

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Producción y calidad del chile jalapeño (*Capsicum annum*L.) orgánico y convencional, bajo condiciones de invernadero.

POR:

PANTALIÓN ADIESER ORTIZ ROBLERO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO

PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annum* L.)
ORGÁNICO Y CONVENCIONAL, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

POR:
PANTALIÓN ADIESER ORTIZ ROBLERO

TESIS
QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA
APROBADA POR:



DR. PEDRO CANO RÍOS
ASESOR PRINCIPAL



MC. CÉSAR MÁRQUEZ QUIROZ
COASESOR



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
ASESOR



MC. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL
ASESOR



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS



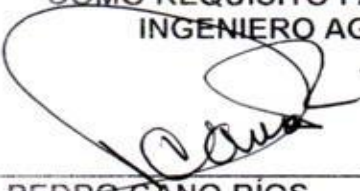
Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.)
ORGÁNICO Y CONVENCIONAL, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

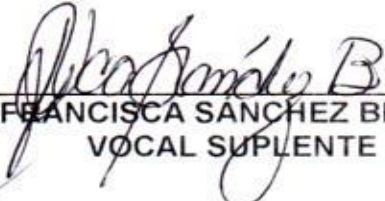
POR:
PANTALIÓN ADIESER ORTIZ ROBLERO

TESIS
QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA
APROBADA POR:


DR. PEDRO CANO RÍOS
PRESIDENTE


MC. CÉSAR MÁRQUEZ QUIROZ
VOCAL


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
VOCAL


MC. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL
VOCAL SUPLENTE


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la vida, la salud y por haberme permitido terminar esta carrera satisfactoriamente.

A mi familia

De todo corazón agradezco a toda mi familia quienes son parte de mi vida a ellos se los debo todo, ya que siempre me han brindado sus apoyo tanto moral, económico y espiritual.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro-UL"

Por permitirme realizar mi formación profesional dentro de sus instalaciones, así también a mis profesores quienes con mucho gusto impartieron de su conocimiento teórico-práctico para elevar mi nivel de aprendizaje.

Al Dr. Pedro Cano Ríos

Por darme la oportunidad de ser parte de este proyecto realizado como tesista, quien con mucho gusto me facilitó de los materiales a utilizar y compartirme de sus conocimientos en cualquier momento que lo necesite.

Al Mc. César Márquez Quiroz

Un agradecimiento muy especial, ya que pude contar con él como director de tesis, y por estar siempre en todo momento que necesite de ayuda profesional en la elaboración de este proyecto.

A mis amigos (as)

A todos mis amigos (as) que me apoyaron y que siempre pude compartir con ellos momentos maravillosos, ellos han sido mi apoyo para lograr este éxito y

de todo corazón deseo lo mejor para ustedes.

DEDICATORIA

A mis padres (Larineo Ortiz Morales y Evarista Roblero Ortiz)

Con mucho amor, cariño y admiración les dedico este logro que con mucho sacrificio de sus parte lo he logrado, ya que ustedes son mi razón de vivir, a pesar de adversidades me han sacado adelante. Sé que no hay palabras para agradecer todo lo que han hecho por mí, Dios los bendiga dondequiera que estén.

A mis hermanos (Josué esposa e hijos, Idahi, Robinson, Mayra y Brenda)

Ustedes son un tesoro más que Dios me ha dado, ya que son y serán parte importante en mi vida, gracias al apoyo que me han brindado en todo momento que necesite de consejos siempre estuvieron al pendiente de mí, siempre estaré muy orgulloso de ustedes, los quiero mucho.

A mis abuelos (Pantaleón († EPD) y Victorina) (Valentín y Elida)

Este logro es gracias a que siempre recibí del consejo de cada uno de ustedes, que en su momento me compartieron experiencias que fue la razón de superarme como un profesional y hacer de mí una persona con valores y principios, siempre estaré agradecido por todo el apoyo brindado.

A mis tíos (as)

A cada uno de ustedes, por brindarme de su apoyo siempre que pude compartir con ustedes de mi tiempo para poder escuchar de sus consejos y que siempre quisieron lo mejor para mí, este es el resultado del esfuerzo proporcionado hacia mi persona.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	x
I.- INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
II.-REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Aspectos Generales del Chile Jalapeño	4
2.2 El Cultivo del Chile y su Importancia en México	4
2.3 Origen	6
2.4 Clasificación Taxonómica.....	7
2.5 Características Morfológicas.....	7
2.5.1 Morfología	7
2.5.2 Semilla	8
2.5.3 Raíz	8
2.5.4 Tallo.....	9
2.5.5 Hojas.....	9
2.5.6 Flores.....	9
2.5.7 Frutos.....	10
2.6 Color del fruto	11
2.7 Maduración del fruto	11
2.8 Composición química.....	12
2.9 Requerimientos del Chile	12
2.10 Producción del Chile Bajo Condiciones de Invernadero	13
2.10.1 Generalidades del Invernadero.....	13
2.10.2 Ventajas de la Producción en Invernaderos.....	14
2.10.3 Desventajas de la Producción en Invernaderos.....	14
2.11 Exigencias del Clima Para el Cultivo de Chile.....	15
2.11.1 Generalidades.....	15

2.11.2 Temperatura	15
2.11.3 Humedad Relativa (H. R.)	17
2.11.4 Luminosidad en el Invernadero	18
2.11.5 Radiación en Invernadero	19
2.11.6 Dióxido de Carbono (CO ₂)	20
2.12 Elección del Material Vegetal	21
1.13 Labores Culturales Para el Cultivo de Chile bajo Condiciones de Invernadero.....	23
2.13.1 Densidad de Siembra.....	23
2.13.2 Producción de Plántulas	23
2.13.3 Trasplante	24
2.13.4 Poda de Formación.....	25
2.13.5 Tutorado.....	26
2.13.6 Aporcado.....	26
2.13.7 Deshojado.....	27
2.13.8 Fertilización.....	27
2.13.8.1 Importancia y Característica de los Fertilizantes.....	28
2.13.8.2 Micro elementos.....	29
2.13.8.3 Fertilización de Pre-trasplante	30
2.13.8.4 Fertilización en Crecimiento Activo o Pre-floración	30
2.13.9 Polinización.....	31
2.13.10 Riego.....	32
2.13.11 Principales Plagas del Cultivo de Chile	33
2.13.12 Principales Enfermedades del Cultivo de Chile	35
2.14 Agricultura Orgánica Como Sistemas de Producción	38
2.15 Definición de Sustrato.....	39
2.15.1 Ventajas del Uso de Sustratos	39
2.16 El Compost	40
2.16.1 Principios del Compost	41
2.16.2 Proceso de Composteo.....	41
2.16.3 Factores Importantes en la Preparación del Compost	42

2.17 Té de Compost y Vermicompost.....	43
2.17.1 Algunos Beneficios del Uso del Té de Compost	44
2.17.2 Preparación del Té de Compost o Vermicompost.....	45
2.18 El Vermicompost.....	46
2.18.1 Función que Desempeña la Lombricompost en las Plantas	48
2.18.2 Características Químicas del Vermicompost.....	48
2.18.3 Aplicación de Vermicompost en el Desarrollo de los Cultivos.....	49
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	52
3.1 Localización Geográfica de la Comarca Lagunera	52
3.2 Localización del Sitio Experimental.....	52
3.3 Descripción de Invernadero	52
3.4 Diseño experimental	53
3.5 Preparación del Compost y Vermicompost.....	53
3.6 Preparación del Te de Vermicompost.....	53
3.7 Genotipos evaluados	55
3.8 Manejo del cultivo	55
3.8.1 Siembra.....	55
3.8.2 Trasplante	55
3.8.3 Poda	56
3.8.4 Tutorado.....	56
3.8.5 Polinización.....	56
3.8.6 Riego	56
3.9 Control de Plagas y Enfermedades	57
3.10 Cosecha.....	57
3.11 Variables Evaluadas.....	57
3.11.1 Dinámica de Crecimiento y Altura de Planta (ALT).....	58
3.11.2 Número de Frutos por Planta (NFT).....	58
3.11.3 Peso Promedio de Fruto (PPF)	58
3.11.4 Longitud del Fruto (LF).....	58
3.11.5 Diámetro Ecuatorial del Fruto (DEF)	59
3.11.6 Espesor de Pericarpio (EP).....	59

3.11.7 Numero de Lóculos (NL)	59
3.11.8 Rendimiento	59
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
4.1 Dinámica de Crecimiento	61
4.2 Altura de Planta.....	61
4.3 Numero de Frutos por Planta.....	63
4.4 Peso Promedio del Fruto	64
4.5 Longitud del Fruto	65
4.6 Diámetro Ecuatorial del Fruto	66
4.7 Espesor de Pulpa.....	67
4.8 Numero de Lóculos	68
4.9 Rendimiento.....	69
V.- CONCLUSION	71
VI.- LITERATURA CITADA	72
APENDICE	80

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Composición química del Chile UAAAN-UL-CELALA, 2002.....	12
Cuadro 2.2 Temperaturas críticas para el cultivo del Chile en las distintas fases de su desarrollo. UAAANUL-CELALA,2003.....	17
Cuadro 2.3 Análisis químico del té de compost y vermicompost, lixiviado y la solución nutritiva Steiner.....	45
Cuadro 3.1 Análisis químico de la arena, compost, vermicompost y té de vermicompost. Torreón, Coah. 2012.....	54
Cuadro 3.2 Concentración de la solución nutritiva empleada para el desarrollo de chile jalapeño en invernadero.....	55
Cuadro 4.1 Ecuaciones de regresión para las fuentes de fertilización en relación con la Altura de Planta en chile jalapeño orgánico UAAAN-UL 2011. .	61
Cuadro 4.2 Medias de interacción genotipo fertilizacion para la variable Altura Final. UAAAN-UL 2011.....	63
Cuadro 4.3 Medias de interacción genotipo fertilizacion para la variable Número de Frutos. UAAAN-UL 2011.....	64
Cuadro 4.4 Medias de interacción genotipos y sustratos para la variable Peso del Fruto. UAAAN-UL 2011.....	65
Cuadro 4.5 Medias de interacción genotipo fertilizacion para la variable Longitud del Fruto. UAAAN-UL 2011.....	66

Cuadro 4.6 Medias para la variable Diámetro Ecuatorial para los efectos principales de genotipos y fertilización estudiados bajo condiciones protegidas. UAAAN-UL 2011.....67

Cuadro 4.7 Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable Espesor de Pulpa. UAAAN-UL 2011.....68

Cuadro 4.8 Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable Número de Lóculos. UAAAN-UL 2011.....69

Cuadro 4.9 Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable de Rendimiento. UAAAN-UL 2011.....70

INDICE DE APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable Altura de Planta en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	80
Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable Número de Fruto por Planta en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	80
Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable Peso Promedio del Fruto en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	80
Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable Longitud del Fruto en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	81
Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable Diámetro Ecuatorial del Fruto en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	81
Cuadro 6A. Análisis de varianza para la variable Espesor de Pulpa en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	81
Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable Número de Lóculos en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	82
Cuadro 8A. Análisis de varianza para la variable Rendimiento en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	82

RESUMEN

Producción y calidad del chile jalapeño (*Capsicum annuum*L.) orgánico y convencional, bajo condiciones de invernadero.

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo Primavera-Verano de 2011 en el invernadero 2 del departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila. Los tratamientos fueron conformados de acuerdo a un diseño completamente al azar con arreglo factorial, se evaluaron dos híbridos de chile jalapeño: "Euforia" y "Centella" desarrollados en cinco formas de fertilización: F1 = arena + fertilizantes inorgánicos (testigo), F2 = arena + té de vermicompost al 10 % de concentración, F3 = mezcla de arena: compost (C; 1:1 v:v) + té de vermicompost (TVC) al 2.5 % de concentración, F4 = mezcla de arena: vermicompost (VC; 1:1 v:v) + TVC al 2.5 % de concentración y F5 = mezcla de arena: C. VC(2:1:1 v:v) + TVC al 2.5 % de concentración. El trasplante de las plántulas se realizó el día 09 de Abril de 2011 en forma manual y las macetas se acomodaron a doble hilera, con una separación de 0.90 m entre hileras y un espaciamiento de 0.30 m entre macetas, para una densidad de 4 plantas m⁻². Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, número de frutos por planta, peso promedio de fruto, longitud del fruto, diámetro ecuatorial del fruto, espesor de pulpa, número de lóculos y rendimiento. En el presente trabajo la altura final promedio para el cv. Centella fue de 112.01, 5.69, 78.39, 133.81 y 158.89 cm para los tratamientos F1, F2, F3, F4 y F5 respectivamente. Mientras que para el cv Euforia registro 120.48, 72.85, 73.25, 135.26 y 169.03 cm para los tratamientos F1, F2, F3, F4 y F5 respectivamente. Cabe destacar que los

tratamientos F4 y F5 superaron en altura al tratamiento testigo. El cv. Euforia obtuvo mayor número de frutos por planta, 47, bajo el tratamiento F5, mientras que el cv. Centella obtuvo menor número de frutos, 12, bajo el tratamiento F2. El mayor Peso Promedio de fruto se obtuvo en el tratamiento F5 con 43.20 g. El genotipo que presentó mayor rendimiento fue Euforia con 71.4 Mg ha⁻¹ en el tratamiento F5. Las mezclas orgánicas de arena: VC + TVC y Arena: VC + TVC no variaron en rendimiento, 71.4 Mg ha⁻¹. En el presente trabajo se logró satisfacer la demanda nutritiva del chile jalapeño y por lo tanto se fortalece la idea que el Té de Vermicompost combinado con mezcla de Arena: Compost: + Vermicompost tiene potencial para desarrollar y producir chile jalapeño orgánico en invernadero.

