

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Impacto de la fertilización orgánica y convencional en la producción y calidad de semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

POR:

ELOÍSA ROBLERO ÁNGEL

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREON, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Impacto de la fertilización orgánica y convencional en la producción y calidad de semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

POR:

ELOÍSA ROBLERO ÁNGEL

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

REVISADO POR EL COMITÉ ASESOR

Asesor Principal:



DR. PEDRO CANO RÍOS

Asesor



M.C. CÉSAR MÁRQUEZ QUIROZ

Asesor:



M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

Asesor:



DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre del 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. ELOÍSA ROBLERO ÁNGEL SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN
DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADO POR:

PRESIDENTE


 DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL:


 M.C. CÉSAR MÁRQUEZ QUIROZ

VOCAL:


 M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE:


 DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO


 DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de Agronómicas

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Con amor y gratitud por iluminar mi camino, colmar de bendiciones mi vida y mostrarme siempre su inmensa bondad, quien siempre esta conmigo. Señor gracias por concederme la oportunidad de llegar hasta aquí te doy mil gracias por haberme acompañado no haberme dejado caer en los momentos difíciles que pase y cumplir uno de mis mas grande sueño.

A la UAAAN Por darme la oportunidad determinar mis estudios de licenciatura y formarme procesionalmente y creer en los sueños que no son imposibles.

Al Departamento de Horticultura y la academia de maestros:

Por que contribuyeron en mi formación profesional.

Dr. Pedro Cano Ríos:

Por darme la oportunidad de ser parte de su equipo de trabajo, Por sacar el proyecto adelante y por los consejos sabios que día tras día nos daba gracias Doctor y que dios lo bendiga siempre.

M.C. César Márquez Quiroz:

Por el valioso apoyo incondicional, comprensión, dedicación y sobre todo su paciencia que me brindaron, para sacar adelante este proyecto. Pero sobre todo por su valiosa amistad y consejos. Que Dios los bendiga hoy y siempre.

M.E. Víctor Martínez Cueto:

Por ser un buen profesor lleno de nobleza, su apoyo y confianza, por el ejemplo que es para mí. Gracias.

Ing. Sayani Teresa López Espinosa:

Por su gran amistad, por compartir sus sabios consejos y sobre todo su aportación en la elaboración de este documento gracias.

A todos mis Maestros:

Agradezco a todos los profesores que formaron parte de mi formación profesional durante los cuatro años y medio. Por enseñarme e inculcarme que los sueños no tienen limite. Contribuyeron en mi formación académico profesional gracias.

DEDICATORIAS

A mis padres

Mario Roblero González

Consuelo Ángel Roblero

Por su ejemplo, consejos, apoyo y sobre todo su confianza que me inspiraron a avanzar y alcanzar mis metas. Gracias por todo por no dejarme caer nunca y por darme la mejor herencia que este logro.

A mis hermanos y hermanas

En especial a: Graciela Roblero Ángel

Enemías Roblero Ángel

Por sus consejos sabios que me dieron; pero sobre todo por el apoyo incondicional y económico que me han brindado, gracias hermanos que Dios los bendiga hoy y siempre, los amo.

A mis Amigos

Moisés Guillen Molina y Elizabeth González Roblero.

A todos ellos mil gracias por los momentos agradables y consejos que me dieron; pero sobre todo por su amistad y comprensión.

A mi novio Eduardo Valle García:

Por haberme apoyado desde el principio a terminar esta tesis, por su comprensión gracias mi amor por todo tu apoyo, por entenderme y cuidarme, eres una parte muy importante en este proyecto y en mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIAS.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	3
Hipótesis.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Generalidades del Tomate	4
Origen del Tomate.....	4
Clasificación Taxonómica y Morfológica.....	5
Planta.....	5
Sistema Radicular.....	5
Tallo principal.....	5
Hoja.....	6
Flor	6
Apertura del Fruto	6
Fruto	7
Requerimientos del Cultivo	7
Temperatura.....	7
Humedad.....	8
Luminosidad	8
Exigencias en suelo.....	9
Densidad de Siembra y Población.....	9
Poda de formación	10

Aporcado.....	11
Tutorado	11
Destallado.....	12
Deshojado.....	13
Despunte de Inflorescencias y Aclareo de Frutos.....	13
Principales Plagas y Enfermedades	13
Principales Plagas	13
Enfermedades en el Cultivo del Tomate.....	15
<i>Damping-off</i> ó Secadora de Plántulas (<i>Phythium</i> sp y <i>Rizoctonia</i> sp).....	15
Tizón Tardío.....	15
Mildéu polvoriento o Cenicilla (<i>Leveillula taurica</i> ; <i>Oidiopsis taurica</i>).....	15
Marchitez (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. lycopersici).....	16
Cosecha.....	16
Importancia de la Agricultura Protegida.....	17
Estadística.....	20
Agricultura Orgánica en México	20
Problemática.....	21
Tipos de sustratos orgánicos	22
Té de Compost.....	22
Compost	23
Vermicompost.....	24
Fibra de coco.....	26
Residuos orgánicos.....	26
Algas	28
Micronutrientes.....	29
Emulsiones de pescado.....	30
Producción de Semilla.....	30
Extracción de Semilla.....	31
Secado de la Semilla.....	32

Calidad de Semilla.....	33
Propiedades que Deben Reunir las Semilla de Calidad	34
Componentes de la Calidad de Semilla.....	34
Componente Genético.....	34
Características Físicas	35
Componente Sanitario.....	36
Componente Fisiológico.....	36
El proceso de germinación.....	39
Factores Fisiológicos de la Germinación.....	40
Viabilidad.....	40
Vigor	41
Digestión.....	41
Respiración	42
Transpiración.....	42
MATERIALES Y MÉTODOS	43
Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera	43
Localización del Experimento	43
Condiciones Experimentales.....	43
Material Genético.....	43
Diseño Experimental.....	44
Etapa 1. Invernadero.....	44
Preparación del invernadero.....	44
Siembra.....	45
Riego.....	45
Fertilización Orgánica	45
Labores Culturales	46
Tutoreo.....	46
Polinización.....	46
Podas.....	46

Control de Plagas y Enfermedades.....	47
Control de Maleza.....	47
Cosecha.....	47
Etapa 2. Laboratorio	48
Extracción y Secado de Semilla	48
Variables Evaluadas.....	48
Plántulas anormales	49
Pruebas de Vigor.....	50
Análisis de Resultado.....	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
Calidad Fisiológica	51
Germinación de semillas	51
Plantas Normales.....	53
Plantas Anormales	55
Semillas Hinchadas.....	57
Longitud de Radícula	59
Longitud de Hipocótilo.....	61
Peso Seco	63
Calidad Física	65
Peso de Cien Semillas	65
CONCLUSIONES	67
LITERATURA CITADA.....	68
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1	Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable de Germinación de Semillas. UAAAN UL 2011.....	54
Cuadro 4.2.	Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable de Plantas Normales. UAAAN UL 2011.....	56
Cuadro 4.3.	Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable de Plantas Anormales. UAAAN UL 2011.....	58
Cuadro 4.4.	Medias de interacción genotipos y fertilizacion para la variable de Semillas Hinchadas. UAAAN UL 2011.....	60
Cuadro 5.2	Medias de interacción genotipos y fertilizacion para la variable Longitud de Radícula. UAAAN UL 2011.....	62
Cuadro 5.3	Medias de interacción genotipos y fertilizacion para la variable Longitud de Hipocótilo. UAAAN UL 2011.....	64
Cuadro 5.8.	Medias de interacción genotipos y fertilizacion para la variable de Peso Seco. UAAAN UL 2011.....	66
Cuadro 6.1	Medias de interacción genotipos y fertilizacion para la variable de Peso de semillas. UAAAN UL 2011.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Clasificación de grados de madurez del tomate (de izquierda a derecha):
1, Verde maduro; 2, Inicio de color; 3, Pintón; 4, Rosado; 5, Rojo pálido y 6, Rojo. Por ser climatérico, el tomate alcanza el grado 6 aún cuando sea cosechado en el grado 1.....17

ÍNDICE DE APÉNDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable de Germinación de semillas en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.....	71
Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable de Plantas Normales en los genotipo y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.....	71
Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable de Plantas Anormales en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.....	71
Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable de Semillas Hinchadas en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.....	72
Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable en Longitud de Radícula en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.....	72
Cuadro 6A. Análisis de varianza para la variable en Longitud de Hipocotilo en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.....	72
Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable de Materia Seca en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.....	73
Cuadro 8A. Análisis de varianza para la variable de Peso de Semillas en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.....	73

RESUMEN

En la actualidad es necesario realizar controles de calidad por medio de métodos útiles y confiables para determinar las principales características de una semilla de alta calidad; tales como pureza, germinación, vigor y sanidad. El objetivo de la presente investigación fue estudiar el impacto de la fertilización orgánica y convencional en la producción y calidad de semilla de tomate. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas dividida, que consistió en cuatro genotipos y ocho formas de fertilización. Las formas de fertilización fueron: F1 = Arena + fertilización mineral (testigo), F2= mezcla de arena: compost (C) + té de vermicompost (TVC) al 2.5 % de concentración, F3= mezcla de arena: vermicompost (VC) + TVC al 2.5 % de concentración, F4= mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración, F5= arena + fertilización mineral + AlgaEnzims, F6=mezcla de arena: C + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims, F7= mezcla de arena: VC + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims y F8=mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims. La aplicación de AlgaEnzims fue al 0.5 %; inmersión de raíz al trasplante con la misma dilución; aplicación foliar 250 ml ha⁻¹ por aplicación, la primera a los primeros botones foliares y después de cada cosecha. Las variables evaluadas fueron: El genotipo tipo cherry obtuvo la mayor germinación de semilla (96 %) bajo la fertilización F8 (arena: Compost + Vermicompost + AlgaEnzims mientras que el mejor vigor se presentó el Kickapoo con una longitud de 5.65 bajo la fertilización F1 (Arena + Fertilización mineral. y Kickapoo F8 (arena + Compost + Vermicompost + AlgaEnzims.

Palabras clave: Vermicompost, compost, agricultura sustentable, calidad de semilla

INTRODUCCIÓN

El uso de agroquímicos ha demostrado causar un desequilibrio ecológico en las últimas décadas. Por lo que la agricultura a base de productos sintéticos está tomando un cambio hacia un sistema sustentable. El sistema de producción orgánico se completó con la entrada de semillas orgánicas. La producción de semillas orgánicas es un nuevo reto en el campo de las necesidades de la investigación para incrementar la calidad y satisfacer las necesidades de semillas de los productores orgánicos. En la Unión Europea existe un prerrequisito de certificación, en el cual se debe de usar semilla u otro material de propagación que hayan sido producidos bajo un sistema orgánico (Groot 2004).

En las últimas décadas el mercado de las semillas ha experimentado importantes cambios como la globalización de su comercio y el incremento de su valor. Entre las especies más comercializadas, el grupo de hortalizas y flores destaca por una creciente demanda y elevado costo. Consecuentemente, las exigencias de calidad por parte de los consumidores han aumentado, y las empresas productoras buscan responder a estas exigencias. La prueba de germinación es el procedimiento más ampliamente usado y aceptado como indicador de la calidad de semillas (Contreras y Barros 2005).

El análisis de la calidad de las semillas minimiza los riesgos inherentes al utilizarlas. En la actualidad es necesario realizar controles de calidad por medio de métodos útiles y confiables para determinar las principales características de una semilla de alta calidad; tales como pureza, germinación, vigor y sanidad. El 90 % de todos los cultivares empleados para la producción de alimentos en el mundo se propagan mediante semillas verdaderas.

La germinación es la prueba más común y aceptada para evaluar la calidad fisiológica de las semillas; sin embargo, no es la más adecuada para garantizar el establecimiento de la semilla en el campo, por lo que se han sugerido otras pruebas adicionales, tal es el caso del vigor de la semilla. En consecuencia, las pruebas de vigor constituyen una herramienta cada vez más utilizada en la determinación de la calidad fisiológica de los lotes de semillas. De ahí que empresas comerciales e instituciones oficiales de semillas han incluido éstas pruebas en sus programas internos de control de calidad para garantizar la calidad de las semillas destinadas a comercialización (Hernández, 2010).

