas tienen 5 sépalos 5 pétalos amarillos; los estambres en la

masculina como en las hermafroditas son tres, dos de los cuales están soldados hacia la base. El polen de los estambres de las flores hermafroditas, según sus cualidades fisiológicas, no se diferencian con el de las flores masculinas (COEMEL, 2010).

Fruto

El fruto recibe el nombre botánico de pepónide y de una infrutescencia carnosa unilocular, constituida por un mesocarpio (Cano y Espinoza, 2002). La forma del fruto es variable (esférica, elíptica, a ovada, etc.); la corteza de color verde, amarillo, o blanco, puede ser lisa, reticulada o estriada. La pulpa puede ser blanca, amarilla o anaranjada. La placenta contiene las semillas y es gelatinosa o acuosa (SIAP, 2010)

Semillas

Son muy numerosas, de tamaño regular, ovaladas, achatadas y no marginadas. La placenta contiene las semillas es gelatinosa o acuosa (SIAP, 2010)

Requerimientos ambientales

El melón requiere calor para su desarrollo y humedad no excesiva, pues de lo contrario su crecimiento no es normal, lo cual ocasiona que no maduren bien los frutos. Se considera que el melón es una hortaliza de clima cálido y el rango óptimo de temperatura es de 24 °C a 30 °C. Cuando el fruto se encuentra en la etapa de maduración debe haber una relación de temperatura durante el día y la noche, es decir temperaturas altas de día y por las noches frescas (15°C–18 °C) y se dice que el cultivo se desarrolla en un amplio rango de suelos, prefiere los ligeramente ácidos o moderadamente alcalinos y bien drenados (Valadez, 1997).

El melón necesita una gran cantidad de calor para asegurar el desarrollo y madurez de los frutos, los cuales son mas olorosos cuando se producen y maduran en un ambiente seco y cálido. Para la germinación necesita temperaturas comprendidas entre 12 a 23 °C, aunque su mejor germinación se consigue entre los 18 a 20 °C. Durante el período de desarrollo, las temperaturas cercanas a los 18 y 30 °C le son muy benéficas, siempre y cuando la mínima no descienda de 15°C, ni la máxima sobrepase a los 30°C; la temperatura ideal para la maduración es de 18°C consiguiéndose mayor número de grados Brix cuando sobrepasa este valor. La temperatura del suelo debe ser mayor a 10 °C, ya que a mayor temperatura aumenta la absorción del agua en las raíces. El melón no es muy exigente, ya que prefiere terrenos ricos, profundos y bien molidos, con buena reserva de agua. El pH más adecuado es de 6 a 7.5. Esta hortaliza no se produce en terrenos muy arenosos, ni muy húmedos, y mucho menos en suelos ácidos, que tengan problemas con nematodos, prefiere suelos libres de nematodos y con reacción ligeramente alcalina. (Martínez, 1998).

Condiciones Edáficas

El cultivo del melón prospera con mejores resultados en terrenos de aluvión ligeramente arenosos que presentan un buen sistema de drenaje para evitar el estancamiento del agua. Prefiere los suelos francos arenosos, aunque se siembre en cualquier tipo de suelos. En el caso de la variedad cantaloupe deben ser ricos en materiales orgánicos o estar en un mediano estado de fertilidad y sin problemas de alcalinidad. Esta variedad requiere de noches tibias y días bastantes calientes y de la nula presencia de heladas. Las condiciones atmosféricas son un factor muy importante para la calidad de la fruta, la poca humedad relativa, durante el periodo de maduración, favorece el desarrollo de una cascara dura y áspera con el tejido de red bien marcado y solidez de la pulpa requisitos estos indispensables para el producto de exportación, que puede resistir el maltrato del transporte o bien un prolongado periodo de almacenamiento (Fersini, 1982). El cultivo es tolerante a: Acidez:

ligeramente; sales: moderada; Fluctuación de pH favorables: 6.0 a 7.0 (Castaños, 1992).

Preparación del terreno

Hay que tomar en cuenta las condiciones climáticas y edáficas que exige el cultivo del melón. La labranza básica se efectúa con arados de vertederas o con arados de discos. Para obtener una buena labranza, primero debe limpiarse el terreno previamente con una rastra de discos, para así lograr una incorporación superficial del material orgánico. De acuerdo con la profundidad de enraizamiento de la hortaliza, se ara la tierra con un barbecho de 20 a 40 cm de profundidad (Fersini, 1982).

Siembra

La siembra, según Castaños, (1992) puede ser directa o de trasplante, siembra en almácigo o invernadero.

Periodo de crecimiento en almácigo: 21 - 28 días Temperaturas óptimas en almácigo: Día: 21 – 24 °C, Noche: 16 – 18 °C Comportamiento al trasplante: Susceptible. Cantidad de semilla en almácigo: 500 gr/ha. Siembra directa (la más usada). Cantidad de semilla de 2 - 2.5 Kg/ha. Profundidad de siembra es de 2.5 cm. La temperatura del suelo para la germinación: Mínima 16 °C, Máxima 35 °C Temperatura durante el crecimiento: Mínima 16 ° C, Máxima 33 ° C, oscilación óptima: 18 - 24 ° C. Distancia: entre surcos 184cm, entre plantas 30cm. Desarrollo radical (profundidad): 85 - 115cm días desde la siembra hasta la madurez son de 100 a 120 (Castaños, 1992).

Labores culturales

Poda y Aclareo. No todos los estados productores realizan estas prácticas y cuando las efectúan son diferentes a las que se realizan en sandía. En melón forma sus flores hermafroditas y femeninas en las ramas secundarias (Valadez, 1994).

Deshierbes. Esta actividad se realiza con el fin de evitar la infestación de plagas y enfermedades al cultivo, al servir las malezas de hospederos, además de aporcar a la base de la planta con un azadón. Es un cultivo que produce buenos rendimientos si se mantienen los terrenos libres de hierbas no deseadas, durante las primeras etapas de crecimiento.

Acomodo de Guía. Se realiza con el fin de depositar las guías dentro del área de las camas (Zapata, 1989).

Fertilización

Nitrógeno. Durante la época de plantación, la hortaliza deberá recibir de 35 a 70 Kg/ha, aplicados en una banda colocada en unos centímetros de lado y debajo del sitio donde descansará la semilla. Posteriormente, cuando las guías empiecen a desarrollarse, se fertilizará a los lados del surco, con dosis de 70 Kg/ha, hasta completar de 115 a 160 kg de acuerdo al tipo de suelo y las dosis empleadas en el cultivo anterior (Valadéz, 1994).

Fósforo. Este elemento se aprovecha mejor cuando se aplica en bandas, que cuando se distribuye al voleo. La fertilización rinde mejores resultados cuando los análisis de los suelos reportan concentraciones debajo de 8 - 15 ppm.

La dosis fluctuara entre los 135 - 200 Kg/ha, colocado en bandas gemelas, 15 cm a los lados y 15 cm debajo de la semilla, durante la época de plantación (Valadéz, 1995).

Potasio. De acuerdo a los resultados de los análisis, cuando se reporten concentraciones de 80 ppm, se usarán de 100 a 220 Kg/ha, al voleo e incorporados al suelo, antes del rayado de las camas (Valadéz, 1995).

Otros Nutrientes. A pesar de que se acostumbran aplicaciones de zinc, de acuerdo a los resultados de trabajos experimentales, este cultivo no responde satisfactoriamente al empleo de micronutrientes (Burgueño, 1994).

Plagas y enfermedades

Plagas

Afidos o pulgones (*Aphis spp.* y *Myzus persicae*)

Pulgones *Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas áptera del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas. El principal daño es la transmisión de virus (mosaico de la sandía, mosaico amarillo del zucchini y el manchado de la papaya), aunque el primero de ellos también extrae savia de la planta y excreta mielecilla, (Fu y Ramírez, 1999).

Mosquita blanca (*Bemisia argentifolii*)

Esta plaga ocasiona los siguientes tipos de daño a sus plantas hospederas: succión de la savia, lo que reduce el vigor de la planta y su producción; excreción de mielecilla, sobre la cual se desarrollan hongos de color negro conocidos comúnmente como "fumagina", que interfieren con la actividad fotosintética de las hojas y pueden disminuir la calidad de la cosecha; transmisión de enfermedades virales e inyección

de toxinas, las cuales inducen desórdenes fisiológicos en las plantas, (Cano *et al.*, 2000).

Gusano perforador del melón (*Diaphania nitidalis*, *Diaphania hyalinata*).

Gusano del fruto de melón *Diaphania spp.* Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes o en botones florales donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta los estigmas dentro de las flores, pueden minar tallos o pecíolos y alimentarse de las hojas. Las larvas grandes se desplazan del follaje hacia los frutos en desarrollo, y su presencia en frutos se puede reconocer por uno o varios agujeros que exudan un excremento fresco de color naranja, (Pinales y Arellano, 2001).

Minador de la hoja (*Liriomyza sativae*, *L. trifolii*.)

Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las típicas galerías. La forma de las galerías es diferente, aunque no siempre distinguible, entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, para dar lugar posteriormente a los adultos, (Pinales y Arellano, 2001).

Nematodos (*Meloidogyne spp.*)

Afectan prácticamente a todos los cultivos hortícolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces que le dan el nombre común de "jicamilla" penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos "rosarios". Estos

daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchites en verde en las horas de más color, clorosis y enanismo. Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte de tierra. Además, los nematodos interactúan con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado, (Agronet: Melón, 2005).

Enfermedades

Cenicilla polvorienta (*Erysiphe cichoracearum*).

La cenicilla de las cucurbitáceas causada por el hongo *Erysiphe cichoracearum* se presenta en pepino, melón, calabaza; la enfermedad es más severa cuando el clima es cálido y seco. En general no es destructiva, pero esporádicamente puede ser epífita, causando pérdidas casi totales en los cultivos. La cenicilla de las cucurbitáceas ataca primero las hojas, estas se cubren por sus dos caras con manchas blancas, pulverulentas, circulares y rápidamente coalescen. Primero se desarrollan manchas cloróticas y el tejido posteriormente se torna café secándose. Los pecíolos y los tallos pueden también ser invadidos aunque en forma más benigna, las hojas afectadas se vuelven de color amarillo y se secan. Los frutos casi nunca son afectados. Su forma imperfecta está formada por conidióforos cortos, productores de cadenas más o menos largas de conidias. La forma perfecta corresponde a los cleistotecios, cuerpos globosos, pequeños cerrados y negros, que tienen varias ascas y están rodeados de varios apéndices miceloides llamados fulcros, que siendo flácidos e indefinidos se parecen a hifas somáticas, (Cruz O. *et al.*, 1998).

Mildiu de las Cucurbitáceas (*Pseudoperonospora cubensis*).

El mildiu de las cucurbitáceas, inducido por *Pseudoperonospora cubensis*. La enfermedad se manifiesta con manchas café amarillentas irregulares en el haz de las hojas; con el tiempo se tornan color café. En época de lluvias y nublados constantes en el envés, las lesiones son de color oscuro con algodoncillo ligeramente púrpura. Este parásito presenta micelio cenocítico con haustorios globosos que a veces se ramifican digitadamente, esporangióforos en grupos de uno a cinco ramificados entre dicotómica y monopódicamente. Los esporangios son grises a purpúreos de ovoides a elípticos, papilados, germinan indirectamente y liberan zoosporas biflageladas. *P. cubensis* requiere de altas humedades relativas, así como temperaturas entre 8-30°C con óptimas de 15-27°C, siempre y cuando prevalezcan rocíos y neblinas, (Mendoza, 1996).

Marchitez o fusariosis.

Es una enfermedad provocada por el hongo *Fusarium oxysporum f. sp. melonis*. El cual penetra en las raíces y más fácilmente en las heridas de estas, como las causadas por los nematodos. Las plantas pueden ser atacadas en cualquier edad, las muy jóvenes pueden morir en corto tiempo; en las adultas se aprecia un marchitamiento en la parte terminal de las ramas, el cual avanza hasta manifestarse en toda la planta (Valadéz, 1995).

Virosis.

Virus de diversos tipos (Mosaico Amarillo del zucchini; Mosaico del pepino; Mosaico de la sandía; Mosaico del tabaco). Los síntomas en la hoja son: Mosaico con abollonaduras, filimorfismo, amarilleo con necrosis en limbo y pecíolo; en frutos: abollonaduras, reducción del crecimiento, malformaciones. La transmisión es por pulgones y por la mosquita blanca, (Ramírez, 1999).