Palabras clave

Capsicum annuum L., invernadero, agricultura orgánica, ambiente, ,
compost.

I.- INTRODUCCION

El chile jalapeño (*Capsicum annuum*L.) es una hortaliza muy importante, después del tomate, por su valor nutritivo y contenido de vitaminas (A, B₁, B₂, y C), se consume en fresco, procesado, en forma de salsas, en polvo y en curtidos. El consumo per cápita de los mexicanos de esta hortaliza es de 0.58 kg (Bravo *et al.*, 2006). Su importancia económica y social en México se debe a su centro de origen y diversidad, lo cual ha generado un gran número de tipos de chiles, entre los que destacan el jalapeño, serrano, ancho, pasilla, guajillo, de árbol, entre otros. Sus frutos son utilizados por su sabor, pungencia, acción farmacológica y también por su calidad en la obtención de colorantes (Pozo, 1981).

A nivel mundial se producen 24, 822,167 t, siendo china el mayor productor con 14, 026, 272 t, (FAOSTAT, 2007). México ocupa el segundo lugar en producción, con una superficie cosechada de 131, 267.77 ha, dando un total de 2, 051,685.32 t de producción (SIAP, 2008). Durante el año 2007, el cultivo del chile verde figuro entre los principales cultivos hortícolas de exportación con una participación del 8.6%, superado únicamente por cultivos como el tomate, melón y pepino. De 105,303 t de chiles de las variedades jalapeños y serrano exportadas a los Estados Unidos de América, el 90% se envía procesado (envasado) y el 10% restante se envía en fresco (SAGARPA, 2008). Los principales estados productores de chile en México son: Sinaloa, Chihuahua, Guanajuato, Zacatecas, Jalisco, San Luis Potosí y Sonora. Entidades que concentran más de 50% de la superficie sembrada y cosechada, así como el

60% de la producción (SAGARPA, 2008).

La producción orgánica de esta hortaliza se lleva a cabo en Baja California Sur, con rendimiento bajo de 13 Mg ha^{-1} (SIAP, 2011a), por lo que es conveniente producir en invernadero, para buscar un rendimiento mucho más elevado con la aplicación de insumos orgánicos para garantizar la obtención de un producto orgánico e inocuo. La adición de compost (C) y vermicompost (VC) a los suelos y sustratos de cultivo incrementa el crecimiento y la productividad de una gran cantidad de cultivos hortícolas. A diferencia de los fertilizantes minerales el C y VC constituyen una fuente de nutrientes de liberación lenta disponibles para la planta, a medida que éstos van necesitando (Chaoui *et al.*, 2003), al mezclarlos con medios inertes mejoran sus características físicas y químicas evitando la hipoxia. Además, pueden satisfacer los requerimientos nutrimentales de cultivos hortícolas en invernadero durante los primeros dos meses después del trasplante (Márquez-Hernández *et al.*, 2006). No obstante, después de este tiempo el cultivo manifiesta deficiencias nutrimentales, principalmente de nitrógeno (Rodríguez-Dimas *et al.*, 2007); lo anterior puede deberse a la baja tasa de mineralización del nitrógeno en C y VC. En este sistema de producción, el estrés nutrimental del cultivo puede evitarse adicionando otras fuentes de nutrición. El Té de Vermicompost (TVC), solución resultante de la fermentación aeróbica de VC en agua, puede utilizarse como fertilizante debido a que contiene nutrimentos solubles y microorganismos benéficos (Edwards *et al.*, 2010). Hay pocas referencias acerca del uso del té de vermicompost como

fuentes de fertilización, para satisfacer los requerimientos nutrimentales del cultivo de chile jalapeño.

Con base en lo anterior el objetivo del presente trabajo fue:

1.1 Objetivos

Evaluar la producción y calidad del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) producido de forma orgánica y convencional, bajo condiciones de invernadero.

1.2 Hipótesis

El fertilizante orgánico modifica positivamente el rendimiento en plantas de chile jalapeño.

II.-REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Aspectos Generales del Chile Jalapeño

El chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) pertenece a la familia de las solanáceas y actualmente se considera que está formado por unos 90 géneros, los cuales se encuentran divididos entre dos subfamilias: *Solanoideae* y *Cestroideae* (Nuez *et al.*, 1996). La diferencia entre estas dos subfamilias se basa en diferentes modelos de desarrollo del embrión. En las *Solanoideae* el embrión está desarrollado de un diámetro maso menos uniforme. En las *Cestroideae* el embrión es típicamente recto y ligeramente curvado (Nuez *et al.*, 1996). La mayoría de las especies del genero *Capsicum* son originarias de América del Sur. La popularización de su consumo se ha extendido a muchos países, no obstante, México es el país con mayor variedad de chiles, tanto silvestres como cultivadas (López-Riquelme, 2003). El nombre de chile jalapeño Var. Jalapeño M., proviene de la ciudad de Xalapa en el estado de Veracruz en donde antiguamente se comercializaba el producto, aun cuando en esa región se siembra poco este tipo de chile. El fruto es carnoso con un espesor de alrededor de 5 mm, picante, de buena aceptación tanto en el mercado nacional como extranjero. El chile jalapeño cuando llega a su estado de madurez se procesa en salsas, en curtidos, seco y como chile chipotle (Nuez *et al.*, 1996).

2.2 El Cultivo del Chile y su Importancia en México

En México se siembran 512,000 ha con hortalizas, lo que equivale a un

3.5% de la superficie agrícola nacional. De dicha superficie el 7 y 15% se dedican a la producción de chile seco y chile verde respectivamente. El chile es uno de los cultivos hortícolas más importantes en nuestro país y de mayor consumo popular, especialmente en estado fresco, aunque también se consume procesado en forma de salsas, polvo y en curtidos (Pérez *et al.*, 2005).

Se estima que el 90% de la producción total en México se destina a la demanda nacional, quedando el 10% para el mercado de exportación. Por otra parte, en el año 2005 se exportaron 437,000 t y para el 2006 fueron 433,000 t. El valor de estas exportaciones representa más de \$2,800 millones de dólares. La producción del estado de Chihuahua se destina para el consumo local y/o regional, quedando una parte para el mercado de exportación ya con un proceso actualmente, los mercados existentes en el país son abastecidos por los principales estados productores pues las importaciones no representan gran presencia en el país. Los principales estados productores de chile para exportación son: Sinaloa, con el 85%, seguido de Sonora, Tamaulipas, Nayarit, principalmente (Produce, 2006).

En México las principales industrias que procesan cerca del 35 % de la producción nacional de chile son: la Costeña, La Sierra, Del Monte, Hèrdez, San Marcos, Agroindustrias de Andar, Res Internacional, Conservas Delicias, Comercializadora Tog. Una vez que el chile es industrializado y convertido en salsas, conservas y deshidratado son canalizados a los distribuidores (55%) y

tiendas de autoservicio (45%) que posteriormente los llevaran a los restaurantes, tiendas de abarrotes, o bien, al consumo final(Produce., 2006).

Todas las formas de pimiento, chile o ají utilizadas por el hombre pertenece al género *Capsicum* (Pozo, 1981).

2.3 Origen

El género *Capsicum*, incluye un promedio de 25 especies y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, probablemente en el área Bolivia-Perú, donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7.000 años, y desde donde se habría diseminado a toda América (Cano, 1998).

El nombre del chile proviene del náhuatl *chilly* su sinónimo *ají*, es tan usado en España y en muchos países de Latinoamérica, tiene su origen en el arahuaco, dialecto caribeño. Todas las variedades de chiles, (desde los más picantes, hasta los pimientos dulces) son originarias de América. Alrededor del 90% de los que en la actualidad se consumen a nivel mundial son de origen mexicano y pertenecen a la clasificación que los botánicos llaman en latín *Capsicum annum*L. El resto de las variedades actuales, una mínima parte, tiene su origen en Centroamérica, el Caribe y Sudamérica, sobre todo en Perú y en la cuenca amazónica, y corresponden a las especies de *Capsicum chinense* y de *Capsicum frutescens*. (Long y Lomelí, 2000).

2.4 Clasificación Taxonómica

De acuerdo a Pérez *et al.* (1998) la taxonomía aceptada generalmente es la siguiente:

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledneae

Subclase: Metachmydeae

Orden: Tubiflorae

Familia: Solanácea

Género: *Capsicum*

Especie: *annuum*

Nombre científico: *Capsicum annum* L.

2.5 Características Morfológicas

2.5.1 Morfología

Todos los chiles son del género *Capsicum* de la familia de las Solanáceas. Los estudios taxonómicos coinciden en que son cinco las especies cultivadas: *Capsicum baccatum*, *C. chinense*, *C. pubescens*, *C. frutescens* y *C. annum*, de las cuales ésta última es la más importante. *C. annum* agrupa la mayor diversidad de chiles, ya sean cultivados o silvestres (Ramírez, 2002). Entre los chiles más populares destacan el guajillo o mirasol, el piquín, el de árbol, el serrano, el jalapeño, el poblano, y el chilaca, de los cuales los tres últimos, una vez secados, se denominan chipotle, ancho o mulato y pasilla, respectivamente

(Ramírez, 2002). El chile *Capsicum annuum* L. es una planta herbácea perenne con ciclo de cultivo anual de porte variable entre los 0.5 m (en determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de 2 m (gran parte de los híbridos cultivados en invernadero). Algunas variedades del tipo Ají Chay se siembran como cultivos vici trienales (Ramírez, 2002).

2.5.2 Semilla

Las semillas tienen forma deprimida reniforme, son lisas, de forma arriñonada, sin brillo y de color blanco amarillento. Las variedades de frutos pequeños usualmente tienen semillas más chicas en comparación con variedades de frutos grandes. El peso de las semillas oscila entre los límites de 3.8 y 8 gr (Infoagro, 2003). El poder germinativo de las semillas frescas es, en general, de 95-98 % y se mantiene durante 4-5 años si las condiciones de conservación son favorables (Pérez y Márquez, 1997).

2.5.3 Raíz

El sistema de raíces está formado por un pivote recto provisto de muchas raíces largas fibrosas, y vellosas, difícilmente forma raíces adventicias; cuando esto sucede se forman solamente del hipocotilo. Algunas raíces llegan a profundidades de 70 hasta 120 cm y lateralmente, se extienden hasta 120 cm de diámetro alrededor de la planta. La mayor parte de las raíces se sitúa a una profundidad de 5 - 40 cm en el suelo (Romero, 1999).

2.5.4 Tallo

El tallo es de crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura (“cruz”) emite dos o tres ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente). Así se forman las ramificaciones principales que determinan la forma y carácter de la planta (Pérez *et al.*, 1998). El tallo crece de 30 a 120 cm, según las características de la variedad y las condiciones en las que crece la planta. Las partes del tallo son frágiles y se parten con facilidad en las zonas donde surge la ramificación (Romero, 1999).

2.5.5 Hojas

Las hojas son sencillas, enteras o de bordos nudosos, acuminadas, ovaló lanceoladas o simple aovadas o elípticas, algunas veces lampiñas, otras pubescentes a lo largo de las venas; Peninervadas, largamente pecioladas y con un pecíolo acanalado arriba; de un color verde fuerte en el haz y más claro en el envés; las superiores son germinadas, ternadas y las inferiores alternas y más desarrolladas (Romero, 1999).

2.5.6 Flores

La flor se forman donde se ramifica el tallo, es definida y solitaria en algunos casos y hasta cuatro o más flores de acuerdo a las características de la variedad, es hermafrodita; el pedúnculo es erguido o encorvado, engrosado a la base de la flor, con cáliz monosépalo de cinco a seis dientes, persistente, penta

o hexagonal, con los ángulos redondeados con corola rotácea, placineas ovas u ovalo oblongas y agudas de color blanco sucio o amarillento, en algunas variedades con manchas violáceas. Estambres de cinco a seis, insertados en el tubo de la corola (Nuez *et al.*, 1996).

2.5.7 Frutos

El fruto es una baya, erectos alargados o ligeramente encorvados y algunos en forma cónica. De estructura hueca llena de aire con forma de capsula, teniendo un pericarpio grueso, jugoso, un tejido placentario al que se le une las semillas. El pericarpio está compuesto por tres capas: la primera epicarpio o capa externa, la segunda mesocarpo o zona carnosa intermedia, la tercera endocarpo o capa membranosa interna. El tejido placentario se desarrolla a lo largo de la sutura de los carpelos, sobre la superficie se desarrollan los óvulos para dar lugar a las semillas (Salazar-Olivo y Silva-Ortega, 2004). Los frutos tienen de 2 a 10 cm de longitud, con cuerpo cilíndrico y epidermis lisa; presenta de dos a tres lóculos. El fruto se compone del pericarpio, endocarpo y las semillas. El pericarpio comienza a crecer después de la polinización de los óvulos (Nuez *et al.*, 1996).