La fertilización orgánica puede ser una vía económica y ecológicamente efectiva para reducir la dependencia de los fertilizantes químicos. Se ha demostrado que el uso de los abonos orgánicos, contribuye a eliminar la contaminación ambiental que se produce cuando son vertidos al medio, e incrementa los rendimientos de semillas al sustituir parcial o totalmente a los fertilizantes minerales. El estiércol vacuno es una de las fuentes de abono orgánico ha sido utilizado para mejorar los suelos y elevar los rendimientos de los cultivos; los beneficios que proporciona su aplicación, al incrementar la productividad con el consiguiente ahorro o sustitución del fertilizante químico. El humus es un abono de excelentes propiedades biológicas, rico en sustancias húmicas y elementos minerales muy efectivos para mejorar el suelo y corregir las necesidades nutricionales el vermicompost aventaja a otros abonos orgánicos, ya que posee una actividad microbiana de 10 a 20 veces mayor que la del sustrato que la lombriz digiere y contiene la mayor parte de los nutrientes en forma asimilable para las plantas. (Ramírez.; González *et al* 2001).

Objetivo general

- ❖ Estudiar el impacto de la fertilización orgánica y convencional en la producción y calidad de semilla de tomate.

Objetivos específicos

- ❖ Determinar la calidad y porcentaje de germinación de semillas de tomate bajo fertilización orgánica y convencional.
- ❖ Evaluar la calidad física y fisiológica de la semilla de tomate bajo fertilización orgánica y convencional.

Hipótesis

- ❖ La fertilización orgánica no incrementará la calidad y porcentaje de germinación de semillas de tomate.
- ❖ En el uso de fertilización orgánica no tendrá una respuesta diferente en la calidad física y fisiológica de semilla de tomate.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del Tomate

El tomate es uno de los cultivos hortícolas más redituables en el mundo. México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate. Esta hortaliza fue llevada a Europa en 1554, empezando a comercializarse en Estados Unidos hacia el año de 1835. En México el tomate es considerado como la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada y como la primera por su valor de producción. A esta hortaliza de fruto se le encuentra en los mercados durante todo el año, y se le consume tanto en fresco como procesado, siendo una fuente rica en vitaminas y minerales (Ojo de Agua, 2007).

Origen del Tomate

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizás porque crecería como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumía en México tomates de distintas formas y tamaños. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a oriente medio y África, de allí a otros países asiáticos, y de Europa, también se difundió a Estados Unidos y Canadá (Chinchilla, 2005). A principios del siglo XIX se comenzó a cultivar comercialmente, se inició su industrialización y la diferenciación de la variedades para mesa y para industria (Pérez *et al.*, 2001).

Clasificación Taxonómica y Morfológica

El tomate se clasifica de la siguiente manera (Pérez *et al.*, 2001).

Familia

Solanaceae.

Nombre científico

Lycopersicon esculentum Mill

Planta

Perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

Sistema Radicular

Raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera a dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes), cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).

Tallo principal

Eje con un grosor que oscila entre 2 y 4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular.

Hoja

Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas (Infoagro, 2004).

Flor

Berenguer (2003) señala que el tomate es una planta hermafrodita que presenta flores bisexuales en forma de racimo simple, en la base de la planta o ramificado en la parte superior. Las flores son pequeñas, pedunculadas de color amarillo, formando corimbos axilares; el cáliz tiene cinco pétalos, corola soldada interiormente, con cinco pétalos que conforman un tubo pequeño, los cinco estambres están soldados, el estilo a veces sobresale de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos. El número de flores depende del tipo de tomate; en tomates de grueso calibre, el ramillete tiene de 4 a 6 flores; en tomates de calibre mediano es de 10 a 12 flores por ramillete y en los tomates cherry no es extraño que se desarrollen 20 flores por racimo.

Apertura del Fruto

Nuez (2001) menciona que el fruto del tomate está constituido, básicamente, por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El pericarpio lo componen la pared externa, las paredes radiales que separan los lóculos y la pared interna. Se origina de la pared del ovario y consta de un exocarpo, un mesocarpo parenquimáticos con haces vasculares y el endocarpo constituido por una capa unicelular que rodea los lóculos. Los lóculos contienen las semillas rodeadas por una

masa gelatinosa de células de paredes delgadas de tipo parenquimático que llenan las cavidades locales cuando el fruto está maduro.

Fruto

Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600g. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del peciolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Infoagro. 2004).

Requerimientos del Cultivo

A la planta de tomate le favorece el clima caliente, sin embargo, bajo condiciones de baja luminosidad, las temperaturas de la noche y el día se deben mantener bajas, de lo contrario, se tendrá una planta raquítica y débil de floración pobre, como consecuencia de que la energía que proporciona la fotosíntesis es inadecuada para la velocidad de crecimiento. Una planta joven utiliza productos disponibles de la fotosíntesis, en primer lugar; para mantenimiento y crecimiento; segundo, para las raíces y tercero para formar el fruto. A temperatura altas, con relación a los niveles de luminosidad, el cultivar utiliza toda la energía en su mantenimiento y muy poca queda disponible para raíces y frutos (León, 2001).

Temperatura

La temperatura de desarrollo oscila entre 20 a 30 °C durante el día y entre 13 y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 35 °C afectan la fructificación

por mal desarrollo de óvulos y el desarrollo de la planta en general y del sistema radical en particular. Temperaturas inferiores a 10 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 35 °C e inferiores a 10 °C la fecundación es defectuosa o nula. Las temperaturas óptimas para tomate son de 24 y 16 °C durante el día y la noche respectivamente.

La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30 °C originan tonalidades amarillentas (Infoagro, 2004).

Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 80 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante, tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

Luminosidad

El tomate necesita de condiciones de muy buena luminosidad, de lo contrario los procesos de crecimiento, desarrollo, floración, polinización y maduración de los frutos pueden verse negativamente afectados (Rodríguez *et al.*, 2006).

Exigencias en suelo

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego (Infoagro, 2004).

El tomate prospera en diferentes tipos de suelo, aunque los más indicados son los suelos sueltos, fértiles, bien aireados y con buen drenaje interno y capacidad de retener humedad, de texturas francas a franco arcillosas, con contenidos de materia orgánica altos, por encima del 5 %, y buen contenido de nutrientes. El pH del suelo debe oscilar entre 5.8 y 6.8 para garantizar la máxima disponibilidad de nutrientes, debe estar libre de piedras y malas hierbas y, sobre todo, ser uniforme (FAO, 2007).

En cuanto al pH, los suelos pueden ser ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados, la planta de tomate cultivada en invernadero es la que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego (Infoagro, 2004).

Densidad de Siembra y Población

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado es de 1.5 metros entre líneas y 0.5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de

plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a 2 plantas por metro cuadrado con marcos de 1 m x 0.5 m. Cuando se tutoran las plantas con perchas las líneas deben ser “pareadas” para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la bajada de perchas (aproximadamente de 1.3 m) y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70 cm (Abcagro, 2002).

Jiménez (2011) cita que el referente marco de plantación por hectárea o por nave para el cultivo de tomates indeterminados, es recomendable una plantación de 27,000 a 30,000 plantas, ya que para establecer este número de plantas en invernadero solo es necesario hacer correctamente el acomodo de la distancia entre plantas y entre hileras.

La población de jitomate con baja densidad de población por metro cuadrado es de 3 plantas. Se puede incrementar el número de plantas a tres y media, cuatro o cinco pero de incrementa la competencia por la luz en plantas con follaje abundante y eso repercutirá en menor tamaño y peso de frutos, así como en mayor humedad relativa y enfermedades (Bautista *et al.*, 2010)

Poda de formación

La poda de la planta de tomate es una práctica que necesariamente hay que hacer cuando se cultiva en invernadero. La poda a un tallo es la más común a lo largo de todo el ciclo para obtener frutos de máximo calibre y se inicia cuando la planta tiene de 3 a 4 hojas, contadas desde el primer racimo de flores. El tutorado y la poda le permiten a la planta equilibrar la producción vegetativa y la producción de

frutos. La poda consiste en quitar los pequeños brotes axilares llamados vástagos, que de no eliminarse, llegarán a formar brotes laterales que le van a quitar energía a la planta y se va a reducir su producción. Es de suma importancia eliminar los brotes axilares cuando están pequeños (alrededor de 5 cm de largo), estos se pueden eliminar fácilmente con la mano (León, 2001).

Aporcado

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas (Jiménez, 2011).

Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1.8 a 2.4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor

mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

- Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un coste adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.

- Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad.

- Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado (FAO, 2007).

Destallado

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10 ó 15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre.

Deshojado

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo.

Despunte de Inflorescencias y Aclareo de Frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en ramillete, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad.

El jitomate de tipo indeterminado tiene una yema vegetativa en la parte apical del tallo principal que permite el crecimiento continuo de la planta a más de diez racimos, es necesario eliminar la yema apical dejando dos o tres hojas arriba del ultimo racimo floral (Bautista *et al.*, 2010).

Principales Plagas y Enfermedades

Principales Plagas

En la producción de hortalizas en invernadero el daño por plagas puede causar el fracaso de la producción. Para que esto no ocurra es importante identificar determinar cuales son las plagas que en un momento dado se lleguen a presentar. Las plagas más comunes en invernaderos son: Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Pulgón (*Aphis gossypii*), minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*), y Paratrioza (*Bactericera cockerelli*) (Alexandra, 2007, Rondon y Cantliffe, 2003, Infoagro, 2005; López y Gastélum, 2003).

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Presenta alas blancas y redondeadas, en reposo las mantiene acomodadas a manera de techo, ovipositan sus huevos en el envés de las hojas. Chupan las hojas, son vectores de diferentes virus.

Araña Roja *Tetranychus unticae* (Koch). La araña roja es una de las plagas más importantes en el invernadero. Se desarrolla en el envés de las hojas, causan decoloración o manchas amarillentas e incluso producen desecación y defoliación. La temperatura elevada y la baja humedad relativa favorecen el desarrollo de esta plaga. Esta plaga infesta a más de 100 hospedantes y se reconoce por su parecido con las arañas y por dos puntitos rojos a la altura del abdomen.

Pulgones (*Aphis sp*). Son áfidos que no tienen mucha importancia por los daños que producen como plaga, pero pueden ser peligrosos por ser los mayores propagadores de virus. Los pulgones originan un debilitamiento de la planta e inclusive la muerte.

Minador de la hoja. (*Liriomyza spp*). Existen varias especies de minadores de hojas que pertenecen al orden Díptera de la familia Agromyzidae, entre las que se encuentran: *Liriomyza munda*, *L. trifoli*, *L. pictella* y *L. sativae*. Los adultos miden aproximadamente de 2 a 3 milímetros de longitud, son de color negro brillante y se distinguen porque la región posterior de la cabeza es de color negro, el tercer segmento de la antena es pequeño, redondo, amarillo y pubescente, la parte dorsal del protórax y mesotórax es de color negro, metatórax amarillo; el abdomen ventralmente es de color amarillo. El ciclo de vida de huevo a adulto requiere de tres semanas bajo condiciones favorables de temperatura y humedad. La larva nace a los 4 días después de haber sido depositado el huevo y completa su desarrollo en un lapso de 10 días.

Enfermedades en el Cultivo del Tomate

***Damping-off* ó Secadora de Plántulas (*Phythium* sp y *Rizoctonia* sp)**

Son algunos de los organismos que causan la enfermedad que se tipifica como un ahorcamiento y amarillamiento del tallo a nivel del suelo, seguido por una marchites. Las plantas son muy susceptibles unos días después del trasplante. Buenas prácticas de cultivo en el establecimiento de los trasplantes y la esterilización del suelo o el medio de cultivo previenen la presencia de esta enfermedad (León, 2001).

Tizón Tardío

Menciona que esta enfermedad es considerada la enfermedad más destructiva del tomate y la papa. El patógeno que la produce tiene una capacidad de diseminarse y reproducirse rápido y abundantemente. Es la típica enfermedad causante de epifitias, cuyo daño pueden llegar a niveles catastróficos (Sánchez, 2001).

Mildéu polvoriento o Cenicilla (*Leveillula taurica*; *Oidiopsis taurica*)

Debido a la presencia de cenicilla, aparecen pequeñas manchas verdes amarillentas, casi circulares en el haz de las hojas atacadas, después el centro de la lesión se deshidrata y se torna café, en el envés se observan vellosidades blancas que son los conidióforos y conidios del hongo, que salen a través de los estomas. En condiciones favorables las lesiones pueden extenderse hasta unirse y deshidratar las hojas que al secarse no se caen, permanecen adheridas por un tiempo. Las hojas más viejas son más susceptibles (Delgadillo y Álvarez, 2003).

Marchitez (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*)

La marchitez aparece al inicio de floración o formación de primeros frutos y es un amarillamiento de las hojas inferiores, las cuales gradualmente se marchitan, mueren adheridas a la planta y posteriormente caen al suelo. Los síntomas pueden aparecer en un solo lado de la planta (ataque en el tejido conductor de algunas ramas) mientras que el resto permanece sano, aunque pueden manifestarse en toda la planta (Delgadillo y Álvarez, 2003).

Cosecha

Zambrano *et al.* (1995) señalan que la mayor parte del tomate que se comercializa es cosechado en el estado de madurez fisiológica (verde hecho, término popular) y completa su maduración fuera de la planta. Sin embargo, una pequeña porción utilizada en el mercado local es cosechado en el estado rosado (aproximadamente 60 % de la superficie presenta color rosado) o en el estado rojo (60 a 90 % de la superficie presenta color rojizo).

El tomate es un fruto climatérico, como tal puede madurarse en la planta si se deja el tiempo suficiente, y puede incluso tener más desarrollado el aroma y el sabor característicos que los que maduran fuera de la planta. La madurez para cosecha se define en términos de la estructura interna del fruto, las semillas están completamente desarrolladas y no se cortan al rebanar el fruto. El estado verde maduro es cuando ha logrado su máximo desarrollo y tiene un color verde brillante, ligeramente cremoso o blanquecino en la región apical. En el trópico los frutos de tomate alcanzan su estado verde maduro entre los 60 a 90 días dependiendo del cultivar (Boris, 2004).

Los frutos de tomate cosechados al estado de madurez fisiológica continúan el proceso de maduración durante el tránsito hasta el destino final en condiciones adecuadas. Es importante cosechar los frutos en el momento oportuno, si estos se cosechan fisiológicamente inmaduros no alcanzan una calidad aceptable de consumo. Si por el contrario, se cosechan en estado avanzado de madurez fisiológica tendrán una corta vida luego de cosechados (Zambrano *et al.*, 1995).

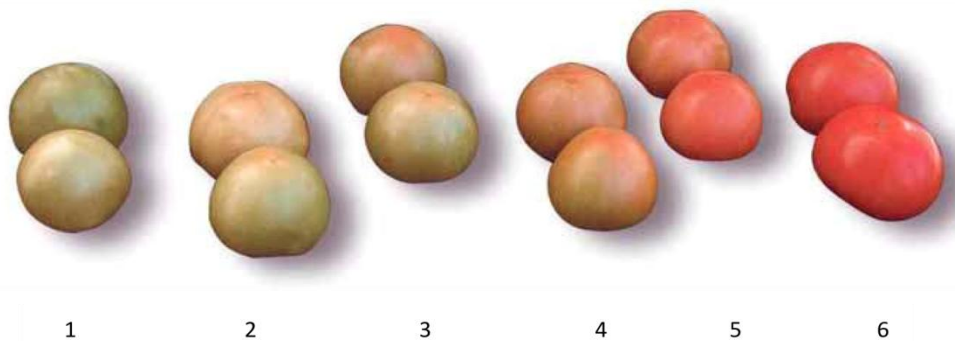


Figura 1.1. Clasificación de grados de madurez del tomate (de izquierda a derecha): 1, Verde maduro; 2, Inicio de color; 3, Pintón; 4, Rosado; 5, Rojo pálido y 6, Rojo. Por ser climatérico, el tomate alcanza el grado 6 aún cuando sea cosechado en el grado 1.

Importancia de la Agricultura Protegida

La agricultura como toda actividad humana implica una explotación del medio natural dando lugar a un agroecosistema mientras que la agricultura intensiva, pretende producir el máximo con la menor ocupación posible del suelo, para ello se recurre a una serie de técnicas con el objetivo de forzar la producción. Un claro ejemplo de la agricultura intensiva, es la producción bajo invernadero; éste se orienta a obtener el mas alto rendimiento a costa de aislarlo de las condiciones naturales mediante el forzado del cultivo a través de técnicas de climatización tales como: calefacción, humidificación, iluminación, etc. así como de técnicas culturales

tales como sustratos, fertirrigación, hidroponía, etc. con el objetivo de rentabilizar al máximo la ocupación del terreno

La agricultura protegida es una tendencia que ha modificado las formas de producir alimentos y que genera múltiples ventajas para los productores del campo. Cultivos agrícolas fuera de su ciclo natural y en menor tiempo, capaces de enfrentar con éxito plagas y enfermedades, con mejores rendimientos en un espacio reducido, sanos y con un mejor precio en los mercados, es posible obtenerlos a través de la agricultura protegida (Fiagro.2009).

Actualmente la producción de tomate en superficies con ambientes controlados ha aumentado exponencialmente. Esto se debe a la gran diferencia de calidad y cantidad entre productos de campo y productos producidos bajo condiciones de invernadero. El cultivo de tomate en invernadero ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos años, por la gran demanda de productos de calidad que exige el mercado de exportación y local, por lo cual en invernadero se utilizan materiales de crecimiento determinado y especial para invernadero que permitan obtener producción durante periodos largos y principalmente buena calidad. Es de vital importancia el manejo del cultivo ya que es la clave para obtener altos rendimientos y frutos de primera calidad (Benavides-Mendoza *et al.*, 2010). La superficie empleada para cultivos en invernadero en México asciende a 6000 ha y crece anualmente en un 25 %; de esta superficie, 3450 ha se destinan a la producción de tomate (De la Cruz-Lázaro *et al.*, 2010).

Espinosa (2004) mencionan que en México, el tomate se ubica entre las cuatro primeras hortalizas. En condiciones de campo abierto se cultivan alrededor de 70,000 ha Los estados de: Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí, Baja California Norte y Michoacán son los principales estados productores. Así mismo, es una de las principales hortalizas de exportación. Por lo que respecta a superficie establecida en invernadero en México la producción de hortalizas en invernadero a mostrado un incremento considerable en pocos años, pues en el 2002 se tenían establecidas 1,205 ha de las cuales 830 ha eran de tomate (principalmente bola y cherry) y estaban en construcción 365 ha mas. Para el 2005 se estima que habrá alrededor de 3,000 ha.

Agricultura orgánica

La producción orgánica, en general, es el sistema de producción o parte de éste en que no se utilizan insumos de síntesis química; así pues, existen producciones orgánicas agrícolas, ganaderas, silvícolas, etc. además de productos con valor agregado provenientes de las producciones primarias antes señaladas.

Según la FAO (2001) La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Los sistemas de producción orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas cuya finalidad es lograr agroecosistemas óptimos que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico, y económico.

La agricultura orgánica es un sistema de producción donde se manejan integralmente el agua, el suelo, la vegetación, el animal, el hombre y el medio ambiente, para producir bajo la influencia directa del sol y la luna, a diferencia del modo de producción convencional que solo es un paquete tecnológico y que ve al suelo como un soporte mecánico para las plantas y no como un sistema biológico que tiene y genera vida (Gómez, 2011)

Estadística

Márquez *et al.* (2009) mencionan que la agricultura orgánica se está desarrollando rápidamente; se tiene una estadística disponible de 138 países del mundo. La cuota de terrenos agrícolas y las explotaciones sigue creciendo. Según la última encuesta sobre la agricultura ecológica en todo el mundo, hay casi 30.4 millones de hectáreas, manejadas orgánicamente en más de 700'000 fincas, durante el 2006. Lo anterior, constituye 0.65 % de las tierras agrícolas del número de países antes citados. En total, Oceanía posee el 42 % seguida por Europa con 24 % y América Latina con 16 %. Actualmente, a partir de finales de 2006, los países con la mayor superficie orgánica son: Australia con 12.3 millones de hectáreas, China con 2.3 millones de hectáreas, Argentina con 2.2 millones de hectáreas y los EE.UU. con 1.6 millones de hectáreas.

Agricultura Orgánica en México

La producción de tomate orgánico en México se lleva a cabo en Baja California Sur. El tomate orgánico ocupa diez veces menos superficie que el convencional, pero alcanza una cotización diez veces mayor que el convencional. Por otro lado, la producción orgánica nacional de tomate en el 2004, se llevó a cabo en 380 ha con rendimientos promedio de 10 t ha^{-1} , con un precio 5.84 veces mayor que el

convencional (SAGARPA, 2005). Por otro lado, la producción orgánica nacional de tomate cherry en el 2003, se llevó a cabo en 402 ha con rendimientos promedio de 3.05 t ha^{-1} , con un precio 3.31 veces mayor que el convencional. Los tomates producidos orgánicamente tienden a concentraciones altas de vitamina C, licopeno y bajas concentraciones de nitratos. Además, otros resultados señalan que los productos orgánicos contienen menor concentración de plaguicidas que los convencionales. Por otro lado, se señala que las aplicaciones de sustancias húmicas de composts incrementan el rendimiento, reducen la proporción de $\text{NO}^- / \text{NH}^+$ en el tejido de las hojas y en los frutos se reduce la concentración de nitratos (Rodríguez *et al.*, 2009). La producción orgánica nacional de tomate en 2004, se llevó a cabo en 380 ha con rendimientos promedio de 10 t ha^{-1} , con un precio 5.84 veces mayor que el convencional. Según se ha observado, se obtiene mayores rendimientos bajo condiciones de invernadero, es decir, producir orgánicamente en dicho sistema, aumentaría la relación beneficio costo (Márquez *et al.*, 2007).

Los consumidores están cada vez más interesados en el consumo de alimentos inocuos, en especial los degustados en fresco, como las hortalizas, prefiriendo aquellos libres de agroquímicos y con alto valor nutricional, sin deterioro de la armonía con el medio ambiente (De la Cruz-Lázaro *et al.*, 2010).

Problemática

los principales problemas de que enfrenta la agricultura orgánica, en México y en algunos lugares del mundo son:

1.- Comercialización

2.- Limitantes ambientales

3.- Costos de producción

4.- Insuficiente capacitación e investigación La comercialización, debido a la falta de suministro constante de producto así como los canales de comercialización adecuados, además de la oferta y demanda, aunado a la baja oferta de volúmenes de exportación así como al poco desarrollo del mercado interno sin dejar de lado la lejanía con el principal consumidor de productos orgánicos, la Unión Europea (Márquez *et al.*, 2009).

Tipos de sustratos orgánicos

Los sustratos orgánicos solos o en mezclas mejoran las condiciones de crecimiento de las plantas desde el punto de vista físico, químico y biológico (Patrón.2010).

Té de Compost

El té de compost es un extracto líquido del compost que contiene microorganismos benéficos, nutrientes solubles y compuestos favorables para las especies vegetales. El té de compost es un extracto del compost preparado con una fuente de comida microbial como la melaza y además contiene ácidos húmicos y fúlvicos. Han establecido que en este extracto crecen poblaciones benéficas de microorganismos. El té de compost puede ser usado en la irrigación por goteo en producción orgánica certificada. Los efectos benéficos del té de compost han sido demostrados, pero la mayoría de las respuestas han sido a prueba y error (Rodríguez *et al.*, 2009).

Es un extracto líquido del compost, elaborado a partir de compost maduro y con aireación forzada, que contiene nutrientes solubles y una diversidad de bacterias, hongos, protozoos y nematodos beneficiosos que mejoran el crecimiento de las plantas y le dan una mayor resistencia contra las plagas. Luego es el extracto líquido de composta compuesto por microorganismos y nutrientes, así como los excrementos de los microorganismos y que se convierte en la sustancia que principalmente da vitalidad a nuestros cultivos.

El compostaje de residuos es una técnica que permite la reducción de los mismos y la obtención de un valioso producto. Acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez, sabor y color. Al mejorar el estado general de las plantas aumenta su resistencia al ataque de plagas y patógenos y la resistencia a las heladas. La acción microbiana del compost hace asimilable para las plantas materiales inertes como fósforo, calcio, potasio, magnesio, así como micro y oligoelementos.

Compost

El compost es el resultado de un proceso de biodegradación de materia orgánica llevado a cabo por organismos y microorganismos del suelo bajo condiciones aerobias. Como resultado de la acción de estos organismos, el volumen de desperdicios se reduce entre un 50 y un 85 por ciento (Fagro, 2008).

Son residuos orgánicos de estructura fina y descompuesta. Se usan excrementos animales, residuos de plantas, etc. Físicamente aumentan la aireación y el contenido de humedad y, químicamente, absorben los nutrientes evitando su

lavado (nitrógeno y potasio) y liberando lentamente la solución en forma de nutrientes. El compost debe contener entre 35 y 50 % de materia orgánica.

El compost son residuos orgánicos parcialmente degradados y estabilizados, ampliamente utilizados como sustratos en la producción de hortalizas, debido a que se ha reportado que la composta mejora la capacidad de almacenamiento de agua, mineralización del N, P y K, regula favorablemente el pH y fomenta la actividad microbiana (De la Cruz-Lázaro *et al.*, 2010).

El compost es una fuente natural y rica de nutrientes para la planta. Los micronutrientes en la composta se encuentran quelados y así se evita la lixiviación y la toxicidad de los mismos. Ya en el suelo, mejora la capacidad de intercambio catiónico del suelo, su estructura y cohesión, mejora la retención del agua y al mismo tiempo la oxigenación del suelo. Es aún una fuente de energía para los microorganismos del suelo compuestos de carbono.

Estimula el desarrollo radicular y la actividad de los macro y microorganismos del suelo, que a su vez viven en simbiosis con la planta y que actúan de forma positiva para proveer a la planta de minerales de difícil absorción (Ruiz, 2004).

Vermicompost

El vermicompost es el resultado de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas. Un abono de alta calidad y rico en nutrientes es el humus de lombriz. Este sustrato negro es el producto de la descomposición de la materia orgánica por microorganismos y, en particular por las lombrices. Este abono de

lombrices, rico en nutrientes valiosos, se utiliza como fertilizante para lograr un aumento sostenible de la cosecha (sistema de recirculación y reciclaje en espacios estrechos).

El vermicompost o humus de lombriz se utiliza como mejorador de suelo en cultivos hortícolas y como sustrato no contaminante. El vermicompost contiene sustancias activas que actúan como reguladoras de crecimiento, posee gran CIC, así como un alto contenido de ácidos húmicos, además de gran capacidad de retención de humedad, porosidad elevada que facilita la aireación y drenaje del suelo y de los medios de crecimiento (Rodríguez-Dimas *et al.*, 2007)

Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, y facilita su asimilación por las raíces e impide que éstos sean lixiviados con el agua de riego manteniéndolos disponibles por más tiempo en el suelo y favorece la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Favorece e incrementa la actividad biótica del suelo. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas en contra de plagas, enfermedades y organismos patógenos. Los ácidos húmicos y fúlvicos que contiene regeneran las características químicas del suelo y, al igual que cierto tipo de hormonas de crecimiento, favorecen el desarrollo de las especies vegetales. Posee un pH neutro. Mejora las características estructurales del terreno, desliga suelos arcillosos y agrega suelos arenosos.

Fibra de coco

La fibra de coco puede catalogarse de origen natural ya que es obtenida del fruto de la palmera de coco (*cocos nucifera*). La composición del coco está integrada en un 35 % de cáscara con fibra, casco o hueso en un 12 %, albumen o carne en un 28 % y agua en un 25 %. Este sustrato, que se corresponde con la epidermis fibrosa que recubre la nuez de coco, es un subproducto originado por el aprovechamiento del fruto y que se encuentra en grandes cantidades en zonas como el sudeste asiático (Conde, 2010).

Su contenido de nitrógeno es bajo y alto el de potasio; contiene cerca de 2 ppm de boro y debe llevarse hasta 0.2 ppm para utilizarlo en hortalizas, que son muy sensibles al exceso de boro. El polvo de coco o fibra de coco es un subproducto de la industria coprera que merece ser destacado, ya que se genera después de que el mesocarpio fibroso de coco ha sido procesado para obtener las fibras más largas, que se destinan a la fabricación de cuerdas, tapicería, etc. Actualmente en México hay empresas que usan toda la cáscara de coco para la producción, el cual es troceado en pedazos pequeños, muy similar (en apariencia y propiedades) a la fibra que se importa, por lo que este material es un sustrato muy prometedor para la horticultura protegida en México, dado su bajo costo; su facilidad de manejo, su sanidad y la excelente respuesta agronómica que ha mostrado en los cultivos en que se ha evaluado (Vargas *et al.*, 2007).

Residuos orgánicos

Son biodegradables (se descomponen naturalmente). Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose

en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos (Zapata, 2008).

Rivero y Lobo (1998) mencionan que, la incorporación de residuos orgánicos (RO) tiene un efecto mejorador sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, efectos que han sido atribuidos a la incorporación de los RO a la materia orgánica estable del mismo, los cuales se pueden manifestar a través de diferentes mecanismos. Al incorporar los residuos vegetales se promueve la actividad microbiana y por lo tanto se estimula la producción de polímeros, que actuarían como agentes estabilizadores de la estructura del suelo. Estos productos de la degradación de los residuos orgánicos, vegetales y animales, actúan conjuntamente con los polisacáridos producidos por los microorganismos del suelo en la estabilización de los agregados formados por acción mecánica.

En los residuos orgánicos en general, participan en su composición sustancias orgánicas sencillas y de formulación definida, relacionadas directamente con su origen y otras de complejidad estructural grande formadas en muchas ocasiones en los procesos de tratamiento de los residuos por acción de los microorganismos que actúan sobre ellos. Los residuos pueden ser utilizados como acondicionador de los suelos cuando son susceptibles de mejorar alguna o algunas propiedades de los mismos, o como fertilizante, lo que implica como finalidad el aporte de nutrientes para el sostenimiento de la cubierta vegetal (Navarro *et al.*, 1995).

Algas

Las algas optimizan el aprovechamiento de los minerales, fortalece la pared celular, facilita la asimilación de carbohidratos, sintetiza con facilidad las proteínas y vitaminas que requieren a las plantas cumplir óptimamente sus funciones fisiológicas (Infoagro, 2004). Al aplicar foliarmente extractos de algas marinas, las enzimas que éstas contienen refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor). Resultado: plantas mas sanas con mejor nutrición y más vigorosas.

Canales (2007) reportó que la incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos básicamente porque se administra a los cultivos, sino también 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tiene agentes quelantes como ácidos alginicos, fúlvico y manitol a si como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades.

Las algas y sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas, incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas. Las algas tienen mejores propiedades que los fertilizantes porque liberan más lentamente el nitrógeno, y además son ricas en microelementos y no generan semillas de malezas.

Al aplicar algas marinas o sus derivados al suelo, se encontró que bajan las arcillas y subió el limo y la arena, bajaron los carbonatos, se formaron poros y se ajustó el pH del suelo. consideran que esto es debido a que las enzimas que las

algas conllevan, provocan y/o activan en él suelo, reacciones de hidrólisis enzimáticas catalíticas reversibles, que las enzimas de los seres vivos, inclusive las raíces que en él medran, no son capaces de hacer en forma notoria. De tal manera, que al reaccionar con las arcillas silíceas o las arcillas de hidróxidos más arena, actúan del compuesto que se encuentra en mayor cantidad en favor del que se encuentra en menor proporción y tiende a llevarlo al equilibrio; o sea, al suelo franco, ajustando también el pH (Canales, 2001).

Micronutrientes

Los elementos con funciones específicas y esenciales en el metabolismo de las plantas se clasifican, según su concentración en la planta y conforme a sus requerimientos para el adecuado crecimiento y reproducción,

Para que los vegetales puedan cumplir su ciclo, necesitan elementos minerales, en cantidades tan pequeñas que se les denomina **oligoelementos** o más frecuentemente **microelementos**, siendo todos ellos indispensables para el desarrollo vegetal. Son aquellos elementos nutritivos absorbidos por la planta en cantidades menores, incluyéndose en este grupo el Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo) y Boro (B) (Espinoza, 2010). Schroeder y Martínez (2004) mencionan que los microelementos participan en los procesos fisiológicos de los vegetales, aquellos que presentan valencias múltiples intervienen en los sistemas enzimáticos actuando en las reacciones de oxido reducción, tales como la reducción de nitratos, fotosíntesis, fijación de nitrógeno, oxidaciones terminales.

Emulsiones de pescado

Está formado por una mezcla de pescado descompuesto, tiene un alto porcentaje de nitrógeno, y también contiene una gran cantidad de oligoelementos que pueden ser muy beneficiosos para las plantas.

Es un producto perfectamente balanceado, para cubrir las necesidades de crecimiento de las plantas, puede utilizarse en la formulación de fertilizantes orgánicos o químicos, es un producto, alto en nitrógeno orgánico, contiene proteínas, aminoácidos y nutrientes solubles, es una fuente esencial de elementos en trazas, excelente para aplicar al campo cuando hay deficiencia de flora bacterial en el suelo por intoxicación de agroquímicos o exceso de rotación de cultivos (Sogab 2012).

Producción de Semilla

En las actuales circunstancias de globalización y apertura de mercados se hace aún más necesario, la producción agrícola en forma eficiente y competitiva. Para ello es fundamental, entre otros aspectos, la reconversión de los sistemas productivos, mediante la innovación tecnológica y haciendo un mejor y mayor uso del conocimiento e información, para poder elevar la productividad de los cultivos de forma sostenible y enfrentar los cambios en el entorno de manera más apropiada.

Es un hecho indiscutible que la semilla de buena calidad producto de la investigación y desarrollo de variedades, representa el insumo estratégico por excelencia que permite sustentar las actividades agrícolas, contribuyendo significativamente a mejorar su producción en términos de calidad y rentabilidad (Katherine, 2005).

En las últimas décadas el mercado de las semillas ha experimentado importantes cambios como la globalización de su comercio y el incremento de su valor. Entre las especies mas comercializadas, el grupo de hortalizas y flores destaca por una creciente demanda y elevado costo. Consecuentemente, las exigencias de calidad por parte de los consumidores han aumentado, y las empresas productoras buscan responder a estas exigencias (Moreno,1996).

Extracción de Semilla

Para extraer y obtener semillas de calidad es necesario seleccionar algunas de las mejores plantas para la producción de semilla, escoger aquellas que tengan la mayor cantidad de frutos, aquellos de mayor tamaño y que presenten la mejor apariencia.

Para llevar a cabo la extracción de semilla a partir de frutos que tienen las semillas en una pulpa húmeda, para el caso del tomate se procede a realizar lo siguiente:

1. Partir los frutos si son grandes, o se maceran si son pequeños, exprimiendo las semillas.
2. Como en la mayoría de los casos las semillas tienen mayor peso que la pulpa, se facilita su separación por decantación (las semillas pesan más y van al fondo).
3. Utilizando coladores o mallas se retiran los restos de pulpa que quedan, utilizando agua corriente.

4. Las semillas bien etiquetadas se ponen a secar extendiéndolas (o bien al sol o secándolas con secadores).

El procedimiento que tradicionalmente se hace en tomate es el siguiente: los frutos maduros se cortan por la mitad y se exprimen, vertiendo la pulpa con las semillas en un recipiente. Se retiran las paredes del fruto, las pieles y demás restos que hubiese. Para separar las semillas del resto de tejidos que las rodea se deja fermentar la mezcla, es conveniente usar recipientes con poca superficie, para evitar la excesiva evaporación que podría secar la mezcla.

La duración de la fermentación varía según las condiciones climáticas en las que nos encontremos; se aconseja que se deje de 24 a 96 horas (de uno a cuatro días). No se debe prolongar demasiado este periodo ya que la calidad de la semilla (% de germinación, % de emergencia y vigor) disminuye. Diariamente se tiene que batir la mezcla para mantener la fermentación homogénea. Al cabo de este tiempo, se quita la capa que se forma en la superficie del líquido y se enjuagan las semillas hasta que queden limpias. En una malla de plástico se dejan secar a la sombra de 4 a 5 días, posteriormente se pasan al sol unos 10 días. Diariamente las mallas se deben frotar con los dedos para evitar que las semillas se queden pegadas (Hernández, 2009).

Secado de la Semilla

FAO (2011) cita que las semillas necesitan, ser secadas hasta que alcanzan un nivel óptimo de humedad cuidando no provocar daño en el poder germinativo. En

semillas posean un nivel alto de humedad se recomienda prolongar el secado de la semilla por más tiempo para asegurar así, un óptimo nivel de humedad.

- El tiempo de secado depende:
- Del nivel de humedad que posea la semilla.
- La velocidad de secado. (dada por el tipo de secado)
- El % de humedad requerido.

Calidad de Semilla

Antuna *et al.*, (2003) define que la calidad es un elemento esencial a considerar en la producción de semillas, tanto para evitar la contaminación y cumplir los estándares de calidad requeridos, como para obtener los volúmenes adecuados de semilla aprovechable.

La calidad se define como la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie. Hernández (2009) cita que la calidad de semilla es un concepto que comprende diversos componentes, a pesar que para muchos agricultores, semilla de calidad es aquella que germina y está libre de especies invasoras indeseadas. Este concepto se refleja en el hecho de que para muchos laboratorios de análisis de semillas, entre 80 y 90 % de todos los análisis solicitadas son de pureza y germinación. Sin embargo, existen otros componentes de calidad que pueden ser agrupados en tres categorías:

Propiedades que Deben Reunir las Semilla de Calidad

Pureza: estar libre de semillas extrañas, de semillas de malezas u otros cultivares o especies.

Sanidad: estar libre de plagas y enfermedades.

Viabilidad: las semillas deben ser capaces de germinar y desarrollar una plántula normal en condiciones óptimas de siembra.

Vigor: las semillas deben germinar y desarrollar una plántula normal en situaciones de siembra desfavorables.

Componentes de la Calidad de Semilla

Al tratar de definir el concepto de calidad en semillas, se podría decir que es un conjunto de cualidades deseables que debe poseer la semilla, que permitan un buen establecimiento del cultivo con plantas vigorosas, sanas y representativas de la variedad en referencia. La calidad en semillas comprende muchos atributos entre ellos se incluyen: La germinación, el vigor, la sanidad, la pureza física y varietal.

Para una mejor comprensión, la calidad en semillas puede entenderse como la integración de cuatro componentes a saber: genéticos, físicos, fisiológicos y fitosanitarios (sechas, 2007).

Componente Genético

El valor genético de una semilla estará determinado por su productividad, adaptabilidad, resistencia y calidad. Por tanto, el valor genético es el cúmulo de información determinada por el genotipo de una variedad que define la resistencia o tolerancia a plagas, adaptación a ambientes específicos, potencial de rendimiento, hábito de crecimiento, ciclo vegetativo, calidad industrial, entre otras.

Los factores genéticos y ambientales son los que determinan la tasa de germinación, la velocidad de germinación y el vigor de semilla y de plántula ya que la variabilidad genética en semilla es la de mayor interés para los fitomejoradores. Por lo tanto, la tarea principal de los mejoradores es ordenar esas variaciones heredables que puedan ser útiles para el mejoramiento de los cultivos; sin embargo, el desarrollo de variedades mejoradas toma un tiempo considerable y es costoso. Una forma de realizar progresos rápidos en el mejoramiento de plantas, puede ser mediante la determinación del potencial de crecimiento inicial y vigor de semillas (Mendoza 2008).

Características Físicas

Una semilla de calidad física es la que presenta un alto porcentaje de semilla pura, y el mínimo contenido de semilla de malezas, de otros cultivos y materia inerte. No solo provocan un problema de calidad del producto cosechado, sino también, un problema de manejo a nivel de campo con un aumento en los costos de producción, al incrementarse los costos para su combate.

Las semillas cosechadas generalmente vienen con algunos contaminantes como pueden ser: residuos de las plantas, semilla de malezas, semillas dañadas por plagas, porciones de suelo etc., así como con altos contenidos de humedad, de ahí que, requieren del acondicionamiento, labor que se realiza en las plantas de beneficio de semillas equipadas para el secado, la limpieza, clasificación, enfarde y almacenamiento de semillas. De esta manera, se adecua la semilla para su comercialización.

Otros atributos físicos en las semillas son el contenido de humedad, el tamaño, la uniformidad y densidad (Katherine, 2005).

Componente Sanitario

Las semillas pueden ser un medio ideal para el transporte de patógenos de origen viral, bacterial o fungoso e inclusive de nematodos, que afectan la germinación, y consecuentemente, la emergencia y población de plantas, o bien causar problemas patológicos en los cultivos una vez establecidos. Igualmente, pueden diseminar enfermedades en determinadas regiones donde estaban ausentes.

La semilla es un medio de diseminación muy efectivo para determinados patógenos y su transmisión a la plántula puede provocar problemas agronómicos serios; de ahí que, la utilización de semilla de buena calidad sanitaria proveniente de variedades resistentes o tolerantes, constituye el método más económico y eficiente para su combate. La utilización de terrenos nuevos o libres de plagas y enfermedades, la zonificación, épocas de siembra adecuadas, la eliminación de plantas enfermas, el control fitosanitario y el mismo tratamiento de la semilla, constituyen prácticas recomendables para la producción de semilla sana (Hernández 2010).

Componente Fisiológico.

La capacidad germinativa y el vigor son los principales atributos involucrados dentro del componente de calidad fisiológica en semillas. El concepto de vigor en semillas es un tanto complejo, sin embargo, en forma general se podría decir que, es el potencial biológico de la semilla que favorece un establecimiento rápido y

uniforme bajo condiciones incluso desfavorables de campo. En tanto que la germinación, es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y se desarrollan a partir del embrión aquellas estructuras esenciales, para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables.

La semilla presenta su más alto nivel de vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica. En este estado, la semilla tiene el máximo peso seco y el embrión ha completado su desarrollo. A partir de este momento, se inicia el proceso de deterioro de la semilla en forma continua e irreversible, hasta perder su capacidad germinativa.

La calidad fisiológica depende de múltiples factores, tales como el retraso en la cosecha si las condiciones ambientales no son favorables, deficiencias en el desarrollo de los cultivos, retrasos en el secado de la semilla, daños mecánicos durante la recolección y trilla o en el procesamiento y el almacenamiento bajo condiciones desfavorables (Hernández ,2010).

Para clarificar mejor la calidad fisiológica y concretamente el vigor y su influencia en el desempeño de las semillas, a continuación se citan algunas cualidades directamente relacionadas con este atributo biológico de calidad.

1. Velocidad de germinación.
2. Uniformidad de germinación, emergencia y desarrollo de la planta bajo diferentes condiciones.
3. Habilidad para emerger en suelos con problemas de preparación, con altos contenidos de humedad y con patógenos.
4. Desarrollo morfológico normal de plántulas.

5. Potencial de rendimientos de los cultivos.
6. Capacidad de almacenamiento de la semilla bajo condiciones óptimas y adversas (Katherine, 2005).

Germinación se define el conjunto de procesos metabólicos y morfogenéticas que tienen como resultado la transformación de un embrión en una plántula capaz de valerse por si misma y transformarse en una planta fotosintéticamente competente (Flores, 2004).

Existen pruebas sencillas para el análisis de la calidad de las semillas y fáciles de realizar directamente. Una de ellas es la prueba de germinación. La germinación es definida como la emergencia y el desenvolvimiento de las estructuras esenciales del embrión, las cuales son la manifestación de su capacidad para dar origen a una plántula normal, en condiciones ambientales favorables. La germinación se expresa en porcentaje y numero de semillas que producirán plántulas normales.

Vigor se define como esa condición de buena salud activa y robustez de las mismas semillas que les permite una germinación rápida, bajo un amplio rango de condiciones ambientales (García y Lasa, 1991).

La ISTA (2005) define al vigor como la suma total de aquellas propiedades de la semilla o lote de semillas que se manifiestan durante su germinación y emergencia de la plántula. Las semillas que se comportan pobremente son denominadas semillas de bajo vigor. El vigor es un factor importante en la calidad de la semilla, por lo que últimamente, se exige esta característica en la comercialización de la misma.

La variabilidad del vigor en las semillas está determinada por la constitución genética, condiciones ambientales durante el desarrollo fisiológico, condiciones de almacenaje. Nutrición de la planta, estado de madurez de la semilla al momento de la cosecha, tamaño, peso, daño físico, deterioro, envejecimiento y patógenos. Una prueba de vigor, para ser considerada como sistema de evaluación eficiente de lotes de semillas, deben presentar las características siguientes (Hernández 2010).

1. Presentar un índice de mayor sensibilidad que una prueba de germinación estándar, en relación con la calidad de las semillas.

Proporcionar una calificación consistente del comportamiento de los lotes de semillas y su correlación con el comportamiento de campo.

3. Ser objetiva, rápida, simple y económica.

4. Ser reproducible e interpretable.

El proceso de germinación

a) Imbibición de agua. El agua es absorbida a través de los poros naturales de la cubierta de la semilla y difundida al tejido de la misma causando que las células se vuelvan túrgidas, y haya un mayor crecimiento en volumen y que la cubierta de la semilla se vuelva más permeable al oxígeno y CO₂. Cuando la expansión ocurre, la cubierta de la semilla a menudo se rompe facilitando la entrada de agua y gases, y da origen a la emergencia de los puntos de crecimiento radícula y plúmula.

b) Activación enzimática. El agua absorbida en los tejidos de la semilla activa por hidrólisis los sistemas enzimáticos que sirven para: romper el tejido de almacenamiento, intervenir en el transporte de nutrientes de las áreas de

almacenamiento en el cotiledón o endospermo de los puntos de crecimiento, e iniciar las reacciones químicas, las cuales descomponen productos complejos para la síntesis del nuevo material.

Cuando la germinación ocurre, los tejidos de almacenamiento que contienen carbohidratos, grasas y proteínas son hidrolizados y degradados en formas químicas simples y móviles, las cuales son traslocadas hacia los puntos de crecimiento del embrión y sintetizadas dentro de los nuevos tejidos.

c) Iniciación del crecimiento del embrión. El nuevo material que es sintetizado, producto de la activación enzimática. Empieza a reflejarse en un incremento del eje raíz-tallo. Dependiendo de la especie, el crecimiento inicial puede ser por división o por elongación.

Factores Fisiológicos de la Germinación

Viabilidad

La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento. Una semilla viable es aquella que presenta viables los tejidos necesarios para dar una plántula normal.

Si una semilla manifiesta que sus tejidos están teñidos adecuadamente, significa que la semilla es viable y pone en evidencia el potencial para producir una plántula normal. Por tanto semillas con coloración rojo carmín son semillas viables y semillas blancas corresponden a semillas no viables.(Medina 2011).

Vigor

El vigor de las semillas ha sido definido como la sumatoria total de aquellas propiedades de las semillas que determinan el nivel de actividad y el comportamiento de las semillas o de un lote de semillas durante la germinación y emergencia de las plántulas. Las semillas que muestran un buen comportamiento son consideradas de alto vigor, y aquellas que presentan un pobre comportamiento son llamadas semillas de bajo vigor (Salinas *et al.*, 2001).

La calidad fisiológica de la semilla está relacionada directamente con la capacidad que tiene para emerger bajo condiciones de campo. En este sentido, la prueba de germinación es la más común y aceptada para evaluar la calidad fisiológica de la semilla, sin embargo, no es adecuada para conocer su potencial de establecimiento en el campo. De ahí que con el fin de superar este inconveniente, surge el concepto de vigor de semillas, definido como aquellas propiedades de las semillas que determinan su potencial para una emergencia rápida y uniforme, bajo un amplio rango de condiciones de campo (Hernández, 2010).

Digestión

Una vez que la semilla imbibida agua, se activan diferentes procesos en forma casi simultánea. Por ejemplo en la movilización de almidón en cereales las giberelinas del embrión emigran hacia la capa de la aleurona o escutelo y activa la α amilasa y otras enzimas, que son secretadas en el endospermo. El almidón es convertido en maltosa por acción de la α amilasa, y la maltosa convertida a glucosa por la maltosa. La glucosa es absorbida por el escutelo y sintetizada en sucrosa, la que es transportada a los sitios de metabolismo activo en el eje embrionario donde

es convertido en glucosa, forma en la cual es metabolizada en ácido pirúvico por medio de la glucólisis y luego entra al ciclo de Krebs.

Respiración

La tasa de respiración imperceptible en la semilla se vuelve de repente muy intensa en la germinación. La plántula absorbe más O_2 que el que puede rechazar en forma de CO_2 , es decir, se oxida, y por consiguiente hay desprendimiento de calor; este fenómeno se puede medir colocando un termómetro en dos tipos de grupos de semillas: semillas sin germinar y semillas germinadas.

Transpiración

La necesidad de un suministro de agua, que interviene en la serie de reacciones de síntesis de degradación que ocurre en los sitios de crecimiento activo y en sustancias de reserva, obliga al rápido desarrollo del sistema de absorción a través de los pelos radicales, así como a la regulación del movimiento estomático en las hojas recién formadas.

El desprendimiento de vapor de agua es muy activo y va acompañado de una pérdida de peso de la plántula. Para poder distinguir este fenómeno se recomienda pesar 30 semillas y secar a la estufa para obtener peso seco. Otras 30 semillas de la misma especie se pesan y se ponen a geminar, en estado de plántula se pesan y se colocan en la estufa para obtener peso seco. El resultado indicara que hay menor peso seco en plántulas que en semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera

El experimento se desarrolló durante el ciclo agrícola P-V 2011, en la Comarca Lagunera (25° 05' y 26° 54' N y 101° 40' y 104° 45' O).

Localización del Experimento

El experimento se realizó en el invernadero número 2 del departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL). El proceso de la germinación y vigor de semillas se llevo acabo en el laboratorio de horticultura de la UAAAN U-L.

Condiciones Experimentales

El invernadero es de forma semicircular, con cubierta de acrílico reforzado y protegido con malla sombra durante las estaciones del año más calurosos, piso de grava y sistema de enfriamiento automático mediante pared húmeda y dos extractores. Tiene ventanas laterales de 1.20 m de alto, cubiertas con acrílico enrollable y protegidas con malla antiafido (Malla Plas®).

Material Genético

Se utilizaran semillas de tomate tipo saladette (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv. Kickapoo, Cuahutemoc, El Cid, y de un ecotipo de tomate cherry semidomesticado (*Lycopersicon esculentum* var *cerasiforme* Dunal) procedente de la región de Tuxtepec, Oaxaca. Se sembraran en charolas de poliestireno, utilizando como sustrato peat moss. Se colocara una semilla por cavidad a 2 cm de profundidad.

Diseño Experimental

La unidad experimental correspondió a una maceta, con una planta por maceta. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas dividida, que consistió en cuatro genotipos y ocho formas de fertilización. Las formas de fertilización serán: F1 = Arena + Fertilización mineral (testigo), F2= Mezcla de arena + compost (C) + TVC al 2.5 % de concentración, F3= mezcla de arena: vermicompost (VC) + TVC al 2.5 % de concentración, F4= mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración, F5= arena + fertilización mineral + AlgaEnzims, F6=mezcla de arena: C + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims, F7= mezcla de arena: VC + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims y F8=mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims. La aplicación de AlgaEnzims fue al 0.5 %; inmersión de raíz al trasplante con la misma dilución; aplicación foliar 250 ml ha^{-1} por aplicación, la primera a los primeros botones foliares y después de cada cosecha.

Etapas 1. Invernadero

Preparación del invernadero

Se acondicionó el sitio experimental y se desinfectó el invernadero, mediante el uso de una solución de hipoclorito de sodio al 5 % de concentración. Con esta solución de hipoclorito de sodio se lavó y desinfectó las charolas de unicel de 200 cavidades, previo a la siembra.

Siembra

La siembra se realizó el 6 de marzo de 2011 en charolas germinadoras de 200 cavidades rellenas con Peat Moss (Premier®). El trasplante se efectuó el 9 de abril de 2011, colocando una planta por contenedor. Estos consistieron en bolsas de polietileno negro con capacidad de 18 L, llenadas con base en el volumen. La densidad de población fue de 4 macetas m⁻². La arena utilizada en los sustratos fue previamente desinfectada con una solución de agua y cloro al 5 %.

Riego

La demanda hídrica del cultivo, se cubrió utilizando un sistema de riego por goteo, con el cual se aplicaron dos riegos diarios; el volumen aplicado fue de 0.5 a 1.5 L maceta⁻¹ día⁻¹, en función de la etapa fenológica del cultivo, considerando los siguientes intervalos: del día 1 al 35, del 36 al 50 y del 51 al 144 ddt, la cantidad aplicada fue de 0.5, 1.0 y 1.5 L, respectivamente. Al concluir el experimento el volumen de agua dosificados fue de 174.0 L maceta⁻¹.

Fertilización Orgánica

El TVC al 10 % de concentración se elaboró de acuerdo a la metodología de Edwards *et al.* (2010), con algunas modificaciones para reducir las sales solubles contenidas en el VC, como se describe a continuación: en un contenedor de 60 L de capacidad se colocaron 45 L de agua y se generó turbulencia durante tres horas con una bomba de aire (Biopro: BP9891. Tiray Technology CO LTD®). Por separado, se colocaron 4.5 kg de VC en una bolsa de plástico tipo red y se introdujo en un recipiente de 20 L con agua durante cinco minutos para lavar el exceso de sales. Luego se colocó la bolsa con el vermicompost dentro del contenedor con agua

previamente aireada. Finalmente, se agregaron 40 g de piloncillo como fuente de carbono soluble. La mezcla se dejó fermentar por 24 h con la bomba de aire encendida.

Labores Culturales

Tutoreo

Esta actividad se realizó en forma manual, consistió en la colocación de una rafia para cada planta, el hilo de rafia se sujetó al tallo por debajo de la primera hoja verdadera, se enredó a la planta pasándolo por cada entrenudo hasta el brote terminal, posteriormente se colocó verticalmente, el hilo se amarró en el emparrillado que estaba en la parte superior del invernadero. Esta práctica se realizó de acuerdo al crecimiento de la planta a lo largo del ciclo del cultivo. Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, eliminando los brotes axilares.

Polinización

Se desarrolló a los 36 días después del trasplante, a partir de ese momento se realizó diariamente entre las 11:00 y las 13:00 h, se estimuló mecánicamente la polinización manual agitando las plantas por medio de la rafia de Tutoreo.

Podas

Esta actividad se realizó, para mantener la planta a un solo tallo, eliminando brotes laterales (axilares) y posteriormente se eliminaron las hojas basales una vez madurado todo el primer racimo; ya que cuando los frutos están en esta etapa las hojas ya no desempeñan actividades, por otro lado generan humedad que puede ayudar al desarrollo de enfermedades.

Control de Plagas y Enfermedades

Se llevó a cabo de manera preventiva y curativa, durante todo el ciclo del cultivo para el control de plagas y enfermedades utilizando productos orgánicos como: Biodae y Proteck. Las plagas encontradas durante el ciclo del cultivo fueron: la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporarum*), Trips (*Frankliniella occidentalis*). Para la aplicación productos orgánicos se utilizó una bomba manual de 18 L de capacidad.

Control de Maleza

Se efectuó en forma manual y de manera periódica para evitarla competencia con el cultivo y como hospederos alternantes de plagas y enfermedades.

Cosecha

Transcurridos 75 días después del trasplante se inició la etapa de cosecha, esto a partir del 22 de Junio, se realizaron diez cortes de forma manual, la frecuencia de los cortes era semanal, los frutos se cosecharon cuando presentaron un color rosado, entre el 30 y el 60 % de la superficie del mismo, posteriormente se colocaron en bolas de papel de estraza para llevarlos al laboratorio y cuantificar las variables consideradas para el estudio.

Etapa 2. Laboratorio

Extracción y Secado de Semilla

Después de que se cosecho los frutos, posteriormente se procedió a macerar los frutos y exprimir las semillas, por ser los frutos pequeños se lavaron las semillas, extendiéndolas para su secado a temperatura ambiente en el laboratorio por 5 días, una vez secas se guardaron en bolsas de papel estraza.

Variables Evaluadas

Una vez seca la semilla de los 5 genotipos en la etapa 1, se evaluó su calidad física y fisiológica en condiciones de laboratorio en dos repeticiones por cada tratamiento considerando las siguientes variables:

Calidad física. Se contaron manualmente 100 semillas al azar de cada genotipo. Cada genotipo se pesó en una balanza analítica de 0.0001 g de precisión, obteniendo el promedio se multiplico por 10 para calcular el peso de mil semillas (Moreno, 1996).

Calidad fisiológica. Se determinó la calidad fisiológica de cada tratamiento en dos repeticiones de 25 semillas mediante la prueba capacidad de germinación y vigor (longitud media de hipocótilo y radícula) según las reglas de la ISTA (2004).

Capacidad de Germinación. Para obtener la información de la capacidad de germinación para producir plántulas normales en los tratamientos aplicados se realizó conforme a las reglas internacionales (ISTA, 2004), sembrando en forma equidistante dos repeticiones de 25 semillas por genotipo donde se pondrán en papel secante de 25 cm de diámetro x 30 cm de alto humedecido con agua destilada, llevadas a una cámara germinadora marca Seedburo a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ con 8

horas de luz y 16 horas de oscuridad. El conteo de plántulas normales (PN), anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG), se realizó los 7 y 15 días después de la siembra, evaluando conforme al manual de la Association of Oficial Seed Análisis (AOSA, 1992). Se consideraron como plántulas normales aquellas con los siguientes atributos:

- Raíz, a) primaria larga y delgada, generalmente cubierta con numerosos pelos radicales y terminada en punta.; b) Raíz primaria gruesa y corta, por lo menos dos raíces secundarios fuertes y vigorosas, siempre y cuando el hipocótilo este bien desarrollado.
- Hipocótilo, bien desarrollada, vigorosa, recto mas o menos delgado y alargado.
- Cotiledones, dos cotiledones intactos, o con lesiones o daños leves .
- Epicótilo, Presente (puede ausentarse que está presente si los cotiledones están intactos).

Plántulas anormales

- Raíz, a) Ninguna, o raíz corta o gruesa, raquítica, ausente, atrofiada; b) Raíz primaria corta y gruesa con raíces secundarios débiles, o solamente una raíz secundaria (hipocótilo generalmente corto).
- Hipocótilo, Malformado, ausente curvado, ahilado (muy corto y engrosado).
- Cotiledones, Uno o ambas ausentes o deterioradas, deformes, necróticas, decoloradas.
- Epicótilo, grueso, corto curvado o ausente.

Semillas sin germinar a: Son aquellas que no germinen y que no se les clasifique como latentes o duras.

Pruebas de Vigor

Longitud Media del hipocótilo. En este parámetro se consideraron tres plántulas normales resultantes tomadas al azar de la prueba de capacidad de germinación (de cada genotipo por tratamiento) y con la ayuda de una regla graduada se midió la longitud del hipocótilo, dando como resultado el promedio de las plántulas de cada repetición por tratamiento en centímetros.

Longitud Media de la Radícula. Considerando las mismas 3 plántulas normales del parámetro anterior, se midió la raíz principal o las secundarias con una regla graduada, obteniendo el promedio en centímetros.

Peso Seco de la Plántula. Determinado por las diez plántulas normales consideradas en los parámetros anteriores, se colocaron en bolsas de papel estraza perforada y llevadas a una estufa de secado marcada Precisión a una temperatura de $65\pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Después de haber transcurrido el tiempo mencionado, se retiraron las bolsas conteniendo las plántulas normales y después ser pesadas en la balanza analítica de precisión de 0.0001 g, donde el resultado fue expresado en mg por plántula.

Análisis de Resultado

Para el análisis de resultados se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System) para Windows, V9.1, desarrollado por Bar y Goodninght en 1998, en la Universidad Estatal de Carolina del Norte.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad Fisiológica

Germinación de semillas

El análisis de varianza para la variable germinación de semillas detectó diferencias altamente significativas en los genotipos ($P < 0.01$) para los efectos principales como también para la interacción genotipos por fertilización. Lo anterior implica que las medias marginales no son importantes (Cuadro 1A).

El genotipo “Cherry” desarrollado bajo la fertilización F8 (mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims) obtuvo el mayor número de semillas germinadas, con un promedio de 24 semillas (Cuadro 4.1)). Por otra parte, el genotipo que presentó menor número de semillas germinadas fue “El Cid” desarrollado bajo la fertilización F5 (arena + solución mineral + AlgaEnzims), el cual obtuvo una media de 0.75 semillas. Gómez *et al.* (2007), mencionan que el uso del estiércol vacuno como fertilizante orgánico produjo un efecto positivo en la germinación de *Teramnus labialis* con una media de 152 k/ ha en el rendimiento de semilla cosechada de esta especie vegetal.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, dan a conocer la capacidad de la semilla para producir plántulas normales bajo fertilización orgánica de mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims Cherry obtuvo un porcentaje de germinación de 96 %.

Plantas Normales

El análisis de varianza para la variable Plantas Normales detectó diferencias altamente significativas en los genotipos ($P < 0.01$) para los efectos principales como también para la interacción genotipos por fertilización. Lo anterior implica que las medias marginales no son importantes (Cuadro 2A).

El genotipo “Cherry” desarrollado bajo la fertilización F8 (mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims) obtuvo el mayor número de Plantas, con un promedio de 14.75 plantas (Cuadro 4.2). Por otra parte, el genotipo que presentó menor número de Plantas Normales fue “El Cherry” desarrollado bajo la fertilización F4 (mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración) y F7 (mezcla de arena: VC + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims) con 0.0 plantas (Cuadro 4.2).

Ramirez *et al* (2001), mencionan que la fertilización orgánica produjo un aumento significativo ($P < 0.01$) en el rendimiento de semilla pura de *Andropogon con 85% de germinación*. La calidad de la semilla orgánica es un factor importante en la investigación, mejoramiento genético y en la producción de un sistema orgánico.

Plantas Anormales

El análisis de varianza para la variable Plantas Anormales detectó diferencias altamente significativas en los genotipos ($P < 0.01$) para los efectos principales como también para la interacción genotipos por fertilización. Lo anterior implica que las medias marginales no son importantes (Cuadro 3A).

El genotipo que obtuvo mayor número de Plantas Anormales fue el “Kickapoo”, desarrollado bajo la fertilización F6 (mezcla de arena: C + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims) con un promedio de 13.25 Plantas (Cuadro 4.3). Por otro lado, el genotipo que presentó menor número de Plantas Anormales fue “El Cherry” desarrollado bajo la fertilización F4 (mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración) con 1.25 Plantas (Cuadro 4.3).

Semillas Hinchadas

El análisis de varianza para la variable Semillas Hinchadas detectó diferencias altamente significativas en los genotipos ($P < 0.01$) para los efectos principales como también para la interacción genotipos por fertilización. Lo anterior implica que las medias marginales no son importantes (Cuadro 4A).

El genotipo que obtuvo mayor número de Semillas Hinchadas fue el de tipo "Cherry" desarrollado bajo la fertilización F4 (mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración) con un promedio de 0.75 semillas (Cuadro 4.4). Por otra parte, el genotipo que presentó menor número de Semillas Hinchadas fue el "El Cherry" desarrollado bajo la fertilización F8 (mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims.) con 0.75 semillas (Cuadro 4.4).

Longitud de Radicula

Para esta variable, el análisis de varianza detecto diferencias altamente significativas entre genotipos ($P < 0.01$) para los efectos principales como para la interacción genotipos por Fertilización (Cuadro 6A). Lo anterior implica que las medias marginales no son importantes.

El genotipo que presentó mayor Longitud de Radicula fue el “Kickapoo” desarrollado bajo la fertilización F1 (arena + fertilización inorgánica) con una media de 5.65 cm. Por otra parte, el genotipo que obtuvo menor longitud de radicula fue el “Cid” desarrollado bajo la fertilización F8 (mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims) con una media de 0.000 cm (Cuadro 5.2).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son superiores a los reportados por Hernández (2010), quien encontro un valor medio de radicula de 1.65 cm al evaluar germinación con mallas sombra de color.

Cuadro 5.2 Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable Longitud de Radicula. UAAAN UL 2011.

Genotipo	Fertilización	Medias	Niveles de significancia	
Kickapoo	AMIN	5.65	a	
El Cid	AC	5.05	a	
Cuahutemoc	AMIN	4.9	a	
Kickapoo	AC	4.9	a	
Cuahutemoc	AVA	4.75	a	
Cuahutemoc	ACVA	4.4	a	
Kickapoo	AV	4.25	a	
Kickapoo	ACV	4.2	a	
El Cid	AMIN	4.2	a	
Cherry	AMINA	4.15	a	
Kickapoo	ACVA	4.15	a	
Cherry	AV	4.1	a	
Cherry	ACVA	4.1	a	
Cherry	AC	4.05	a	
Cherry	ACA	3.75	a	b
El Cid	AV	3.55	a	b
Kickapoo	AVA	3.4	a	b
Cherry	AMIN	3.25	a	b
Cuahutemoc	ACA	3.23	a	b
Kickapoo	AMINA	3.15	a	b
Cuahutemoc	AC	3.1	a	b
El Cid	ACA	3.05	a	b
Cuahutemoc	AV	2.9	a	b
Cuahutemoc	AMINA	2.55	a	b
El Cid	AMINA	2.5	a	b
Kickapoo	ACA	2.4	a	b
El Cid	AVA	2.4	a	b
El Cid	ACV	2.3	a	b
Cuahutemoc	ACV	1.65	a	b
Cherry	ACV	-	-	-
Cherry	AVA	-	-	-
El Cid	ACVA	-	-	-
Media gral	3.313438			
CV	32.48427			

Longitud de Hipocôtilo

Para esta variable, el análisis de varianza detecto diferencias altamente significativas entre genotipos ($P < 0.05$) y para la interacción genotipos por Fertilización (Cuadro 7A). Lo anterior implica que las medias marginales no son importantes.

El genotipo que presentô mayor Longitud de Hipocôtilo fue el “Kickapoo” desarrollado bajo la fertilización F8 (mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims) con una media de 6.85 cm. Por otra parte, el genotipo que obtuvo menor longitud de hipocôtilo fue el “El Cid” desarrollado bajo la fertilización F8 (mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims) con una media de 3.2 cm (Cuadro 5.3).

Los resultados obtenidos en el presente experimento por Hernández (2010), quien encontro un valor medio de longitud de hipocótilo de 5.99 cm. al evaluar germinación.

Cuadro 5.3 Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable Longitud de Hipocôtilo. UAAAN UL 2011.

Genotipo	Fertilizacion	Medias	Niveles de significancia	
Kickapoo	ACVA	6.85	a	
Cuahutemoc	AVA	6.715	a	
Kickapoo	AMIN	6.45	a	
Cuahutemoc	ACVA	6.35	a	
El Cid	AC	6.25	a	
Cherry	ACVA	61.5	a	
Cuahutemoc	AMIN	6.05	a	
Kickapoo	AC	5.95	a	
Kickapoo	ACV	5.75	a	
Cherry	ACA	5.7	a	
El Cid	AMIN	5.475	a	
Cherry	AMINA	5.35	a	
Kickapoo	AV	5.35	a	
Kickapoo	AVA	5.3	a	
Cherry	AV	5.25	a	
Cherry	AC	5.2	a	
Cuahutemoc	ACA	5.2	a	
Kickapoo	AMINA	4.95	a	
El Cid	ACA	4.95	a	
El Cid	AV	4.85	a	
Cuahutemoc	AV	4.25	a	
El Cid	AVA	4.15	a	
El Cid	AMINA	4	a	
Kickapoo	ACA	3.8	a	b
El Cid	ACV	3.8	a	b
Cherry	AMIN	3.75	a	b
Cuahutemoc	AC	3.55	a	b
Cuahutemoc	AMINA	3.55	a	b
Cuahutemoc	ACV	3.2	a	b
Cherry	ACV	-	-	-
Cherry	AVA	-	-	-
El cid	ACVA	-	-	-
Media gral	4.629375			
CV	34.30272			

Peso Seco

Para esta variable, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas entre genotipos ($P < 0.01$) para los efectos principales como para la interacción genotipos por Fertilización (Cuadro 8A). Lo anterior implica que las medias marginales no son importantes.

El genotipo que presentó mayor Peso Seco fue el “Kickapoo” desarrollado bajo la fertilización F4 (mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración) con una media de 0.0109 g. Por otra parte, el genotipo que obtuvo menor peso seco fue “El Cid” desarrollado bajo la fertilización F7 (mezcla de arena: VC + TVC al 2.5 % de concentración + AlgaEnzims) con una media de 0.0005 g (Cuadro 5.8).

Calidad Física

Peso de Cien Semillas

Para esta variable, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas entre genotipos ($P < 0.01$) para los efectos principales como para la interacción genotipos por Fertilización (Cuadro 9A). Lo anterior implica que las medias marginales no son importantes.

Donde el genotipo que tuvo un mayor peso de semilla fue el Cherry con 0.91525 g, desarrollado bajo la fertilización F3 (mezcla de arena: vermicompost (VC) + TVC al 2.5 % de concentración). En cambio en el genotipo que obtuvo menor peso fue el Cherry desarrollada bajo la fertilización F1 (Arena + Fertilización mineral) con una media de 0.23305 g. (Cuadro 6.1).

Esto nos indica que la fertilización orgánica no influyen estadísticamente con respecto al peso de semillas aunque numericamente se presentaron diferencias interesantes.

Cuadro 6.1 Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable de Peso de semillas. UAAAN UL 2011.

Genotipo	Fertilización	Medias	Niveles de significancia
Cherry	AV	0.91525	a
Cherry	ACA	0.2292	a
Kickapoo	ACV	0.4401	b
El Cid	AVA	0.22445	b
Kickapoo	ACVA	0.4281	c
Cherry	ACVA	0.22005	c
Kickapoo	AA	0.4211	d
Cherry	AA	0.21905	d
Kickapoo	AC	0.40105	e
Cherry	AVA	0.20225	e
Kickapoo	Amin	0.39545	f
Kickapoo	AV	0.363	f
El Cid	AC	0.35145	g
Kickapoo	ACA	0.3213	h
El Cid	Amin	0.3191	i
Cuahutemoc	ACV	0.30715	j
El Cid	ACV	0.30335	k
El Cid	ACVA	0.30145	l
Cuahutemoc	Amin	0.3004	m
Cuahutemoc	ACVA	0.29505	n
El Cid	AV	0.28805	o
Cuahutemoc	AVA	0.2871	p
Cuahutemoc	AA	0.2864	q
El Cid	ACA	0.28535	r
Cuahutemoc	AV	0.28325	s
Cuahutemoc	ACA	0.2782	t
Cuahutemoc	AC	0.2763	u
Kickapoo	AVA	0.25735	v
El Cid	AA	0.2514	x
Cherry	AC	0.2383	y
Cherry	ACV	0.2354	z
Cherry	Amin	0.23305	Z
Media gral	0.317452		
CV	0.065569		

CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología empleada y a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

1. La mayor germinación fue obtenida por los seis tratamientos: Cherry F8 (mezcla arena: Compost: Vermicompost + AlgaEnzims), Kickapoo F5 (arena + fertilización mineral + AlgaEnzims), Kickapoo F8 (mezcla arena: Compost: Vermicompost + AlgaEnzims), Cuauhtémoc F6 (mezcla de arena: Compost + AlgaEnzims), Kickapoo F2 (mezcla de arena: compost) y Kickapoo F7 (mezcla arena: Vermicompos + AlgaEnzims) alcanzó una media de 22.12 plântulas germinadas. Los tratamientos anteriores favorecieron el número plântulas normales y una disminucion en plântulas anormales.
2. Los tratamientos con mayor longitud de radicular fueron Kickapoo F1 (Arena + Fertilización mineral), El cid F2 (mezcla de arena: compost), Cuahutemoc F1 (Arena + Fertilización mineral), Kickapoo F2 (mezcla arena: compost) y Cuahutemoc F7 (mezcla de arena: vermicompost + AlgaEnzims).
3. El hipocotilo y peso seco fue mayor en el Kickapoo F8 (mezcla de arena: Compost: Vermicompost + AlgaEnzims), Cuahutemoc F7 (mezcla arena: Vermicompost + AlgaEnzims), Kickapoo F1 (Arena + Fertilización mineral), Cuahutemoc F8 (arena: Compost + Vermicompost+ AlgaEnzims) El cid F2 (arena + compost).

LITERATURA CITADA

- Alexandra, V. y F. Rodas 2007. El control orgánico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilización natural del suelo. Guía práctica para los campesinos en el bosque seco. Pág.1-35.
- Antuna G., O., S. F. Rincón, E. Gutiérrez del R., N. A. Ruiz T. y G. L. Bustamante 2003. Componentes Genéticos de Caracteres Agronómicos y de Calidad Fisiológica de Semilla en Líneas de Maíz. ISSN 0187-7380 México.
- Bautista M. N., P. C. Chavarín y E. F Valenzuela. 2010. "JITOMATE". Tecnología para su producción en invernadero. Colegio de posgraduados. Campus Montecillos. Carretera México-Texcoco Km.36.5. Texcoco Edo de México.
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del cultivo del tomate en invernadero. En curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Celaya. Guanajuato, México. Pp. 147- 174.
- Boris C. 2004. Manual Del Cultivo De Tomate. Cosecha de tomate. El Salvador IDEA pp. 29-30.
- Canales, B. 2001. Uso de Derivados de Algas Marinas en la Producción de Tomate, Papa, Chile y Tomatillo. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Conde R. S. 2010. Estudio de la fibra de coco con resina poliéster para la manufactura de palas de aerogeneradores de pequeña potencia. pp. 28-30. Tesis de Licenciatura. Ing. En diseño Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca.
- Contreras S. y M. Barros. 2005. Pruebas de Vigor en Semillas de Lechuga y su Correlación con Emergencia. Cien. Inv. Agr. 32(1): 3-11.
- Delgadillo S. F. y R Álvarez. 2003. Enfermedades del Jitomate y Pimiento en Invernadero. En: J. Z. Castellanos y M. Guzmán Palomino (Eds). Ingeniería, Manejo y Operación de Invernaderos para la Producción Intensiva de Hortalizas. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, S.C.
- De la Cruz-Lázaro, E., Osorio-Osorio, R., Martínez-Moreno, E., Lozano-del Río, A. J., Gómez-Vázquez, A., Sánchez-Hernández, R. 2010. Uso de composta y vermicomposta para la producción de tomate orgánico en invernadero. Interciencia. 35 (5): 363-368.
- Espinoza, G. R. 2010. El uso de microelementos en la producción de tomates. pp. 100-115. *In*: 6to Simposio Nacional de Horticultura. Producción de Tomate en el Norte de México. Benavides-Mendoza, A., Robledo-Torres, V., Ramírez, H., Sandoval-Rangel, A. (Compiladores). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.
- Espinosa Z. C. 2004. Producción de tomate en invernadero; Importancia del cultivo de tomate. Diseño, Manejo y Producción Torreón, Coahuila, México,
- FAO. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia.
- Flores, H. A. 2004. Introducción a la Tecnología de Semillas. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. México.
- Fagro 2008.(www.fagro.edu.uy/~huertas/alimentosenlahuerta.pdf 2008.
- Sánchez-del Castillo, F., Moreno-Pérez, E. C., Cruz-Arellanes, E. L. 2009. Producción de jitomate hidropónico bajo invernadero en un sistema de dosel en forma de escalera. Revista Chapingo Serie Horticultura 15 (1): 67-73.
- García A. y J. M. Lasa. 1991. Ensayos de vigor de nascencia: revisión bibliográfica. Vigor de semillas. Consejo superior de investigaciones científicas. pp. 9-10.
- Gómez J., Fernández J. L., Olivera Y. y R. Arias. 2007. Efecto del estiércol vacuno en el establecimiento y la producción de semillas de *Teramnus labiales*.

versión *On-line* ISSN 2078-8452.

Groot, S. 2004.

<http://www.seedtest.org/upload/cms/user/ST1127April2004.pdf#page=14>

Hernández F. E. 2010. Métodos de escarificación y prueba de envejecimiento acelerado en semillas de *Brachiaria brizantha* CV. Insurgente. Importancia de la calidad de la semilla. Tesis Maestría en Ciencia. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

Hernández P. A. 2009. Producción y calidad de semilla de tomate cherry (*Solanum lycopersicon* var. *Cerasiforme*) Obtenida en macrotuneles con mallas fotosselectivas. Tesis Ingeniero Agrónomo en Producción. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Infoagro. 2005. Cultivo de tomate. España. (Fecha de consulta: 10/10/2012). Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>.

Infoagro. 2005. Principales tipos de invernadero.

Infoagro. 2004. (www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp. 2004.). (poda).

Izquierdo P J. 2011. Manual técnico Producción Artesanal de Semillas de Hortalizas para la Huerta Familiar. Principios básicos para el manejo de las semillas. Santiago de Chile FAO 2011 pp. 72-78.

Jaramillo, J., V., P. Rodríguez, M. Guzmán, M. Zapata. y T. Rengifo. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas. FAO, Gobernación de Antioquia, Mana, CORPOICA, Centro de Investigación "La Selva". FAO 2007.

Jiménez B. J. L. 2011. Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos. Segunda Edición pp. 64 a la 117.

Katherine L. 2005. Producción y Desarrollo de Variedad de Sistemas Orgánicos. IP272 Slot 273 Versión 061005.

López M. M. y R. Gastélum. 2003. La importancia del minador de la hoja *Liriomyza* spp. En los cultivos de tomate y chile y su manejo. Diagnóstico y manejo de las principales plagas de tomate y chile. Fundación Produce Sinaloa A.C.

León G., H. M. 2001. Manual para el cultivo de tomate en invernadero. Gobierno del Estado de Chihuahua.

Márquez H. C.; R. P. Cano y D. N. Rodríguez. 2007. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero.

Márquez H. C.; R. P. Cano, D. N. Rodríguez, R. A. Moreno y E. L. De La Cruz H. J. L. García, R. P. Preciado, G. G. Castañeda . y P. C. García. 2009. Producción en Invernadero de Tomate Orgánico . Torreón Coahuila, México.

Medina M. 2011. Aspectos de la floración, fructificación y germinación de *Lonchocarpus crassispermum* Poppend., Majomo chino, especie arbórea endémica del municipio piar. Caracterización preliminar. Tesis Tecnólogos en industrias forestales. Uapata.

Mendoza. 2008. Componentes genéticos en generaciones F1 y F2 de cruces dialélicas para vigor de semilla. Equipo de Trabajo Desarrollo de Redes de Servicios para Miembros de la COEPES.

Nakama Martín y F. L. José. 2006. Boletín Electrónico del Tomate. México.

Navarro P. H. L. Moral, H. Gómez y B. Mataix. 1995. Residuos Orgánicos y Agricultura. España. I.S.B.N.: 84-7908-194-5

Nuez F. 2001. Cultivo del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa México.

N. Rodríguez-Dimas; P. Cano-Ríos; E. Favela-Chávez ; U. Figueroa Viramontes; V. de Paúl-Álvarez; A. Palomo-Gil; C. Márquez-Hernández; A. Moreno-Reséndez

2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero Revista Chapingo. Serie horticultura ISSN (Versión impresa): 0186-3231.
- Ojo de Agua, 2007. Estrés salino y comparación de dos sistemas de producción sobre el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivada en invernadero. Colegio de postgraduados, Montecillo, Estado de México. p105.
- Osechas, D. 2007. Producción y comercialización de semillas forrajeras en Venezuela y América latina. Mundo Pecuario 3(1):27–33.
- Pérez, J., G. Hurtado, V. Aparicio, Q. Argueta, M. A. Larín. 2001. Guía Técnica Cultivo de Tomate. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) El Salvador. Pp. 9.
- Pérez V. M. del R. 2010. Efecto de la productos orgánicos en fructificación en plantas de tomate (*lycopersicon esculentum mill.*) Bajo condiciones de invernadero 2008. Tesis. Licenciatura. Ing. Agrónomo en Agroecológica. UAAAN-UL. Torreón Coahuila. México.
- Rivero C., L. D. Lobo y P. A. López. 1998. Efectos de la Incorporación de Residuos Orgánicos Sobre Algunas Propiedades Físicas de un Alfisol Degradado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Edafología. Edición Maracay, Edo. Aragua. Particular.
- Rodríguez-Dimas, N.; Cano-Ríos, P.; Favela-Chávez, E.; Figueroa-Viramontes, U.; Paul-Álvarez, V. de; Palomo-Gil, A.; Márquez-Hernández, C.; Moreno-Reséndez, A.2007. Vermicompost como alternativa organica en la producción de tomate en invernadero. Revista Chapingo. Serie horticultura, Vol. 13, Núm. 2, pp. 185- 192.
- Rodríguez D. N., R. P. Cano, V. U. Figueroa, C. E. Favela, R. A. Moreno H.C. Márquez, M. E. Ochoa, y R. P. Preciado. 2009. Uso de abonos Orgánicos en la Producción de Tomate en Invernadero. Terra latinoamericana 27 (4): 319-321.
- Rodríguez F. H, L. S. Muños y G. E. Alcorta. 2006. El Tomate rojo Sistema Hidropónico. Editorial Trilla. Pp. 50.
- Rondon S. y D. Cantliffe. 2003. Manejo Integrado de Plagas en Invernadero. En: Javier Z. Castellanos y José de Jesús Muñoz (Eds.). Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero.
- Ruiz Figueroa José F. 2004. Alcances y Limitaciones de la Horticultura Orgánica. Diseño y Manejo y Producción. Universidad Autónoma Chapingo. Pp. 5.
- Salinas, R. A. 2001. Prueba de Vigor y calidad fisiológica de Semilla de Soya. Versión Print ISSN 0100-204X. Vol. 36. No. 2. Brasilia. Santa Fe, argentina.
- Sánchez, C. M. 2001. Manejo De enfermedades del tomate. In: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara, Jalisco, México. pp. 22- 34.
- Schroeder, M. A; y G. C. Martínez. 2004. Concentraciones Foliare de Microelementos en Pimiento. (*Capsicum annuum* L.) AGROTECNIA 13.
- Vargas, T.P., J. Z. Castellanos, G. P. Sánchez, C. L. Tijerina, R.R.M. López, J.L. Ojo de agua, 2007. Caracterización física, química y biológica de sustratos de polvo de coco. Fitotecnia mexicana.
- Zambrano J., J. Moya y L. Pacheco. 1995. Efecto del Estado de Madurez en la Composición y Calidad de Frutos de Tomate. Trabajo financiado por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes Agronomía Tropical 46(1):61-72.

ANEXOS

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable de Germinación de Semillas en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.

FV	GL	SC	CM	F.cal	Significancia
Bloque	3	50.835937	16.945312	2.09	ns
Genotipo	3	2583.085937	861.028646	106.21	**
Fertilizacion	7	635.054688	90.722098	11.19	**
Gen x Fer	21	2537.851563	120.850074	14.91	**
Error	84	680.968750	8.106771		
Total	127	6575.242188			
CV	23.91827				

** = Altamente significativo.

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable de Plantas Normales en los genotipo y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.

FV	GL	SC	CM	Fcal	significancia
Bloque	3	304.5859375	101.5286458	19.67	**
Genotipo	3	625.0859375	208.3619792	40.37	**
Fertilizacion	7	122.4296875	17.4899554	3.39	**
Gen x Fer	21	921.1015625	43.8619792	8.50	**
Error	84	433.593750	5.161830		
Total	127	2451.367			
CV	40.78705				

** = Altamente significativo.

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable de Plantas Anormales en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.

FV	GL	SC	CM	Fcal	significancia
Bloque	3	204.3984375	68.1328125	7.58	**
Genotipo	3	562.0234375	187.3411458	20.84	**
Fertilizacion	7	293.6796875	41.9542411	4.67	**
Gen x Fer	21	457.4140625	21.7816220	2.42	**
Error	84	755.031250	8.988467		
Total	127	2391.367			
CV	45.63066				

** = Altamente significativo.

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable de Semillas Hinchadas en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2012.

FV	GL	SC	CM	Fcal	significancia
Bloque	3	339.460938	113.153646	8.85	**
Genotipo	3	1968.398437	656.132813	51.33	**
Fertilizacion	7	721.117188	103.016741	8.06	**
Gen x Fer	21	2036.039063	96.954241	7.58	**
Error	84	1073.718750	12.782366		
Total	127	6324.305			
CV	31.66998				

** = Altamente significativo.

Cuadro 6A. Análisis de varianza para la variable Longitud de Radicula en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Significancia
Bloque	1	85.88655625	85.88655625	74.13	**
Genotipo	3	13.45816875	4.48605625	3.87	**
Fertilizacion	7	37.46489375	5.35212768	4.62	**
Gen x Fer	21	74.28518125	3.53738958	3.05	**
Error	27	32.4385750	1.1585205		
Total	63	250.0360438			
CV	32.48427				

** = Altamente significativo.

Cuadro 7A Análisis de varianza para la variable Longitud de Hipocótilo en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Significancia
Bloque	1	405.9217562	405.9217562	160.97	**
Genotipo	3	25.5047375	8.5015792	3.37	**
Fertilizacion	7	29.4114500	4.2016357	1.67	ns
Gen x Fer	21	148.5612875	7.0743470	2.81	**
Error	28	70.6089875	2.5217496		
Total	63	698.038175			
CV	34.30272				

** = Altamente significativo.

Cuadro 8A. Análisis de varianza para la variable de Materia Seca en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Significancia
Bloque	1	0.00002131	0.00002131	5.00	**
Genotipo	3	0.00012445	0.00004148	9.74	**
Fertilizacion	7	0.00011100	0.00001586	3.72	**
Gen x Fer	21	0.00027233	0.00001297	3.04	**
Error	28	0.00011930	0.00000426		
Total	63	0.00069547			
CV	41.82301				

** = Altamente significativo.

Cuadro 9A. Análisis de varianza para la variable de Peso de semillas en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN UL 2011.

FV	GL	SC	CM	F.cal	
Bloque	1	0.00000347	0.00000347	80.07	**
Genotipo	3	0.08434985	0.02811662	648956	**
Fertilizacion	7	0.22968693	0.03281242	757340	**
Gen x Fer	21	0.68241346	0.03249588	750034	**
Error	28	0.00000121	0.00000004		
Total	63	0.99645512			
CV	0.065569				

** = Altamente significativo