Virus del mosaico amarillo del zuchine ((VMAZ)

Es transmitido por áfidos, produce Lesiones cloróticas, aclaración de venas, mosaico amarillento y deformación. (Agronet: Melón, 2005).

Virus del mosaico del pepino ((VMP) Grupo Cucumovirus).

Se transmite por áfidos y semilla, sus síntomas son: Moteado, deformación de hojas, flores y frutos, aclaración de venas y acaparamiento. (Agronet: Melón, 2005).

Virus del mosaico del zapallo ((VMZ) Grupo Geminivirus).

Se transmite por mosca blanca, sus síntomas son: Mosaico moteado, arrugamiento de hojas, acaparamiento y lesiones cloróticas, (Agronet: Melón, 2005).

Cosecha

La cosecha se inicia cuando los frutos han tomado un color anaranjado con la red bien formada y que se desprendan con facilidad de la planta. Si la venta al mercado se retrasara, los frutos no deben tener el color indicado, pero contar con la red reticulada bien formada. Otro indicador de gran utilidad, es el doblamiento del pedúnculo que une al tallo con el fruto (Valadéz, 1995).

El rendimiento promedio anual del melón en México es de 21 ton/ha. Su tendencia ha sido ascendente, situándose en 15 ton/ha en 1995 y finalizando con 26 ton/ha en 2005. (SIAP 2005).

Antecedentes e Importancia del control biológico

La necesidad de reducir el uso de fungicidas químicos y productos fitosanitarios de síntesis ha dado paso al uso de microorganismos benéficos. En efecto, la demanda impuesta por la sostenibilidad está conducida al uso de estrategias que mantengan una protección del medio ambiente. En este contexto el uso de inóculos microbianos, incluyendo algunos que han sido modificados genéticamente, está cobrando nuevamente interés. Los microorganismos más usados pertenecen a los géneros *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Trichoderma*, *Streptomyces*, etc. (Sid et al., 2000)

Microorganismo antagónico

En el mundo biológico existe una interacción continua entre los patógenos potenciales y sus antagonistas, de forma tal que estos últimos contribuyen a que en la mayoría de los casos no se desarrollen la enfermedad. En condiciones naturales los microorganismos están en un equilibrio dinámico en la superficie de las plantas.

Mecanismos de acción

Se han descrito varios mecanismos de acción de los antagonistas para controlar el desarrollo de patógenos. Algunos de estos son antibiosis, competencia por espacio o por nutrientes, interacciones directas con el patógeno (micoparasitismo y lisis enzimática) e inducción de resistencia. No es fácil determinar con precisión los mecanismos que intervienen en las interacciones entre los antagonistas y los patógenos en la planta. En general, los antagonistas no tienen un único modo de acción y la multiplicidad de estos es una característica importante para su selección como agentes de control biológicos, el antagonista posee varios modos de acción y reduce los riesgos de desarrollo de resistencia en el patógeno.

Este riesgo de resistencia también se reduce mediante el uso de combinaciones de antagonistas con diferente modo de acción, (Orietta y Larrea, 2001).

Competencia

Esta constituye un mecanismo de acción antagónica muy importante. Puede definirse como el comportamiento desigual de dos o más organismos ante un mismo requerimiento, siempre y cuando la utilización del mismo por uno de los organismos reduzca la cantidad disponible para los demás. Un factor esencial para que exista competencia es la escasez o limitación de un elemento porque si hay exceso no hay competencia, (Orietta y Larrea, 2001).

Competencia por nutrientes

La competencia más común es por nutrientes, oxígeno o espacio. *Botrytis cinerea* y *Penicillium expansum* son dos hongos de poscosecha típicamente dependientes de los nutrientes, como hongos necrotrofos sus esporas requieren de estas sustancias para germinar y comenzar el crecimiento de las hifas antes de penetrar al sustrato. Esos nutrientes se encuentran en las heridas de las frutas y es allí, donde la competencia microbiana actúa inhibiendo el desarrollo de estos patógenos. , (Orietta y Larrea, 2001).

Parasitismo

Un tipo de interacción directa entre los antagonistas y los patógenos es el parasitismo (Lecuona, 1996). El parasitismo es la acción de un microorganismo parasitando a otro y puede ser definido como una simbiosis antagónica entre organismos. Este consiste en la utilización del patógeno como alimento por su antagonista. Generalmente, están implicadas enzimas extracelulares tales como quitinasa, celulasa, D1, 3 - glucanasa y proteasa, que rompen las estructuras de los hongos parasitados. Los ejemplos más conocidos de hongos hiperparásitos son

Trichoderma y *Gliocladium*, ambos ejercen su acción mediante varios mecanismos, entre los cuales tiene un rol importante el parasitismo. Los hongos del género *Trichoderma* han sido muy estudiados como antagonistas de patógenos de suelos como *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Sclerotium cepivorum*.

Producción de sideroforos

Uno de los mecanismos de competencia más ampliamente estudiados en el control biológico es la producción de sideroforos como mecanismos de control biológico. Estos se han asociado también con la capacidad de incrementar el desarrollo y rendimiento de las plantas (Kloepper *et al.*, 1989). Los sideroforos son compuestos extracelulares de bajo peso molecular producidos por muchos microorganismos aeróbicos y anaeróbicos facultativos con una afinidad muy alta para el hierro férrico. Se ha reportado recientemente que los sideroforos tienen la capacidad de secuestrar el hierro, lo que proporciona una ventaja competitiva a los microorganismos ya que queda poco disponible para los fitopatógenos de suelo como *Fusarium sp.*, entre otros. Estos sideroforos secuestran el Fe^{3+} y lo regresan al interior de la célula bacteriana también puede solubilizarlo en el suelo y hacerlo disponible para la planta, (virgen, 2000).

Genero *Trichoderma*

Trichoderma es un género de hongos que se describió en 1794, incluyendo hongos anamórficos aisladas principalmente de suelo y materia orgánica en descomposición (Person, 1794). Dentro de este género incluyen colonizadores del suelo muy eficaces con un alto potencial de biodegradación, y simbioses de plantas no estrictamente colonizadores de rizosfera. El Conceptos de especie dentro de *Trichoderma* son muy amplios, se ha traducido en el reconocimiento de muchos grupos infraespecíficos. Algunos grupos de biotipos dentro de este conglomerado son capaces de antagonizar a hongos fitopatógenos mediante el uso de la

colonización del sustrato, antibiosis y / o micoparasitismo como los principales mecanismos. Este potencial antagonista de *Trichoderma* como una alternativa al control químico contra una amplia gama de hongos patógenos de plantas (Chet 1987, Harman y Björkman 1998). Como consecuencia de la variedad de actividades que muestra el conglomerado de cepas *Trichoderma*, una amplia gama de aplicaciones se han desarrollado: el potencial antagonista es la base para el control efectivo de hongos fitopatógenos (Papavizas, 1985; Samuels, 1996) y la capacidad de biodegradación es una fuente de enzimas útiles en diferentes sectores industriales (Harman y Kubicek, 1998).

Trichoderma harzianum es un hongo antagonista de patógenos vegetales, y se encuentra presente en la mayoría de los suelos. Su crecimiento se ve favorecido por la presencia de raíces de plantas, a las cuales coloniza rápidamente. Algunas cepas son capaces de colonizar y crecer en las raíces a medida que éstas se desarrollan. Su aplicación, una vez formulado el producto, es fácil, pues puede añadirse directamente a las semillas o al suelo, semilleros, transplantes, bandejas y plantas de macetas, empleando cualquier método convencional. *Trichoderma harzianum* tiene excelentes propiedades para el control biológico, siendo especialmente efectiva contra *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Pythium*. A su vez, es un excelente estimulador del crecimiento radicular.

Morfología

Es un grupo que posee conidias hialinas, conidióforos con filias y también pueden producir clamidosporas. Los conidióforos son hialinos al inicio de su desarrollo, se observan ramificaciones pero cuando maduran comienzan a separarse por su formación aérea, son rectos y pueden llegar a presentar un aspecto piramidal, las filias son hialinas en forma de frasco e infladas por la base y unidas a los conidióforos en ángulo recto. Los conidios tienen de 2 a 3 μm 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 hacer globosas a

subglobosas, terminales e intercalares de tono verde y menores a 15µm de diámetro (samuels, 1996).

***Trichoderma* como regulador de crecimiento**

El hongo *Trichoderma harzianum* es un biorregulador que inhibe el desarrollo de fitopatógenos y contribuye con la nutrición de la planta al biotransformar las celulosas y ligninas de los materiales orgánicos que se encuentran en el suelo. Crece y coloniza muy rápidamente el suelo, protegiendo las raíces de las plantas, quitándoles espacio a los fitopatógenos por competencia. Es un biorregulador de las enfermedades en los lotes altamente contaminados y las disminuye en un mediano plazo. Cuando la población de fitopatógenos es muy alta y las enfermedades son drásticas, hay que recurrir al manejo integrado utilizando fungicidas. Luego se establecen los biorreguladores y antagonistas naturales de los fitopatógenos, para evitar la reinfestación y ataques más severos en un corto plazo.

Trichoderma es un productor eficiente de muchas enzimas extracelulares, se emplea comercialmente para la producción de celulosas y otras enzimas que degradan polisacáridos complejos. Son usadas con frecuencia en la industria textil y alimenticia para estos propósitos, por ejemplo, las celulasas se utilizan en el proceso de prelavado de las telas de jean para conferir con mayor facilidad el color blanco. También forma parte del alimento para aves con el fin de incrementar la digestión de las hemicelulosas de la cebada y otros cereales.

Trichoderma incrementa la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas, en especial de su sistema radicular. Todavía no se conocen con certeza estos mecanismos. Recientemente se encontró que una cepa de *Trichoderma* contribuye al crecimiento en cuanto a profundidad de las raíces del maíz y algunos pastos, haciendo que estos cultivos sean más resistentes a las sequías. Otro estudio indica que las raíces de las plantas de maíz colonizadas por *Trichoderma* T22 requieren

40% menos de fertilizantes nitrogenados en relación con las raíces que no se encuentran colonizadas.

***Bacillus subtilis* como antagonista.**

Existen muchos microorganismos que han sido considerados como antagonistas de algunos patógenos, constituyendo una alternativa a los productos químicos. La lucha ejercida por ellos puede ser por el contacto físico directo de éste con el agente causal de la enfermedad o bien por la liberación por parte del biocontrolador de sustancias que tienen un efecto negativo sobre el patógeno. (Jarvis, 1989).

Bacillus subtilis es conocido por ser antagonista de muchos hongos patógenos de vegetales. Este antagonismo es logrado a través de diversos mecanismos que incluyen la competencia por nutrientes, exclusión del sitio, colonización de la bacteria en el patógeno, y la liberación de componentes celulares durante el crecimiento, en orden para eliminar o reducir los competidores en su medio ambiente inmediato (Butt *et al.*, 1999).

Una de las posibles formas de utilización de *Bacillus subtilis* como agente de biocontrol es a través del tratamiento de semillas. Su efecto benéfico cuando se aplica junto a las semillas, no se debe exclusivamente al antagonismo proporcionado a los patógenos, sino que influyen positivamente en la germinación, desarrollo y rendimiento del cultivo debido a la producción de sustancias promotoras del crecimiento y al mejoramiento de la nutrición de las plantas. (Burke *et al.*, 2006).

Bacillus subtilis, se ha estudiado la liberación de compuestos con propiedades antifúngicas como la subtilina y otros antibióticos de la familia de las Iturinas. Estas últimas son polipeptidos que actúan sobre la pared celular de los hongos. Friddaman y Rossal (1993) observaron vacuolización y deformación de las hifas de *R. solani* y

P. ultimun provocadas por la formación de un compuesto volátil con propiedades fungicidas.

Características generales de la bacteria *Bacillus subtilis*.

González y Fragoso (2002), señalan que la bacteria *B. subtilis* no es potencialmente patógena, no produce endotoxinas y secreta proteínas al medio, algunas de ellas con propiedades antifúngicas, como la subtilina y otros 19 antibióticos de la familia de las iturinas. Se utiliza industrialmente como insecticida y fungicida. La subtilina liberada por *Bacillus subtilis* actúa sobre la pared celular de los hongos. Otras características de *Bacillus. subtilis* son las siguientes:

- Es una bacteria Gram positiva.
- Producen endosporas, las que son termo resistente y también resisten a factores perjudiciales como la desecación, la radiación, los ácidos y los desinfectantes químicos.
- La mayoría de los bacilos producen enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos, permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuentes de carbono y donadores de electrones.
- Miden de 3 μ a 4 μ por 1 μ .
- Móviles por ocho a doce flagelos peritricos.
- Muchos bacilos producen antibióticos y son ejemplos de estos la bacitracina, polimyxina, tirocidina, gramicidina y circulina.
- Son fermentivas, usualmente fermentan caseína y almidón.
- En general crecen bien en medios sintéticos que contienen azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes, etc., como las únicas fuentes de carbono y el amonio como única fuente de nitrógeno.
- Viven dentro de los límites de temperatura de 55 a 70°C.
- El límite inferior de pH para el género *B. subtilis* es de 2 a 3.

***Bacillus subtilis* como promotor en el crecimiento de plantas.**

Bacillus subtilis se encuentra de los PGPR o rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas, y son aquellas bacterias que aparecen libres en el suelo, capaces de adaptarse, colonizar y persistir en la rizósfera de la planta favoreciendo el crecimiento o desarrollo de ésta con su actividad. Estos microorganismos rizosféricos son capaces de mejorar la estructura del suelo y proteger al vegetal frente a agresiones de diverso origen. Además los PGPR pueden aportar formas asimilables de los nutrientes minerales (pudiéndose llamar por tanto biofertilizantes), producen fitohormonas y promueven un buen estado sanitario de la planta. La materia orgánica del suelo, formada por restos vegetales, animales y microorganismos, está sometida a un proceso continuo de transformaciones, bajo la acción de factores edáficos, climáticos y biológicos. Sobre estos residuos es importantísima la acción de los PGPR', ya que además actúan como biocatalizadores orgánicos naturales y aseguran una rápida colonización de la rizosfera y masa vegetativa, acelerando el crecimiento y vigor de la planta, algunas de ellas son *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas fluorescens*. (Burke et al. 2006).

Promoción de crecimiento

Las rizobacterias (PGPR) juegan un papel importante en el control de varios patógenos propios del suelo, siendo también benéficas a las plantas directamente por la producción de metabolitos que estimulan el crecimiento de la raíz y el crecimientos de la plantas o bien, activa la inducción de adquirir un sistema de resistencia. En cuanto al efecto positivo sobre el crecimiento de las plantas las PGPR pueden actuar de manera directa o indirecta:

Mecanismos directos: ocurre cuando los metabolitos producidos por algunas cepas de rizobacterias son utilizadas como reguladores de crecimiento o precursores de estos por parte de la planta.

Mecanismos indirectos: los metabolitos producidos por la PGPR pueden funcionar como determinantes antagónicos, involucran aspectos de control biológico suprimen o inhiben el crecimiento del microorganismo perjudiciales para el desarrollado la planta, vía producción de sideroforos, acción de enzimas líticas o inducción de mecanismos de resistencia (Virgen, 2000).

La conjugación de ambos mecanismos de acción (biológico y promoción de crecimiento) ha dado como resultado la promoción evidente del crecimiento en plantas; se ha observado un incremento en la emergencia, el vigor y el peso de las plantas, un mayor desarrollo en un sistema radical y un incremento hasta de un 30% en la producción de los cultivos de interés comercial. Dentro los principales mecanismos de promoción de crecimiento se encuentran la producción de sideroforos antes mencionados producción de fitohormonas y solubilización de minerales principalmente (Jiménez *et al.*, 2001).

Producción de fitohormonas

Algunas PGPR interactúan con sus hospederos mejorando su crecimiento debido a la producción de fitohormonas (auxinas, giberelinas y citocinas). Por otra parte también se ha demostrado que algunas cepas de *bacillus* son capaces de producir ciertas cantidades de compuestos parecidos a las giberelinas y la producción de estas se ha correlacionado con un mayor crecimiento de las plantas, así como de uniformidad en el desarrollo (Carletti, 2000).

Solución de minerales

Muchos de los minerales o elementos necesarios para el desarrollo de las plantas en ocasiones se encuentra poco disponible, las razones pueden ser diversas pero frecuentemente incluyen; retención por partículas o agregados del suelo, pH del

suelo, o formas no asimilables para las plantas. Algunos de los métodos para aislar PGPR pueden hacer mediante el uso 1-aminocyclopropane-1-carboxilate (ACC) como la única fuente de nitrógeno, las bacterias con esta actividad promueven el desarrollo y la elongación de las raíces por la inhibición del etileno, lo cual favorece la toma de nutrientes, entre ellos el fosforo debido a la solubilizacion del mismo (Penrose, 2001).

Actinomicetos

Los actinomicetos constituyen a un grupo heterogéneo de microorganismos son bacterias gran-positivas, que se caracterizan por formar filamentos ramificados y parcialmente ácidos resistentes, ampliamente distribuidos en el suelo así como también en otros ambientes naturales del mundo. Inicialmente fueron clasificadas como hongos pero, debidos a los estudios de los componentes de su pared, se reclasificaron dentro del orden actinomicetales (Uzcategui *et al.*, 2009). Este orden comprende 63 géneros constituyendo, aproximadamente de 20-60% de la población microbiana del suelo (Ezziyyani *et al.*, 2004).

El grupo abarca géneros de una amplia variedad de morfologías que se extienden desde el coco (*Micrococcus*) y bacterias en forma de bacilos hasta formas de fragmentación hifal, hasta géneros con un permanente micelio ramificado altamente diferenciado, (*Micromonospora*, *Streptomyces* y otros) algunos géneros forman esporas que van desde zoosporas móviles a propagulos especializados que resisten la desecación y el calor suave, pero que no tienen la organización y las propiedades marcadas de resistencia de la endoespora bacteriana. Todas las familias actinomicetos fueron divididas en diez subórdenes (Stackebrandt *et al.*, 1997).

La identificación y caracterización biológica y molecular de microorganismos útiles como agentes de biocontrol, productores de compuestos bioactivos o sustitutos de antibióticos, ha sido de gran interés para la medicina y la agricultura moderna.

Dentro de sus características particulares presentan un olor típico a suelo húmedo debido a su actividad metabólica y a la producción de terpenoides, pigmentados y enzimas extracelulares con las que son capaces de degradar materia orgánica de origen vegetal y animal (Ezziyyani *et al.*, 2004).

Condiciones de crecimiento

La adición de la materia orgánica de los suelos estimula la multiplicación y actividad de los actinomicetos. Los suelos alcalinos y neutros resultan ser más favorables para el desarrollo de estas bacterias; en el rango del pH óptimo para las actividades de estos microorganismos se encuentra entre 6.5 y 8.0 los actinomicetos al ser principalmente aerobios se desarrollan favorablemente en suelos bien aireados; suelos con humedades entre 80 y 90 % son perjudiciales para el desarrollo de los actinomicetos (Farfan y Gutiérrez, 2009).

Composición química

Las células de los actinomicetos químicamente están compuestas por un 45 % de carbono y un 10% de nitrógeno, en el contenido lipídico varía de un 12 a un 65 % su pared celular difiere químicamente según los grupos, básicamente se diferencian siete tipos de pared celular teniendo en cuenta el aminoácido diaminopimélico, los azúcares característicos y la presencia de glicina en el puente interpeptídico (Titus y Pereira, 2007).

Control biológico

La ecología microbiana se ha convertido en una alternativa biológica para el control de plagas y enfermedades de plantas. El control biológico se encuentra dividido en efectos directos e indirectos, en los efectos directos se presenta competencia por nutrientes o por espacio, produciendo enzimas líticas antibióticos y parasitismo.

Cuando se generan cambios biológicos y bioquímicos en las plantas tales como tolerancia al estrés y mayor absorción de nutrientes inorgánicos, el control biológico esta dado por efectos indirectos los cuales incrementan resistencia por parte de la planta ante el patógeno (Gohel, 2006).

El uso de agentes químicos para el control de patógenos ha provocado la resistencia en el control de los mismos, con el fin de reducir el uso de estos y disminuir problemas ambientales se ha estudiado en el control biológico en el tratamiento de enfermedades causadas por fitopatógenos (Compant *et al.*, 2005).

Los actinomicetos son un gran reservorio de antibióticos y metabolitos bioactivos de los cuales una gran parte son excelentes agentes de biocontrol para proteger a las plantas contra fitopatógenos, algunos se emplean como agentes antitumorales, inhibidores enzimáticos y agentes contra parásitos, de allí su importancia como agentes de metabolitos bioactivos para el control de microorganismos patógenos de plantas animales e incluso del hombre. Aunque miles de antibióticos y metabolitos bioactivos han sido descritos, se cree que estos representan solo una fracción de los compuestos bioactivos producidos por los actinomicetos (Gonzales y Robles, 2009).

Humus líquido de lombriz

El humus de lombriz, es un abono orgánico, natural, sin elementos químicos de síntesis, muy rico en macro y micro nutrientes, que procedente de la preparación de los detritus fito-aprovechables de la lombriz roja, constituye una perfecta y completa alternativa en la fertilización de los cultivos en general y ecológicos.

Con su empleo, además de aportar unidades fertilizadoras orgánico-naturales, conseguimos la actuación directa de una riquísima flora bacteriana beneficiosa, que potencia la liberación de sustancias nutritivas del sustrato, la transformación de elementos contaminantes en elementos aprovechables, control y eliminación de residuos tóxicos medio ambientales de lenta degradación, que ven potenciada su desaparición del horizonte nutritivo del cultivo por vía radicular. Su alto contenido en ácidos húmicos y fúlvicos, lo convierte en un eficaz colaborador en las funciones fito-reguladoras del crecimiento vegetativo, con resultados funcionales de superior rendimiento a su homólogo mineral la leonardita, y la ventaja añadida de la mayor riqueza en contenidos, y la no existencia de otros contaminantes minerales (metales no quelatos).

La actividad orgánica natural del humus de lombriz crea un medio desfavorable para determinadas plagas que con su uso continuado son naturalmente controladas llegando incluso a desaparecer sin utilización masiva de pesticidas.

Este producto orgánico y natural, es totalmente inodoro, y puede ser dosificado en exceso sin ningún tipo de perjuicio para el cultivo, incluso en los brotes más tiernos y plantines más delicados. Es idóneo para la fertilización en viveros y reproductores de especies vegetales delicadas, que obtienen un horizonte nutritivo de amplio espectro, sin peligro de dosificaciones excesivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio experimental

El trabajo experimental se efectuó en sembradíos del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.), en los terrenos del bajo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, municipio de Saltillo, del estado de Coahuila con las coordenadas 25°21'17.25" N, 10°21'7.50" O y 1750 msnm.

La parcela se ubicó justo detrás del almacén de maquinaria del campo experimental. El experimento contó con una proporción de terreno de 50m de largo por 15m de ancho, con 6 surcos a una distancia de 2 metros, entre surco y surco.

Procedimiento experimental

Siembra de la semilla de melón en charola

Se mezcló peat moss y perlita en proporción 3:1 respectivamente, humedeciendo lo suficiente con agua hasta obtener una mezcla homogénea y manejable para colocarla en charolas de unicel de 60 cavidades. En cada cavidad se colocó una semilla de melón de la variedad cruiser F1 de la empresa Harris Moran a una profundidad de 1 cm, dejándose desarrollar por 30 días y manteniendo riegos frecuentes para permitir el crecimiento de la planta, las charolas estuvieron colocadas en el invernadero que se encuentra detrás de las instalaciones del Departamento de Parasitología (Figura 1 y 2).



Figura 1. Siembras de la semilla



Figura 2. Planta en desarrollo

Preparación del terreno

Para el establecimiento del trabajo y como primera actividad se realizó un rastreo de la parcela experimental para eliminar todo tipo de maleza, y poder tener una superficie uniforme. Un segundo trabajo fue la realización de un barbecho profundo con el fin de tener una mejor profundidad para el desarrollo de las raíces del cultivo, eliminar las plagas insectiles que pudieran haberse encontrado como gallina ciega y/o gusano de alambre, también con el propósito de tener una mejor aireación del suelo. Una vez realizado el barbecho se hizo la aplicación de una fertilización de fondo con estiércol de ganado a toda la superficie y se rastreo nuevamente para incorporar el estiércol a la tierra y poder uniformizar la superficie del terreno. Con estos trabajos se siguió con el levantamiento de surcos con una bordeadora de 6 discos en tractor, a una profundidad de 40 cm y una distancia entre surco y surco de 2 metros.

Instalación del sistema de riego y acolchado

Una vez preparado el terreno se instaló el sistema de riego, primero la tubería principal tomada del “pozo el bajío” utilizando una manguera de 2 pulgadas la cual fue aforada con válvulas de plástico con dirección a cada surco para colocar los conectores en la cintilla. Una vez colocada la cintilla, se cubrió el surco con plástico color gris tipo ciego para su acolchado, después se perforó este con tubo de PVC de 2” para hacer los hoyos cada 30cm y así trasplantar el melón (Figura 3, 4 y 5).



Figura 3. Instalación de cintilla



Figura 4. Instalación del acolchado

Trasplante de plántula de melón

Aplicada la fertilización, colocada la cintilla y el acolchado se inicio el primer riego hasta obtener una humedad a capacidad de campo, logrado esto, un día después por la tarde se trasplantó el melón y al tercer día se realizó un retrasplante de reposición de plantas, para uniformizar la parcela. (Figura 6)



Figura 5. Perforación de plástico



Figura 6. Trasplante del melón

Material biológico

Los productos evaluados fueron productos concentrados formulados y producidos en los Laboratorios del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Estos productos contienen esporas de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* y Actinomicetos individualmente, además se uso un producto comercial B que está fabricado a base de bacterias también antagónicas y disponibles comercialmente.

Preparación de los materiales biológicos

Los productos biológicos previamente formulados contienen 1×10^8 conidios/ml para el caso de *Trichoderma harzianum* y de 3×10^9 esporas/ml para los producto a base de *Bacillus spp.* Además para los actinomicetos en el preparado contenía 1×10^6 esporas/ml, mientras que para el producto comercial B la etiqueta indica 1×10^9

esporas de cuatro especies de *Bacillus* antagónicas. Todos estos productos fueron preparados con base en 10 ml/l de diluyente al momento de aplicar al cultivo o bien a través de la cintilla de riego.

Aplicación de tratamientos

La primera aplicación con los tratamientos se realizó a los 8 días del trasplante, las aplicaciones fueron efectuadas con una aspersora manual tipo jardinera del fabricante Swissmex, S. A. de C. V., dirigidas a la base de la planta (drech) mientras lo permitió la guía de crecimiento de la planta del melón, después de 30 días las aplicaciones fueron dirigidas por la cintilla, la aplicación de cada tratamiento fue realizada con una dosis de 10 ml/L con un intervalo de cada 15 días, (Figura 7).



Figura 7. Aplicación de tratamientos al drech

Control de plagas

En Buenavista, Saltillo, Coahuila, el cultivo del melón en el periodo marzo-mayo se reportan dos tipos de plagas importantes, mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y minador de la hoja (*Liriomyza sativae*), la aparición de estas plagas fue en las 2 primeras semanas. Se optó por hacer un Manejo Integrado de Plagas y se realizaron aplicaciones dirigidas de Abamectina (Agrimec® 1.8% c.e) y de Imidacloprid (Confidor 350 sc) en cada etapa del cultivo, cuando la planta tenía una cobertura de

más del 50% del terreno se observó que tenía fauna benéfica en el área del cultivo y con esta estrategia se mantuvieron las poblaciones de insectos por debajo del Umbral Económico de 3 adultos por hoja de melón en mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y de minador de la hoja (*Liriomyza sativae*) con base en 5 larvas por planta.

Control de enfermedades de follaje

En las etapas tempranas no hubo condiciones favorables como humedad y temperatura para el desarrollo de la enfermedad y solamente se realizaron aplicaciones de fungicidas de contacto como Captan y Mancozeb; en la última etapa las condiciones para la enfermedad fueron favorables y aparecieron principalmente Mildiu y cenicilla polvorienta.

Variables a cuantificar y evaluar

Para cuantificar y evaluar las variables del melón se tomaron cuatro repeticiones por cada tratamiento, para la toma de las 4 repeticiones fue completamente al azar.

Diámetro polar

El diámetro polar se determinó midiendo el largo del fruto de polo a polo utilizando una cinta métrica graduada en centímetros de la marca Ingram 1cm - 2m. (Figura. 8)



Figura 8. Medición de diámetro polar

Diámetro ecuatorial

El diámetro ecuatorial se determinó midiendo la circunferencia del melón con una cinta métrica graduada en cm de la marca Ingram 1cm - 2m. (Figura. 9)



Figura 9. Mediciones del diámetro ecuatorial

Peso

Para determinar el peso del melón se utilizó una báscula electrónica marca Torrey con una capacidad desde gr hasta kg., pesando el melón de manera individual (Figura 10).



Figura 10. Peso del melón

Grados azúcar (grados Brix).

En la determinación de los grados Brix del melón se utilizó un Refractómetro marca Atago ATC-12, 0-20°, (Figura 11 y 12). Para la determinación de los grados Brix se tomó una muestra cortando el melón y se permitió escurrir una gota sobre la lente del Refractómetro para posteriormente tomar la lectura de la densidad que la muestra posee.



Figura 11. Colocación de la gota del jugo del melón



Figura 12. Lectura de la densidad del jugo del melón

Firmeza

La firmeza se determinó a través de un Penetrometro con soporte, reloj y una puntilla de 11mm (Figura 13 y 14). El cual consistió en tomar un melón y cortar la cascara hasta encontrar el mesocarpio, después se colocó el melón en el soporte y se punzó hasta tener la lectura correcta de presión kg/cm^2



Figura 13. Corte de la corteza superficial del melón



Figura 14. Medición de la firmeza del melón

Números de melones

Para cuantificar el número de melones se colocó un cuadro de madera de 1 m² para contar el número de melones (Figura 15). En cada tratamiento la toma de muestra fue completamente al azar.



Figura 15. Conteos de No de melones/m²

Número de plantas muertas en post emergencia

En el número de plantas muertas se tomo por observación el conteo total de plantas de cada tratamiento incluyendo al testigo, observando cuantas plantas se encontraban muertas por enfermedad fungosa en post emergencia. (Figura 16) y descartadas la dañadas por insecto.



Figura 16. Muerte post emergente en plántula de melón

Diseño Experimental

Se uso un diseño experimental de arreglos múltiples factores, con 6 tratamientos y cuatro repeticiones, con 6 fechas de cosecha, los tratamientos fueron *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* y actinomicetos, composta, producto B y el testigo con cuatro repeticiones, las variables cuantificadas fueron diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, firmeza, numero de melones /m² y muerte de plántulas en post emergencia. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANVA) en el programa estadístico SAS versión 9.0, (the SAS system for Windows 9.0), y se estratificaron mediante la comparación de media según Tukey (0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el trasplante, crecimiento floración, aparición del fruto, maduración y cosecha del melón, la presencia de pudrición de raíz fue muy limitada en comparación con la aparición de la mosquita blanca y minador de la hoja cuyas poblaciones se mantuvieron en bajos números con la aplicación de Abamectina (Agrimec 1.8%), por lo que el desarrollo del cultivo se llevo a buen término en tamaño maduración y sin problemas fitosanitarios.

La valoración de los tratamientos en su efecto indirecto en la calidad de la fruta tal como peso, diámetro, succulencia y rendimiento permitieron valorar efectos complementarios de calidad de los materiales biológicos empleados en el cultivo del melón para su recomendación y empleo.

La necesidad de estudiar conjuntamente varios factores obedece a la posibilidad de que el efecto de un factor cambie según los niveles del otro factor, esto es que los factores interactúen o existan en interacción.

Los arreglos factoriales se utilizan cuando se quiere optimizar la respuesta o variable dependiente, esto es, si se quiere encontrar la combinación de niveles de los factores que producen un valor óptimo de la variable dependiente.

Si se investiga un factor por separado, el resultado puede ser diferente al estudiado en conjunto y es mucho más difícil describir el comportamiento general del proceso o encontrar el óptimo. El efecto de los tratamientos biológicos estudiados en cada variable se describe a continuación.

Peso

En la Figura 17, se muestra el comportamiento del peso del melon de los 6 tratamientos, donde se observa que a los 84 días de la cosecha (Fecha 4) con el tratamiento del producto B (T4) se obtuvo el mayor peso del melon (2.655 kg) seguido por el tratamiento con *Trichoderma* (T3) con un peso de 2.64 kg, mientras que el tratamiento que mostró menor peso fue el Testigo (T6) a los 81 días (fecha 2) con un peso de 1.17 kg.

En la comparación de las medias de todas las fechas de los diferentes tratamientos se observa que la aplicación con *Trichoderma* (T3) (2.29 kg) y actinomicetos (T1) (2.25 kg) se encuentran con el mejor promedio en peso comparado contra el testigo (T6) (1.95kg), que se encuentra por debajo de todos los demás tratamientos como se observa en el cuadro 1. Se han reportado estudios donde muestran que *Trichoderma* y *Bacillus* tienen efecto sobre el incremento del rendimiento y calidad de los cultivos; Cruz (2004) encontró que el rendimiento y la calidad en el cultivo de papa cuando se aplicó un aislado de *Bacillus* superaron al testigo químico y este al testigo absoluto, de similar manera que en nuestro cultivo.

Como se puede ver el peso del melón está en función del tratamiento y la fecha de cosecha, mostrando, que a medida que cambia el tratamiento por cada fecha existe por ende un incremento en el peso del melón o viceversa, por lo tanto las interacciones con respecto a los cuadrados medios el más alto fue a los 84 días de la cosecha (Fecha 4) con el tratamiento B (T4) siendo en este tiempo de cultivo donde mejor se aprecia los efectos de los tratamientos del cultivo y siendo que a los 69 días (Fecha 1) fue la de menor efecto.

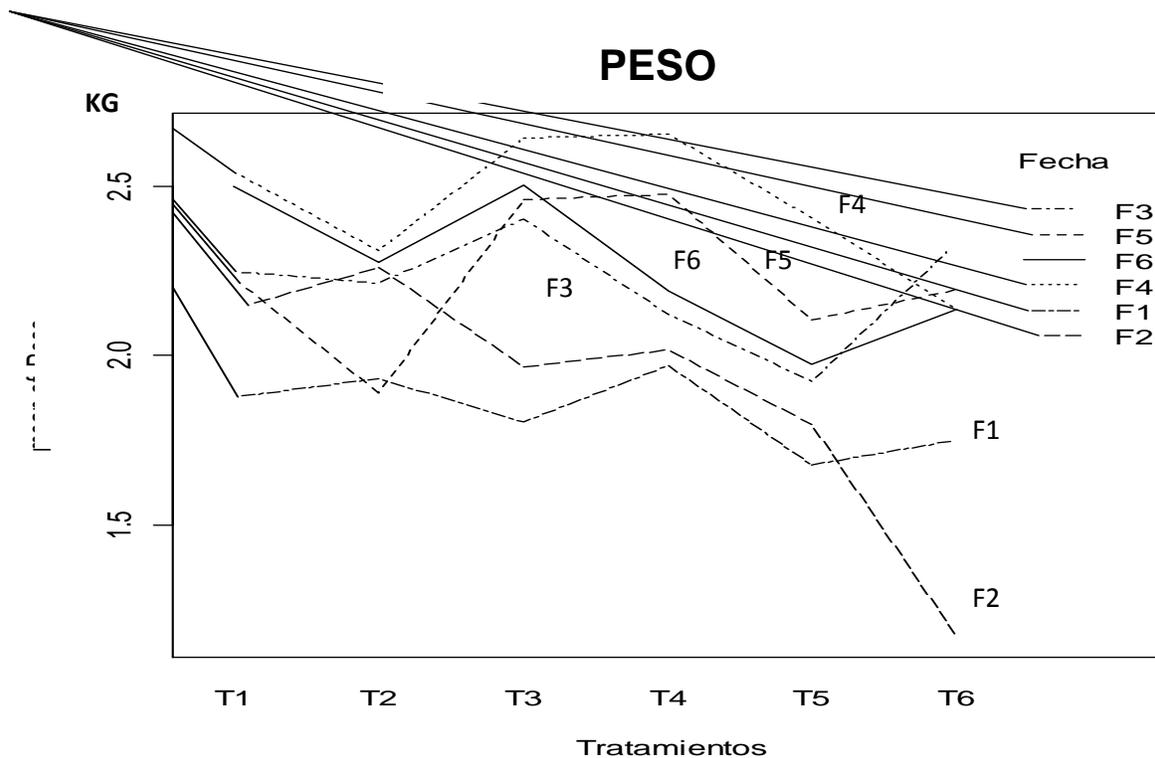


Figura 17. Comportamiento del peso del melón bajo tratamientos microbiológicos durante el ciclo del cultivo. *T1=Actinomicetos, T2=*Bacillus s.*, T3= *Trichoderma h.*, T4= Producto B, T5=Composta, T6=Testigo. *F1= 69 días (9 de junio), F2= 81 días (21 de junio), F3= 82 días (22 de junio) F4=84 días (24 de junio), F5= 87 días (27 de junio), F6= 89 días (29 de junio).

Cuadro. 1. Análisis de varianza de las medias del peso del melón (kg) por fecha de muestreo

Días de cosecha	Actinomicetos (T1)	<i>Bacillus</i> (T2)	<i>Trichoderma</i> (T3)	Producto B (T4)	Composta (T5)	Testigo (T6)	Media \bar{X}
F1 (69 días)	1.8775	1.93	1.8025	1.97125	1.675	1.75	*c 1.8343
F2 (81 días)	2.1375	2.26	1.96625	2.015	1.795	1.17	c 1.8906
F3 (82 días)	2.24875	2.2125	2.40375	2.12125	1.9225	2.33125	b 2.2066
F4 (84 días)	2.54125	2.31125	2.64	2.655	2.40625	2.135	a 2.4481
F5 (87 días)	2.22875	1.89	2.45875	2.47625	2.105	2.1925	b 2.2252
F6 (89 días)	2.4975	2.275	2.50375	2.18875	1.975	2.1375	ab 2.2629
Media \bar{X}	a* 2.2552	b 2.1464	a 2.2958	a 2.2379	b 1.979	b 1.9527	

C.V.= 12.27 * Medias con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey (0.05)

Diámetro polar

La figura 18, muestra el diámetro polar de los 6 tratamientos en el cual se observa que para los 29 días de cosecha (Fecha 6) el tratamiento con Actinomicetos (T1) obtuvo el mayor diámetro polar del melón (29.375 cm), seguido del tratamiento con *Trichoderma* (T3) (29.125 cm), mientras que el tratamiento que mostró un menor diámetro polar fue a los 69 días de cosecha (Fecha 1) en el Testigo (T6) (16.225 cm).

A los 87 días del cultivo (Fecha 5) la aplicación de *Trichoderma* (T3), muestra un mejor promedio de diámetro polar (28.9 cm), seguido por el Producto B (T4) (28.875cm), el tratado con *Bacillus* (T2) (27.125cm) y el de Actinomicetos (T1) (27.875cm). En los 84 días de cosecha (Fecha 4) el mejor tratamiento con mayor promedio de diámetro polar fue el Producto B (T4) (21.125cm), mientras que el menor promedio fue para el Testigo (T6) (19.375cm). En los 81 días de cosecha (Fecha 2) el mayor diámetro polar fue para *Bacillus* (T2) (28.75cm) y el menor nuevamente para el Testigo (T6) (21.25cm). En los 69 días (Fecha 1) y 82 días de la cosecha (Fecha 3) el mejor promedio de diámetro polar fue para *Trichoderma* (T3) (20.1625cm) y el menor diámetro fue para la composta (T5) (18.5cm).

En la comparación de medias en todas las fechas se muestra en el cuadro 2, donde se observa que el tratamiento con *Trichoderma* (T3) (23.83 cm) se encuentra por arriba de los demás tratamientos y siendo el menor tratamiento el Testigo (T6) con un promedio 22.20cm. Cano y Espinoza (2003) mencionan que para calidad nacional el promedio de diámetro polar es de 14.4 cm, mientras que flores (2010) al evaluar nuevas variedades obtuvo un diámetro polar de 14.73 cm, mientras que en nuestro trabajo y con el uso de microorganismos el mejor diámetro polar fue de 23.83 cm, muy superior al reportado por ambos autores.

Se observó que el diámetro polar del melón está en función del tratamiento y el tiempo del cultivo, mostrando que a medida que cambia el tratamiento por cada fecha existe un incremento o viceversa, en el diámetro polar del melón, por lo que las interacciones con respecto a los cuadrados de medios el más alto fue a los 89 días (Fecha 6) con el tratamiento a base de Actinomicetos (T1), aunque la cosecha a los

89 días (Fecha 6) fue la que mas efecto tubo con los diferentes tratamientos con respecto al diámetro polar y siendo a los 69 días de la cosecha (Fecha 1) donde el diámetro polar fue menor.

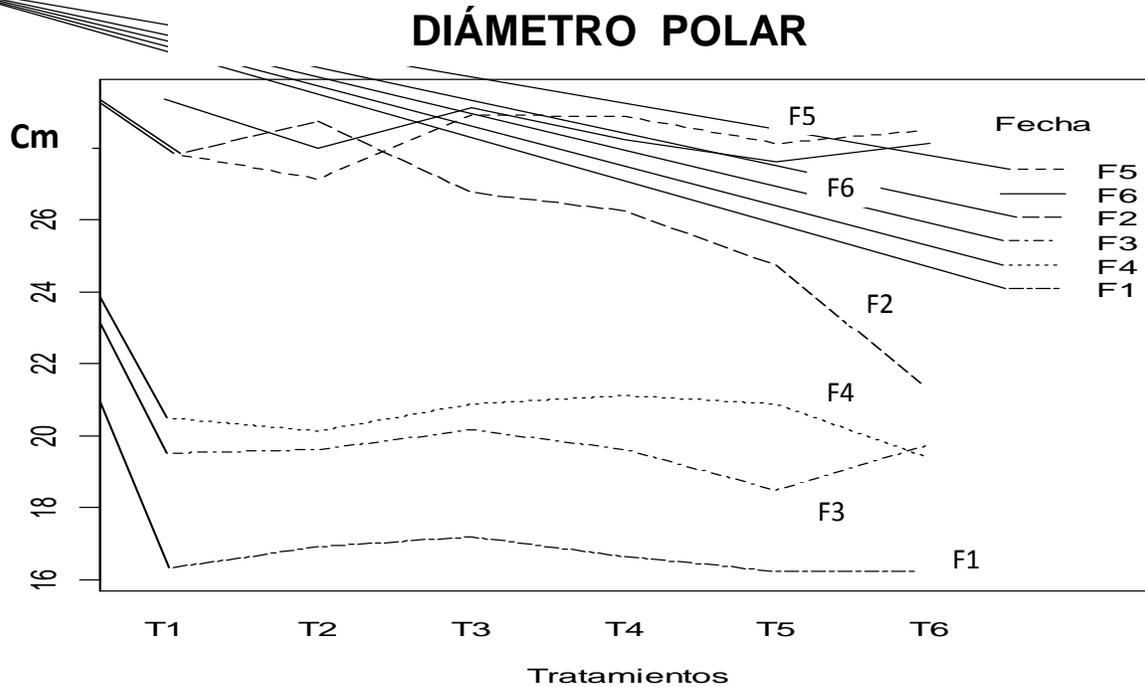


Figura 18. Comparación de las medias del diámetro polar bajo tratamientos de microorganismos con sus diferentes fechas de cosecha. *T1=Actinomicetes, T2=*Bacillus* s., T3= *Trichoderma* h., T4=Producto B, T5=Composta, T6=Testigo. *F1= 69 días (9 de junio), F2= 81 días (21 de junio), F3= 82 días (22 de junio) F4=84 días (24 de junio), F5= 87 días (27 de junio), F6= 89 días (29 de junio)

Cuadro 2. Análisis del diámetro polar en el fruto del melón bajo tratamientos microbiológicos en campo

Días de cosecha	Actinomicetes (T1)	<i>Bacillus</i> s. (T2)	<i>Trichoderma</i> h. (T3)	Producto B (T4)	Composta (T5)	Testigo (T6)	Media \bar{X}
F1(69 días)	16.3	16.925	17.175	16.625	16.225	16.225	*d 16.5792
F2(81 días)	27.75	28.75	26.75	26.25	24.75	21.25	b 25.9167
F3(82 días)	19.5	19.625	20.1625	19.625	18.5	19.75	a 19.5271
F4(84 días)	20.5	20.125	20.875	21.125	20.875	19.375	c 20.4792
F5(87 días)	27.875	27.125	28.9	28.875	28.125	28.5	a 28.2333
F6(89 días)	29.375	28	29.125	28.25	27.625	28.125	a 28.4167
Media \bar{X}	a* 23.55	a 23.425	a 23.8312	a 23.4583	b 22.6833	b 22.2041	

C.V.= 5.939924 * Medias con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey (0.05)

Diámetro ecuatorial

El análisis de varianza nos muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, esto quiere decir que los resultados obtenidos, en cuanto al diámetro ecuatorial por tratamiento son estadísticamente diferentes y a su vez la pruebas de medias (Tukey $P \leq 0.05$) arroja una diferencia entre estos, siendo el tratamiento con *Trichoderma* (T3) el que obtuvo un mayor promedio, (16.3617 cm) y encontrándose el Testigo (T6) con el menor diámetro, (14.7396 cm) como se muestra en la figura 19.

Cano y Espinoza (2003) mencionan que una media aceptable en relación a esta variable es de 15.4 cm, mientras que nosotros obtuvimos una media del diámetro polar 16.36, cm está pudiera ser debido a la aplicación de microorganismo ya que el testigo en comparación con los tratamientos microbiológicos siempre fue menor.

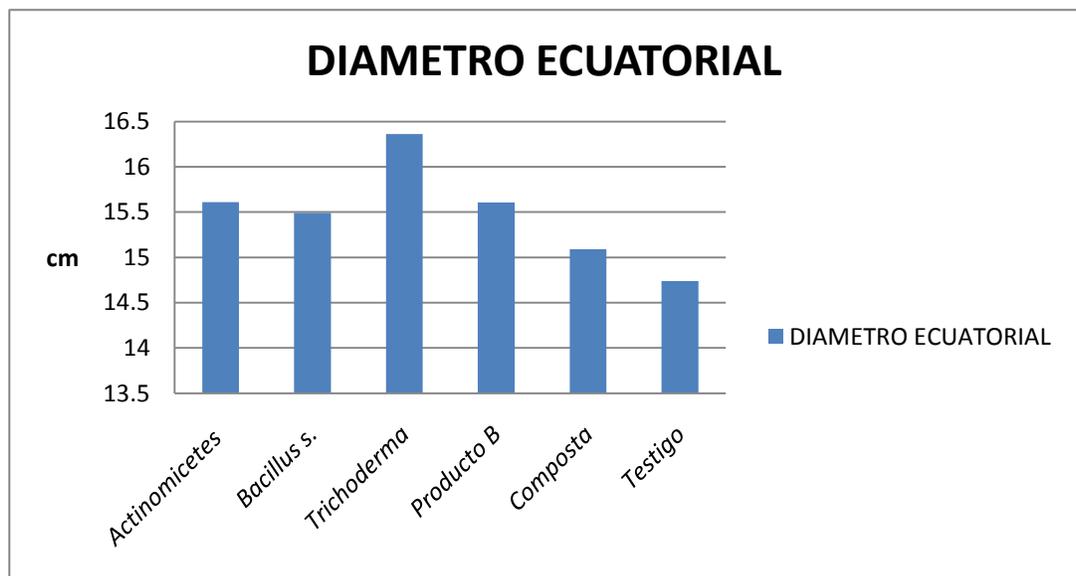


Figura 19. Comparación de medias del diámetro ecuatorial del cultivo del melón bajo tratamientos microbiológicos.

En la figura 20. Muestra el diámetro ecuatorial las 6 diferentes fechas de cosecha en el cual se puede observar que para los 84 días de cosecha fue el que obtuvo un mayor diámetro ecuatorial (16.8300) seguido a los 89 días de cosecha mientras la fecha que mostro un menor diámetro ecuatorial fue a los 69 días de la cosecha (13.2301). El análisis de varianza nos muestra que existen diferencias altamente significativas entre las fechas de cosecha, esto quiere decir que los resultados obtenidos, en cuanto al diámetro ecuatorial por fechas de cosecha son estadísticamente diferentes y a su vez la prueba de medias (Tukey $P \leq 0.05$) arroja una diferencia entre estas fechas.

Cabe mencionar que la variable diámetro ecuatorial no hubo interacción entre las fechas de cosecha con los diferentes tratamientos mientras que al tomar por separado los tratamientos y las fechas de cosecha el análisis de varianza nos muestra que existe diferencia altamente significativas.

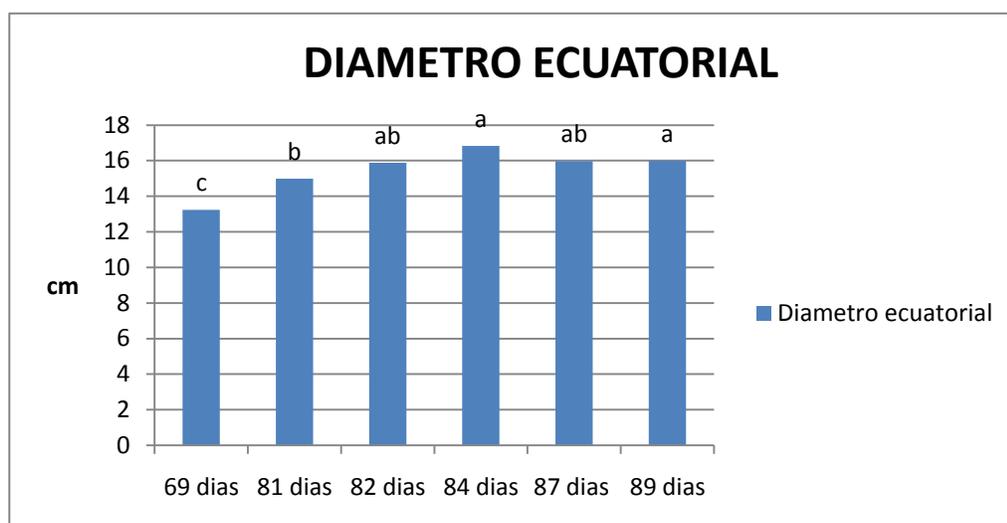


Figura 20. Comparación de medias del diámetro ecuatorial en las diferentes fechas de cosecha del cultivo del melón.

Firmeza

La firmeza del melón (kg presión) a los 69 del cultivo (figura 21) muestra que el tratamiento con el producto B (T4) (12.6 kg) obtuvo un mayor promedio en firmeza seguido del Testigo (T6) (10.375 kg) y del tratamiento con Actinomicetos (T1) (10.3125 kg), también con una mejor firmeza, mientras que el tratamiento que mostró una firmeza menor fue el tratamiento a base de *Bacillus* (T2) (8.9125 kg). Con respecto a los 81 días de cosecha (Fecha 2) se observa que el tratamiento que obtuvo una mayor promedio es el tratamiento con *Bacillus* (T2) (5.0675 kg) mientras que el tratamiento que mostró un menor promedio fue el Testigo (T6) (1.8125 kg). Para los 82 días de cosecha (fecha 3) se puede observar que el tratamiento que tiene una mayor consistencia fue el de Actinomicetos (T1) (3.9375 kg) y a su vez el producto B (T4) mostró un menor promedio que los demás tratamientos (2.1375 kg). Por otra parte a, los 84 días de cosecha (Fecha 4) se observa que el tratamiento que obtuvo una mayor dureza del fruto del melón fue el tratamiento a base de *Trichoderma* (T3) (4.825 kg) y el tratamiento que tuvo una menor firmeza fue el Testigo (T6) (3.1875kg).

Con respecto a la media de todas las fechas para los diferentes tratamientos se observa que los mejores promedios, para firmeza fueron obtenidos con el tratamientos a base de Actinomicetos (T1) 5.73 kg y el producto B (T4) 5.03 kg a comparación del tratamiento Testigo (T6) 4.79 kg y al tratamiento a base de composta (T5) (4.74 kg), que fueron los que menor promedio obtuvieron el en firmeza.

La firmeza del melón esta función de la fecha y el tratamiento, mostrando que a medida que cambia el tratamiento por cada fecha se puede dar un incremento o disminución en la firmeza del fruto, por lo tanto, en la interacción, el más alto es a los 69 días de cosecha (Fecha 1) siendo la que tuvo un mayor efecto en la firmeza del melón debido a que en esta fecha fue el primer corte, donde los melones aun no se encontraban completamente en su grado de madures comercial y siendo los 82 días

de cosecha (Fecha 3) los que se encuentra con menor firmeza en sus tratamientos debido a que ya se encontraban más maduros los frutos

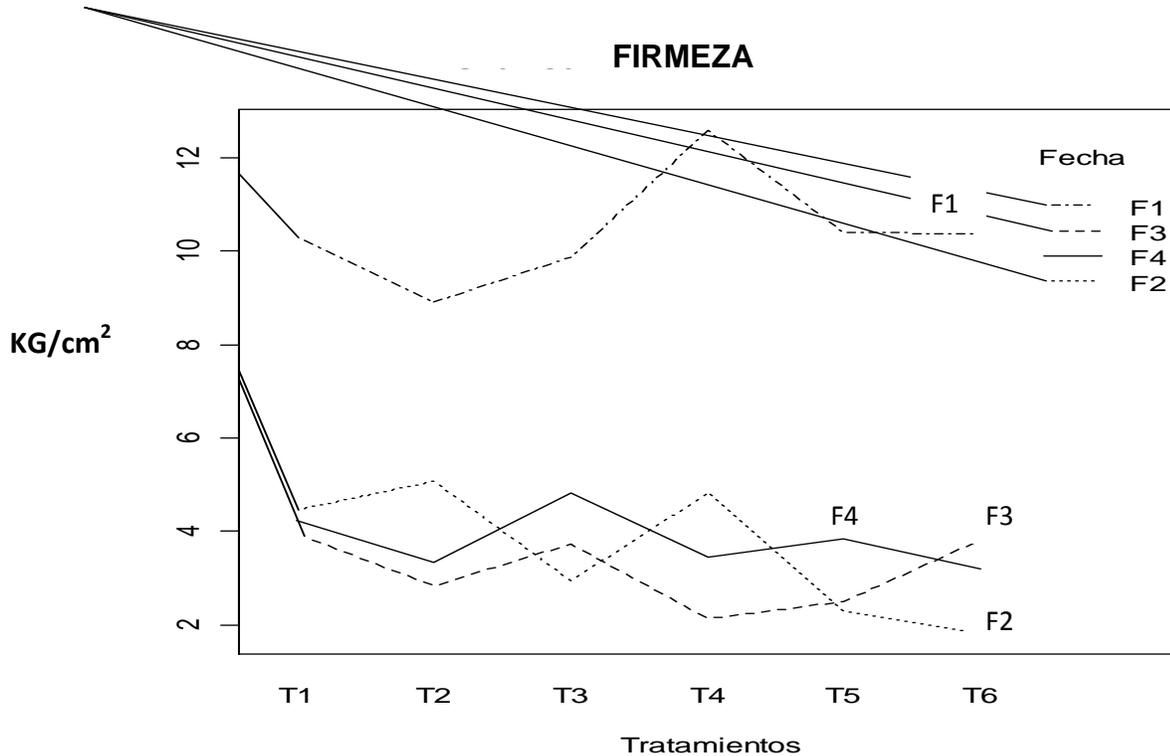


Figura 21. Análisis de la firmeza del fruto del melón en las diferentes fechas del cultivo y bajo tratamientos con diversos agentes microbianos de control de la pudrición de raíz. *T1=Actinomicetes, T2=*Bacillus s.*, T3= *Trichoderma.*, T4=Producto B T5=Composta, T6=Testigo. *F1= 69 días (9 de junio), F2= 81 días (21 de junio), F3= 82 días (22 de junio) F4=84 días (24 de junio), F5= 87 días (27 de junio), F6= 89 días (29 de junio).

Cuadro 3. Análisis de varianza de las medias de la firmeza del melón (kg/cm²) por fecha de muestreo.

Días de cosecha	Actinomicetes (T1)	<i>Bacillus s.</i> (T2)	<i>Trichoderma h.</i> (T3)	Producto B (T4)	Composta (T5)	Testigo (T6)	Media \bar{X}
F1(69 días)	10.3125	8.9125	9.8625	12.6	10.4	10.375	*a 10.4104
F2(81 días)	4.4625	5.0675	2.9375	4.81875	2.2825	1.8125	b 3.5635
F3(82 días)	3.9375	2.8375	3.7125	2.1375	2.4875	3.8	b 3.1521
F4(84 días)	4.2375	3.325	4.825	3.4375	3.825	3.1875	b 3.8063
Media \bar{X}	a* 5.73	a 5.03	a 5.33	a 5.74	a 4.74	a 4.79	

C.V.= 30.50 * Medias con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey (0.05)

Grados Brix

Respecto a los grados Brix (azúcares) en el fruto del cultivo del melón, se observa que a los 89 días de cosecha (Fecha 6) con el tratamiento *Trichoderma* (T3), se obtiene una mayor succulencia (12.625 grados Brix), seguido por el tratamiento *Bacillus* (T2) (12.5 grados Brix) mientras que el tratamiento que mostró un menor contenido de grados azúcar (Brix) fue el Testigo (T6) (9.45 grados Brix.) Para los 87 días (Fecha 5) se observa que el mejor promedio en el contenido de grados Brix fue el tratamiento con *Bacillus* (T2) (10 grados Brix) en tanto el tratamiento que tuvo un menor contenido de carbohidratos fue el tratamiento con el Producto B (T4) (8 grados Brix). En los 84 días (Fecha 4) podemos observar el mayor promedio del contenido de grados Brix en el melón en el cultivo tratado a base de Actinomicetos (T1) (10.5 grados Brix), donde también se puede observar que tratamiento que tuvo el menor promedio que fue el Testigo (T6) (7.5 grados Brix). En los 84 días de cosecha (Fecha 3) se puede observar que el mejor promedio en el contenido de grados Brix fue el tratamiento donde se aplico Actinomicetos (T1) (9.075 grados Brix) mientras que el tratamiento que obtuvo un menor promedio en el contenido de grados Brix fue el del Producto comercial B (T4) (7.5 grados Brix). Para los 81 días de cosecha (Fecha 2) el tratamiento con Actinomicetos (T1) (8.7 grados Brix) muestra un mejor promedio en el contenido de grados Brix en tanto que el tratamiento Testigo (T6) muestra un promedio menor al contenido de grados Brix (5.6 grados Brix). Figura 22.

El análisis de todas las fechas se observa en el cuadro 4 donde se aprecia que el tratamiento a base de *Bacillus* (T2) obtuvo el mayor contenido de grados azúcar (Brix) (9.665) en comparación con el testigo (T6) (7.885) que obtuvo el menor contenido de grados azúcar (Brix). Estos resultados obtenidos no concuerdan con los que fueron obtenidos y reportados por Espinoza (2010) al realizar ensayos en campo en el cultivo del melón, esto pudo haber sido por los días de cosecha, ya que donde obtuvimos una mayor cantidad de grados Brix fue a los 89 días, mientras el

tomo datos a los 55 días donde aun no se encontraba la cantidad adecuada de grados Brix.

Los grados Brix (azucares) del melón están en función a la fecha y al tratamiento mostrando que a medida que cambia el tratamiento por cada fecha existe un incremento o disminución de los grados Brix, por lo tanto, en la interacción la mejor relación que presento fueron a los 89 días de la cosecha (fecha 6) y la de menor efecto en los diferentes tratamientos para los 81 días de la cosecha (Fecha 2).

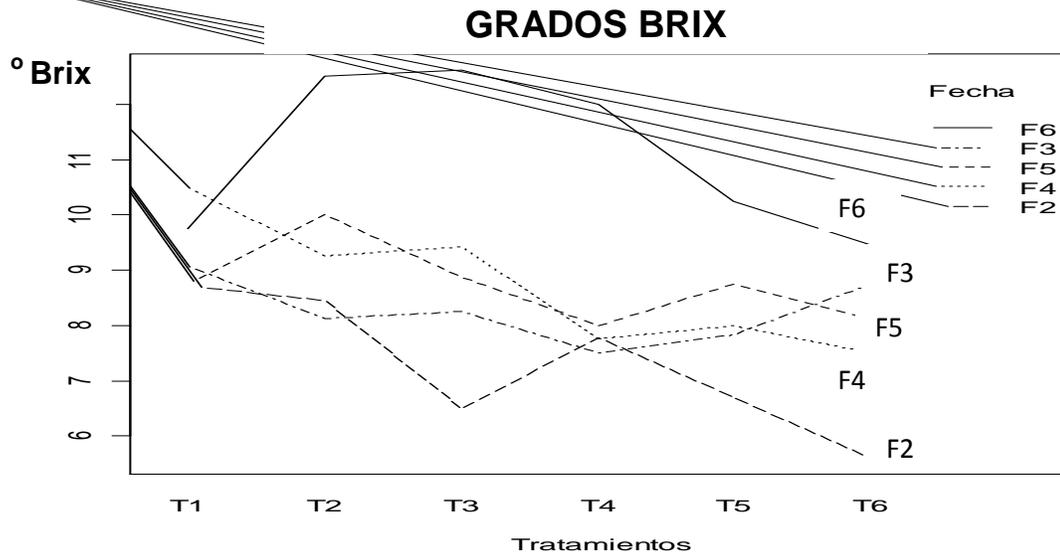


Figura 22. Comparación de medias de los grados Brix del fruto del melón en diferentes fechas del cultivo bajo diferentes tratamientos microbiales al suelo. *T1=Actinomicetes, T2=*Bacillus s.*, T3= *Trichoderma h.*, T4=Producto B T5=Composta, T6=Testigo. *F1= 69 días (9 de junio), F2= 81 días (21 de junio), F3= 82 días (22 de junio) F4=84 días (24 de junio), F5= 87 días (27 de junio), F6= 89 días (29 de junio)

Cuadro núm. 4 Análisis de varianza de las medias de los grados Brix del melón con el uso de microorganismos

Días de cosecha	Actinomicetes (T1)	<i>Bacillus s.</i> (T2)	<i>Trichoderma h.</i> (T3)	Producto B (T4)	Composta (T5)	Testigo (T6)	Media \bar{X}
F2(81 días)	8.7	8.45	6.5	7.775	6.7	5.6	*c 7.2875
F3(82 días)	9.075	8.125	8.25	7.5	7.825	8.75	bc 8.2542
F4(84 días)	10.5	9.25	9.425	7.75	8	7.5	b 8.7375
F5(87 días)	8.75	10	8.875	8	8.75	8.125	b 8.7500
F6(89 días)	9.75	12.5	12.625	12	10.25	9.45	a 11.0958
Media \bar{X}	* ab 9.355	a 9.665	ab 9.665	ab 8.605	b 8.305	b 7.885	

C.V.= 19.30 * Medias con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey (0.05)

Comparación del rendimiento en el número de melones de la cosecha del cultivo del melón

Con respecto al número de melones por m² lo cual se observa de forma grafica en la figura 23, donde se aprecia que no existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en el número de melones en todos los tratamientos, es decir que no existe un efecto representativo de los tratamientos en el incremento del fruto.

De acuerdo a los resultados obtenidos estos son similares a los reportados por Guillen *et al.*, (2005) al evaluar diferentes cepas de *Bacillus* para en combate de *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora* en el cultivo del chile; dichos autores mencionan que la variable del número de frutos no mostro diferencia significativa entre los tratamientos, aunque si en el peso del fruto, efecto similar al obtenido en este experimento pero en el cultivo del melón.

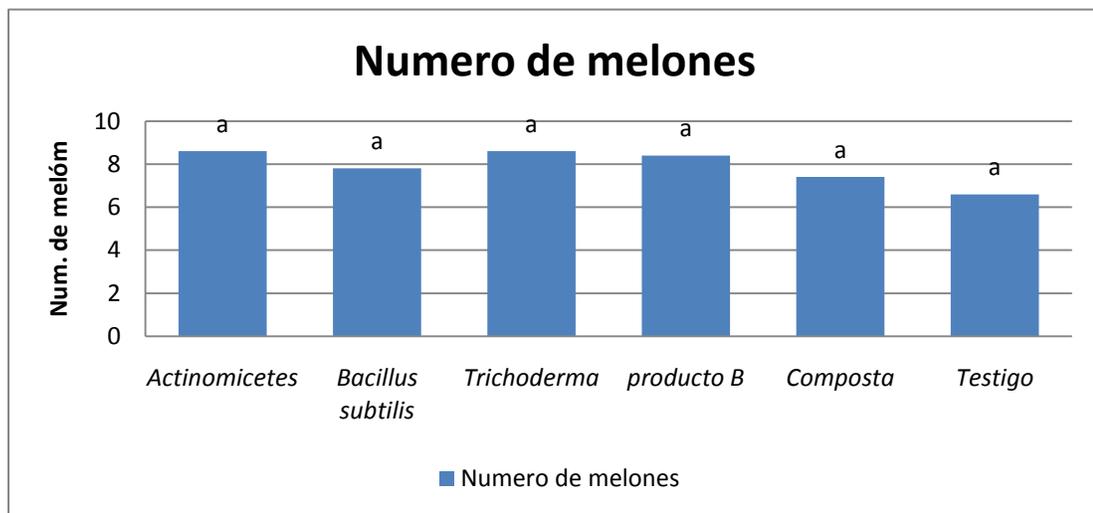


Figura 23. Efecto de los tratamientos microbiológicos sobre el número de melones producidos por m² en el cultivo del melón.

Comparación de los tratamientos de plantas muertas en post emergencia

El análisis de varianza no muestra diferencias significativas ($P \leq 0.05$) con respecto a la media del número de plantas muertas de cada tratamiento, mostrando que el mejor tratamiento para la evitar la pudrición de raíz en el suelo fue el tratamiento a base de Actinomicetos 1 (0.70711) y del tratamiento a base de *Trichoderma* 3 (0.70711), ya que ninguna planta tuvo problemas por enfermedades del suelo.

El número de plantas muertas en todo el experimento fue mínima siendo el testigo donde se presentaron algunas (3), sin embargo la presencia de la pudrición no fue significativa por lo que se asume que no existe evidencia del control del patógeno al no presentar suficiente número de plantas muertas en el testigo figura 24.

En el mismo entorno Guillen *et al.*, (2006) muestra que en pudrición de raíz del cultivo de chile, se redujo la incidencia en 80% y severidad en 39% respecto al testigo. Al aplicar *Bacillus* al suelo y acorde a nuestros resultados no se observó efecto antagónico de *Trichoderma* y *Bacillus* sobre la enfermedad, aunque si menor número de plantas muertas, respecto al testigo convencional.

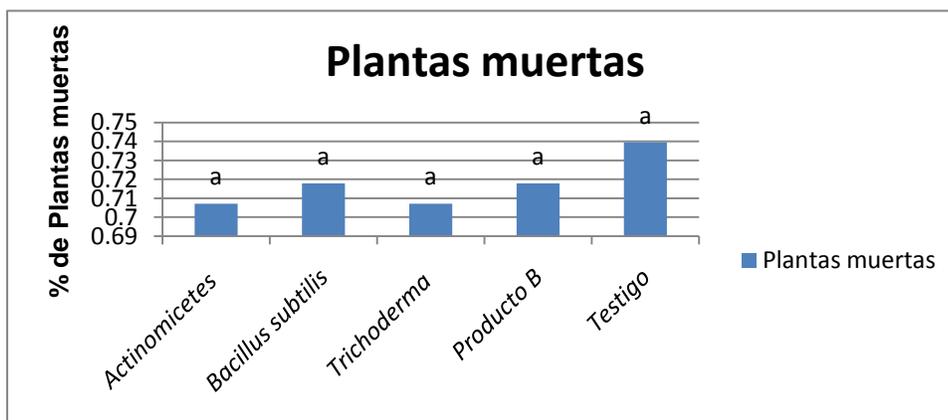


Figura 24. Comparación de medias del número de plantas muertas del cultivo del melón bajo la aplicación de microorganismos antagónicos de fitopatógenos al suelo.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en las variables cuantificadas a diferentes días de cosecha del cultivo del melón podemos concluir que:

El peso del fruto del melón responde favorablemente a los tratamientos con microorganismos presentado mejores beneficios en peso, sobre salen los tratamientos con el uso de *Trichoderma harzianum*, Actinomicetos y *Bacillus subtilis* lográndose mejor peso y rendimiento en los días del cultivo.

En la variable diámetro polar y ecuatorial el tratamiento que produjo mejores resultados fue el tratamiento a base de *Trichoderma harzianum* (T3), al igual que el peso ya que ambos están relacionados.

Con respecto a la variable firmeza los tratamientos donde se aplicó microorganismos al suelo fueron los que mejor firmeza desarrollaron. La aplicación de microorganismos también tuvo efecto sobre la variable de los grados azúcar (Brix), y *Bacillus subtilis* fue el tratamiento que mejor contenido de grados Brix desarrollo, mientras que en el número de melones y plantas muertas no hay diferencia entre los tratamientos.

El uso de microorganismos aplicados al suelo en el cultivo del melón ayuda mejorar los parámetros de calidad de la fruta y evitar pérdidas por muerte de plantas., con lo cual se pudiera ayudar a disminuir la cantidad de fungicidas utilizados al suelo, para evitar la resistencia de fitopatógenos y reducir los daños al medio ambiente.

LITERATURA CITADA

- A.A. Fu C., L.J. Ramírez A. (1999). Manejo Integrado Insectos Plaga de Cucurbitaceas en la Costa de Hermosillo. Folleto Número 17. INIFAP-SAGAR, Hermosillo, Sonora, México
- Agro Net: Melón. Los Mochis, Sinaloa, México. (En línea)
<http://www.agronet.com.mx/cgi/cultives.cgi?Valley=Valle%20del%20Yaqui&Cultive=Melón&Title> consulta: 2005.
- Burgueño, H. 1994. La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico: Extracción de nutrientes por los cultivos de tomate y bell pepper en el Valle de Culiacán, Sinaloa. Vol 1. Culiacán, Sinaloa. p.46
- Burke D.J., A.M. Kretzer, P.T. Rygiewicz & M.A. Topa. 2006. Soil bacterial diversity in a loblolly pine plantation: Influence of ectomycorrhizas and fertilization. FEMS Microbiology Ecology pp. 409-419
- Burke D.J., A.M. Kretzer, P.T. Rygiewicz & M.A. Topa. 2006. Soil bacterial diversity in a loblolly pine plantation: Influence of ectomycorrhizas and fertilization. FEMS Microbiology Ecology pp.409-419
- Butt. T.M.G. Harris & K. A.powell. 1999. Microbial biopesticides; the European Scene in "biopesticides. Use and delivery".Nds F.R. Hill &J. JMenn. Humana press, NJ. pp.23- 44.
- Cano R. P. y Espinoza A. J.J. 2002. Melón: Generalidades de su producción. In: El melón: Tecnologías de producción y comercialización. Celala inifap.Sagarpa pp. 1-9

- Cano R. P. y Espinoza A. J.J. 2003. Nuevo sistema de producción de melón. In: Técnicas actualizadas para producir melón. 50 días del melonero. Sagarpa inifap- celala. Matamoros, Coahuila, México. pp. 13-25.
- Cano R. P. y Gonzales V. H. 2002. Efecto de la distancia entre camas sobre el Crecimiento, desarrollo, calidad de fruto y producción de melón (*Cucumis melo* L). celala-inifap-Sagarpa. Matamoros, Coahuila, México Informe de Investigación. pp. 40-51
- Carletti, S. 2000 use of plantgrowth- promotong rhizobacteria in plant micropropagation. Plant and soil. 67:221-232. Cepas de trichoderma international microbiology pp.249-260.
- Castaños, C. 1993. Horticultura. Manejo Simplificado. Ed. Universidad Autónoma Agraria Chapingo, Méx. pp. 35-47
- Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clement, C., Barka, E. 2005. Use of plant Growth promoting Bacteria for biocontrol of plant diseases: Principles mechanisms of action, and future prosects. Applied and Enviromental Microbiology, pp. 495-499
- Consejo Nacional de Productores de Melón A. C. (COEMEL), 2010 Cultivo de melón, En línea www.coemelcolima.com.mx
- Cruz, C. L. 2004. Potencial antifúngico de cepas de *Bacillus* spp y extracto de *Larrea tridentata* contra *Rhizoctonia solani* en el cultivo de la papa (*solanum tuberosum* L.). Tesis de Maestría en Ciencias en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. p 69.
- Cruz, O. García E y Carrillo F. 1998. Enfermedades de las hortalizas. Universidad, Autónoma de Sinaloa. p. 250

- Cano R. P. y Espinoza A. J.J. 2003. Nuevo sistema de producción de melón. In: Técnicas actualizadas para producir melón. 50 día del melonero. Sagarpa/Inifap-Celala. Matamoros, Coahuila, México. P. 13-25.
- Ezziyyani, M., Perez, C., Requena, M., Ahmed, Candela, M. 2004. Evaluación del biocontrol de *Phytophthora capsici* en pimiento (*Capsicum annuum* L.) por tratamiento con *Burkholderia cepacia*. Anales de biología. pp. 61-68
- Espinoza A. J. J., Cano R. P., Omna C. I., 2003, Utilización de tecnologías de producción modernas para obtener ventajas de mercado: Los casos del acolchado plástico y semillas híbridas en melón en la Comarca Lagunera. Revista Mexicana de Administración Agropecuaria A. C., UAL, UAAAN, Torreón, México. pp. 541-552
- Espinoza A. J. J., Salinas González H., Salinas Gonzales H., Palomo Rodríguez M., 2009. Planeación de la investigación de la INIFAP en la Comarca Lagunera en base a la situación de mercado de los principales productos agrícolas de la región. Revista Mexicana de Agronegocios, vol. XIII, número 024. Torreón, México pp. 758-762.
- Espinoza, H. C. 2010. Manejo de la pudrición de raíz en el cultivo del melón
- Fiddaman DJ, Rossall S. (1993). The production of antifungal volatiles by *Bacillus subtilis*. J Appl Bacteriol pp. 119–126
- Fersini L., J. 1982. Horticultura Práctica capítulo 1. 4a. Ed. Diana. México, D.F. pp. 87-95
- Farfán, D.M., Y Gutiérrez C. 2009. Determinación de la actividad quinolítica de cepas nativas de Actinomicetos y su efecto antagónico sobre microorganismos fitopatógenos. pp. 37-53

- Flores, J. G. evaluación de genotipos de melón (*cucumis melo* L.) bajo condiciones de campo en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura división de agronomía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro P.31
- García, A. 1959. Horticultura capítulo 1. 2º. Ed. Salvat. Madrid, España. pp. 4 -27
- Guenkov, G. 1974. Fundamentos de la horticultura cubana. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. P. 185
- Gohel, V., Singh, A., Vimal, M., Ashwini, P., Chhatpar, H.S. 2006. Bioprospecting and antifungal potential of chitinolytic microorganisms African Journal of biotechnology. pp. 54-72
- Gonzales V., y S. Fragoso. 2002. Citado por Lisboa M. M. A. Tesis licenciatura. Efectividad de *Bacillus subtilis* y de una cepa nativa de *Trichoderma harzianum* Sobre la Incidencia y Severidad de Pudrición Gris (*Botrytis cinerea*) en Vid *vinífera*. Universidad de Talca Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía: pp. 30-49
- Gutiérrez F. F. J. 2008. Evaluación de genotipos de melón (*Cucumis melo* L.), comercial en la comarca lagunera con riego por cintilla y acolchado plástico primavera verano 2008. Tesis licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México. pp. 29-32
- Gonzales, A.C., L, Robles. 2009. Actinomycetes as biological control agents of phytopathogenic fungi. pp. 64-71.
- Guillén, C. R. 2005. Rizobacterias y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) en el suelo infestado con población de *Fusarium*

spp., *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsici*. Tesis de maestría en ciencias en parasitología agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. P 63

Humeres, V., C. 2004. Evaluación de la capacidad biocontroladora de dos cepas nativas de *Trichoderma* spp. sobre aislados de hongos *Basidiomycetes* asociados a muerte de brazos en kivi. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. Talca, Chile. p 32

Harman Ge, Björkman, T. 1998. Potential and existing uses of *Trichoderma* and *Gliocladium* for plant disease control and plant growth enhancement. In: Kubicek CP, Harman GE (eds). *Trichoderma* and *Gliocladium* Vol. 2. Taylor and Francis, London, pp 229-265.

Harman Ge, Kubicek, PK. 1998 *Trichoderma* and *Gliocladium* Vol 2. Enzymes, biological control and commercial applications. Taylor and Francis, London, pp. 380-393.

J.F. Pinales Q., M.A. Arellano G. (2001). Producción de melón fertirrigado y acolchado. Folleto Número 2. Sagarpa-Inifap-Cirne, Campo Experimental Anáhuac, Cd. Anáhuac, N.L.

J.A. Ramírez A. (1999). Virus de Solanaceas y Cucurbitaceas Cultivadas en el Valle del Mayo. Folleto Número 4. Inifap-Sagar, Navojoa, Sonora.

Jimenez, D. R., Virgen, C. G., Tabares Franco, J., Olalde-Portugal, V. 2001. Bacterias promotoras al crecimiento de plantas: Agro-Biotecnología, Avance y perspectivas. pp. 395-400.

Jarvis, W. R. and R. A. Shoemaker. 1989. Taxonomic status of *Fusarium oxysporum* causing foot and root rot of tomato. *Phytopathology* pp.1679-1680.

- Kloepper, J.W., Leong J. teintze, M. and, N. scroth, M. 1989. Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth promoting rhizobacteria Nature. pp.395-886.
- Lecuona, R.E. 1996. Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. Argentina. pp. 338-345
- Marco, M. H. 1969. El melón, economía, producción, comercialización. Ed. Acribia. Zaragoza España. pp. 3-10
- Mendoza, C. Z. 1996. Enfermedades fungosas de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. pp. 4 -8.
- Mendoza, C. Z. 1996. Enfermedades fungosas de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. pp. 30-33
- Martínez, H.R. 1998. Aspectos importantes en el cultivo del melón (*Cucumis melo* L.). Monografía Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. pp. 83-86
- Orietta, F. y Larrea, V. 2001. Microorganismos antagonicos para el control fitosanitario. Avances en el fomento de productos fitosanitarios No sinteticos. Pp 96-100
- P. Cano R., G. Ramírez R., J. Ortegón P., J.H. Esparza M., S. Rodríguez H. (2000). Análisis dialéctico para vigor de semilla en melón. Agrociencia, Volumen 34, Número 3
- Penrose, DM. And Glick, B. R. 2003. Methods for isolation and characterization ACC deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria. plant Physiology. pp. 153-182
- Papavizas, G. C. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium* : Biology, ecology, and potential for biocontrol. Annual Review of Phytopathology pp. 23–54.

- Pérez, A. O., M. R. Cicales R. y K. G. Pérez C. 2003. Tecnologías de bajo impacto ambiental para la producción intensiva de melón (*Cucumis melo* L.) Var. Cantaloupe en Colima. Folleto científico No. 1 Inifap. Tecoman, Colima.pp.57-67
- Read, D.1998. Plants on the web. Nature. pp.22-23.
- SIAP. 2009. Servicio de Información y estadística Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola. <http://www.siap.gob.mx>.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2010, Cierre de la producción agrícola por cultivo, año agrícola 2009. www.siap.gob.mx
- Sid A. A, Ezziyyani, M, Pérez Sánchez C & Candela M. E. 2003. Effect of chitin on biological control activity of *Bacillus* spp. And *Trichoderma harzianum* against root rot disease in pepper (*Capsicum annum*) plants. European Journal of Plant Pathology. Pp. 418-426.
- Stackebrandt, E., Rainey, F. A. and Ward-Rainey, N. L. (1997). Proposal for a new hierarchic classification system, Actinobacteria class nov. international journal of systematic, bacteriology. Pp. 479-491
- Samuels, G. J. Trichoderma: a review of biology and of the mycological research. Pp. 923-935
- Torres; Wong, W; Miguel, A; Fernández, A; Amat, Z. 2001. Actividad antagónica de especies de *Bacillus* spp contra *Rizhoctonia solani* y *Sclerotium rolfsii*.
- Titus, A., Pereira, G. N. 1999-2007. The role of Actinomycetes in coffee plantation ecology (Online). <http://www.ineedcoffee.com/05/actinomycetes/print.asp>.

USDA, 2009. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation service, ubicación taxonómica del cultivo del melón [.http://plants.usda.gov/java/nameSearch?keywordquery=cucumis+melo&mode=scientificname&submit.x=14&submit.y=12](http://plants.usda.gov/java/nameSearch?keywordquery=cucumis+melo&mode=scientificname&submit.x=14&submit.y=12).

USDA. 2007. Noncitrus Fruits and Nuts 2006 Summary. Agricultural Statistics Board National Agricultural Statistic Service (NASS). Washington, D.C.

Uzcategui, M. Serrano, J.A. Boiron, P. Rodrihuez, V. Couble, A. Moniée, D. Sánchez, k. Sandoval, H. Reviakina, V. Mercedes, M. y Mendoza M. 2009. Clasificación e identificación de especies de actinomicetos: un estudio fenotípico comparativo. pp 91-97

Valadéz L., A. 1994. Producción de Hortalizas. Ed. UTEHA. México, D.F. pp. 20-27

Valadez, L. A. 1997. Producción de hortalizas. Sexta reimpresión Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega editores, México, D. F. pp. 245 – 258.

Valadéz, T. et al. 1995. Evaluación técnica y económica del sistema de riego por goteo y Exudación en la producción de melón y sandía. Memorias VI Congreso Nacional de Horticultura. Sociedad mexicana de ciencias hortícolas, A.C., Hermosillo, Son. pp.85-96.

Virgen, C. G. y García, C. J. 1990. Resultados preliminares sobre control biológico de *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* con *Bacillus subtilis* en sandía bajo condiciones de campo. Memoria XVII Congreso Nacional de la sociedad Mexicana de Fitopatología. Culiacan, Sinaloa, Mexico. Resumen, p. 105

Virgen, C. G., Vazquez-Vasquez, J.L. Anguiano, R G.L., Olalde. P, V y Hernandez, D.R. 1997. Aislamiento de las bacterias de la rizosfera de *capsicum annum* L. antagonistas al desarrollo de *phytophthora capsici* leo. Revista mexicana de fitopatología. Pp.43-47.

Zapata, N. M; Cabrera, F. P; Bañon, A. S. y Roth, M. 1989. El melón. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 41-52.

Zapata, N., M. 1989. El Melón. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España pp. 50-63.

Direcciones consultadas en internet

<http://www.biologicosyecologicos.com/productos/para-el-control-biologico-de-enfermedades.html>.

<http://www.alecoconsult.com/index.php?id=humus-de-lombriz>.

http://www.aserca.gob.mx/artman/publish/article_928.asp.

<http://www.siap.gob.mx>.

<http://plants.usda.gov/java/nameSearch?keywordquery=cucumis+melo&mode=sciname&submit.x=14&submit.y=12>

<http://www.ineedcoffee.com/05/actinomycetes/print.asp>.

<http://seder.col.gob.mx/seder20011/Comercializacion/perfiles/Melon.pdf>

www.umoar.edu.sv/biblio/agricultura/.../contro%20fitosanitario.pdf

APÉNDICE

Cuadro 5. Análisis de varianza del diámetro polar del melón de los 6 muestreos en el cultivo del melón

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	5	45.518003	9.103601	4.80	0.0005
Fecha	5	2991.759253	598.351851	315.30	<.0001
Trat*fecha	25	131.969184	5.278767	2.78	0.0001

C.V.= 5.93

Cuadro 6. Análisis de varianza del peso del fruto del melón de los 6 muestreos

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	5	2.58723264	0.51744653	7.46	<.0001
Fecha	5	6.65325764	1.33065153	19.19	<.0001
Trat*fecha	25	3.90912986	0.15636519	2.25	0.0022

C.V.=12.27

Cuadro 7. Análisis de varianza del diámetro ecuatorial del melón de los 6 muestreos del cultivo del melón

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	300.3538971	8.5815399	3.74	<.0001
Error	108	247.7363861	2.2938554		
Total correcto	143	548.0902833			

C.V.= 9.781874

Cuadro 8. Análisis de varianza de la firmeza del melón de 4 muestreos del cultivo del melón

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	5	2.58723264	0.51744653	7.46	<.0001
Fecha	5	6.65325764	1.33065153	19.19	<.0001
Trat*fecha	25	3.90912986	0.15636519	2.25	0.0022

C.V.=30.50833

Cuadro 9. Análisis de varianza de sólidos solubles (grados Brix) del melón en los 5 muestreos en el cultivo del melón

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	5	45.7000000	9.1400000	3.15	0.0115
Fecha	4	188.6333333	47.1583333	16.25	<.0001
Trat*fecha	20	69.7916667	3.4895833	1.20	0.2712

C.V.=19.30267

Cuadro 10. Análisis de varianza del número de melones por m² del cultivo del melón

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	22.43333333	2.49259259	1.18	0.3591
Error	20	42.26666667	2.11333333		
Total correcto	29	64.70000000			

C.V.=18.40166 %

Cuadro 11. Análisis de varianza de número de plantas muertas en post emergencia en el cultivo del melón

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	0.03349365	0.00837341	1.54	0.1915
Error	235	1.27834094	0.00543975		
Total correcto	239	1.31183459			

C.V.=10.27380