Los frutos de las distintas variedades tienen forma y tamaño considerablemente variable. Es frecuente la diferencia de su color en la madurez industrial en relación con la madurez botánica (Pérez *et al.*, 1998). En general, los frutos se clasifican por su forma y tamaño en tres categorías que se describen a continuación (Romero, 1999):

Balín.- Son frutos de 2 a 4 cm de longitud, de forma cónica o alargada, muy firmes y de poca aceptación en el mercado en fresco. Sin embargo, la industria enlatadora tiene preferencia por este subtipo.

Típico.- Los frutos son alargados, de 4 a 8 cm de largo, rectos, lisos, de ápice agudo o redondeado. Actualmente es el subtipo de mayor aceptación en el mercado nacional para consumo en fresco.

Largo.- Frutos con longitud mayor de 8 cm son puntiagudos y encorvados. Este subtipo tiene poca aceptación en el mercado fresco o industrial.

2.6 Color del fruto

Greenleaf(1986) reporta que la herencia del color de fruto maduro se debe a un gen dominante para rojo y recesivo para café, señala que la cruce amarillo x café muestra una segregación di génica típica, 9 para rojo, 3 para café, 3 para amarillo y 1 para verde. También, indica que el color inmaduro está determinado por dos pares de genes dominantes a verde oscuro. Al respecto, Peterson (1959) concluye la existencia de ligamiento de tres loci A, O y G, donde A corresponde al color del fruto púrpura vs color de fruto no púrpura y G al color del fruto amarillo vs color del fruto verde.

2.7 Maduración del fruto

El fruto del chile jalapeño es climatérico, cuando ocurre un cambio de color verde-rojo hay cambios en su composición cualitativa (color, sabor, textura y olor). El cambio de color de verde-rojo parece estar inducida por fitocromo al aparecer los cromoplastos portadores de pigmentos en las células que rodean a

los vasos posteriores a la zona externa del pericarpio. En este proceso interviene el etileno y el ácido abscísico, mientras que los carotenoides rojos, capsanteno y capsorrubeno son pigmentos terminales (Nuez et al., 1996).

2.8 Composición química

En el Cuadro 2.1 se puede apreciar la composición química del fruto de Chile, el principal componente es agua con 93% seguido por los carbohidratos con 5.3%.

Cuadro 2.1 Composición química del Chile UAAAN-UL-CELALA, 2002.

Composición química en fresco 100 g*	Contenido
Agua	93.0 g
Calcio	6.0 mg
Hierro	1.8 mg
Fósforo	22.0 mg
Potasio	195.0 mg
Sodio	3.0 mg
Carbohidratos	5.3 g
Fibra	1.2 g
Grasa	0.5 g
Proteínas	0.9 g
Ácido ascórbico	128.0 mg
Vitamina A	530.0 UI
Energía	25.0 Kcal

*Fuente: <http://www.faxsa.com.mx/semhort1c60ch001.htm>.

2.9 Requerimientos del Chile

El chile se produce mejor en un clima relativamente caluroso, aparentemente resiste mejor la sequía en comparación al tomate o la berenjena; sin embargo, los mejores rendimientos están relacionados con la cantidad de lluvias bien distribuidas. Los rangos de temperatura para la

germinación son de 24 a 29 °C, mientras que los días a emergencia son de 8 a 10. Las temperaturas para el desarrollo son de 18 a 26 °C. Las altas temperaturas provocan las caídas de flores y frutos. La humedad óptima para su desarrollo es de 50 a 70 %. La planta crece en diferentes tipos de suelos desde ligeros hasta pesados siendo más ideales los limos arenosos, profundos, bien aireados, ricos en materia orgánica y con buen drenaje. El pH debe de oscilar de 5.5 a 6.8 (Nuez et al., 1996).

2.10 Producción del Chile Bajo Condiciones de Invernadero

La palabra invernadero, en el sentido agronómico es aplicada a lugares cubiertos y abrigados para la defensa de las plantas que se desarrollan dentro de los mismos. El invernadero es una estructura donde es posible crear y controlar las condiciones climáticas más favorables para un buen desarrollo de las plantas (Rodríguez, 1991).

2.10.1 Generalidades del Invernadero

Rodríguez y Jiménez (2002) han definido a un invernadero como una construcción cubierta artificialmente, con materiales transparentes, con el objeto de proveer un medio ambiente favorable para el desarrollo de los cultivos en cualquier época del año. Un cultivo forzado o protegido se define como aquél que durante todo el ciclo productivo o en una parte del mismo crece en un microclima acondicionado por un invernadero. A pesar de que se hace hincapié en la modificación del ambiente climático, el cultivo forzado también incluye las técnicas de manejo, fertirrigación, densidad y época de siembra, sanidad

vegetal, etc. Las cuales son prácticas que inciden notoriamente en los objetivos que se persiguen en un cultivo protegido tales como: incremento de la producción, precocidad y mayor calidad de la cosecha. Además de lo anterior el cultivo se orienta a la producción de plantas de diferente origen climático del ambiente natural donde se desea cultivarlas.

2.10.2 Ventajas de la Producción en Invernaderos

Sánchez y Favela (2000) destacan las ventajas de establecer un cultivo bajo condiciones de invernadero, entre las cuales se pueden citar las siguientes:

- a) Programación de las cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.
- b) Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible el logro de hasta tres cosechas por año.
- c) Mayor calidad de flores, frutos, y hortalizas y aumento en el rendimiento hasta en un 300%, respecto a los cultivos desarrollados a la intemperie.
- d) Mejor control de plagas y enfermedades.
- e) ahorro de agua (riego por goteo, micro aspersion y subirrigación), que puede llegar a recuperar hasta 60-80% del agua aplicada que se evapotranspira.
- f) Balance adecuado de agua, aire y elementos nutritivos.
- g) No depende de fenómenos meteorológicos.

2.10.3 Desventajas de la Producción en Invernaderos

Sánchez y Favela (2000) resaltan las desventajas para producir bajo

condiciones de invernadero:

- a) Requiere una alta especialización para su manejo
- b) Representa una elevada inversión inicial
- c) Puede favorecer el desarrollo de plagas y enfermedades
- d) La automatización del invernadero es necesaria para el control del ambiente.

2.11 Exigencias del Clima Para el Cultivo de Chile

2.11.1 Generalidades

Los límites productivos de los cultivos están determinados por la potencialidad genotípica de cada especie vegetal y por las condiciones ambientales que predominan en la región donde se pretende establecer. Entre las causas que impiden la expresión completa del potencial productivo del cultivo de Chile están claramente las enfermedades y las plagas, pero una causa determinante las constituyen las condiciones climáticas no favorables. Por consiguiente, el manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

2.11.2 Temperatura

Diversos autores, entre los que destacan: Alpi y Tognoni (1991), Castaños (1993) y Cano (1998) establecen que la temperatura ejerce mucha influencia sobre el crecimiento y metabolismo de las plantas. Sin embargo, es necesario puntualizar que la mejor temperatura no es aquella que produce el crecimiento

más acelerado, sino la que provoca el desarrollo más armónico, en función de las características de cada especie cultivada. La temperatura además de ser determinante en los procesos de fotosíntesis, respiración y acumulación de azúcares y almidones.

También está relacionada con:

- I. La germinación de las semillas
- II. La utilización de los elementos nutritivos
- III. La pérdida del agua
- IV. Las diferentes formas de desarrollo
- V. Los daños característicos de bajas o altas temperaturas.

El cultivo del Chile necesita una temperatura media diaria de 24 °C, con una mínima de 10 °C. Con temperaturas superiores a los 35 °C la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es seco. Entre los chiles que toleran a esta temperatura están los anchos, serranos y jalapeños (Infoagro, 2003). Las bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral (entre 15 y 10 °C), inducen la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocárpicos.

En el Cuadro 2.2 se aprecian las temperaturas óptimas según las fases de desarrollo del cultivo (Infoagro, 2003).

Cuadro 2.2 Temperaturas críticas para el cultivo del Chile en las distintas fases de su desarrollo. UAAANUL-CELALA, 2003.

Fases del cultivo	Temperatura (°C)		
	Óptima	Mínima	Máxima
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20 -25 (día) 16 -18 (noche)	15	32
Floración y fructificación	26 -28 (día) 18 –20 (noche)	18	35

2.11.3 Humedad Relativa (H. R.)

La humedad relativa óptima para este cultivo oscila entre el 50% y el 70%. Humedades muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (Infoagro, 2003)

Castaños (1993) señala que la protección de los cultivos bajo invernaderos y túneles reduce la pérdida de humedad, atenuando los efectos de algunos factores ambientales, tales como:

El viento. La pérdida de agua causada por este factor cesa casi totalmente, conservándose por más tiempo la humedad del terreno.

Intensidad de radiación y temperatura del aire. La relación entre estos dos factores es muy estrecha; generalmente las variaciones de la temperatura

ambiental se asocian con la radiación recibida. La magnitud de éstos influye en la proporción en que la evaporación y transpiración se lleve a cabo.

Por lo que la temperatura del volumen de aire contenido dentro de los invernaderos casi siempre es mayor que la del exterior, originando una alta y constante evapotranspiración dentro de las estructuras (Castaños, 1993). Sin embargo, esta humedad no se pierde porque el vapor de agua emitido por las plantas y el suelo se adhiere a la capa interior del material plástico, donde posteriormente se condensa, cayendo nuevamente sobre el suelo y las plantas, formándose así un pequeño ciclo hidrológico.

2.11.4 Luminosidad en el Invernadero

Abcagro(2003) describe que la planta de chile es muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración. Añade también que a mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe aumentar la temperatura, la HR y el CO₂, para que la fotosíntesis sea máxima; por el contrario, si hay poca luz pueden descender las necesidades de otros factores. Para mejorar la luminosidad natural se usan los siguientes medios:

- Usar materiales de cubierta con buena transparencia.
- Establecer una orientación adecuada del invernadero.
- Emplear materiales que reduzcan el mínimo las sombras interiores.

- Aumentar del ángulo de incidencia de las radiaciones solares sobre las cubiertas plásticas.
- Incluir acolchados del suelo con plástico blanco.
- En verano, para reducir la luminosidad en los invernaderos se emplean:
 - Blanqueo de cubiertas.
 - Mallas de sombreo.
 - Acolchados de plástico negro.

Es interesante destacar el uso del blanqueo ya que esta labor está en función del desarrollo del cultivo y de las temperaturas, y tiene efectos contradictorios que hay que conocer para hacer un correcto uso. Hay que tener presente que la planta sombreada se ahila y se producen abortos de flores en determinadas especies sensibles a la luz (especialmente tomate, pimiento y berenjena), por lo que el manejo del riego y de la solución nutritiva tiene que ir unida al efecto que produce el blanqueo. Los plásticos sucios o envejecidos provocan el mismo efecto que el blanqueo (Alpi y Tognoni, 1999; Rodríguez e Ibarra, 1991).

2.11.5 Radiación en Invernadero

La radiación en invernadero, el fotoperiodo y la nubosidad son los factores naturales que determinan la radiación diaria. Sin embargo la orientación del invernadero, la forma de la techumbre y la pendiente de la cubierta pueden modificar la luminosidad en su interior, además de la influencia que pueden

tener los materiales de cubierta elegidos (Bouzo y Ganglio, 2002). En relación con la radiación hay tres factores de importancia, la transmisión, la reflexión y la absorción que define cómo responde cada material a la radiación que recibe.

La radiación que incide sobre una cubierta de un invernadero son de varios tipos: ultravioleta, visible, fotosintética, infrarroja corta, infrarroja larga o calorífica. Los cuatro primeros tipos forma parte de la radiación solar, y el último tipo es la radiación térmica que emite un cuerpo caliente, como por ejemplo el suelo del invernadero después de absorber calor durante el día, la propia estructura metálica y las plantas (Martínez y Bimbo, 2002).

2.11.6 Dióxido de Carbono (CO₂)

Ferreira (2002) resaltó que el CO₂ es la variable de la producción que más limitaciones impone en los invernaderos, y que es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del calentamiento. Pero desafortunadamente, las necesidades de la planta de CO₂ y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Los factores que limitan la fotosíntesis son el agua y CO₂, elementos base, pero también la luz, fuente de energía que permite la síntesis de los azúcares. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de 4000 m³ de aire, es decir 14 m³ o 27 kg de CO₂ por una hora de fotosíntesis a 350 w m⁻², sin ventilación. El enriquecer con CO₂ cuando la luz es insuficiente no debe realizarse porque no se aprovecharía. En el verano, el aporte de CO₂ es mayor, dado que la luz es más intensa. Pero, como es necesario airear permanentemente, se deberá utilizar un porcentaje bajo de

CO₂, para evitar pérdidas. Para llegar a niveles elevados, es decir 1000 a 1500 ppm, se deben inyectar de 70 a 100 kg de CO₂ por hectárea de invernadero.

Alpi y Tognoni (1991) destacan que en la mayoría de los casos, en cultivos bajo techo el CO₂ siempre ha sido un factor limitante. La concentración de CO₂ de la atmósfera es de 340 ppm aproximadamente, sin embargo esta cantidad puede variar de 200 a 400 ppm y más aún en el interior de un invernadero. En las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de CO₂ es más alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad luminosa y, por lo tanto, el proceso de fotosíntesis, hay una baja rápida de CO₂ que alcanza niveles bajos, casi a 200 ppm.

2.12 Elección del Material Vegetal

Principales características que se deben considerar para la elección del genotipo que se va a producir, para garantizar una buena producción (Infoagro, 2003):

- Características de la variedad comercial:
- Vigor de la planta
- Características del fruto
- Resistencias a enfermedades.
- Mercado de destino.
- Estructura de invernadero.

- Clima.
- Calidad del agua de riego.

Para su uso se pueden clasificar en tres principales grupos de variedades del chile:

Variedades dulces. Son las que se cultivan en los invernaderos. Presentan frutos de gran tamaño para consumo en fresco e industria conservera.

Variedades de sabor picante. Muy cultivadas en Sudamérica, suelen ser variedades de fruto largo y delgado.

Variedades para la obtención de pimentón. Son un subgrupo de las variedades dulces.

Dentro de las variedades de fruto dulce se pueden diferenciar tres tipos de chile:

Tipo California: frutos cortos (7 a 10 cm), anchos (6 a 9 cm), con tres o cuatro cascotes bien marcados, con el cáliz y la base del pedúnculo por debajo o a nivel de los hombros y de carne más o menos gruesa (3 a 7mm). Son los cultivares más exigentes de temperatura, por lo que la siembra se realiza temprano (desde mediados de mayo a comienzos de agosto, dependiendo del clima de la zona), para alargar el ciclo productivo y evitar problemas de cuajado con el descenso excesivo de las temperaturas nocturnas.

Tipo Lamuyo: denominado así en honor a la variedad obtenida por el INRA francés, con frutos largos y cuadrados de carne gruesa. Los cultivares

pertenecientes a este tipo suelen ser más vigorosos y menos sensibles al frío que los de tipo California, por lo que es frecuente cultivarlos en ciclos más tardíos.

Tipo dulce italiano: frutos alargados, estrechos, acabados en punta, de carne fina, más tolerantes al frío, que se cultivan normalmente en ciclo único, con siembra tardía en septiembre u octubre y recolección entre diciembre y mayo, generando rendimiento que oscilan de 6 a 7 kg m⁻².

1.13 Labores Culturales Para el Cultivo de Chile bajo Condiciones de Invernadero.

2.13.1 Densidad de Siembra

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El marco más frecuentemente empleado en los invernaderos es de 1 m entre líneas y 0.5 m entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio y según el tipo de poda de formación, es posible aumentar la densidad de plantación a 3 a 5 plantas por metro cuadrado. También es frecuente disponer líneas de cultivo pareadas, distantes entre sí 0.80 m y dejar pasillos de 1.2 m entre cada líneas con objeto de favorecer la realización de las labores culturales, evitando daños indeseables al cultivo (Infoagro, 2003).

2.13.2 Producción de Plántulas

Para producir plántulas en invernadero, se pueden utilizar charolas de

unicel de 200 cavidades, así como los substratos: Peatmost, Sunshine N°3, Terra-lite, o germinaza, tierra entre otros (depositando de 600 a 800 gramos por charola). Con esto, es posible obtener plantas para trasplantar con cepellón, el cual le ayuda a la sobre vivencia de la planta y su recuperación rápida después del trasplante. Una vez sembrada la semilla se aplica un riego a saturación, y se apilan las charolas hasta que inicie la germinación. Después se riega cada tercer día con fertilizantes foliares, como: Bayfolán o Maxigrow, en dosis de 200 ml/100 litros de agua. La germinación de la semilla tiene lugar a valores óptimos de temperaturas entre los 18 y 24 °C. Temperaturas por debajo de los 11 °C inducirán reducciones de producción precoz y total (GEZ, 1998).

2.13.3Trasplante

El trasplante bajo invernadero debe realizarse cuando la plántula está preparada para el trasplante (alrededor de 35 dds) con cepellón y con los siguientes cuidados (Cano, 1998):

- Sumergir o mojar el cepellón con algún funguicida antes de plantarse.
- Desechar las plántulas con algún daño o menos vigorosas.
- Proteger la plántula de la radiación solar.

Realizar el trasplante en los momentos de menos calor, para obtener así una mejor sobre vivencia, ya que la época de plantación es generalmente en pleno verano. Al momento de trasplante las plantas deben tener una altura de 10 a 15 cm con 6 a 8 hojas verdaderas ya formadas. El terreno o las macetas debe

estar previamente preparado, así como marcado el lugar el que va a ocupar la planta, debiéndose abrir un hoyo del tamaño adecuado para que quepa el cepellón. Debe dejarse el cuello de la planta a nivel con el suelo de la maceta e inicialmente no conviene aplicarse tierra o sustrato.

Tras el trasplante, se da un riego a fin de conseguir buena humedad en el entorno radicular y un buen contacto con el cepellón. Después del trasplante, en caso de no haber usado ningún plaguicida al momento de ejecutar la primera fertilización, se pueden presentar problemas con insectos trozadores (gusano, nochero, grillos, etc.), porque es recomendable aplicar insecticidas dirigidas al tallo y cuello de las plántulas con algunos productos químicos (Cano, 1998). Sakata (2003), menciona que la mejor época para realizar el trasplante es de marzo a mayo para cosechar en julio o septiembre.

2.13.4 Poda de Formación

Esta práctica se lleva a cabo para delimitar el número de tallos con los que se desarrollará la planta, que normalmente van de 2, 3 o más. Ya que existen variantes de poda de acuerdo con el sistema de cultivo, tamaño de la variedad y densidad de plantas. En los casos necesarios se realizará una limpieza de las hojas y brotes que se desarrollen bajo la “cruz” (Ruiz, 2002; Infoagro, 2003). Los objetivos de podar son los siguientes:

- Formar y acomodar la planta.
- Regular y dirigir el desarrollo de la planta.

- Lograr más eficiencia del control sanitario.
- Facilitar el guiado.
- Obtener mayores rendimientos, tanto de calidad, como de volumen.
- Mejorar aireación y evitar incidencia de enfermedades.

2.13.5 Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida. Pueden considerarse dos modalidades (Infoagro, 2003):

Tutorado tradicional: consiste en colocar hilos de polipropileno (rafia) o palos en los extremos de las líneas de cultivo de forma vertical, que se unen entre sí mediante hilos horizontales pareados dispuestos a distintas alturas, que sujetan a las plantas entre ellos. Estos hilos se apoyan en otros verticales que a su vez están atados al emparrillado a una distancia de 1,5 a 2 m, y que son los que realmente mantienen la planta en posición vertical.

Tutorado holandés: cada uno de los tallos dejados a partir de la poda de formación se sujeta al emparrillado con un hilo vertical que se va liando a la planta conforme va creciendo

2.13.6 Aporcado

Práctica que consiste en cubrir con tierra o arena parte del tronco de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular. En terrenos enarenados debe retrasarse el mayor tiempo posible para evitar el riesgo de quemaduras por sobrecalentamiento de la arena (Infoagro, 2003).

2.13.7 Deshojado

El deshojado es una práctica cuyo objetivo es facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, es recomendable tanto en las hojas senescentes como en hojas enfermas, las cuales se deben de sacar inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo de plagas y enfermedades (Infoagro, 2003).

2.13.8 Fertilización

La fertilización contribuye a que las plantas crezcan mejor, ayudan a la conservación de los nutrientes del suelo y hacen que los cultivos dejen mayores ganancias por el alto rendimiento que se pueden obtener. Un buen programa para la fertilización, no consiste solamente en aplicar el elemento faltante, sino en mantener el balance adecuado de los nutrimentos en la planta y en el suelo. Efectuar el análisis de suelos del área a sembrar. Es de suma importancia para que se analice cual es el contenido nutritivo del suelo y determinar que hay que aplicar, la dosis o cantidad y proporción de nutrientes, el lugar o área de aplicación y épocas que lo necesita el cultivo.

Los fertilizantes de uso más extendido son abonos simples en forma de solidos solubles (nitrato de calcio, nitrato de potasio, nitrato amónico, fosfato mono potásico, fosfato mono amónico, sulfato de potasio y sulfato de magnesio(Sakata, 2003).

2.13.8.1 Importancia y Característica de los Fertilizantes

Nitrógeno

Actúa sobre el desarrollo de la planta y en la cantidad de clorofila que sintetiza. Se le considera el responsable de la parte verde de la planta, sobre el crecimiento, tejido, vigorosidad y follaje. Una falta de nitrógeno se traduce en un debilitamiento general de la planta y una baja en el rendimiento y la producción. También palidecen las hojas por disminución de clorofila. Un exceso de nitrógeno provoca un gran desarrollo de la planta. El nitrógeno debe de incorporarse poco antes del inicio del crecimiento principal en pequeñas dosis (Lorente, 1997).

El nitrato amoniacal se presenta en forma de pequeños cristales y contiene de 20 a 21% de nitrógeno amoniacal NH_4^+ . El nitrato amoniacal es una de las formas de nitrógeno más aprovechables por las plantas (Lorente, 1997).

Fosforo

Es utilizado por la planta durante todo su ciclo vital. Se hace extremadamente importante en el momento de la floración y durante la formación del fruto. Favorece también el desarrollo del sistema radicular y adelanta la floración, así como la precocidad de las cosechas. El fosforo es necesario en el desarrollo inicial de la planta y a lo largo de toda la vida del cultivo (Macías y Valdez, 1998). El fosforo es el elemento menos móvil en el suelo.

El superfosfato simple es una mezcla al 50% de fosfato mono cálcico y sulfato de cal o yeso. Suele tener una riqueza del 16 al 24 % de P_2O_5 (anhídrido fosfórico) soluble en agua, además contiene entre un 9 y un 12 % de azufre, un 28 % de CaO y pequeñas cantidades de micro elementos (Fe, Zn, Mn, B, Mo). El superfosfato triple es un producto obtenido mediante el ataque, con ácido fosfórico, de los fosfatos naturales; posee del 38 al 48 % de P_2O_5 (Lorente, 1997).

Potasio

En la planta forma parte de los tejidos, sobre todo de aquellos destinados al crecimiento. Interviene también en la síntesis de clorofila. En general, aumenta la resistencia de la planta a la falta de agua, ya que disminuye la transpiración. También aumenta la resistencia de la planta a las altas temperaturas, ya que aumenta la concentración de sales, es decir de elementos minerales en su interior. También el potasio es necesario en el desarrollo inicial y a lo largo de toda la vida del cultivo (Lorente, 1997).

Magnesio

Interviene en la formación de la clorofila, pigmento encargado de la fotosíntesis, y ayuda a la absorción de fosforo.

2.13.8.2 Microelementos

A diferencia de los anteriores mencionados, estos elementos minerales son necesarios en muy pequeña cantidad, pero no por ello dejan de ser

importantes, ya que su carencia ocasiona serios problemas en la planta, pudiendo provocar incluso su muerte. En este grupo encontramos el hierro, magnesio, boro, zinc, cobre y molibdeno (Lorente, 1997).

2.13.8.3 Fertilización de Pre-trasplante

Consiste en incorporar al suelo una parte de nitrógeno, fosforo y potasio en la dosis completa que se va a incorporar al cultivo, luego se cubre con el suelo. Esta actividad se recomienda ya que el fertilizante queda distribuido en toda el área y sobre todo la planta cuando se trasplanta encuentra ya un medio adecuado en cuanto a su nutrición.

2.13.8.4 Fertilización en Crecimiento Activo o Pre-floración

Esta se puede hacer de dos formas.

1. Las aplicaciones de fertilizantes cuando el cultivo está en crecimiento activo o prefloración, siempre en el surco de riego, y cuando se tapa ya sea con azadón o mecanizado, se logran dos aspectos importantes: a) ampliar la mesa si la siembra es al suelo, b) repasar el surco de riego.

2. Se ejecuta la fertilización planta por planta, pero se recomienda que debe aplicarse el fertilizante en varias posturas alrededor o a los lados del tallo del chile, separado de este de 5 a 8 cm y a una profundidad de 5 a 6 cm. Lo primordial es que, donde se aplique el fertilizante, debe de llegarle la humedad del riego, ya sea por capilaridad o por gravedad, para que este actúe.

En todo caso, siempre el fertilizante debe de quedar cubierto por la tierra, o diluido por el agua de riego, pero nunca debe de quedar destapado o expuesto al ambiente por que se pierde(Cano, 1998).

El tratamiento de fertilización con el cual se han obtenido buenos rendimientos es el 180-80-80. La mitad del nitrógeno, todo el fosforo y todo el potasio, se aplica antes de efectuar el riego, para la primera aplicación se puede utilizar 440 kg de sulfato de amonio; 410 kg de superfosfato de calcio simple y 160 kg de sulfato de potasio por hectárea. Se puede utilizar cualquier otro tipo de fertilizante nitrogenado fosfatado o potásico, pero respetando el tratamiento sugerido. Para la segunda aplicación utiliza cualquier fertilizante nitrogenado con la cantidad sugerida(Macías y Valdez, 1998).

2.13.9 Polinización

Consiste en el transporte del grano de polen hasta la superficie del estigma. El estigma suele estar receptivo un poco antes de que el polen esté completamente maduro.El sistema reproductivo varía considerablemente con la especie y la variedad, ya que la longitud del estilo y la posición relativa del estigma con las anteras condicionan considerablemente con este sistema.La temperatura óptima para la germinación del polen de chile es similar o ligeramente superior al polen de tomate, entre 20 – 25 °C (Nuez *et al.*, 1996).

El cuajado de muchos cultivos protegidos y al aire libre a menudo necesita alguna ayuda, para su óptima polinización. Esta polinización se puede realizar de diversas formas. Una de las más utilizadas actualmente es el empleo de

abejorros polinizadores. La introducción de estos insectos en los cultivos de tomate bajo plástico desde finales de los años ochenta y comienzos de los noventa ha presentado un gran incremento y aceptación por parte de los agricultores debido principalmente a su bajo costo y a su inmejorable trabajo en la polinización de las flores (Abcagro, 2003). Los pimientos polinizados por los abejorros contienen más semillas. Tienen mejor forma y un pericarpio más grueso. Una sola colonia basta para polinizar de 3000 a 5000 m² durante 6 a 8 semanas.

2.13.10 Riego

En los cultivos protegidos el aporte de agua se realiza de forma generalizada mediante el riego por goteo y será en función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que este se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.). El cultivo en suelo y en arena el volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- a) Tención del agua en el suelo (tención mática), que se determina mediante la instalación de una batería de tensiómetro a distintas profundidades.
- b) Tipo de suelo (capacidad de campo y porcentaje de saturación).
- c) Evapotranspiración del cultivo.
- d) Eficacia del riego (uniformidad de caudal de los goteros) (Valadez, 1997).

2.13.11 Principales Plagas del Cultivo de Chile

Mosquita Blanca

Garza, (2002), menciona que la mosquita blanca es una plaga que en los últimos años ha incrementado su incidencia. Son varias las causas a las que se debe su importancia, una de ellas es el daño directo, ya que al succionar la sabia de las plantas las debilita y puede ocasionar su muerte, sobre todo en sembradillos en los que se presenta altas poblaciones; sin embargo, el daño mayor está relacionado con la transmisión de enfermedades de tipo viral, para lo cual no es necesaria la presencia de poblaciones altas para propagar la enfermedad. Los daños directos (amarillamiento y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la sabia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de neegrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando a los frutos y dificultando el desarrollo normal de las plantas. Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos (Mejía, 1999).

Control

Para estos homópteros son necesarios tratamientos con esteroides fosfóricos como: etidation o con piretroides como bioresmetrina y permetrina: alfa-sipermetrina, beauveria bassiana, sipermetrina, malation, deltametrina, metomilo, lambda, cihalotrin, metil-pirimifos, piridaben y tralometrina.

Pulgón

Garza,(2002), menciona que el pulgón verde es el vector del virus en vegetales más dañinos del mundo, es capaz de transmitir más de 120 enfermedades que afectan a más de 500 plantas hospedantes, donde se incluyen gran un ero de plantas de importancia económica

Controlquímico

Control eficiente en invernadero a: imidaclorid etiofencarb, acefato, cipermetrina, metomilo, malation, endosulfan y cipermetrina mas azufre.

Minador de la hoja

Llegan a ocasionar daños considerables al cultivo del chile sobretodo cuando se realiza un manejo inadecuado de insecticidas, lo que ocasionan la eliminación de la fauna benéfica que ayuda a su control; por otra parte su manejo se ha complicado con la resistencia que han desarrollado la mayoría de los insecticidas convencionales (Garza, 2002).

Control cultural

Colocación de trampas amarillas dentro del invernadero, eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y en fuertes ataques eliminar y destruir las hojas bajas de las plantas.

Control químico

Avermectina B1 es muy efectivo en larvas, acefato, ciromazina, NAlEd

pirazofos y piretroides. La lucha contra estos paracitos consiste en tratamientos con esteres fosfóricos y piretroides de síntesis(Alpi y Tognoni, 1999).

Trips

Frankliniella occidentalis. Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en las hojas, frutos y preferentemente en flores, donde se localizan mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas.

Colocación de mayas en las bandas del invernadero. Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo. Colocación de trampas cromáticas azules.

Control químico

Diazinon 2 % 20-30 kg/ha, Tau-fluvalinato 10 % 0.03-0.05 %, Azufre 40 % + Cipermetrin 0.5 % 25 kg ha⁻¹ (Infoagro, 2003).

2.13.12 Principales Enfermedades del Cultivo de Chile

Damping off

Esta enfermedad es un problema fuerte en plántulas desde la preemergencia hasta un mes de edad. Las plántulas se pueden marchitar rápidamente causando una drástica reducción de la población. Esto obliga a efectuar labores de siembra y afecta la programación de planteo. Las semillas

pueden podrirse antes de la emergencia dando la apariencia de fallas de germinación. Después de la emergencia, las plántulas muestran lesiones en la base del tallo que lo rodean, y las plantas se marchitan y caen sobre el suelo. La enfermedad puede ser causada por complejo de hongos que incluyen: *Phytium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Fusarium*. Estos hongos sobreviven por largos periodos en el suelo y pueden resistir en residuos de plantas enfermas o en raíces de malezas. El Damping off tiende a ser más severa bajo condiciones de alta humedad del suelo, compactación, ventilación deficiente y ambiente húmedo, nublado y fresco.

Control

En el almácigo se recomienda realizar la esterilización de la mezcla con (formol o agua caliente). El tratamiento de las semillas con Captan, Dichlone y Thiram; y las aspersiones con Metalaxyl y Captan, puede ser de gran ayuda en el control de esta enfermedad (Agronegocios, 2002).

Tizón temprano

Es una de las enfermedades más importantes del cultivo del chile y tomates, debido a que puede afectarlo en cualquier etapa de su desarrollo, y es capaz de infestar cualquier órgano de la planta, desde la base del tallo, peciolo, hojas, flores y frutos. Los primeros síntomas ocurren en las hojas más viejas y consisten en pequeñas lesiones irregulares color café oscuro, en cuyo interior se forman anillos concéntricos, debido a la resistencia que presenta la planta

para detener el avance de la infección. Las lesiones pueden crecer hasta alcanzar 1.5 cm de diámetro o más. Típicamente las lesiones se rodean de un color amarillo, debido a la producción de toxinas, y cuando las lesiones son numerosas, se pueden unir, destruyendo el tejido foliar, afectando la producción y calidad de la fruta. La enfermedad puede causar tizón de las flores y las lesiones en tallos, peciolas y frutos, normalmente muestran el patrón de anillo concéntrico, además, cuando envejecen producen un polvillo negro que corresponde a la fructificación del hongo. El agente causal del tizón temprano del chile es el hongo *Alternaria solani*. El patógeno inverna en tejidos de cosecha que permanecen en el suelo, los conidios germinan a temperatura entre 24 a 29°C y ambiente húmedo y lluvioso, este se diseminan fácilmente a través del aire y de la lluvia.

Control químico

El método de control más efectivo está basado en la aplicación oportuna de fungicidas preventivos. Alguno de, los productos más utilizados son: Captofol, Captan, Clorotalonil y Mancozeb. (Cano, 1998).

Tizón tardío

Esta enfermedad es considerada como la enfermedad más destructiva del tomate y chile. El patógeno que la produce tiene una capacidad de diseminarse y reproducirse rápida y abundantemente. Es la típica enfermedad causante de epifitias, cuyo daño pueden llegar a niveles catastróficos (Black, 1993). La

enfermedad puede afectar rápidamente todos los tejidos aéreos de la planta. En las hojas aparecen manchas irregulares de tamaño variable. Las lesiones son primero de color verde oscuro con márgenes pálidos, los cuales, al haber humedad abundante, muestran filamentos de color blanquecino; después las lesiones se tornan de color café y pueden invadir toda la lámina foliar. El patógeno que causa esta enfermedad es *Phytophthora infestans*. Las esporas de este hongo, pueden ser diseminados a grandes distancias por el viento. El ambiente húmedo y fresco, días nublados y lluviosos, favorecen el desarrollo de esta enfermedad.

Control

La manera más efectiva de controlar el Tizón Tardío es diseñar un buen programa de aspersión de fungicidas basado en un sistema efectivo de pronóstico de la enfermedad. Algunos fungicidas que se usan son a base de Captafol, Clorotnil y Mancoseb. Después que se observan las primeras lesiones se deben de usar productos de acción sistemática; entre estos se mencionan a Metalaxil, Fosetil-Al, Cymoxanil, entre otros.

2.14 Agricultura Orgánica Como Sistemas de Producción

La agricultura orgánica no implica solo el hecho de fertilizar con abonos orgánicos, tales como compost, fermento, lombricompost, entre otros, el suelo, sino conlleva un cambio de conciencia, un camino con muchos pasos, donde el primero está en la cabeza de cada uno, el querer creer y cambiar. Este movimiento está regido por cuatro principios básicos: 1) maximizar los recursos

que la ente posee, 2) buscar al máximo la dependencia de insumos externos, 3) provocar el menor impacto posible dentro de las modificaciones que se hagan al lugar y al entorno y 4) no poner en riesgo la salud del productor ni del consumidor (Félix *et al.*, 2008).

2.15 Definición de Sustrato

El termino sustrato se aplica a todo material solido distinto del suelo, o residual, mineral u orgánico que, colocado en una maceta, en forma pura o mezcla permite el sistema de anclaje radical y actúa como soporte de la planta. El número de materiales que pueden ser utilizados como sustratos son muy amplios ya que es frecuente a que se recurra a distintos materiales para realizar mezclas de sustratos que permiten obtener características apropiadas para el desarrollo del cultivo. También es necesario añadir que varios materiales no pueden utilizarse solos, por tener características no adecuadas (Bures, 1997).

La calidad de los sustratos de crecimiento frecuentemente se describe como la capacidad natural del sustrato para cultivos con rendimiento de alta calidad y proteger la salud de los seres humanos y animales sin dañar los recursos naturales bases. El significado y la cuantificación de la calidad del sustrato depende de los parámetros químicos, físicos y biológicos que presentan los medios de crecimiento (Carpenter y Boggs, 2001).

2.15.1 Ventajas del Uso de Sustratos

El cultivo en sustrato se adapta a cultivos intensivos especialmente en invernadero. Las ventajas del uso de sustratos son las siguientes: control y monitoreo sobre el riego y la fertilización, adelanto en la producción, incremento en la calidad del fruto, paso rápido de un cultivo a otro y reducción de los riegos por las enfermedades del suelo (Bastida, 2001). Otras ventajas que presentan los sustratos son:

- Se evitan suelos agotados, malas hierbas, superficies libres de semillas es fértil y seguro.
- Proporcionan seguridad desde la siembra hasta la cosecha en cualquier época del año.
- Favorecen los ciclos de producción.
- Rentabilidad.
- Germinan mejor.

2.16 El Compost

López *et al.*, (2007). El compost proviene de la palabra latín "compositus" (compuesto) es el producto de la degradación de desperdicios orgánicos. Con esto se intensifica y acelera el logro de humus natural, que es materia orgánica de fácil descomposición por integración en los sedimentos de las capas superficiales de tierra para enriquecer suelos para el crecimiento vegetal mejorado. La composta es el proceso biológico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable, permitiendo obtener "compost" abono excelente para la agricultura. Ayuda a

reducir la erosión, mejora, la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas (Haung, 1997).

2.16.1 Principios del Compost

Con la palabra compost denominamos la degradación microbiana del sólido orgánico por medio de una respiración aeróbica que pasa por una fase termofílica y/o mezcla de residuos orgánicos de cualquier especie con materiales minerales como cenizas, que se emplean como abonos orgánicos, y tiene como finalidad mejorar la productividad de los suelos, las condiciones físicas incluyendo la capacidad de almacenamiento de agua y abastecimiento para las plantas (Jaquez, 2002).

2.16.2 Proceso de Composteo

El proceso de composteo empieza, de hecho, con una colección heterogénea de material orgánico, que contiene una población grande de hongos y bacterias. Estos microorganismos se desarrollan e inician el proceso de descomposición en el momento en que se presentan condiciones favorables de humedad, temperatura y aireación. Esta actividad produce un aumento en la temperatura a consecuencia de las oxidaciones biológicas exotérmicas, y dado que la materia orgánica posee muy mala conductividad térmica esta actúa como aislante térmico, causando que la mayor parte del calor producido permanezca dentro de la pila del material orgánico. La pila se enfría posteriormente al disminuir la descomposición.

2.16.3 Factores Importantes en la Preparación del Compost

Riegos:

- a) Es preciso que haya abundancia de agua sin exceso, esto es, el material debe mantenerse húmedo pero no encharcado.
- b) Un proceso practico para reconocer si el material debe ser mojado o si hay suficiente estado de humedad, consiste en obtener pequeñas muestra de varios puntos del montón y exprimirlas con una mano, si hay humedad, el agua aparece entre los dedos. En general, el humedecimiento dos veces por semana será suficiente.

Aireación

Estos organismos necesitan de aire para realizar su trabajo, por lo que no deben comprimirse los montones. Además de esto, cada 4 o 5 semanas, debe voltearse todo para proporcionar aire a los microorganismos y uniformizar a la masa en la fermentación.

El volteo

Consiste en deshacer el montón, de tal manera que el material colocado en la parte superior se mezcle con el de en medio y con el de la parte inferior.

Temperatura

Cuando se hace un montón con los materiales como los que se utilizan para hacer el compost, el montón se calienta lo que es una señal de que los organismos están trabajando.

- a) Cuando la temperatura se eleva de 50 a 60 °C, se debe tener cuidado que no falte agua. Si la temperatura sube de 70 a 75 °C, es conveniente comprimir un poco el montón para disminuir el calentamiento.
- b) Debe observarse la temperatura del montón dos veces por semana y de tres puntos diferentes del montón.
- c) La temperatura se eleva a partir del tercer día, permaneciendo durante más o menos 10 horas, para después bajar lentamente. Después de cada volteo del material se vuelve a calentar. Al final de la fermentación del montón debe estar frío.
- d) Después de tres o cuatro meses de fermentación, el compost está en condiciones de ser aplicado al suelo.

Díaz(1999), realizó la evaluación de los abonos orgánicos de gallinaza, bovino y caprino sobre propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz, concluyendo que el tratamiento con la dosis de composta de 30 t ha⁻¹ fue el que tuvo la mayor retención y conservación de humedad a través del tiempo.

2.17Téde Compost y Vermicompost

El té de compost o vermicompost en términos simples es un extracto acuoso de compost ó vermicompost, conocido por diferentes nombres tales como extracto de compost ó vermicomposty es una solución resultante de la fermentación aeróbica de compost y/o vermicompost en agua, puede utilizarse como fertilizante, debido a que contiene nutrimentos solubles y

microorganismos benéficos (Ingham, 2005). El compost y/o vermicompost es el principal ingrediente para esta solución, la cual puede ser aplicada a través de sistemas de riego presurizado, por lo que su uso puede adaptarse en sistemas de producción orgánica de cultivos bajo condiciones de invernadero (Rippy, 2004). El té de compost se ha utilizado para prevenir enfermedades, tanto en aspersión foliar (Ingham *et al.*, 2005) como aplicado al sustrato (Scheuerell y Mahaffee, 2004).

2.17.1 Algunos Beneficios del Uso del Té de Compost

- a) Disminución de enfermedades
- b) Proporciona nutrimentos para la planta y es fuente de alimento para los microorganismos.
- c) La inoculación de organismos en el suelo vuelve a incrementar la retención de nutrimentos, aumenta el ciclo de los nutrimentos en las formas disponibles para la planta y acelera la descomposición de material vegetal y las toxinas.
- d) Incrementa la calidad nutricional de la planta
- e) Reduce la exposición del trabajador a los daños químicos potenciales.
- f) Reduce los impactos negativos de los pesticidas, herbicidas y fertilizantes a base de químicos, en microorganismos en el ecosistema.
- g) Reduce los costos por insumos químicos
- h) Proporciona el crecimiento de la planta

Scheuerell y Mahaffe(2004) mencionan que el té de compost aplicado al sustrato se utiliza como una medida alternativa de control de enfermedades de cultivos hortícolas con es el caso del Damping-off. Además, la aplicación al suelo induce la actividad microbiana en la rizosfera, proporciona una gran cantidad de nutrimentos solubles y estimula una respuesta positiva en la planta (Salter, 2004).

2.17.2 Preparación del Té de Compost o Vermicompost

Chávez(2008), reporta la siguiente metodología para la preparación del té de compost o vermicompost: a) Se oxigenaron 80 L durante tres horas con una bomba de aire, la cual tenía conectada un tubo flexible y un difusor de aire el cual fue colocado en la parte baja del tanque, para el flujo continuo crear turbulencia y eliminar exceso de cloro; b) Se coloca 1 kg de compost por cada 10 L de agua, el compost se incorpora al agua a granel, durante 24 h para extraer los nutrimentos que contiene el compost o el vermicompost; c) Se agrega 2 g de piloncillo por cada 10 L de agua, como fuente de energía para los microorganismos; d) La mezcla se deja fermentar (con la bomba de aire encendida) por 24 h; e) Después de 24 h se cuela el compost o el vermicompost en otro recipiente de 200 litros, al cual se le agrega agua hasta tener un volumen total de 150 litros, con la finalidad de bajar la CE a 2 ds m^{-1} , además se agrega 2 g L^{-1} de ácido cítrico para ajustar el pH a 5.5., el contenido nutrimental de dicha solución se muestra en el Cuadro 2.3, teniendo una buena concentración nutrimental el té de vermicompost.

Cuadro 2.3 Análisis químico del té de compost y vermicompost, lixiviado y la solución nutritiva Steiner.

Fuente Nutricional	N	P	K	Ca	Mg
----- mg L ⁻¹ -----					
Solución Steiner	168	31	273	180	48
Té de vermicompost	102	20	357.63	178.4	59.4
Té de compost	16.7	15	243	14.8	12.8
Lixiviado de 112 vermicompost	245	12.62	7		

2.18 El Vermicompost

La descomposición de los residuos orgánicos, bajo condiciones ambientales variables, es una característica fundamental de los ecosistemas terrestres. En el caso del vermicompost (VC), las interacciones complejas entre residuos orgánicos, microorganismos, lombrices y otros animales de la fauna del suelo provocan la oxidación biológica y estabilización de dichos residuos. Una gran variedad de microorganismos y organismos invertebrados del suelo proliferan e interactúan contribuyendo al "ciclo de la materia" dentro del VC. Este sistema soporta complejas cadenas alimenticias, y al mismo tiempo, modifica diferentes formas químicas de diversos elementos nutritivos

contenidos en los compuestos orgánicos, los cuales son importantes para la dinámica de los elementos nutritivos (Atiyeh *et al.*, 2001).

El VC es un tipo de compost en la cual diversas lombrices de tierra, E.g., *Eiseniafetida*, *Eiseniaandrei*, *Lumbricusrubellus*, *Perionyxexcavatus*, transforman residuos orgánicos en subproductos estables (Atiyeh *et al.*, 2001). El VC se genera en el tubo digestor de la lombriz, y de acuerdo al uso que se destine, se puede clasificar como: fertilizante orgánico, mejorador del suelo y medio de crecimiento para el desarrollo de especies vegetales bajo condiciones de invernadero

Sanso y Rubén (1999), mencionan que la vermicompost es un biofertilizante producto de la digestión de la lombriz, por su composición en términos de contenido de materia orgánica y de población microbiana constituye un "fertilizante biológico" que mejora la estructura de los suelos.

Chávez(2008), menciona que es el mejor abono orgánico existente, completo, equilibrado y de fácil manejo, ideal para la floricultura, fruticultura, horticultura y agricultura en general. Al haber pasado por el intestino de la lombriz la compost es perfecta para la nutrición inmediata de las plantas. Las deyecciones de lombriz han demostrado ser muy útiles para estimular el crecimiento de las plantas, dándoles además fuerza y robustez.

Gliessman(2000), menciona que las excretas de lombriz son altas

en contenido de fósforo, nitrógeno y otros nutrientes, también contienen polisacáridos que aglutinan las partículas del suelo y ayudan al desarrollo de la materia orgánica en el suelo.

2.18.1 Función que Desempeña la Lombricompost en las Plantas

- ✓ Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de las plantas.
- ✓ Transmite directamente del terreno a la planta fitohormonas, bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta.

2.18.2 Características Químicas del Vermicompost

Por las características que presenta el vermicompost se ha señalado que este material tiene las siguientes propiedades:

- Equilibra las funciones químicas del suelo, debido a sus condiciones de humificación y mineralización de la materia orgánica nitrogenada, facilitando la absorción de los elementos nutritivos.
- Aumenta la capacidad de cambio de iones del suelo por la formación de complejos arcillo-húmicos absorbentes y es reguladora de los elementos nutritivos de las plantas.
- Favorece la formación de complejos potasio-húmicos que mantienen el potasio asimilable por las plantas.
- Atenúa la retrodegradación del potasio.

- Desprende el gas carbónico que se obtiene por la oxidación lenta de la vermicompost, solubiliza ciertos minerales, con lo cual moviliza los elementos esenciales hacia las plantas.

El humus de lombriz o vermicompost resulta rico en elementos nutritivos, rindiendo en fertilidad 5 a 6 veces más que con el estiércol común (García, 1996).

2.18.3 Aplicación de Vermicompost en el Desarrollo de los Cultivos.

En vivero, numerosas fuentes de materia orgánica como compost y vermicompost han beneficiado la propagación y el desarrollo de las especies (Tomatiet *al.*, 1993; García, 1999).

Estudios realizados por Lavallo *et al.*, (1994) sobre el compost elaborada por la lombriz roja californiana (*E. fetida*) a partir de pulpa de café, mostraron un incremento en la concentración de minerales (nitrógeno total, calcio, magnesio, sodio, potasio y fosforo) y una disminución de la materia orgánica, lo que se traduce, en la transformación de nitrógeno orgánico a nitrógeno mineral, el cual, es fácilmente asimilable por las plantas, estos elementos provienen de la descomposición de la materia orgánica por bacterias y hongos microscópicos; estos digieren los compuestos orgánicos complejos reduciéndola a formas simples, de tal manera que pueden ser asimiladas por las plantas.

El vermicompost, influye en forma efectiva en la germinación de las

semillas y el desarrollo de las plantas. El lumbricomposto aumenta notablemente el porte de las plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y lesiones por cambios bruscos de temperatura y humedad, se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos. Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser aplicado a plantas delicadas, transmite directamente del terreno a la planta fitohormonas (Lavalle *et al.*, 1994)

En un experimento de dos variedades de acelga Fordhook Glans y C003 bajo condiciones de walipini con fertilizantes químicos y vermicompost en época de invierno se obtuvieron diferencia en rendimiento. Por los rendimientos obtenidos se concluyó, la variedad más óptima para ser cultivada en el sistema de walipini¹ con vermicompost es la variedad Fordhook glans (Rodríguez y Rojas, 2000).

Los experimentos efectuados con vermicompost en distintas especies de plantas, demostraron el aumento de cosechas en comparación con aquellos provenientes de la fertilización con estiércol, o abonos químicos (Rodríguez y Rojas, 2000).

En la inoculación de micorriza y la adición de vermicompost se realizaron sin hacer trasplante, con el propósito de evitar dos efectos no deseables, la detención temporal del crecimiento y debilitamiento de la planta, y en segundo

lugar, la intoxicación de algunas plantas por el exceso de sales contenidas en el vermicompost al ser mezclada en el sustrato y ponerse en contacto directo con las raíces en crecimiento provocando quemaduras en el follaje. El vermicompost aplicada sobre el suelo de la maceta de la planta favoreció el incremento de altura de injerto de aguacate (Rodríguez, 2000).

El vermicompost puede ser utilizada para mejorar las características físicas de los sustratos que podrían utilizarse alternativamente y en dosis bajas enriquece el contenido nutrimental en la maceta y sin provocar daños secundarios por acumulación excesiva de sales (Rodríguez, 2000).

En experimentos con arbustos ornamentales (crisantemo y petunias), col, chile, pepino y tomate se obtuvo una mayor velocidad de germinación y un mayor crecimiento de las plantas. En caso de las petunias su floración fue más rápida: posiblemente un efecto hormonal, cuando esta especie se desarrollaron con medios de crecimiento comerciales como. Turba, arcilla, kettering o la corteza de pino.

Los medios de crecimiento que contenían mezclas de vermicompost y sustratos comerciales, generaron mejores efectos sobre el crecimiento, que los que contenían 100 de vermicompost, ya que este material tiende a secarse más rápido que las diferentes mezclas, por lo tanto dichas mezclas se consideran como un magnifico potencial comercial significativo (Sherman-Huntoon, 1997).

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización Geográfica de la Comarca Lagunera

La región lagunera se localiza en la parte central de la población norte de México, se encuentra ubicada entre los meridianos $101^{\circ} 40'$ y $26^{\circ} 54'$ de latitud Norte. La latitud de esta región sobre el nivel del mar es 1,139m; la región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana con áreas agrícolas, así como áreas urbanas (CNA,2009).

3.2 Localización del Sitio Experimental

El experimento se realizó en el invernadero del departamento de Horticultura dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad-Laguna, ubicada en carretera Santa Fe km 4, Torreón Coahuila, México. La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna se localiza en las coordenadas geográficas de $103^{\circ} 25' 55''$ de altitud oeste al meridiano de Greenwich y $25^{\circ} 31' 11''$ de latitud norte con una altura de 1,123 msnm(CNA, 2002).

3.3 Descripción de Invernadero

El invernadero es semicircular, posee cubierta de acrílico reforzado, pared húmeda, extractores, riego por goteo y piso de grava, con una medida de 8 x 23m. Cuenta con ventanas laterales de 1.20m de alto, que también se cubre con acrílico, el cual se puede enrollar, y están protegidas con malla antiafido. La cubierta de acrílico se protege con malla sombra durante las estaciones del año más calurosas.

3.4 Diseño experimental

Los tratamientos fueron conformados de acuerdo a un diseño completamente al azar, se evaluó dos híbridos de chile jalapeño: Euforia (híbrido de la compañía Harris Moran[®]) y Centella (híbrido de la compañía Enza Zaden[®]) en cinco formas de fertilización: F1 = Arena + Fertilizantes inorgánicos (testigo); F2 = Arena + Té de vermicompost (TVC) al 10 % de concentración; F3 = mezcla de Arena: Compost (C; 1:1 v:v) + TVC al 2.5 % de concentración; F4 = mezcla de Arena: Vermicompost (VC; 1:1 v:v) + TVC al 2.5 % de concentración; y F5 = mezcla de Arena: C:VC(2:1:1 v:v) + TVC al 2.5 % de concentración.

3.5 Preparación del Compost y Vermicompost

El Compost fue comercial (Max Compost[®]) y el Vermicompost se adquirió en el Módulo de Abonos Orgánicos y Lombricultura de la UAAAN-UL, y fue elaborado en un periodo de noventa días con una mezcla de residuos de paja de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y estiércol bovino (20:80), para esto se utilizó la lombrices *Eisenia fetida*.

3.6 Preparación del Té de Vermicompost

Para la preparación del TVC al 10 % se aplicó el método recomendado por Edwards *et al.* (2010), con una variación consistente en que la bolsa con vermicompost se introdujo en un recipiente con 20 L de agua durante cinco minutos para lavar el exceso de sales. En un contenedor de 60 L de capacidad se oxigenaron 45 L de agua con una bomba de aire (Biopro: BP9891. TirayTechnology Co Ltd[®]) 3 h antes de introducir la bolsa con 4.5 kg de

Vermicompost; la oxigenación continuo hasta el fin del proceso (24 h). Se agregaron 40 g de piloncillo como fuente de energía para los microorganismos. La aplicación del TVC fue constante durante todo el ciclo y aireado durante 24 h diariamente; para la F2, se aplicaron 0.5 L de Té a cada maceta, mientras que para las F3, F4 y F5, el té se diluyó a una proporción de 1:3 utilizando 1 L de TVC por cada 3 L de agua. De esta mezcla se aplicó 1 L por bolsa. El pH del Té de Vermicompost fue ajustado a 5.5 con ácido cítrico grado alimenticio ($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$) aplicado a una concentración 5 mM (1.2 g L^{-1}) (Capulín-Grande *et al.*, 2007).

Cuadro 3.1 Análisis químico de la Arena, Compost, Vermicompost y Té de Vermicompost. Torreón, Coah. 2011.

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Ph	CE
	(%)						(mg kg ⁻¹)			(dS m ⁻¹)	
C ^z	2.41	1.19	3.355	8.76	0.942	0.567	5920	260	160	8.5	6.7
VC	1.27	0.15	0.882	6.92	0.596	0.101	7090	330	210	8.2	2.4
A	0.011	0.0005	0.01	0.004	0.0016	0.007	ND	1.2	2.4	7.5	0.65
TCV	0.83	0.49	0.71	3.23	0.75	0.2	6.4	2.7	4.9	8	2.0

^zC = compost; VC = vermicompost; A = arena; TVC = té de VC concentrado; ND = no detectado.

Cuadro 3.2 Concentración de la solución nutritiva empleada para el desarrollo de chile jalapeño en invernadero (Castellanos y Ojo de Agua, 2009).

Etapa/Ion	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	H ₂ PO ₄ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	N a ⁻	Cl ⁻	CE ^z
	(mmol L ⁻¹)										(dS m ⁻¹)
Plantación y establecimiento	6	0.5	1.5	4	4	1	1.5	1	<5	3	1.4
Floración y cuajado	8	0.5	1.5	6	4	1.5	3	1	<5	3	1.8
Inicio de maduración y cosecha	10	0.5	1.5	7	4	2	3	1	<5	5	2.2

^zCE = conductividad eléctrica.

3.7 Genotipos evaluados

Para realizar este experimento se utilizó los genotipos Euforia y Centella de chile jalapeño.

3.8 Manejo del cultivo

3.8.1 Siembra

La siembra se realizó el 6 de marzo de 2011 en charolas germinadoras de 200 cavidades rellenas con PeatMoss (Premier®).

3.8.2 Trasplante

El trasplante fue el 9 de abril de 2011, colocando una planta por contenedor. Estos consistieron en bolsas de polietileno negro con capacidad de 18 kilos, 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 %.

3.8.3 Poda

Se realizó la poda de formación, dejando dos tallos principales en cada planta, eliminando también los brotes secundarios esto para lograr una mayor circulación de aire en la planta así mismo prevenir de la presencia de enfermedades por una mayor presencia de humedad. El material utilizado fue tijeras, las cuales se desinfectaban previamente en una solución de agua con cloro al 5% cada que se realizaba esta actividad.

3.8.4 Tutorado

Este procedimiento se realizó sujetando un alambre flexible a la estructura del invernadero, en cada planta se coloca una rafia sujetándola en la maceta posteriormente se va dando vuelta en la planta. Se realizó varios ajustes de la rafia a cada que la planta lo requería durante su desarrollo y hasta el final de la producción.

3.8.5 Polinización

La polinización fue realizada manualmente desde el inicio de las primeras flores con un cepillo dental eléctrico (vibrador). Esta actividad se realizó diariamente hasta el término de la floración en un horario de 11:00 am 1:00pm

3.8.6 Riego

Para el suministro de agua de riego se utilizó riego por goteo en todos los tratamientos y la cantidad de agua aplicada, según la etapa fenológica del cultivo, osciló de 0.35 a 1.9 L planta⁻¹ día⁻¹. El agua de riego utilizada se

clasificó como agua de baja salinidad y bajo contenido de sodio (C_1S_1 , con una relación de absorción de sodio de 2.18) (Ayers y Westcot, 1994); C.E. 1.05 dS m^{-1} , pH: 7.8; cationes. $Ca^{2+} = 3.51$, $Mg^{2+} = 0.48$, $K^+ = 0.22$, $Na^+ = 2.71$ mmol L^{-1} y aniones: $HCO_3^- = 3.12$, $Cl^- = 2.3$, y $SO_4^{2-} = 2.62$ mmol L^{-1} . La temperatura mínima y máxima dentro del invernadero fluctuó entre 17.4 y 36.9 °C, respectivamente, mientras que la humedad relativa mínima y máxima osciló entre 20 y 79 %, respectivamente, durante el ciclo de cultivo que duró 144 días después del trasplante (ddt).

3.9 Control de Plagas y Enfermedades

Se realizaron aplicaciones a base de un programa de prevención y control, observándose la presencia principalmente de mosquita blanca, trips y pulgón. En cuanto a enfermedades se presentó la cenicilla a finales de la producción. Todas las plagas y enfermedades fueron controladas a base de productos orgánicos para evitar recidivalidad en los frutos. Como control cultural se eliminaron las hojas y plantas infectadas para prevenir que estas se aumentaran.

3.10 Cosecha

La cosecha se realizó 75 días después del trasplante, iniciando el día 23 del mes de junio, se obtuvieron 70 días de cosecha, concluyendo el día 01 del mes de septiembre del 2011. La cosecha se realizó manualmente y fue recolectada en contenedores de 20 kg de capacidad.

3.11 Variables Evaluadas

Para determinar las variedades evaluadas se observó el desarrollo de la

planta desde la siembra hasta la cosecha y así conocer el crecimiento del cultivo y diferenciando el desarrollo entre las variedades establecidas. Las cuales fueron las siguientes variables: Altura de la planta (ALP), Número de frutos por planta (NFP), Peso promedio de fruto (PPF), Longitud del fruto(LF), Diámetro ecuatorial del fruto (DEF), Espesor de pulpa (EP), Numero de lóculos y Rendimiento.

3.11.1 Dinámica de Crecimiento y Altura de Planta (ALT)

La altura de la planta se determinó durante el ciclo del cultivo, consistió en medir las plantas cada 7 días con el uso de una cinta métrica registrando esta variable desde la base de la planta hasta la parte superior de la misma.

3.11.2 Número de Frutos por Planta (NFT)

Se contabilizaron todos los frutos a cada tercer día durante la etapa de producción.

3.11.3 Peso Promedio de Fruto (PPF)

Esta variable se obtuvo, con el promedio del peso de cada fruto, para esto se usó una balanza digital marca OAHUS.

3.11.4 Longitud del Fruto (LF)

Este parámetro se determinó en cada corte, y se obtuvo mediante la utilización de un vernier digital (Truper) midiendo desde el extremo superior al

inferior, sin considerar el pedúnculo.

3.11.5 Diámetro Ecuatorial del Fruto (DEF)

Esta variable se obtuvo midiendo el diámetro ecuatorial del fruto con un vernier, reportándose los datos en milímetros (cm).

3.11.6 Espesor de Pericarpio (EP)

Se tomó lectura con el vernier, para esto se cortó transversalmente cada fruto.

3.11.7 Numero de Lóculos (NL)

Se determinó en una muestra de un fruto de cada genotipo, tomando los frutos al azar, los cuales se cortaron transversalmente, se observó y cuantifico el número de lóculos que presentaron.

3.11.8 Rendimiento

Para obtener este dato, se sumó el peso obtenido de todos los frutos de la planta en cada corte, el valor obtenido se extrapolo a Mg ha^{-1} . Para medir el peso del fruto se utilizó una báscula digital con capacidad de 0.005 a 2500 g.

3.12 Análisis de Varianza

El análisis de varianza (ANVA) de los datos de este experimento fueron por computadora mediante el programa de análisis estadístico SAS versión 9.1, y la comparación de medias por DMS al 5 %, se realizó con el mismo

software.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Dinámica de Crecimiento

La dinámica de crecimiento longitudinal de las plantas de chile jalapeño, cv. Centella y Euforia, en las diferentes formas de fertilización evaluadas, se presenta en las ecuaciones de regresión lineal que se incluyen en la tabla. El ajuste lineal para todos los tratamientos resultó muy aceptable ya que el r^2 fluctuó entre 87 y 99 %. Los tratamientos que promovieron la mayor altura de planta, al concluir el ciclo del cultivo a los 144 ddt, fueron el F1, así como el F4 y F5, para ambos genotipos.

Cuadro 4.1 Ecuaciones de regresión para las fuentes de fertilización en relación con la Altura de Planta en chile jalapeño orgánico UAAAN-UL 2011.

Fertilización [†]	Altura cv. Centella Ecuación de Regresión [‡]	r^2	Altura cv. Euforia Ecuación de Regresión	r^2
F1	$y = 0.79365x - 2.27024$	0.96	$y = 0.87483x - 5.49107$	0.96
F2	$y = 0.46365x - 9.06708$	0.87	$y = 0.57390x - 9.7909$	0.93
F3	$y = 0.57569x - 4.50199$	0.92	$y = 0.53007x - 3.07023$	0.96
F4	$y = 0.93595x - 0.96158$	0.93	$y = 0.96181x - 3.23637$	0.92
F5	$y = 1.17946x - 10.94975$	0.99	$y = 1.26177x - 12.65852$	0.98

4.2 Altura de Planta

En el presente trabajo, la altura final promedio por tratamiento del cv. Centella y Euforia fue de 112.01, 57.69, 78.39, 133.81, 158.89 y 120.48, 72.85, 73.25, 135.26, 169.03 cm, respectivamente para los tratamientos F1, F2, F3, F4 y F5. Este comportamiento se puede atribuir a la carga genética de los

genotipos y su interacción con el medio donde se desarrolló el cultivo, es decir la fertilización que incluyó todos los componentes: Arena + C + VC (relación 2:1:1 v:v) + TVC al 2,5 % de concentración. Además se destaca que el tratamiento de fertilización F4 (mezcla de arena: VC + TVC al 2.5 % de concentración) registró el segundo valor más alto para ambos cultivares. Estos valores en parte se deben a la presencia del VC y del TVC, con lo cual se fortalece el hecho de que estos materiales, donde se contempla el empleo de las lombrices de tierra para la elaboración de estos productos, son de mayor calidad que los abonos orgánicos generados por los métodos tradicionales de composteo (Santamaría-Romero *et al.*, 2001; Panikkare *et al.*, 2004; López-Pereira *et al.*, 2005).

Adicionalmente, al determinar que los tratamientos de fertilización F4 y F5, que incluyeron la aplicación del VC y del TVC, superaron al tratamiento testigo, con arena y solución nutritiva, se ha coincidido con lo reportado por Rodríguez-Ortiz *et al.* (2010) quienes concluyeron que la fertilización con Vermicompost, a razón de 1.5 y 3.0 Mg ha⁻¹, incorporado al momento del trasplante de la cebollita cambray (*Allium cepa* L.) favoreció una mayor altura de esta especie al compararse con las plantas que recibieron la fertilización sintética.

Cuadro 4.2 Medias de interacción genotipo fertilización para la variable Altura Final. UAAAN-UL 2011

Genotipo	Fertilización	Media (cm)	Niveles de significancia
Euforia	Arena + Verm	169	a
Centella	Arena + Verm	158.9	b
Euforia	Arena + Mineral	135.3	c
Centella	Arena+ Mineral	133.8	d
Euforia	Arena + Comp	120.5	e
Centella	Arena + Comp	112	f
Centella	Arena + Comp + Verm	78.4	g
Euforia	Arena + Comp + Verm	73.3	h
Euforia	Arena +Té de Verm	72.9	i
Centella	Arena + Té de Verm	57.7	j
Media Gral.		111.17	
CV		5	

4.3 Numero de Frutos por Planta

Para el análisis de esta variable muestra que se detectó diferencia altamente significativa para los efectos principales de genotipos (Cuadro 2A). Presentando una media general de 30.16 cm con un CV. de 36.01% (Cuadro 4.3), mientras que en la interacción genotipo x fertilización no hubo diferencia significativa. Para la variable Numero de Frutos el genotipo que obtuvo mayor resultado fue Euforia con una media de 47.12 (mezcla de arena: C: VC + TVC), mientras que el genotipo Centella con 12.50 (Arena+TVC) es el que obtuvo el valor mínimo. Los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron mayores con el genotipo Euforia bajo la fertilización F5, donde se obtuvo el valor más alto con una media de 47.12 frutos, por lo que estos resultados fueron superiores a lo reportado por Carlos (2012) quien obtuvo resultados de 41.60 y 39.80 frutos por planta utilizando fertilizantes minerales con dosis de 150-75-150 y 200-100-

200, respectivamente. Mientras que el mismo autor obtuvo resultados menores a 35 frutos por planta utilizando compost a base de estiércol de bovino y paja de maíz en invernadero.

Cuadro 4.3 Medias de interacción genotipo fertilización para la variable Número de Frutos. UAAAN-UL 2011

Genotipo	Fertilización	Media	Niveles de significancia				
Euforia	Arena+Comp+Verm	47.12	a				
Euforia	Arena+Mineral	40.00	a	b			
Euforia	Arena+ Té Cons	35.87		b			
Centella	Arena+Comp+Verm	35.50		b	c		
Euforia	Arena+Verm	34.00		b	c		
Centella	Arena+Verm	32.50		b	c		
Euforia	Arena+Comp	24.87			c	d	
Centella	Arena+Mineral	24.75			c	d	
Centella	Arena+Comp	14.50				d	e
Centella	Arena+ Té Cons	12.50					e
Media Gral.		30.16					
CV		36.01					

4.4 Peso Promedio del Fruto

El análisis de varianza para la variable peso del frutomuestra que en la fertilización se obtuvo diferencia altamente significativa, mientras que en el genotipo y la fuente de interacción Genotipo x Fertilización no hubo diferencia significativa (Cuadro 3A). En el cuadro 4.4 se muestra que la fertilización con mayor Peso Promedio del Fruto fue F5 con un valor medio de 43.20g mientras que en la fertilización F2 obtuvo 34.51g como valor mínimo una media de 40.38 y un coeficiente de variación de 10.53. Los resultados obtenidos en el presente trabajo fue superior a los obtenidos por (Arenas 2007) quien reporta resultados inferiores con valores de 22.71 g utilizando el genotipo H. Tula Lujan, realizado a campo abierto.

Cuadro 4.4 Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable Peso del Fruto. UAAAN-UL 2011

Genotipo	Fertilización	Media (g)	Niveles de significancia
Centella	Arena+Comp+Verm	43.20	a
Euforia	Arena+Mineral	42.98	a
Euforia	Arena+Verm	42.48	a
Centella	Arena+Comp	42.24	a b
Centella	Arena+Verm	41.50	a b
Euforia	Arena+Comp+Verm	41.46	a b
Centella	Arena+Mineral	40.24	a b c
Euforia	Arena+Comp	38.11	b c d
Centella	Arena+ Té Cons	37.11	c d
Euforia	Arena+ Té Cons	34.51	d
Media Gral.		40.38	
CV		10.53	

4.5 Longitud del Fruto

Los resultados obtenidos (Cuadro 4.5) para los genotipos Centella y Euforia fueron iguales con una media de 8.30 cm mientras que en la fuente Fertilización el mayor valor lo obtuvo la F5 con una media de 8.59 cm, y la F2 con 7.85 cm como valor mínimo. El análisis de varianza (Cuadro 4A), muestra que en los genotipos no hubo diferencia significativa mientras que en la fertilización y en la interacción Genotipos x Sustratos si hubo diferencias altamente significativas. La reducción en tamaño de fruto puede explicarse por la mayor CE del sustrato, debido a un efecto osmótico (Doráiset *al.*, 2001). Sin embargo de acuerdo al pliego de condiciones para el uso de marca oficial "México calidad suprema" en Chile (SAGARPA-ASERCA, 2001), el tamaño de fruto grande corresponde a una longitud entre 8.3 y 8.8 cm, por lo que las fuentes de fertilización F3, F4 y F5 obtuvieron resultados de 8.50, 8.51 y 8.59 cm

respectivamente, y se clasifican dentro de esta categoría.

Cuadro 4.5 Medias de interacción genotipo por fertilización para la variable Longitud del Fruto. UAAAN-UL 2011

Factor	Media (cm)	Nivel de significancia
Genotipo		
Centella	8.30	a
Euforia	8.30	a
Fertilización		
Arena+Comp+Verm	8.59	a
Arena+Comp	8.51	a
Arena+Verm	8.50	a
Arena+Mineral	8.04	b
Arena+ Té Cons	7.85	b
Media Gral.	8.30	
CV	4.53	

4.6 Diámetro Ecuatorial del Fruto

Para el análisis de esta variable no se detectó diferencias significativas para los efectos principales de genotipos (Cuadro 5A). Presentando una media general de 3.49 cm con un CV., de 8.90 % (Cuadro 4.6). Para la variable Diámetro Ecuatorial el genotipo que obtuvo mejor resultado es Centella con una media de 3.55 cm, donde el genotipo Euforia con una media de 3.43 cm es el que obtuvo menor diámetro ecuatorial. Mientras que para la fuente de Fertilización no se detectaron diferencias significativas en la F5 con una media de 3.59 cm y el de menor diámetro fue la F1 con una media de 3.40 cm. Cabe señalar que estos resultados son inferiores a los obtenidos (Carlos, 2012), quien reporta valores por encima de 4.0 cm de diámetro ecuatorial utilizando cinco diferentes proporciones de compost cuya composición se basó en estiércol de bovino y paja de maíz, el trabajo fue realizado bajo condiciones de invernadero utilizando chile manzano.

Cuadro 4.6 Medias para la variable Diámetro Ecuatorial para los efectos principales de genotipos y fertilización estudiados bajo condiciones protegidas. UAAAN-UL 2011.

Factor	Media (cm)	Nivel de significancia
Genotipo		
Centella	3.55	a
Euforia	3.43	a
Fertilización		
Arena+Comp+Verm	3.59	A
Arena+Verm	3.59	A
Arena+ Té Cons	3.43	A
Arena+Comp	3.43	A
Arena+Mineral	3.40	A
Media Gral.	3.49	
CV	8.90	

4.7 Espesor de Pulpa

En esta variable, el análisis de varianza detecto diferencias altamente significativas entre genotipos para los efectos principales como para la interacción genotipo x fertilización (Cuadro 6A), obteniendo una media general de 0.57 y un CV., de 6.53% (Cuadro 4.7). El genotipo evaluado que presento mayor espesor de pulpa fue el Euforia con una media de 0.59 cm y el Centella con una media de 0.56 cm. Mientras que para la fertilización el valor más alto obtenido fue F4 con una media de 0.59 cm y el valor mínimo lo obtuvo laF2 con una media de 0.55 cm. De acuerdo a los datos obtenidos por Márquez *et al.*, B (2008) utilizando mezcla de VC: Arena al 37.5% obtuvieron una media general de 0.70 cm siendo superior con el presente trabajo que se obtuvo una media de 0.59 cm utilizando el genotipo Euforia con la fertilización F3 y F5.

Cuadro 4.7 Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable Espesor de Pulpa. UAAAN-UL 2011

Factor	Media (cm)	Nivel de significancia
Genotipo		
Euforia	0.59	a
centella	0.56	b
Fertilización		
Arena+Verm	0.59	a
Arena+Comp+Verm	0.59	a
Arena+Mineral	0.57	a b
Arena+Comp	0.56	b
Arena+ Té Cons	0.55	b
Media Gral.	0.57	
CV	6.53	

4.8 Numero de Lóculos

No se encontraron diferencias significativas para la variable genotipo, sin embargo para la fertilización si fue significativo, para la interacción genotipo x fertilización fue altamente significativo (Cuadro 7A). En el (Cuadro 4.8) muestra que el genotipo con mayor resultado fue Centella con una media de 2.78 en la fertilización F3 y el genotipo Centella con F2 la media fue de 2.3 como valor mínimo. La media general fue de 2.50 con un coeficiente de variación de 13.38 %. Los resultados obtenidos superan a lo obtenido por Acosta (2003), el cual reporta una media de 2.6 lóculos. Para la variable número de lóculos los resultados de este experimento fueron iguales a los obtenidos por Sevilla (2003) quien obtuvo 2.7 lóculos con el genotipo Grande utilizando como sustrato arena de río bajo condiciones de invernadero. Por lo tanto podemos decir que las fertilizaciones orgánicas no interfieren tanto para esta variable, además, de servir como sostén de las plantas.

Cuadro 4.8 Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable Número de Lóculos. UAAAN-UL 2011

Genotipo	Fertilización	Media	Niveles de significancia
Centella	Arena+Comp	2.78	a
Euforia	Arena+TéCons	2.71	a b
Euforia	Arena+Mineral	2.62	a b
Centella	Arena+Mineral	2.61	a b
Euforia	Arena+Verm	2.58	a b c
Euforia	Arena+Comp	2.53	a b c
Centella	Arena+Verm	2.47	a b c
Centella	Arena+Comp+Verm	2.42	b c
Euforia	Arena+Comp+Verm	2.28	c d
Centella	Arena+ Té Cons	2.03	d
Media Gral.		2.50	
CV		13.38	

4.9 Rendimiento

Se encontraron diferencias altamente significativas en los efectos principales, ya que en la interacción Genotipo por Fertilización no hubo diferencia significativa (Cuadro 8 A). En el cuadro 4.9, se muestra que el genotipo con mayor rendimiento promedio fue el Euforia con 71.4 Mg ha^{-1} en la fertilización F5, mientras que el Genotipo de menor rendimiento fue Centella con 16.3 Mg ha^{-1} bajo la fertilización F2. Las diferencias observadas en rendimiento en la interacción Fertilización x Genotipo fueron debidas al número de frutos por planta y no al peso de éstos. El rendimiento promedio general fue de $44,8 \text{ Mg ha}^{-1}$, es decir, se incrementó 244,6 % con respecto a lo obtenido por los productores mexicanos, bajo condiciones de riego y temporal, cuyo valor fue de $13,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ (SIAP, 2011b).

Cuadro 4.9 Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable de Rendimiento. UAAAN-UL 2011

Genotipo	Fertilización	Media (Mg ha⁻¹)	Niveles de significancia
Euforia	Arena+Comp+Verm	71.4	a
Euforia	Arena+Mineral	61.3	a b
Euforia	Arena+Verm	55.5	b
Centella	Arena+Comp+Verm	49.6	b c
Centella	Arena +Verm	49.2	b c
Euforia	Arena+Té Cons	48.6	b c
Centella	Arena+Mineral	37.3	c
Euforia	Arena+Comp	36.3	c d
Centella	Arena+Comp	22.4	d e
Centella	Arena+Té Cons	16.3	e
Media Gral.		44.81	
CV		35.02	

V.- CONCLUSION

Los resultados obtenidos permiten concluir que el Té de Vermicompost preparado a partir de estiércol bovino tiende a provocar efectos positivos en los indicadores de desarrollo en el cultivo de chile jalapeño. Por lo que el Té de Vermicompost, Compost y Vermicompost puede ser considerado como un fertilizante alternativo para la producción orgánica en invernadero por contener nutrimentos solubles que pueden suplir la nutrición de la planta. Lo anterior pone de manifiesto que producir orgánicamente chile jalapeño en invernadero utilizando abonos orgánicos aumenta considerablemente los rendimientos.

Las mezclas orgánicas de Arena: Vermicompost + Té de Vermicompost y Arena: Compost: Vermicompost + Té de Vermicompost no variaron en rendimiento, estos tratamientos de fertilización presentaron una media de 71.4 Mg ha⁻¹, sin disminuir la calidad de fruto, por lo que pueden igualar el rendimiento e incrementar el número de frutos con respecto al testigo.

Finalmente, bajo las condiciones de manejo del presente trabajo, se logró satisfacer la demanda nutritiva del chile jalapeño y por lo tanto se fortalece la idea que el té de Vermicompost combinado con mezcla de Arena: Compost: Vermicompost tiene potencial para desarrollar y producir chile jalapeño orgánico en invernadero.

VI.- LITERATURA CITADA

Abcagro. 2003. Control climático en invernaderos.

Agronegosios, 2002. Guía técnica para el cultivo “chile picante” (Fecha de consulta 25/08/2012). Disponible en: <http://www.agronegosios.gob.sv/comoproducir/guias/chilepicante.pdf>

Acosta B; B. 2003. Producción orgánica de hortalizas con vermicompostaje bajo condiciones de invernadero. En la comarca lagunera. Tesis licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila.

Alpi, A.; