UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Evaluación de Dos Sistemas de Producción con Aplicación de Busan 30 AWB versus *Bacillus subtilis* Cepa Q11 y *Trichoderma viride* Cepa Q07 en Cuatro Genotipos de *Capsicum annuum*

Por:

NALLELY RODRIGUEZ ORTIZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2012

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de Dos Sistemas de Producción con Aplicación de Busan 30AWB versus *Bacillus subtilis* Cepa Q11 y *Trichoderma viride* Cepa Q07 en Cuatro Genotipos de *Capsicum annuum.*

Por:

NALLELY RODRIGUEZ ORTIZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Asesor Principal

Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera
Coasesor

M.C. Víctor Manuel Villanueva Coronado
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.
Abril, 2012

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Sra. Sara Ortiz Contreras

Sr. Angel Rodriguez Campos

Por el gran apoyo que me han brindado a pesar de todos los momentos difíciles que pasamos, gracias por el consuelo y por sus sabias palabras que me ayudaron a seguir adelante, sobre todo porque ustedes me indujeron a la profesión más noble que puede existir, la agricultura.

AGRADECIMIENTOS

A MI "ALMA MATER" Gracias a la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"** por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente, abriéndome sus puertas, sus servicios y por todo el apoyo que me brindo durante mi estancia en ella.

A la familia **Burciaga:** él Ing. Manuel, Gustavo, la señora Norma y Alfonso.Por su amistad brindada desde a inicios de mi instancia en la universidad y por todos sus consejos.

Al Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo, por su apoyo incondicional en momentos claves para mi desarrollo profesional, no me queda más que darle muchas gracias.

A mis asesores por el apoyo en este proyecto de tesis **Dr. David Sánchez Aspeytia, y M.C. Víctor Manuel Villanueva.**

Al **M.C. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza**, por la asesoría en parte de este trabajo.

Amigos, maestros y compañeros.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS…… **ii**

AGRADECIMIENTOS…….. **ii**

INDICE DE CONTENIDO…… **iii**

INDICE DE CUADROS……..... **v**

INDICIE DE FIGURAS…….. **vi**

RESUMEN …… **vii**

I. INTRODUCCIÓN……... **1**

Objetivo…….. **3**

Hipótesis…….. **3**

II. REVISIÓN DE LITERATURA…….. **4**

Generalidades del cultivo ……... **4**

Origen…… **4**

Importancia Social…….. **5**

Producción mundial……..... **5**

Producción nacional……..…….. **7**

Descripción botánica……..…. **10**

Requerimientos de clima y suelo……..…….. **13**

Problemas fitosanitarios……... **14**

Ahogamiento o *Damping off*..……. **14**

Uso de cubiertas flotantes y micro túneles …….…… **18**

III. MATERIALES Y METODOS……...…… **23**

Ubicación geográfica del experimento…….. **23**

Material vegetativo……..……. **23**

Tratamientos…… **24**

Genotipos……. **26**

Metodología…… **26**

Producción de Plántula…….. **26**

Preparación del terreno……..... **27**

Trasplante ……...…….…….... **28**

Labores culturales…..……..... **28**

Tutorado de planta……..... **29**

Fertilización ……..……..... **29**
Variables evaluadas……..……..... **31**
Altura de planta……..... **31**
Longitud de fruto……..... **31**
Diámetro de fruto…….…….. **31**
Peso del fruto..……..... **31**
Numero de frutos……..…….… **32**
Rendimiento…...……..…….…… **32**
Diseño Experimental…… **32**
IV. RESULTADOS Y DISCUSION…… **34**
V. CONCLUSIONES………... **49**
LITERATURA CITADA…… **50**

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pagina
2.1	Principales países productores de Chile en toneladas…….	6
2.2	Principales países exportadores de chiles y pimientos en toneladas……..	7
2.3	Principales países importadores de chile en toneladas……	7
2.4	Producción agrícola de chile serrano en modalidad Riego + temporal, Ciclo: Cíclicos y Perennes 2010……..	9
2.5	Producción agrícola de chile verde de tipo serrano en el Estado de Guanajuato en ciclo2010 cíclicos y perennes bajo la modalidad de riego + temporal……..	10
3.1	Calendario de riego y formulación de fertilización utilizada en la producción de chile en el campo experimental La Charca, Jaral de Progreso, 2010……...	29
4.1	Cuadrados medios y significancia de las variables evaluadas en genotipos de chile serrano en el municipio de Jaral del Progreso, Gto. 2011……	34
4.2	Comparación de medias y significancia de las variables evaluadas en chile serrano tratados con Busan 30 awb y *Trichoderma+ Bacillus subtilis* en jaral del Progreso, Gto.2011.	35
4.3	Comparación de medias de las variables evaluadas en chile serrano en dos sistemas de producción en Jaral del Progreso, Gto. 2011……	36
4.4	Comparación de medias de las variables evaluadas en chile serrano producidos en Jaral del Progreso, Gto. 2011……..	37
4.5	Comparación de medias de las variables evaluadas en la interacción de control de enfermedades y sistemas de producción en chile serrano producidos en Jaral del Progreso, Gto. 2011……	44
4.6	Comparación de medias para las variables evaluadas en la Interacción de control de enfermedades y genotipos de chile serrano producidos en Jaral del Progreso, Gto. 2011…….	44
4.7	Comparación de medias para las variables evaluadas en la interacción sistemas de Producción*control de enfermedades* genotipos de chile serranoproducidos en Jaral del Progreso, Gto. 2011……..	45

INDICIE DE FIGURAS

Figura		Pagina
3.1	Imagen representativa en la construcción de micro túnel….	25
3.2	Imagen representativa de la plántula de los cuatro genotipos……..	27
3.3	Imagen representativa del trasplante…….	28
3.4	Imagen representativa del tutorado de planta…….	29

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la empresa Monsanto vegetables en el campo experimental “La Charca”, en el municipio de Jaral del Progreso, Estado de Guanajuato. Los objetivos del trabajo fueron estimar el efecto agronómico del sistema de micro túnel con tela de polipropileno durante los primeros cuarenta días después del trasplante y su referente con el cielo abierto en cuatro genotipos de chile serrano, así como determinar el comportamiento de los tratamientos en el control de *Damping off*, con aplicaciones de Busan 30AWB versus *Bacillus subtilis* Cepa Q11 y *Trichoderma viride* Cepa Q07.y la de evaluar el comportamiento de cuatro genotipos de chile serrano bajo dos sistemas de producción y la presencia del Damping off.

El diseño experimental utilizado fue un bloques completamente al azar, en total fueron ocho bloques, cada bloque consistió de 10 repeticiones y cada repetición consto de 10 plantas. Los datos recabados fueron analizados bajo un análisis de bloques completamente al azar con arreglo trifactorial, donde el factor “A” consistió en los Sistemas de Producción (micro túnel y cielo abierto), el factor “B” fue la aplicación de fungicidas para el control de enfermedades a base de Busan 30 y *Bacillus subtilis* cepa Q11 + *Trichoderma viride* cepa Q07, ambos aplicados por vía drenchy el factor “C” los genotipos (Camino Real, Tuxtlas, Don Vicente y Don Diego). El análisis se llevo a cabo con el software Statístic Analysis System SAS (versión 9.2),

todos los tratamientos estuvieron bajo acolchado de suelos con plástico y sistema de riego por goteo.

Los resultados determinaron que el uso de micro túnel con tela de polipropileno durante los primeros cuarenta días después del trasplante la productividad se eleva hasta en un 50% que su referente a cielo abierto, por lo que posiblemente se deba a las condiciones ambientales controladas, en su proceso de climatización de la planta en campo.Por otra parta en el control de Damping off se encontró que no hay diferencias en los tratamientos al no haber perdida de plántula, sin embargo con la aplicación de *Bacillus subtilis* Cepa Q11 y *Trichoderma viride* Cepa Q07 se obtuvieron mejores resultados en cuanto a producción y calidad de la planta, esto se debe posiblemente a las condiciones dadas en el clima, ya que no se presentaron lluvias durante el ciclo y se cuidaron los riegos para evitar el exceso de humedad, hay que tomar en cuenta que el método biológico no es residual para el suelo teniendo igual o mejor control con el uso de químicos. También se encontró que el genotipo Don Vicente su productividad es mayor y mejor con respecto a los demás genotipos cuando tiene condiciones controladas en sus primeras etapas con un volumen de producción de 38.670 ton*ha$^{-1.}$

Palabras Clave: *Capsicum annuum, Damping off, Trichoderma viride, Bacillus subtilis,* micro túnel, cultivos protegidos, Agribon.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile (*Capsicum spp*.) es importante por su historia, tradición y cultura en México, además es unproducto agrícola con alta demanda mundial, ubicándose entre las siete hortalizas más cultivadas del mundo, con una producción mundial estimada de 24 millones detoneladas (Pérez-Castañeda *et al*., 2008). El chile Serrano (*Capsicum annuum*), es uno de los más comerciales en el país, donde goza de preferencia para su consumo en fresco, por la calidad de su fruto, factor importante en su comercialización.

El conocer fisiológicamente la planta, permite entender las necesidades de agua, nutrientes y condiciones climáticas, principalmente. En este último es considerado como el factor principal para la producción y el menos controlable por el hombre. Con la ayuda de los avances agro-tecnológicos se ha logrado producir bajo condiciones de invernadero y micro-túneles, principalmente controlando dichas necesidades. Por otra parte, en condiciones de cielo abierto, el cultivo se somete a estrés después de trasplante o baja emergencia en siembra directa,en las primeras etapas del cultivo y en su proceso de enraizamiento y la climatización es muy susceptiblea cambios bruscos de temperatura, vientos, lluvia, sobre todo heladas tardías, lo cual causa la muerte de la plántula. Otro problema muy fuerte que se enfrenta en la producción de chile en las primeras etapas de desarrollo es el marchitamiento *Damping off*,

enfermedad comúnmente ocasionada por un complejo de hongos del suelo, donde se encuentran *Phytophthora* spp., *Pythium* spp. y *Fusarium* spp., estos patógenos, son habitantes naturales del suelo, a lo cual es necesario la aplicación de fungicidas químicos para el control de estos patógenos, los cuales son residuales, y de uso constante para tener un buen control.

Sin embargo, para hacer más eficiente el incremento de la producción de buena calidad, es necesaria la protección de los cultivos, sembrando bajo cubiertas, pero construir invernaderos requiere de inversiones más costosas, que no siempre están al alcance del productor. En estas circunstancias, se utilizan sistemas de protección igualmente eficientes pero mucho más económicos: en primera opción se considera al micro-túnel de estructura sencilla y precios módicos. Los microtúneles permiten conseguir cosechas con elevados rendimientos, excelente calidad y alta precocidad.

En la presente investigación se plantea estimar el comportamiento agronómico de cuatro genotipos de chile serrano bajo dos sistemas de producción: uno bajo micro túnel con tela de polipropileno y el segundo bajo cielo abierto, con dos aplicaciones vía drench (humedecer hasta que quede completamente mojado de un liquido) de un fungicida químico (Busan30 awb) y uno de origen biológico (*Bacillus subtilis* cepa Q11, *Trichoderma viride* cepa Q07), para el control de Damping off. Teniendo como principales:

Objetivos:

- Estimar el efecto agronómico del sistema de micro túnel con tela de polipropileno durante los primeros cuarenta días después del trasplantey su referente con el cielo abierto en cuatro genotipos de chile serrano.
- Determinar el comportamiento de los tratamientos en el control de *damping off*, con aplicaciones de Busan 30AWB versus *Bacillus subtilis* Cepa Q11 y *Trichoderma viride* Cepa Q07.
- Evaluar el comportamiento de cuatro genotipos de chile serrano bajo dos sistemas de producción y la presencia del damping off.

Hipótesis

- El uso de micro túneles de polipropileno durante los primeros cuarenta días después de trasplante optimiza el rendimiento en relación a la producción del cielo abierto.
- La aplicación de *Bacillus subtilis* cepa Q11 combinada con *Trichoderma viride* cepa Q07vía drench, controla mejor la enfermedad de Damping off en comparación del Busan 30 awb.
- El genotipo de chile serrano Don Vicente presenta mejor comportamiento que el Camino Real, Tuxtlas y Don Diego.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Origen

En México junto con el cultivo de maíz y frijol, el chile (*Capsicum annuum*) es uno de los productos de mayor consumo en la alimentación. Nuestro país es considerado el centro de origen del chile, especie domesticada por los mesoamericanos, permitiendo con ello la expansión de este en sus diversas variedades. Aunque se cultivan varias especiesde este género, la especie*annuum* es la de mayor importancia económica. México cuenta con la mayor variabilidad genética de*Capsicum annuum* y de sus parientessilvestres *C. annuum var. aviculare*y*C. annuum var. glabriusculum*, representada por numerosos tipos (serranos, jalapeños, pasillas, guajillos, de árbol y otros.), adaptados a diferentes condiciones agroecológicas y ampliamente usados en el país. Asimismo, cuenta con otras especies importantes de chile como *C. chinense* y *C. pubescens*, mejor conocidos como chiles habanero y manzano, respectivamente (Laborde y Pozo, 1982; Meneses*et al*., 2006; Hernández *et al*., 2008).

Importancia Social

La difusión de la culturaindígena y europea, contribuyó ampliamenteen la diversificación de platillospreparados con esta hortaliza yactualmente es la base o condimentode diversas recetas de la cocinamexicana y de algunas extranjeras. La cultura y tradición mexicana se caracterizapor una gran diversidad regionalen todo el país. Sin embargo, si alguna naciónse identifica con el chileinternacionalmente, ésta es México.Su consumo se remonta hasta lostiempos de la cultura azteca, existiendoademás una gran gama de variedadesde chiles (OIEDRUS, 2008). El consumo de chiles por persona en México es mayor al consumo de arroz y de papa. En 2001 se registró un consumo per cápita de 8.7 kilogramos (CONAPROCH, 2007).

*Capsicum annuum*tiene utilidad en la elaboración de salsas, encurtidos y colorantes, principalmente. El chile jalapeño, cuya producción se divide de la siguiente manera; 60% para la industria, 20% para consumo en fresco y el resto deshidratado en chipotle. En cuanto al chile ancho, la mitad de la producción se comercializa en fresco y el resto a la industria deshidratadora, que a su vez el 85% al deshidratado y el 15% para la obtención de chile en polvo y colorantes. En contraste, más del 90% de la producción de tipo serrano se consume en fresco y solo el 10% es procesado (Laborde y Pozo, 1984).

Producción Mundial

Desde 1993, la producción mundial de chiles ha tenido un crecimiento del 48% de lasuperficie y duplicando los volúmenes de producción. Este aumento en la

producción dechiles se debe a la creciente demanda de este producto en todas sus presentaciones (fresco,seco y procesado), tanto para consumo directo como para usos industriales. Según la FAO (2010), los principales países productores de chile son China, México, Turquía, Indonesia, España y Estados Unidos (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Principales Países Productores de Chile en toneladas

Países	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
China	12, 530, 180	13, 030,234	14, 026, 272	14, 274, 178	14, 524, 178
México	1, 617, 264	1, 681, 277	1, 890, 428	2, 054,968	D.N.D
Turquía	1, 829, 000	1, 842, 175	1, 128, 790	1, 796, 180	1, 837, 003
Indonesia	1, 058, 023	1, 185, 060	1, 128, 790	1, 092, 115	D.N.D
España	1, 060, 362	1, 147, 774	1, 059, 500	1, 059, 500	1, 011, 700
Estados Unidos	959, 070	998, 210	855, 870	915, 160	926, 680
Nigeria	721, 000	721, 500	723, 000	725, 000	D.N.D
Egipto	460, 000	470, 000	475, 000	475, 000	800, 000
República de Corea	395, 293	352, 966	414, 136	385, 763	D.N.D
Países Bajos	345, 000	318,000	320, 000	330, 000	D.N.D

Fuente: http://faostat.fao.org
D.N.D = Datos No Disponibles

Como se puede observar en el Cuadro 2.1, China es el principal país productor de chiles y pimientos en verde, seguido de México y Turquía. A nivel mundial, México ocupa el segundo lugar en volumen de producción y en superficiecosechada, con 140,693 has y 1’853,610 toneladas. Mientras que los principales países exportadores de chile se encuentra México, España, Países Bajos, Estados Unidos, Israel y China, principalmente (Cuadro 2.2). Como se puede observar, México es el principal país exportador de chiles ypimientos en verde, sin ser el primer productor, seguido de España y Países Bajos. En tanto

que los principales países importadores de chile son los Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Francia y Canadá (Cuadro2.3).

Cuadro2.2.Principales países exportadores de chiles y pimientos en toneladas.

PAÍSES	2004	2005	2006	2007	2008
México	432, 960	478, 066	517, 832	530, 896	580, 864
España	395, 437	429, 359	477, 806	368, 534	435, 221
Países Bajos	330, 776	359, 768	346, 592	378, 062	407, 664
Estados Unidos	93, 701	94, 914	63, 591	108, 521	106, 902
Israel	65, 100	80, 182	94, 690	116, 655	80, 911
China	66, 579	39, 425	26, 359	47, 162	74, 506
Canadá	49, 206	57, 049	65, 319	51, 379	72, 255
Turquía	50, 684	63, 918	59, 495	74, 999	65, 965
Marruecos	11, 933	30, 240	29, 913	46, 457	56, 850
Francia	26, 157	23, 181	40, 081	41, 391	46, 717

Fuente: http://faostat.fao.org

Cuadro 2.3. Principales países importadores de chile en toneladas.

PAÍSES	2004	2005	2006	2007	2008
Estados Unidos	445, 997	488, 937	555, 536	585, 025	616, 525
Alemania	282, 179	287, 943	278, 943	277, 774	303, 660
Reino Unido	115, 984	154, 251	140, 342	148, 082	150, 139
Francia	119, 306	131, 801	140, 311	135, 080	135, 080
Canadá	95, 726	102, 582	107, 907	107, 985	108, 792
Países Bajos	77, 079	86, 010	107, 854	117, 991	96, 939
Rusia	58, 514	62, 247	71, 108	77, 055	95, 677
Italia	50, 512	60, 893	68, 602	58, 464	57, 344
Austria	52, 794	54, 183	54, 836	47, 880	51, 516
Republica Checa	33, 974	48, 975	52, 515	43, 315	45, 120

Fuente: http://faostat.fao.org

Producción Nacional

En México se siembra prácticamente en todas las condiciones agroecológicas de nuestro país: En la **Región Norte y Noreste**, por ser una región que

presenta alta tecnología, por lo general tienen buenos rendimientos y productividad en base a la adopción de buena tecnología, tienen condiciones ambientales más o menos estables y adecuados canales de comercialización. En esta región sobresalen los estados de Chihuahua, Sinaloa, Sonora, Nayarit, Durango, Baja California, Baja California Sur y Sur de Tamaulipas, quienes producen chiles jalapeños, bell, serranos, cayenne, anaheim, güeros y anchos. Esta región esta especializada en la producción de chiles frescos para al consumo directo o la industria de proceso. **La Región Centro o Bajío**.- Zona caracterizado por ser de mediana tecnología. Comprenden zonas tradicionales de producción de chiles para deshidratar (anchos, mulatos, pasilla, puya, guajillo); aun cuando se observa un creciente interés de producir para el mercado de frescos. Por lo general tienen tecnología de producción y los métodos de secado tradicionales, lo que ocasiona que tengan bajos rendimientos y productos de mala calidad. Los estados comprendidos en esta región son Aguascalientes, Guanajuato, Puebla, San Luis Potosí, Zacatecas y Querétaro.**La Región Sur y Sureste**.- Región de baja tecnología. Se siembra principalmente de secano y humedad residual, lo que origina altos riesgos e inestabilidad de la producción. Las regiones de Veracruz, Oaxaca, Campeche y Quintana Roo han disminuido, en algunos, su área sembrada o bien han permanecido estables; sin embargo, los rendimientos aún continúan siendo bajos y no compiten en mercados exigentes de productos de calidad. A pesar de esta situación, hay signos visibles de cambio tecnológico. Una situación diferente es el sur de Tamaulipas que tiene buena tecnología, obtiene altos

rendimientos de frutos con calidad que compiten favorablemente en el mercado, (SIAP-SAGARPA,2008).

En general, los principales chiles cultivados en México son de tipo jalapeño, habanero, serrano, manzano, poblano, seco, verde y pimiento. De acuerdo al Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP), los principales estados productores de chile serrano para el 2010 en la modalidad de riego, más temporal, destacan los estados de Sinaloa, Puebla, Tamaulipas, Veracruz, Jalisco, Hidalgo, Guerrero, Michoacán y Guanajuato (Cuadro2.4). En el estado de Guanajuato destacan los municipios de la Purísima del Rincón, Salvatierra, Silao, San Francisco del Rincón, Cortázar, Pénjamo, Villagrán, Apaseo el Grande, Jaral del Progreso y Jerecuaro (Cuadro 2.5).

Cuadro 2.4.Producción agrícola de chile serrano en modalidad riego + temporal, ciclo 2010: Cíclicos y Perennes. Ha^{-1}

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR ($/Ton)	Valor Producción (Miles de pesos)
Sinaloa	3, 797. 00	3, 489. 00	123, 572. 40	35.42	4, 227. 22	522, 367. 50
Puebla	1, 878. 00	1, 878. 00	5, 350. 07	2.85	17, 498. 22	93, 619. 14
Tamaulipas	1, 070. 50	1, 605. 00	52, 935. 00	32.98	6, 942. 34	367, 493. 00
Veracruz	1, 625. 00	811. 5	7, 770. 90	9.58	7, 253. 86	56, 369. 04
Jalisco	708. 5	705. 5	10, 195. 70	14.45	7, 358. 52	75, 025. 46
Hidalgo	896	896	7, 852. 60	8.76	7, 010. 73	55, 052. 46
Guerrero	338	338	2, 180. 50	6.45	6, 336. 89	13, 882. 99
Michoacán	306. 5	256	2, 549. 99	9.96	6, 260. 41	15, 963. 98
Guanajuato	214	214	2, 688. 00	12.56	4, 929. 69	13, 251. 00

Fuente: SIAP, 2010

Cuadro 2.5. Producción agrícola de chile verde de tipo serrano en el Estado de Guanajuato en ciclo2010 de cíclicos y perennes bajo la modalidad de riego + temporal.

Municipio	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR ($/Ton)	Valor Producción (Miles de pesos)
Pénjamo	25	25	225	9	5, 100. 00	1, 147. 50
San francisco del Rincón	27	27	432	16	3, 500. 00	1, 512. 00
Silao	37	37	555	15	4, 300. 00	2, 386. 50
Purísima del Rincón	36	36	597	16.58	5, 758. 79	3, 438. 00
Salvatierra	30	30	300	10	6, 000. 00	1, 800. 00
Cortázar	25	25	225	9	5, 400. 00	1, 215. 00
Villagrán	14	14	182	13	4, 000. 00	728
Apaseo el Grande	10	10	80	8	5, 000. 00	400
Jaral del Progreso	8	8	80	10	6, 000. 00	480
Jerecuaro	2	2	12	6	12, 000. 00	144

Fuente: SIAP, 2010

Descripción Botánica

El chile serrano es una planta herbácea perene en las regiones tropicales, pero se cultiva como si fuese anual en zonas templadas. El tamaño de la planta oscila entre los 60 y 130 cm. de altura, tiene raíz tipo pivotante o típica (Ruiz *et al.,* 1949; Holman y Robbins, 1961). Estas plantas crecen erectas en un solotallo, crece hasta nueve a 11hojas, cuando nacende dos a tres ramas apartir de las yemas de lashojas más altas, cada tallo termina enuna flor, por lo que lasplantas adquieren una formade cono invertido(Lesur, 2006). Por su parte, Pérez(1997) menciona que el sistema radicular es de raíz pivotante y velloso. La raíz primaria es corta y bastante ramificada. Algunas raíces llegan a profundidades de 70 a 120 cm., lateralmente se extiende hasta 120 cm. de

diámetro alrededor de la planta. La mayor parte de las raíces están situadas a una profundidad de 5-40 cm. en el suelo.

El tallo es cilíndrico o prismático angular. Su parte inferior es leñosa y se ramifica de manera Pseudodicotómica después que empieza la ramificación, con frecuencia una de las ramas es más fuerte y crece en el sentido de la ramificación transitoria de menor importancia. Así se forman las ramificaciones principales que determinan la forma y carácter de la planta. El tallo crece hasta una altura de 30-120 cm. según las características de la variedad y las condiciones en que se siembra la planta.

Las hojas son laminares de color verde con simetría bilateral, simples alternas y pecioladas, de forma ovoide alargada, varían mucho en tamaño. Son lampiñas o glabras (suave y lisa al tacto), enteras (alternas), ovales o lanceoladas y miden de 1.5 a 12 cm de largo y de 0.5 a 7.5 cm de ancho, el ápice es acuminada, la base de la hoja es cuneada y aguda y el pedicelo es largo o poco aparente (Arcos*et al*., 1998). El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto (Fernández, 2007).

El fruto, que es la parte aprovechable del chile, se define como una baya. Su fecundación es claramente autogama, no supera el porcentaje de alogamia de

19 por ciento (Maroto, 1983). Los frutos pueden estar en posición colgante o erecta; se compone del pericarpio, endocarpio y las semillas. Tienen una longitud de fruto de 2.5 a 6.0 cm y un diámetro de 0.6 a 2.0 cm. La forma del fruto es cónica o alargada. El pericarpio empieza ha crecer después de la polinización de los óvulos. El pericarpio tiene cualidades distintas: espesor (1-2 hasta 6-8 mm), consistencia, sabor, color, etc., y se forma mejor cuando la mayor parte de los óvulos están fecundados (Pérez, 1997).

La estructura floral se forma en los lugares en donde se ramifica el tallo, y de acuerdo con las características de las variedades en una ramificación se forman de 1 hasta 4-5 o más. En las variedades de frutos gruesos, comúnmente se forma una sola flor. En las variedades de ramos se forman más flores.Los pedicelos miden más de 1.5 milímetros de longitud; el cáliz es campanulado, ligeramente dentado, aproximadamente de dos milímetros, alargado y cubriendo la base de los frutos, la corola es rotada, mide de ocho a 15 mm de diámetro (Guenkov, 1983).Las flores son hermafroditas, frecuentemente se forman con seis sépalos, seis pétalos y seis estambres. El número de los órganos florales oscila de 5 a 7. El ovario es superó, el estigma usualmente se encuentra a nivel de las anteras, por lo cual facilita la autopolinización. El chile es una planta de autofecundación facultativa, el polen tiene mayor disponibilidad para la fecundación durante las horas de la mañana en el momento que se abren las flores, la temperatura más favorable es alrededor de 20ºC (Pérez, 1997).

Las semillas de chile son mayores que las del tomate y tienen forma deprimida, reniforme, son lisas, sin brillo y de color blanco amarillento. Las variedades de frutos pequeños usualmente tienen semillas más chicas en comparación con las variedades de frutos grandes. Generalmente el peso de las semillas del fruto de las distintas variedades, no es igual y oscila entre los límites de 2 y 8 mg por semilla (Pérez, 1997).Las semillas de chile se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central (Fernández, 2007). Tienen una forma aplastada, redondeadas y lisas, ricas en aceite y cuyo diámetro alcanza entre 2.5 y 3.5 mm (Lesur, 2006). El lado más recto presenta el hilo, cicatriz que queda en la zona del funículo al madurar y separarse la semilla de la placenta. Esta formada por la testa, el endospermo y el embrión. Su poder germinativo de las semillas frescas es de 95 a 98 % y mantiene su viabilidad durante tres o cuatro años; es dicotiledónea con germinación epigea (Maroto, 1992 y Valadéz, 1997).

Requerimientos de Suelo y Clima

Valadéz (1997) reporta que el chile se desarrolla en diferentes suelos, desde los suelos ligeros (arenosos), hasta los pesados (arcillosos), prefiriendo los limo-arenosos y arenosos. El pH óptimo para el cultivo se sitúa entre 6.5 y 7.0, aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5.5), es sensible a la salinidad del suelo, soportando contenidos de 2560 a 6400 ppm (4 a 10 mm hos), el chile prefiere terrenos sueltos, profundos, frescos y bien labrados, ricos en materia orgánica y en donde no exista estancamiento de agua (Zapata *et al.,* 1992).Mientras que Castaños (1993) menciona que el chile

se debe sembrar en suelos sueltos y ligeros y bien abonados, no recomienda los suelos arcillosos, aunque estén bien abonados, ya que la retención de agua propicia la aparición de enfermedades fungosas.

Este cultivo es de regiones cálidas, por lo cual no resiste las heladas. La temperatura optima para la germinación de la semilla es de 21.1 a 23.9 ºC, en la época de trasplante, la temperatura mínima tiene que estar por encima de los 15ºC., en tanto que el óptimo se sitúa sobre los 18 a 20ºC (Sobrino y Sobrino, 1989). Losrequerimientos de temperatura ambiente para el desarrollo del cultivo son de 18.3 a 26.6°C en el día y durante la noche de 15.5 a 18.3, según lo reportado por Valadéz (1997).

Problemas Fitosanitarios

La producción de chile se ve afectada por patógenos en todas sus etapas fenológicas, ocasionando pérdidas en el rendimiento que pueden llegar al 100%. Entre los grupos más importantes encontramos a las bacterias hongos, virus, nematodos e insectos.

Ahogamiento o *Damping Off*

Causada por hongos de los géneros de *Phytophtora* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia*s pp., *Phythium* spp. y *Verticillium* spp. Esta enfermedad es muy comúnen almácigos tradicionales de tierra y en siembra directa, en donde con frecuencia se tienen altas incidencias que ocasionan severos daños a la población de plántulas en desarrollo. Con la adopción generalizada de producciónde plántulas bajo condiciones controladas de invernadero y charolas

de germinación, el problema fue controlado satisfactoriamente; sin embargo, en los últimos ciclos agrícolas el problema se incrementó considerablemente, causando severos daños, no solo en el invernadero, sino también en plántulas ya trasplantadas, que por lo generalllevan la infección del invernadero al terreno. Esta enfermedad la ocasiona un complejo de hongos habitantes delsuelo que pueden infectar solos o en complejos asociados, como los ya mencionados. Afectan la semillaen preemergencia, en donde el tallo muere antes de emerger y convertirse en un eficiente foco de infección, si lascondiciones ambientales le son favorables. Cuando la enfermedad se presenta en plántulas emergidas, se observainicialmente hojas flácidas que gradualmente se van marchitando hasta la muerte total; a la altura del cuello (niveldel suelo) se observa un estrangulamiento del tallo de color café oscuro o rojizo que se prolonga por todo el sistemaradical que deja completamente desintegrado. La mayoría de los hongos de este complejo, pueden sobrevivir indefinidamente en el suelo, produciendo esclerosios, oosporas u otras fructificaciones en reposo. Cuando las condiciones ambiéntales son favorables para su desarrollo, que se propicia con un exceso de humedad, materia orgánica no descompuesta y poca aireación del suelo, germina e inicia su ciclo de infección en semillas o plántulas recién emergidas, ya que el síndrome se origina por la obstrucción de los haces vasculares (Avelar y Marbán, 1989).

Mendoza (1996) menciona que el manejo de esta enfermedad es mediante el control cultural, biológico, químico, genético e integral. Entre las medidas culturales que han demostrado ser eficientes para el manejo de la marchitez, se

encuentra la rotación de cultivos por más de tres años, nivelación del terreno, formación de surcos altos con pendiente, riegos ligeros y frecuentes.

Pérez *et al. (*2004), Fernández *et al.* (2007), Parra y Ristaino (1998), Lamour y Hausbeck (2000) reportan cepas de *P*. *capsici* tolerantes a los actuales fungicidas en nuestro país y Estados Unidos. Desafortunadamente la mayoría de los productos aplicados de manera desmesurada para el control de la enfermedad; por sí sola, esta estrategia tiene poco futuro, pues se corre el riesgo de seleccionar cepas resistentes aloomiceto, condición que coloca fuera de alcance el control con agroquímicos en los años siguientes. Para evitar eso, es necesario combinar varias estrategias de control, por ejemplo, Pérez *et al.* (1990) evaluó cinco variedades de chiles susceptibles (Tampiqueño 74, Mulato V-2 y Criollo CAENGUA) y tolerantes (Mulato Bajío y Pasilla Salvatierra) bajo cuatro tratamientos de fungicidas a base de Metalaxyl 5G y Fosetil-Aluminio 80%, donde encontraron que el mayor número de plantas vivas se obtuvieron con los cultivares tratados con fungicidas. En relación al rendimiento, el cultivar pasilla Salvatierra obtuvo el mayor rendimiento cuando fue tratado con Fosetil-Aluminio cada 7 y 14 días. Avelar (1989) evaluó fungicidas, estiércol y plástico negro en Valsequillo, Puebla, y determino que la combinación de fungicidas más estiércol y plástico fue el más efectivo al mostrar incrementos menores de la enfermedad. Por su parte, Chávez *et.al.,*(1994) encontró que los tratamientos de solarización con plástico transparente con o sin gallinaza contra *Phytophthora capsici* ejerció control del patógeno, donde la supervivencia fue de 0% a 2 cm de profundidad, 19-23 % a 10 cm., 41-47% a 20 cm. y 55-58 % a

30 cm. La solarización con plástico negro es inefectiva para el control del patógeno, dado que no se alcanzaron temperaturas letales a profundidades mayores de 2 cm. Respecto a la incidencia y el rendimiento, los mejores tratamientos fueron Allitte con gallinaza y plástico transparente.

Otra práctica cultural es la cantidad de agua que debe aplicarse en riego. Mojarro *et al.* (2004) menciona que para el control de la enfermedad Damping off, debe aplicarse 50% de agua de *Trichoderma harzianum,* quiénregistra capacidad antagónica contra *Rhizoctonia solani, Sclerotium cepivorum, Sclerotium rolfsii, Fusarium sp., Plasmodiophora brassicae y Phytophthora sp.,* con el cual se lograron reducciones de la incidencia de las enfermedades en más del 25% en la región Andina de Venezuela. Ezziyyani*et al.* (2004) observaron que *Tricochoderma harzianum* funciona como un biofungicida contra *P. capsici,* pues al tratar la semilla y plantas, ejerce antagonismo al inhibir el desarrollo del oomiceto hasta en un 65% de plantas de pimiento tratadas. Lagunas (2000) encontró una reducción significativa del crecimiento de *Phytophthora capsici* al usar tres aislamientos de *Bacillus* (B2, B3 y B10) *in vitro*; el aislamiento de B2 inhibió el crecimiento en un 41%, B3 en un 34% y B10 en 33.8 %. Bautista (2002) evaluó *Glomus sp., Fusarium sp., Gliocladium sp., Mucor sp., Penicillium sp y Tricoderma sp.,* en sustrato de almacigo, así como la incorporación de residuos de col, avena, gallinaza y estiércol vacuno al suelo, determinado que ambos tratamientos reducen la marchitez del chile.

Uso de Cubiertas Flotantes y Micro Túneles

El impacto generado por los constantes cambios climatológicos en el mundo, se está impulsando cada día más el desarrollo de la agricultura protegida y tecnificada, utilizando técnicas de plastícultura como son la utilización del acolchado de suelos y los sistemas de fertiirrigación en los cultivos de hortícolas entre otras.La agricultura protegida, se definecomo un sistema agrícola con técnicas de producciónque permiten modificar el ambiente en elque se desarrollan los cultivos, con el propósito defavorecer su crecimiento y desarrollo, incrementarrendimientos y lograr cosechas en fechas dondecon sistemas de cultivo convencional (campo abierto) no pueden conseguirse (Bastida-Tapia yRamírez-Arias, 2008; Sánchez del Castillo, 2007).Las estructuras que se utilizan en la agricultura protegida, además de los invernaderos,son la malla sombra (casa sombra), lascubiertas flotantes (mantas térmicas), los macrotúneles y micro túneles. Estas estructuras de protección generalmente se acompañan de sistemas de riego localizado (fertiirrigación),cultivo sin suelo (sustratos) o hidroponía. Conestos elementos de producción se logra mayor eficiencia de agua y fertilizantes, así como mejorcontrol de plagas, enfermedades y malezas(Moreno-Pérez, 2007).

Las cubiertas flotantes son láminas de materiales plásticos (polietileno, polipropileno, poliéster y polietileno) que se colocan sobre el cultivo tras una siembra o plantación, de tal modo que son soportadas por éste, elevándolas con su crecimiento, o también se pueden soportar sobre estructuras de metal u

otro material. Las cubiertas por lo general, en primavera se dejan de 3 a 4 semanas, pero en otoño o invierno se dejan más tiempo. También las cubiertas flotantes protegen los cultivos del golpeo directo del agua de lluvia, y debido a que las cubiertas compuestas de poliéster y polipropileno no absorben agua, estas no son excesivamente pesadas, no crean mayor problema al cultivo y al productor. Consiguen crear un microclima favorable para las plantas en una época y zona determinada del crecimiento y con ello, se favorece una calidad más homogénea, mayores calibres y cierta precocidad (1 a 2 semanas). También afecta a la sanidad de los cultivos y disminuye la necesidad de tratamientos fitosanitarios. La cubierta flotante es un método de protección de cultivo, de bajo costo y fácil utilización. Wells y Loy (1985) definen que para modificar el microclima de los cultivos, las cubiertas flotantes pueden ser asociadas con los acolchados de suelos.

El acolchado plástico en combinación con microtúnel,ha mostrado que puede incrementar el rendimiento total yla precocidad de varias especies hortícolas (Wells y Loy, 1985), porque mejora la distribución de la humedad en elsuelo, incrementa la temperatura de aire y suelo y proveeprotección contra heladas (1 a 3°C.) Parker y Bird, (1979) y Wells y Loy, (1985) crearon un microclima favorable parael crecimiento de algunas especies olerícolas. En condiciones de alta temperatura, el tomate y el pimientohan mejorado el rendimiento en algunas estaciones decrecimiento y lo han reducido en otras (Perry y Sanders, 1986;Wolfe *et al*., 1989). Mientras que Splittstoesser y Brown (1991) mencionan que conceptualmente, las llamadas “cubiertas flotantes” son mini-invernaderos,

con la función primordial de modificar el medio ambiente en la etapa de crecimiento de la planta. Las condiciones ambientales que modifican son la luz, temperatura y humedad del suelo y aire. En cambio, González*et. al.,* (2007) evaluaron alternativas de protección física y química de semilleros de chiltoma (*Capsicum annum* l.) contra elataque del complejo mosca blanca (*Bemisiatabaci, gennadius*) geminivirus en Managua, Nicaragua, en estemunicipio se evaluaron cuatro alternativas (tratamientos) de protección físicas yquímicas de semilleros de chiltoma. Las alternativas evaluadas fueron: Semillero dechiltoma en bandejas bajo condiciones de micro invernadero, semillero de chiltoma en bancos protegidos con malla organdí o antivirus (micro túnel), semillero de chiltoma en bancos tratado con aceite de Neem, semilleros de chiltoma en bandejas tratado con Gaucho y Confidor, este estudio se realizó en el periodo comprendido entre los mesesde mayo a noviembre del 2006. El tratamiento de microinvernadero presentó laspoblaciones más bajas de mosca blanca por planta, y con respecto a la variableincidencia y severidad de virosis, los tratamientos de micro invernadero y microtúnelpresentaron los menores porcentajes de incidencia y severidad de virosis. De acuerdo alanálisis económico realizado en este estudio, se encontró que el tratamiento de microtúnelpresentó el mayor rendimiento, mayores costos variables y mayor beneficio neto encomparación con los otros tratamientos.

Ibarra *et al.* (2004) evaluaron el acolchado, riego y micro túneles en tomate, chile Anaheim y chile pimiento, con el objetivo de determinar el período óptimo de uso de micro túneles de cubierta flotante con base en polipropileno

(Agribón), para la producción de biomasa, rendimiento temprano y total de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L. cv. Yolo Wonder) durante dos años consecutivos (1996 y 1997), se compararon cinco tratamientos bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones: 1) sin acolchado y sin micro túnel (Testigo), 2)Acolchado con plástico negro (APN), 3) APN más micro túnel, cubriendo al cultivo durante los primeros 20 días después del trasplante (ddt), 4) APN más micro túnel cubriendo al cultivo 30 ddt, y 5) APN más micro túnel, cubriendo al cultivo los primeros 40 ddt. Se emplearon nueve fórmulas de días grados (DG) para correlacionar losresultados de las mismas con la producción de biomasa,el rendimiento temprano y el rendimiento total. Lascorrelaciones de producción de biomasa y ambos tipos derendimiento no fueron consistentes en pimiento,obteniéndose correlaciones positivas entre esas variablesy DG-aire en 1997, pero no en 1996. La diferencia en correlaciones entre años fue ocasionada por la altafrecuencia de días superiores a 35 °C en ambos años, queocasionó detrimento en la producción de pimiento. Por razones de tipo logístico sólo se comentan demanera más sobresaliente los resultados del cultivo de pimiento,pero no los de melón, donde el comportamientode las cubiertas fue positivo en cuanto a rendimiento enambos años de evaluación.

Ibarra *et al.*(2004) realizaron dos experimentos para comparar la respuesta de cubiertas de polipropileno y polietileno perforado sobre microtúnelesen los cultivos de pimiento y pepino, cuyos resultados se compararon en su respuesta en rendimiento con acolchado plástico, sincubierta y testigo, sin acolchado ni cubierta. Los tratamientos resultantes fueron distribuidos en un diseño de

bloques completos alazar con cuatro repeticiones. En pimiento y pepino, los tratamientos tuvieron un comportamiento diferente ($P \leq 0.05$) en rendimientotemprano y rendimiento total. En pepino, la mayor ganancia en rendimiento temprano se obtuvo con acolchado más una cubierta depolietileno blanco perforado (ACMB) y acolchado más una cubierta de polipropileno Kimberly farm (ACK) con una ganancia sobre eltestigo de 13.5 $t \cdot ha^{-1}$ (135 %), el testigo registró un rendimiento temprano de 9.99 $t \cdot ha^{-1}$. Los tratamientos ACMB y ACK en pepinoaumentaron el rendimiento total en 10 $t \cdot ha^{-1}$ con relación al acolchado plástico, sólo que registró un rendimiento de 114 $t \cdot ha^{-1}$. Enpimiento, todos los tratamientos superaron al testigo en rendimiento temprano y total. Sin embargo, el acolchado plástico sin cubiertafue el que registró el mayor rendimiento temprano y rendimiento total. La temperatura de suelo en túneles cubiertos con películas depolipropileno y polietileno perforado tuvieron un comportamiento similar.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación Geográfica del Experimento

La presente investigación se realizó en la empresa Monsanto vegetables en el campo experimental “La Charca”, en el municipio de Jaral del Progreso, Estado de Guanajuato, cuyas coordenadas geográficas son: Latitud 20°15’08’’ y 100°59’01’’ de longitud, con 1730msnm. La temperatura promedio anual es de 18.5°C., siendo la máxima de 35.2°C.y la mínima de 15°C; el clima es templado subhúmedo durante casi todo el año. La precipitación pluvial total anual es de 647.9 mm en promedio, y la dirección de los vientos es generalmente de noroeste a suroeste.

Material Vegetativo

El material vegetal experimental utilizado consistió de cuatro genotipos de chile serrano: El **Genotipo 1** (G1) denominado Camino Real generado por la empresa Harris Moran, es un hibrido que presenta los mas altos rendimientos, es de muy amplia adaptabilidad climática, sostiene excelentes tamaños (5 – 6 cm), sus frutos tienen una larga vida de anaquel de color verde, registra una planta muy sana, vigorosa y de fructificación prolongada. El **Genotipo 2** (G2), denominado comercialmente como Tuxtlas, es un híbrido precoz, con 95 a 100 díasa inicio de cosecha; sus plantas son compactas con 70 a 90 cm de altura, las cuales presentan un tallo principal dominante con ramificación dicotómica.

Su follaje presenta pubescencia moderada, lo que le da un tono grisáceo. Es un híbrido que puede producir de 7 a 12 tonha^{-1}, en el primer mes de cosecha y que puede superar las 50 tonha^{-1} bajo fertiirrigación, tiene frutos típicos en forma, de color verde oscuro brillante uniforme, con tamaño de 6 a 8 cm. El **Genotipo 3** (G3) con nombre comercial Don Vicente, es un hibrido altamente productivo, con excelente vida de anaquel, precoz con frutos de pared gruesa, tamaño grande de aproximadamente 6 a 8 cm, alta pungencia y de producción concentrada. **Genotipo 4** (G4) llamado Don Diego, es un hibrido de excelente vida de anaquel, se caracteriza por su precocidad, frutos rectos y de pared gruesa de un color verde brillante, proviene de la empresa SEMINIS Monsanto - vegetales.

Tratamientos

Los tratamientos utilizados en la presente investigación consistieron en probar dos sistemas de producción y dos aplicaciones de control de enfermedades en cuatro genotipos de chile serrano. A continuación se describen cada uno de los tres factores:

Sistemas de Producción (Factor A)

Micro Túnel.

Se procedió a colocar los alambrones que darán la forma del micro túnel, los cuales abarcaron el ancho de la cama con un distanciamiento entre arco y arco,

la cual fue de 4 metros, posteriormente se colocó una estaca (misma que sirve de tutor) en medio de cada arco de alambrón en la parte central, a lo largo de la cama se insertaron tiras de rafia, de tal manera que mantuvieran una buena firmeza a lo largo y ancho de la cama, dando la forma de un micro túnel, el cual consistió en cubrir un área de la parcela experimental con tela de polietileno (Agribon), para los bloques uno, tres, cinco y siete (Figura 1).



Figura 3.1. Imagen representativa en laconstrucción de micro túnel.

Cielo Abierto

Los bloques dos, cuatro, seis y ocho se consideraron como parcelas a cielo abierto (sin Agribon). En ambos sistemas de producción se establecieron con un sistema de riego por goteo y acolchado.

Control de Enfermedades (Factor B)

Busan 30 AWB (Benzotiazol).

La aplicación del Busan 30 awb se realizó vía “drench” (50ml de la mezcla por planta), inmediatamente después del trasplante a una dosis de 0.1 cm^3 por l00 mililitros de agua, los primeros cuatro bloques.

***Bacillus subtilis* Cepa Q11 + *Trichoderma viride* cepa Q07 via drench**,

Se aplicó vía “drench” (50ml de la mezcla por planta), inmediatamente después del trasplante con una dosis de 0.1cm^3 por l00 mililitros de agua de cada cepa.

Genotipos (Factor C)

Se utilizaron cuatro genotipos de chile, los cuales fueron: Tuxtlas, Don Vicente, Don Diego de la empresa Monsanto, y Camino Real de la empresa Harris Moran.

Metodología

Producción de Plántulas

La siembra de semilla de chile se realizó el 17 de Diciembre del 2010, en charolas de plástico de 150 cavidades utilizando como sustrato peatmoss y vermiculita y colocadas en invernadero. Las plántulas emergieron a los 12 días después de la siembra, su manejo fue realizado de acuerdo a como se realiza con los productores de la región (Figura 2).



Figura 3.2. Imagen representativa de la plántula de los cuatro genotipos.

Preparación del Terreno

Primeramente se eliminaron las malezas y restos de cultivos anteriores, esto con la finalidad de evitar una posible contaminación de plagas y enfermedades. La preparación del terreno se realizó de forma mecanizada; iniciando con un sub soleo profundo, para airear la tierra, después se realizó un rastreo en forma de cruz para eliminar los terrones mas grandes, y así facilitar una mejor penetración de la raíz, posteriormente se nivelo el terreno con niveladora laser, para evitar encharcamientos en época de lluvias.

Se trazaron los surcos y posteriormente con la bordeadora se levanto el surco mas grande, después con la acolchadora se colocó la cintilla y el acolchado, las medidas de la cama de siembra fue de 1.20metros entre surco y surco, con 50 metros de largo, los cuales se dividieron en ocho parcelas de cuatro metros de largo,con un metro de calle.

Trasplante

Una vez preparado el terreno se prosiguió a trasplantar el jueves 17 de Febrero del 2011, se aplicó un riego previo antes del trasplante, el trasplante se hizo a una distancia de 40 cm., entre planta y planta de forma manual y a un hilo teniendo tres surcos por material (Figura 3).



Figura 3.3. Imagen representativa del trasplante.

Labores culturales

A partir del tercer día del trasplante se le aplicó riego cada cinco días de 20 a 30 minutos de duración, esto con la finalidad de mantener una humedad adecuada,se monitoreo la temperatura del micro túnel y la temperatura ambiente y humedad del suelo, a los 10 días se hizo una aplicación con insecticida repelente. A los 40 días se retiró la tela de polietileno y los arcos.

Tutorado de Plantas

Fue necesario dar un soporte extra a las plantas, ya que las plantas tuvieron un sistema radicular poco profundo, lo cual propicio que el viento llegara a acamar algunas de ellas. Para esta práctica se utilizaron las mismas estacas que sostenían los arcos de alambrón colocando la misma tira de rafia a la altura de las hileras de las plantas. Esto permitió una mayor resistencia de las plantas a la fuerza del viento y así soportar el peso del fruto cuando entroenla etapa de producción (Figura 4).



Figura 3.4. Imagen representativa del tutorado de planta.

Fertilización

En el Cuadro 3.1 se presentan la calendarización de la fertilización utilizada, así como su formulación reportando la dosis por hectárea. En total se aplicaron 20 riegos durante todo el ciclo del cultivo. Los productos utilizados fueron: 12-46-

00, Biocat 15, Algaprom, 20-20-20, Nitrato de calcio, Nitrato de Potasio, Magnisal, Sulfato de potasio y Acido fosfórico. Todos dentro del riego por goteo.

Cuadro 3.1. Calendario de riego y formulación de fertilización utilizada en la producción de chile en el campo experimental La Charca, Jaral de Progreso,2010.

FECHA	TIEMPO		PRODUCTO	DOSIS POR Ha		FORMULA	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	S	Fe
17-feb	**0**	**ddt**	**Transplante**										
21-feb	4	ddt	12-46-00	25.00	kg	12-46-00 + EM	3	11.5					
			Biocat 15		cc								
			Algaprom		cc								
28-feb	11	ddt	20-20-20	25.00	kg	20-20-20	5	5	5		1.25		1.25
			Biocat 15										
			Algaprom										
07-mar	18	ddt	Nitrato de Calcio	30.00	kg	15.5-00-00 + 19% Ca	4.65			5.7			
			Nitrato Potasio	15.00	kg	13-00-46	1.95		6.9				
			Magnisal	10.00	kg	11-00-00 + 16% MgO	1.1				1.6		
10-mar	21	ddt	Sulfato de potasio	20.00	kg	0-0-42+18S			8.4			3.6	
14-mar	25	ddt	Nitrato de Calcio	30.00	kg	15.5-00-00 + 19% Ca	4.65			5.7			
			Nitrato Potasio	15.00	kg	13-00-46	1.95		6.9				
			Magnisal	10.00	kg	11-00-00 + 16% MgO	1.1				1.6		
16-mar	27	ddt	Metalosato zinc	25.00	cc								
			Metalosato boro	25.00	cc								
21-mar	32	ddt	Nitrato de Calcio	40	kg	15.5-00-00 + 19% Ca	6.2			7.6			
			Magnisal	16	kg		1.76				2.56		
			Biocat 15										
28-mar	39	ddt	20-20-20	35	kg	20-20-20 + EM	7	7	7				
			Biocat 15										
31-mar	42	ddt	Sulfato de potasio	25.00	kg	0-0-42+18S			10.5			4.5	
04-abr	46	ddt	Nitrato de Calcio	40.00	kg	15.5-00-00 + 19% Ca	6.2			7.6			
			Nitrato Potasio	20.00	kg	13-00-46	2.6		9.2				
			Magnisal	14.00	kg	11-00-00 + 16% MgO	1.54				2.24		
							48.7	23.5	53.9	26.6	9.25	8.1	1.25
11-abr	53	ddt	Nitrato de Calcio	40.00	kg	15.5-00-00 + 19% Ca	6.2			7.6			
			Nitrato Potasio	25.00	kg	13-00-46	3.25		11.5				
			Magnisal	14.00	kg	11-00-00 + 16% MgO	1.54				2.24		
13-abr	55	ddt	Acido fosforico	10	lt			8					
18-abr	60	ddt	Nitrato de Calcio	40.00	kg	15.5-00-00 + 19% Ca	6.2			7.6			
			Nitrato Potasio	25.00	kg	13-00-46	3.25		11.5				
			Magnisal	14.00	kg	11-00-00 + 16% MgO	1.54				2.24		
22-abr	64	ddt	Sulfato de potasio	30.00	kg	0-0-42+18S			12.6			5.4	
25-abr	67	ddt	Nitrato de Calcio	40.00	kg	15.5-00-00 + 19% Ca	6.2			7.6			
			Nitrato Potasio	35.00	kg	13-00-46	4.55		16.1				
			Magnisal	14.00	kg	11-00-00 + 16% MgO	1.54				2.24		
02-may	74		20-20-20	40	kg	20-20-20 + EM	8	8	8				
			Biocat 15										
09-may	81	ddt	Nitrato de Calcio	35.00	kg	15.5-00-00 + 19% Ca	5.43			6.65			
			Nitrato Potasio	35.00	kg	13-00-46	4.55		16.1				
			Magnisal	15.00	kg	11-00-00 + 16% MgO	1.65				2.4		
16-may	88	ddt	Nitrato de Calcio	35.00	kg	15.5-00-00 + 19% Ca	5.43			6.65			
			Nitrato Potasio	35.00	kg	13-00-46	4.55		16.1				
			Magnisal	15.00	kg	11-00-00 + 16% MgO	1.65				2.4		
19-may	91	ddt	Sulfato de potasio	35.00	kg	0-0-42+18S			14.7			6.3	
23-may	95	ddt	20-20-20	40	kg	20-20-20 + EM	8	8	8				
			Biocat 15										
30-may	102		Nitrato de Calcio	30.00	kg	15.5-00-00 + 19% Ca	4.65			5.7			
			Nitrato Potasio	40.00	kg	13-00-46	5.2		18.4				
			Magnisal	10.00	kg	11-00-00 + 16% MgO	1.1				1.6		
							84.5	24	133	41.8	13.1	11.7	0
						Totales	133	47.5	187	68.4	22.4	19.8	1.25

Variables Evaluadas

Altura de Planta

Para evaluar la altura de la planta se marcaron dos plantas por tratamiento por repetición. Se utilizó una cinta métrica de 3 metros, posándola en la base del tallo hasta el borde apical de la planta cuando estaba en plena producción.

Longitud del Fruto

La variable de longitud del fruto se tomo primero seleccionando cuatro frutos al azar por cada tratamiento por repetición por genotipo en cada bloque. Se utilizo una regla de 30 cm. con la cual se fue midiendo del pedúnculo hacia la parte apical del fruto.

Diámetro del Fruto

En esta variable se utilizaron los mismos frutos seleccionados. Para la realización de este dato se llevo acabo con la ayuda de un Vernier midiendo el grosor de cada uno de los frutos seleccionados y de todos los tratamientos.

Peso del Fruto

Para evaluar el peso promedio de fruto se utilizo una báscula mecánica, en campo se seleccionaron 10 plantas por genotipo, pesando los frutos maduros de cada planta.

Número de Frutos

Se contabilizaron los frutos cosechados por cada corte en cada planta y de cada genotipo, sumándolos al final de la cosecha y reportándolos en número de frutos totales por hectárea de acuerdo a la densidad de siembra.

Rendimiento

Se obtuvo pesando los frutos cosechados por corte sumándolos al final del cultivo y reportándolos en peso de frutos por hectárea, de acuerdo a la densidad de siembra.

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue un bloques completamente al azar, en total fueron ocho bloques, cada bloque consistió de 10 repeticiones y cada repetición consto de 10 plantas.

Análisis estadístico

Los datos recabados fueron analizados bajo un análisis de bloques completamente al azar con arreglo trifactorial, donde el factor “A” consistió en los Sistemas de Producción (micro túnel y cielo abierto), el factor “B” fue las aplicación de fungicidas para el control de enfermedades (Busan 30 y *Bacillus subtilis* cepa Q11 + *Trichoderma viride* cepa Q07), ambos aplicados por vía drench) y el factor “C” los genotipos (Camino Real, Tuxtlas, Don Vicente y Don

Diego). El análisis se llevo a cabo con el software StatísticAnalysisSystem SAS (versión 9.2).

Modelo Lineal:

El modelo lineal utilizado fue el siguiente:

$Yijk = \mu + SP_i + T_j + SPT_{ij} + G_k + SPG_{ik} + TG_{jk} + SPTG_{ijk} + €€_{ijk}$

Donde:

μ = Media general

SP_i = Efecto del i-ésimo sistema de producción.

Tj = Efecto del tratamiento j.

SPTij = Efecto del i-ésimo sistema de producción con el j-ésimo tratamiento.

Gk = Efecto del k-ésimo genotipo.

SPGik = Efecto del i-ésimo sistema de producción con el k-ésimo genotipo.

TGjk= Efecto del j-ésimo tratamiento por el k-ésimo genotipo.

SPTGijk= Efecto de la interacción del i-ésimo sistema de producción con el j-ésimo tratamiento por el k-ésimo genotipo.

€€ijk = Efecto del error experimental.

Comparación de Medias

La comparación de medias utilizada fue la comparación de medias de Tukey al nivel de 0.05 de probabilidad.

RESULTADOS Y DICUSIÓN

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios y significancia para las variables evaluadas en cuatro genotipos de chile producidos en el campo experimental de la Charca, municipio de Jaral del Progreso, Gto., en dicho cuadro se observa que en la fuente de tratamientos se encontraron diferencias altamente significativas (P≤0.1)para las variables de numero de frutos (NFRUT), longitud de frutos (LFRUT) y ancho de frutos (ANFR); mientras que en altura de planta registro ser significativo (P≤0.5). Para las variables de rendimiento de fruto resulto ser no significativo. Para la fuente de sistema de producción se encontraron diferencias altamente significativas para AP, NFRUT, ANFR y REND, en cambio para la fuente de genotipos todas las variables presentaron alta significancia a excepción de la variable ANFR, quien resulto ser significativa. Para la interacción tratamiento por sistema de producción (TRAT*SPROD),las variables de AP, LFRUT y REND registraron ser altamente significativas, mientras que el ANFR solo fue significativo. Para la interacción tratamiento por genotipo (TRAT*GEN), el ANFR, NFRUT y REND presentaron ser altamente significativas, mientras que el ANFR solamente fue significativa. Finalmente, la triple interacción tratamiento por sistema de producción por genotipo (TRAT*SPROD*GEN), todas las variables evaluadas registraron ser altamente significativas, con excepción de la variable de LFRUT.

En referencia a los coeficientes de variación, estos oscilaron de 3.30 a 20.26%, siendo este ultimo valor el que presento la variable NFRUT, mientras que el resto de las variables presentaron niveles aceptables de variación, lo anterior nos indica que la conducción del experimento fue desarrollado de manera aceptable.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios y significancia de las variables evaluadas en genotipos de chile serrano en el municipio de Jaral del Progreso, Gto. 2011.

FV	GL	AP	NFRUT	LFRUT	ANFR	REND
REP	9	0.001	34679174479	3.928	0.247	19.620
TRAT	1	32.512*	1.193**	14.196**	1.540**	6.018
SPROD	1	120.050**	1.034**	1.081	0.612**	13289.358**
GEN	3	143.579**	4.800**	18.056**	0.217*	159.422**
TRAT*SPROD	1	84.050**	1.338	12.012**	0.351*	221.298**
TRAT*GEN	3	121.345**	3.439**	1.708	0.211*	135.979**
TRAT*SPROD*GEN	6	54.100**	1.662**	2.354*	0.211**	116.308**
ERROR EXP.	295	7.471864	4.667	0.933243	0.063575	26.98938
C.V(%)		3.30	20.26	14.51	16.50	17.42

C.v. (%) = Coeficiente de variación** Altamente significativo*Significativo

Debido a que las variables evaluadas y en las distintas fuentes de variación se presentaron significancia, estas fueran analizadas mediante la prueba de comparación de medias de Tukey(P≤0.5), las cuales se presentan a continuación. En el Cuadro 4.2. y debido a la alta significancia mostrada en la fuente de tratamientos, la comparación de medias nos muestra que el tratamiento basado en *Trichoderma viride* cepa Q07 más *Bacillus subtilis* cepa Q11 fue quien registro los valores mas altos para AP (83.06 cm), NFRUT (356,500 frutos por hectárea), LFRUT (6.86 cm), ANFR (1.59 cm) y un mejor rendimiento con 29.67 toneladas por hectárea, este ultimo valor resulto ser

estadísticamente igual al tratamiento basado con Busan, pero inferior al registrar 29.95 ton ha^{-1}.

Cuadro 4.2. Comparación de medias de las variables evaluadas en chile serrano tratados conBusan 30 awb y *Trichoderma*+*Bacillussubtilis*en Jaral del Progreso, Gto. 2011.

Tratamientos	**AP** (cm)	**NFRUT** (ha)	**LFRU** (cm)	**ANFR** (cm)	**REND** (ton ha^{-1})
Busan 30 awb	82.4250 **b**	3’178,719 **b**	6.4431 **b**	1.4581 **b**	29.9515
Trichoderma + *Bacillus*	83.0625 **a**	3’565,000 **a**	6.8644 **a**	1.5968 **a**	29.6772

Con respecto a los sistemas de producción(Cuadro 4.3), podemos mencionar que el sistema a cielo abierto,registro la mejor altura de planta con 83.65 cm en comparación con el sistema de mico túnel, el cual registro 82.13 cm, siendoinferioral sistema de cielo abierto. Por su parte, en la variable de NFRUT, el sistema de producción de micro túnel registro un mayor valor con 3’940,313 frutos por hectárea, siendo superior y estadísticamente diferente al sistema de cielo abierto (2’903,406 frutos por hectárea), esto tiene relación con respecto a la variable altura de planta, ya que al registrar mayor altura el sistema a cielo abierto pero menor numero de frutos, ya que el sistema de micro túnel se le acata la concentración de frutos en volumen y no en altura, además de que no muestra mucha diferencia en altura, sin embargo es significativa . Para LFRUT se observa que los dos sistemas de producción utilizados no presentaron diferencia estadística, sin embargo numéricamente el sistema de micro túnel fue superior (6.7119 cm), en relación al sistema de cielo abierto (6.5956 cm), para el ancho de fruto se observa que el sistema de producción a cielo abierto fue estadísticamente superior (1.57 cm) al registrado por el micro túnel (1.48cm).

En cuanto a rendimiento, se observa que el sistema de producción en micro túnel registro el mayor rendimiento al registrado por el sistema de cielo abierto, ya que tuvo un rendimiento de 36.35 contra 23.37 ton ha^{-1}, esto representa un 55.1 % mas de rendimiento, lo cual impacta de manera significativa en el aspecto económico. Con esto se demuestra que el uso de micro túneles de polipropileno durante los primeros cuarenta días después de trasplante se optimiza el rendimiento en relación a la producción del cielo abierto, esto presenta una alternativa con estructuras sencillas, posiblemente mas económico en comparación con la construcción de invernaderos, además de proteger al cultivo de heladas tardías, lo cual permitió adelantar la cosecha dos semanas en comparación con productores de la zona, mejorando la calidad de frutos y aumentandoconsiderablemente el rendimiento.

Cuadro 4.3. Comparación de medias de las variables evaluadas en chile serrano en dos sistemas de producciónen Jaral del Progreso, Gto. 2011.

SISTEMA DE PRODUCCION	Altura de planta (cm)	No. Frutos (ha)	Largo de frutos (cm)	Ancho de Frutos (cm)	Rendimiento (t ha^{-1})
Microtúnel	82.1312 **b**	3’940,313 **a**	6.7119	1.5712 **a**	36.2587 **a**
Cielo Abierto	83.3562 **a**	2’903,406 **b**	6.5956	1.4827 **b**	23.3700 **b**

En referencia a los genotipos, como se muestra en el Cuadro 4.4, se puede observar que el genotipo Camino Real F1 presentó la mayor altura de planta con 84.312 cm., mientras que el genotipoDon Diegoregistro la menor altura con 81.21 cm., siendo totalmente diferentes ambos, mientras que los genotipos

Tuxtlas y Don Vicente resultaron ser estadísticamente iguales. Para el numero de frutos podemos observar que los genotipos Camino Real F1,Tuxtlas y Don Vicente resultaron ser estadísticamente iguales entre si, pero superiores al registrado por el genotipo Don Diego, quien registro la cantidad de 3’037,438 frutos por hectárea, mientras que Don Vicente tuvo la mayor producción de frutos con 3’615,938. Respecto a la longitud de frutos se aprecia que el genotipo Don Vicente registro la máxima longitud con 7.23 cm., siendo superior al resto de los genotipos, seguido después por el genotipo Don Diego y Camino Real F1, mientras que el genotipo Tuxtlas presentó la menor longitud con 6.10 cm. El genotipo Don Vicente presento el valor más alto en anchura de frutos con 1.58 cm., seguidos por Don Diego,Camino Real F1 y Tuxtlas respectivamente, siendo esté ultimo quién registro el menor valor con 1.47 cm.. En cuestión de rendimiento, se presentan que el genotipo Don Vicente registro el mayor rendimiento con 31.58 ton ha^{-1}, seguidas por Camino Real F1 con 30.32 ton, en el genotipo Tuxtlas se tuvo un rendimiento de 28.69 ton y Don Diego con 28.65 ton ha^{-1}.

Cuadro 4.4. Comparación de medias de las variables evaluadas en cuatro genotipos de chile serrano producidos en Jaral del Progreso, Gto. 2011.

GENOTIPOS	AP	NFRUT	LFRU	ANFR	REND
Camino Real	84.312**a**	3’464,688 **a**	6.5025 **b**	1.4887 **ab**	30.3259 **ab**
Tuxtlas	83.262 **ab**	3’369,375 **a**	6.1050 **c**	1.4775 **b**	28.6977 **b**
Don Vicente	82.187**bc**	3’615,938 **a**	7.2363 **a**	1.5825 **a**	31.5809 **a**
Don Diego	81.212**c**	3’037,438 **b**	6.7713 **b**	1.5612 **ab**	28.6529 **b**

Para determinar el comportamiento de las variables en las interacciones que resultaron ser significativas en el análisis de varianza, tenemos en primer lugar que en la interacción de control de enfermedades y sistemas de producción (Cuadro 4.5) observamos que en la variable de Altura de Plantas, en el sistema de producción bajo cielo abierto se presentaron los valores más altos en relación a los registrados en el sistema de micro túnel, mientras que el valor más alto lo presento con la aplicación de Busan en cielo abierto (83.550), en cambio el valor más bajo se tuvo con la aplicación de Busan pero en el sistema de micro túnel (81.3 cm.), todos estos valores no difieren estadísticamente entre si. Por lo anterior, podemos decir que ambos funcionaron al no haber perdidas de plántula por *Damping off*. Para la variable**NFRUT**, resulto tener mayor volumen la combinación del Sistema de micro túnel con la aplicación de *Trichoderma* + *Bacillus* al tener el valor más alto (4'198,125 frutos por ha^{-1}.) y diferente al resto de las interacciones, este valor fue seguido por el tratamiento conformado por la combinación de micro túnel y Busan (3'682,500 frutos por ha^{-1}.), mientras que el resultado mas bajo se obtuvo en la interacción de cielo abierto y Busan quién registro una producción de 2'674,937 frutos por ha^{-1}.). Para **LFRUT**los valores registrados no se presentaron diferencias estadísticas entre si, sin embargo numéricamente la combinación del sistema de cielo abierto + la aplicación de *Trichoderma* + *Bacillus*fue quién registro el mejor valor (7.0 cm.) en longitud de frutos, mientras que el valor más bajo lo tuvo en cielo abierto pero con aplicación de Busan con 6.19 cm de longitud de frutos. Hay que destacar que la aplicación de *Trichoderma* + *Bacillus*. Para **ANFR** los resultadosobtenidos reflejaron ser estadísticamente iguales entre si, aunque

numéricamente la interacción del sistema de micro túnel y la aplicación de *Trichoderma* + *Bacillus* tuvieron el valor más alto (1.60 cm.), mientras que el valor más bajo fue la combinación de cielo abierto y Busan (1.38 cm.). Por su parte, en la variable de **REND**resaltan los valores registrados en el sistema de producción en micro túnel con respecto al de cielo abierto, al tener los rendimientos más altos y estadísticamente iguales entre si y diferentes a los registrados en cielo abierto, al presentar rendimientos de 36.953 y 35.564 ton ha^{-1} con las aplicaciones de *Trichoderma* + *Bacillus* y Busan respectivamente, mientras que en cielo abierto, la aplicación con Busan tuvo mejor rendimiento con 24.338 ton ha^{-1}. Lo anterior se debió a que el sistema de micro túnel protegió la planta en las primeras etapasde desarrollo (cuarenta días después del trasplante), tal y como lo menciona Splittstoesser y Brown (1991) que conceptualmente, las llamadas “cubiertas flotantes” son mini-invernaderos, con la función primordial de modificar el medio ambiente en la etapa de crecimiento de la planta, las condiciones ambientales que modifican la luz, temperatura y humedad del suelo y aire. En cambio en el sistema de producción en cielo abierto, la planta esta expuesta directamente a los cambios climatológicos, esto se observo cuando la radiación solar era directa, de igual manera a bajas temperaturas,la planta mostraba signos de marchites al medio día, por lo tanto, la energía es invertida en recuperarse del estrés, y no a la producción de frutos, obteniendo un bajo rendimiento; notándose que en este sistema fue mas susceptible la planta al ataque de plagas para ambos tratamientos.Por ejemplo en el experimento que realizo González *et. al.,* (2007) evaluó alternativas de protección física y química de semilleros de chiltoma (*Capsicum annum* l.)

contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisiatabaci, gennadius*) geminivirusdondese evaluaron cuatro alternativas de protección física y química de semilleros de chiltoma, obteniendo como resultado que los tratamientos de micro invernadero y micro túnel presentaron los menores porcentajes de incidencia y severidad de virosis. De acuerdo al análisis económico realizado en este estudio, se encontró que el tratamiento de micro túnel presentó el mayor rendimiento, mayores costos variables y mayor beneficio neto en comparación con los otros tratamientos.Por su parte, Ibarra *et al.*(2004) realizaron dos experimentos para comparar la respuesta de cubiertas de polipropileno y polietileno perforado sobre microtúnelesen los cultivos de pimiento y pepino, cuyos resultados se compararon en su respuesta en rendimiento con acholado plástico, sincubierta y testigo, sin acolchado ni cubierta. Teniendo como resultado en pepino,que la mayor ganancia en rendimiento se obtuvo con acolchado más una cubierta depolietileno blanca perforada (ACMB) y acolchado más una cubierta de polipropileno Kimberly farm (ACK). Enpimiento, todos los tratamientos superaron al testigo en rendimiento total. Sin embargo, el acolchado plástico sin cubiertafue el que registró el mayor rendimiento. La temperatura del suelo en túneles cubiertos con películas depolipropileno y polietileno perforado tuvieron un comportamiento similar. En los experimentos antes mencionados la mayor producción corresponde al cultivo que fue protegido, asemejándose al resultado obtenido en esta investigación.

En la interacción de **Genotipos** de chile serrano con aplicaciones de **Control de Enfermedades** (Cuadro 4.6), se observa que en la variable de Altura de

Planta, el genotipo Camino Real demostró ser mas eficiente bajo la aplicación de *Trichoderma* + *Bacillus*(86.10 cm), en cuanto a la aplicación con Busan; Tuxtlas fue el material que mejor respondió (84.50 cm), seguido por los Tuxtlas y aplicación de Busan (84.50 cm.), mientras que Don Diego fue el menos eficiente en ambos tratamientos (80.70 y 81.73 cm.). Para numero de frutos, el mayor volumen se vio favorecido con las aplicaciones de *Trichoderma* + *Bacillus*, siendo mejor el material Camino Real, seguido de Don Vicente y Tuxtlas, mientras que Don Diego presento menor desempeño con esta aplicación, mientras que el Camino Real tuvo el menor desempeño de los genotipos con las aplicaciones de Busan al registrar 2'988,125 frutos por ha^{-1}. En cuanto a largo de fruto, todos los genotipos se manifestaron con mejor comportamiento en su desarrollo cuando a estos les fueron aplicados *Trichoderma* + *Bacillus*, en donde el genotipo Don Vicente fue quién presentó la mejor longitud (7.64 cm.), seguido de Don Diego y Camino Real, todos bajo la aplicación de *Trichoderma* + *Bacillus,* mientras que Don Vicente registro la mayor longitud con 8.82 cm. EnAncho de Fruto se tuvo un comportamiento similar que en la variable anterior, en donde la aplicación de *Trichoderma* + *Bacillus* en todos los genotipos superaron a los resultados obtenidos con aplicaciones con Busan, sobresaliendo Don Vicente y Don Diego. En cuanto al Rendimiento, el material que tiene mayor producción (32.475 ton ha^{-1}) fue Don Vicente, con aplicación de Busan, seguido de Camino Real (31.049 ton ha^{-1}), con aplicación de *Trichoderma* + *Bacillus*.

Por lo tanto se puede decir que Don Vicente y Don Diego rinden más bajo la aplicación de Busan, en cuanto Camino Real y Don Vicente obtuvieron su mayor producción bajo la aplicación de *Trichoderma* + *Bacillus*. Se hace notar que para las variables AP, NFRUT, LFRU y ANFR, el tratamiento a base de *Trichoderma Viride* cepa Q07 mas *Bacillus subtilis* cepa Q11 supera al tratamiento a base de Busan 30awb, resultados similares en los experimentos que realizo Lagunas (2000).quiénencontró una reducción significativa del crecimiento de *Phytophthora capsici* al usar tres aislamientos de *Bacillus* (B2, B3 y B10) *in vitro.* De igual manera*,* Ezziyyani*et al.* (2004) observaron que *Tricochodermaharzianum*funciona como un biofungicida contra *P. capsici,* pues al tratar la semilla y plantas, ejerce antagonismo al inhibir el desarrollo del oomiceto hasta en un 65% de plantas de pimiento tratadas. Por los resultados en las investigaciones mencionadas anteriormente se observa una similitud con lo obtenido en la presente investigación con las aplicaciones de cepa *Trichoderma Viride* cepa Q07 más *Bacillus subtilis* cepa Q11. Tomando en cuenta lo que menciona Avelar y Marbán (1989), que la mayoría de los hongos de este complejo pueden sobrevivir indefinidamente en el suelo, produciendo esclerosios, oosporas u otrosfructificaciones en reposo. Cuando las condiciones ambiéntales son favorables para su desarrollo, que se propicia con un exceso de humedad, materia orgánica no descompuesta y poca aireación del suelo, germina e inicia su ciclo de infección en semillas o plántulas recién emergidas, ya que el síndrome se origina por la obstrucción de los haces vasculares, a lo cual se debe tener cuidado en el manejo agronómico en conjunto. Sin embargo en este experimento la mayor productividad se da para el genotipo Don Vicente

al aplicarle Busan 30awb. Sin embargo estadística y numéricamente muestra tener un mejor resultado cuando se aplica *Trichoderma* + *Bacillus* para los genotipos Camino Real y Tuxtlas, lo cual nos indica que este tratamiento y/o aplicación mostraron tener un buen control de Damping off mediante la aplicación de fungicidas orgánicos, sin crear residualidad en el suelo, ya que como reportan Pérez *et al. (*2004), Fernández *et al.* (2007), Parra y Ristaino (1998), Lamour y Hausbeck (2000),existen cepas de *P*. *capsici* tolerantes a los actuales fungicidas en nuestro país y Estados Unidos, desafortunadamente la mayoría de los productos químicos aplicados de manera desmesurada para el control de la enfermedad como estrategia, tiene poco futuro pues se corre el riesgo de provocar cepas resistentes del oomiceto, condición que disminuye el control con aplicación de agroquímicos.

En elCuadro 4.7 se presentan la comparación de medias para la **Triple interacción** (SPROD*TRAT*GEN) para las distintas variables evaluadas, en donde en la variable Altura de Plantase muestran quela mayor altura se dio en el genotipo Camino real (87.85 cm) con aplicación de *Trichoderma* + *Bacillus* y bajo el sistema de producción de cielo abierto, seguido por el mismo genotipo (Camino real) y la misma aplicación (*Trichoderma* + *Bacillus*) pero en el sistema de micro túnel (84.30 cm.) y estadísticamente igual al genotipo Don Vicente, con aplicación de Busan y producido bajo cielo abierto (83.75 cm.), mientras que el menor valor lo registro Don Diego con aplicación de Busan en el sistema de micro túnel con 78.90 cm. El resto de los genotipos, tipo de aplicación y sistemas de producción oscilaron entre 80.15 a 83.15 cm. En cuanto al Numero

de Frutos por hectárea,la mayor producción se dio en el sistema de producción de micro túnel y con aplicaciones de *Trichoderma* + *Bacillus* pero en los genotipos de Don Vicente y Camino Real con 4’475,000 y 4’286,250 frutos por hectárea respectivamente. Mientras que la menor producción la registro Don Diego con aplicación de *Trichoderma* + *Bacillus* pero en el sistema de producción de cielo abierto con 2’137,500 frutos por hectárea. Hay que resaltar que la aplicación de *Trichoderma* + *Bacillus* y bajo el sistema de producción de cielo abierto, el genotipo Camino Real sobresalió con 3’596,250 frutos por hectárea. En cuanto a la variable de Longitud de frutos y Ancho de Fruto,se observa que en elgenotipo Don Vicente registro el mayor valor para ambas variables con 7.195 cm y 1.8 cm respectivamente, cuando fueron aplicados *Trichoderma* + *Bacillus* y producidos bajo el sistema de cielo abierto, de manera similar pero inversamente el genotipo Tuxtlas y con aplicaciones de Busan y producidos en sistema de cielo abierto registraron los valores más bajos con 5.395 y 1.270 cm., para longitud y ancho de frutos respectivamente.Con respecto a los demás genotipos, aplicaciones y sistemas de producción resultaron ser estadísticamente iguales entre si. Mientras que en **Rendimiento**, el mejor sistema de producción fue el micro túnel con tela de polipropileno, y la mejor aplicación fue *Trichoderma Viride* cepa Q07 +*Bacillus subtilis* cepa Q11, en los genotipos Tuxtlas y Don Vicente al registrar los mayores rendimientos con 38.670 y 37.506 ton ha^{-1}, siendo estadísticamente iguales al registrado en el genotipo Don Vicente y aplicación de Busan y Micro túnel (38.260 ton ha^{-1}). Lo anterior se debe a que las plantas establecidas en el micro túnel después del trasplante se desarrollan mejor, teniendo un rendimiento mayor que a cielo

abierto, en tanto que Don Diego y con aplicaciones de *Trichoderma* + *Bacillus*, en sistema de cielo abierto produce menos (17.696 ton ha^{-1}), lo que nos indica que es un genotipo susceptible al estrés en la etapa de trasplante y climatización, así lo demuestra al comparar su productividad con el sistema de micro túnel, esto indica que con este sistema y para este genotipo se duplica su rendimiento (36.837 ton ha^{-1}), lo que representa una productividad mayor del 50 %, lo que significa mayor beneficioeconómico.

Cuadro 4.5. Comparación de medias de las variables evaluadas en la Interacción de control de enfermedades y sistemas de Producción de chile serrano producidos en Jaral del Progreso, Gto. 2011.

CONTROL DE ENFERMEDADES	**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN**									
	Micro túnel					**Cielo abierto**				
	AP	**NFRU**	**LFRU**	**ANFR**	**REND**	**AP**	**NFRU**	**LFRU**	**ANFR**	**REND**
Busan	81.300	3’682,500 **b**	6.695	1.535	35.564 **a**	83.550	2’674,937**d**	6.191	1.381	24. 338 **b**
Trichoderma + Bacillus	82.962	4’198,125 **a**	6.728	1.607	36.953 **a**	83.162	2’931,875 **c**	7.0	1.586	22.401 **b**

Cuadro 4.6 Comparación de medias de las variables evaluadas en la interacción de control de enfermedades y genotipos de chile serrano producidos en jaral del Progreso, Gto. 2011.

GENOTIPOS	**CONTROL DE ENFERMEDADES**									
	Busan					***Trichoderma + Bacillus***				
	AP	**NFRU**	**LFRU**	**ANFR**	**REND**	**AP**	**NFRU**	**LFRU**	**ANFR**	**REND**
Camino Real	82.60 **c**	2’988,125 **h**	6.27 cd	1.412 **d**	29.602 **bcd**	86.10 **a**	3’941,250 **a**	6.72 **bc**	1.565 bc	31.049 **ab**
Tuxtlas	84.50 **b**	3’156,250 **e**	6.01 d	1.422 **cd**	27.511 **cd**	82.00 **cd**	3’582,500 **c**	6.19 cd	1.532 bc	29.883 **bc**
Don Vicente	81.95 **cd**	3’541,250 **d**	6.82 **b**	1.447 c	32.475 **a**	82.43 **c**	3’690,625 **b**	7.64 **a**	1.717 **a**	30.686 **ab**
Don Diego	80.70 **d**	3’029,250 **g**	6.65 c	1.550 **bc**	30.216 **ab**	81.73 **cd**	3’045,625 **f**	6.89 **b**	1.572 **b**	27.089 **d**

Cuadro 4.7 Comparación de medias de las variables evaluadas en la interacción de sistemas de producción*control de enfermedades y genotipos de chile serrano producidos en Jaral del Progreso, Gto. 2011.

Sistemas de Producción	Control de enfermedades	Genotipo	Altura de Planta (cm)	Número de Frutos por ha	Longitud de Frutos (cm).	Ancho de Fruto (cm)	Rendimiento (Ton*ha^{-1})
Micro túnel	**Busan**	Camino Real	83.05 bc	3’231,250 i	6.420 ab	1.460 ab	35.144 abc
		Tuxtlas	83.10 bc	3’478,750 h	6.640 ab	1.575 ab	23.014 de
		Don Vicente	80.15 bc	4’175,000 c	6.910 ab	1.430 ab	38.260 **a**
		Don Diego	78.90 c	3’845,000 f	6.810 ab	1.675 ab	36.837 ab
	Trichoderma* + *Bacillus	Camino Real	84.30 ab	4’286,250 b	6.335 ab	1.525 ab	35.153 abc
		Tuxtlas	83.15 bc	4’077,500 d	6.315 ab	1.635 ab	37.506 **a**
		Don Vicente	82.75 bc	4’475,000 a	7.380 ab	1.635 ab	38.670 **a**
		Don Diego	81.65 bc	3’954,750 e	6.885 ab	1.635 ab	36.482 abc
Cielo abierto	**Busan**	Camino Real	82.82 bc	2’745,000 m	6.135 ab	1.365 ab	24.060 de
		Tuxtlas	85.90 bc	2’833,750 l	5.395 b	1.270 b	23.008 de
		Don Vicente	83.75 ab	2’907,500 k	6.740 ab	1.465 ab	26.691 cde
		Don Diego	82.50 bc	2’213,500 n	6.495 ab	1.425 ab	23.594 de
	Trichoderma* + *Bacillus	Camino Real	87.85 a	3’596,250 g	7.120 ab	1.605 ab	26.945 bcde
		Tuxtlas	80.90 bc	3’087,500 j	6.070 ab	1.430 ab	22.261 de
		Don Vicente	82.10 bc	2’906,250 k	7.195 a	1.800 a	22.701 de
		Don Diego	81.80 bc	2’137,500 o	6.895 ab	1.510 ab	17.696 e

CONCLUSIONES

- El uso de micro túnel con tela de polipropileno durante los primeros cuarenta días después del trasplante la productividad se eleva hasta casi el 50% que su referente a cielo abierto, por lo que posiblemente se deba a las condiciones ambientales controladas, en su proceso de climatización de la planta en campo.
- Para controlar *Damping off* se encontró que no hay diferencias en los tratamientos al no haber perdida de plántula, sin embargo con la aplicación de *Bacillus subtilis* Cepa Q11 y *Trichoderma viride* Cepa Q07 se obtuvieron mejores resultados en cuanto a producción y calidad de la planta, esto se debe posiblemente a las condiciones dadas en el clima, ya que no se presentaron lluvias durante el ciclo y se cuidaron los riegos para evitar el exceso de humedad, hay que tomar en cuenta que el método biológico no es residual para el suelo teniendo igual o mejor control con el uso de químicos.

- Se encontró que el genotipo Don Vicente tuvo mayor productividad al producir 38.670 ton*ha^{-1} y superior a los demás genotipos cuando tiene condiciones controladas en sus primeras etapas, bajo condiciones de micro túnel y con aplicaciones de *Bacillus subtilis* Cepa Q11 y *Trichoderma viride* Cepa Q07.

LITERATURA CITADA

Arcos C.G., J. Hernández H., D.E. Uriza A. y A. Olivera De los S.1998. Tecnología para producir chile jalapeño en la planicie costera del Golfo de México. Folleto Técnico. No. 24. División Agrícola. CIRGOC-INIFAP-SAGAR: 205 pp.

Avelar, M.J. y M. Marban. 1989. Intentos de control de la marchitez del chile ocasionada por el hongo *Phytophthora capsici* en la región de Valsequillo. Pue. Memorias XVI Congreso Nacional de Fitopatología, Montecillos Mex. 35-41p.

Bastida-Tapia A, J.A. Ramírez-Arias. 2008. Los Invernaderos en México. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. 233p.

Bautista, C. J 2002. Manejo de fitopatógenos del chile (*Capsicum annuum*) con origen en el suelo. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 71p.

Castaños, C. M. 1993. Horticultura Manejo Simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. Pp. 64.

Chávez, A.J.J., E. Zavaleta M., D. Téliz O. y C. Juárez P. 1994. Control integrado de la marchites del chile (*Capsicumannuum*) ocacionada por *Phytophthoracapsici*en la región de Valsequillo, Puebla. Memorias de XXI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, Cuernavaca, Morelos. 26p.

Consejo Nacional de Productores de Chile. (CONAPROCH), 2007.(**¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.**)

Ezziyyani, M., C. Pérez S., E. Requema M., A. Sid A. y E. Candela M. 2004. *Trichodermaharzianum*comobiofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum*). An Biol. 26: 35-45 p.

Fernández R. S. 2007. Manual de producción y Paquete Tecnológico de chile poblano. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla.Pp: 26-28.

González J. D., H. M. Obregón B., E. Jiménez M., y V. M. Sandino D., 2007. Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de chiltoma (*Capsicum annum* l.) contra el ataque del complejo mosca

blanca (*Bemisiatabaci, Gennadius*) geminivirus. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pagina 14.

Guenko, G. 1983.Fundamentos de la Horticultura Cubana. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.110p.

Hernández V S, R G López, P Sánchez, M Villarreal, S Parra, F Porras, J Corrales, 2008. Variación fenotípica entre y dentro de poblaciones silvestres de chile del noroeste de México. Rev. Fitotec. Mex. 31:323-330 p.

Holman, M. R. y Wilfred W. Robbins. 1961. Botánica general. Traducido al español por Enrique Beltrán. Ed. UTEHA, México. D.F.pp: 35.

Ibarra. Jiménez L., J. Flores, M. R. Quezada, y A. Zermeño. 2004. Acolchado, riego y microtúneles en tomate, chile anaheim y chile pimiento. Departamento de Agroplásticos. CIQA – UAAAN. Saltillo, Coahuila. México. 179-187p.

Ibarra L. J., M. de la Rosa I. 2004. Comparación entre microtúneles con cubiertas de polietileno y polipropileno en pimiento y pepino con acolchado plástico. Revista Chapingo Serie Horticultura 10(2): 133-139.

Laborde C. J. A., y O. Pozo C. 1982. Presente y Pasado del Chile en México. Centro de Investigaciones Agrícolas de la península de Yucatán. Campo experimental Unxmal, Mérida, Yucatán. Despegable técnico. Pag. 32-39.

Laborde C. J. A., y O. Pozo C. 1984. Presente y Pasado del Chile en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agricolas. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación especial No. 85. México. pp: 59-60.

Lagunas, L. J. 2000. *Bacillus firmus* como agente de control biológico de *Phytophthora capsici* en jitomate (*Lycopersicumesculentum*). Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. 69p.

Lamour, K. H., and M.KHausbeck. 2000. Mefenoxam insensitivity and the sexual stage of Phytophthora capsici in Michigan cucurbit fields. Phytopathology 90 (4): 396-400.

Lesur L. 2006. Manual del cultivo de CHILE. Ed. Trillas, México. Pagina 18.

Maroto, J. 1992. Horticultura herbácea especial. 3ª edición. EdicionesMundi-Prensa, Madrid. 568 p.

Maroto, J.V. 1983. Horticultura Herbácea Especial. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 55p.

Meneses M I, A Hernández, V G López, A B Vargas, M Ramírez,2006. Características hortícolas de líneas avanzadas de chile jalapeño para el trópico húmedo. Tercera Convención Mundial de Chile. Chihuahua, Chih. 9-11 de julio del 2006. México. pp:61-65.

Mendoza, Z.C. 1996. Enfermedades fungosas de hortalizas. Universidad Autónoma de Chapingo. Parasitología Agrícola. México. 85p.

Mojarro, D.F., A. Bravo L., B. Cabañas C.y D.M. Amador R. 2004. Cultivars tolerance of red chili to root rot: response to high levels of moisture. First World Pepper Convention, León, Gto. 158-164 p.

Moreno-Pérez E.C. 2007. Agricultura protegida para la producción de hortalizas. En: Segunda Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Guadalajara, México. 101-106 p.(http://www.rniaf.org.mx/2007/emoria/ponencias/protegida/p3_produccion.pdf)

Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OEIDRUS), 2008. (http://www.oeidrus-oaxaca.gob.mx/produce/abril07/contenido.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2010. (http://faostat.fao.org/site/612/ DesktopDefault.aspx?PageID=612#ancor)

Parra, G. and J.B. Ristaino. 1998. Intensitivity to Ridomil Gold (Mefenoxam) Among Field Isolates of Phytophthora capsici causing Phytophthora blight on bell pepper in North Carolina and New Jersey. Plant Disease 82:711p.

Parker, B. F.and C. Bird D. 1979.Solar-thermal energy potentials for modifying crop environment, pp. 243-246. In: Modification of the Aerial Environment of Plants Barfield, J. F. and J. Gerber B. (eds.) AsaeMonograph Núm. 2. Michigan,USA. Pp: 200-221.

Pérez-Castañeda L M, G Castañón-Nájera, N Mayek-Pérez. 2008. Diversidad morfológica de chiles (*Capsicum* spp.) en Tabasco, México. Rev. Cuad. Biodiversidad 27:11-22.

Pérez, G.M. 1997. Chile (*Capsicum annuum* L.) Mejoramiento Genético de Hortalizas. Primera Edición Editorial de la U.A.CH. Pagina 113.

Pérez, M. L., J.O. Medina L. y J.G. Salinas G. 1990. Control genético y químico de la marchitez del chile (*Capsicum annuum*) causada por el hongo *Phytophthora capsici* Leo. En la región de Irapuato, Gto.Revista Mexicana de Fitopatología 8(1):71-76.

Pérez, M.L., L.J. Duran, O., R. Ramírez M., J.R. Sánchez P. y V. Olalde P. 2004. Sensibilidad in vitro de aislados del hongo *Phytophthora capsici* a fungicidas. Primera convención mundial del chile, León, Gto. 144-150p.

Perry, K. B. and C. Sanders D. 1986. Tomato yield as influenced by plant protection systems. HortScience 21: 238-239.

Ruiz O. M., D. Nieto R. y I. Larios R. 1949. Tratado Elemental de Botánica. Ed. Purria, México, Distrito Federal 726p.

Sánchez del Castillo F. Proyecto Educativo de la Licenciatura Ingeniero Agrónomo en Horticultura Protegida. Chapingo, México. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo 2007.Pag. 86.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP,SIACON) 2010, Anuario Agrícola por Municipio SAGARPA. Consulta de indicadores de Producción Nacional y Estatal de Chile. www.sagarpa.gob.mx

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2010. Cierre de la producción agrícola por estado. (http://www.siap.gob.mx/index. php?option=com_ wrapper&view=wrapper&Itemid=351).

Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP), 2008. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (http://www.inforural.com.mx/centro.php?id_rubrique=26&id_article=61383)

Sobrino, I.E. y V.E. Sobrino, 1989. Tratado de Hortaliza Herbácea, 1.-Hortalizas de flor y fruto. Primera edición. Editorial AEDOS-BARCELONA. España.Pp: 46.51.

Splittstoesser, W. E. and J. E. Brown. 1991. Current changes in plasticulture for crop production. Proc. Natl. Agr. Plast. Congr. 23:241-53.

Valadéz, L. A. 1997. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa, S. A de C. V. Grupo Noriega Editores. México.Pp: 79-80

Wells, 0.S. and J.B. Loy. 1985. Intensive vegetable production with row covers. HortScience 20:822-826.

Wolfe, D. W., Albrecht, L. D., and Wyland, J. 1989. Modellingrowcover on microclimate and yield: I. Growth response of tomatoandcucumber.J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 562-568.

Zapata, M., S. Bañon y P. Cabrera. 1992. El Pimiento para Pimentón. Agrogias. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 240 p.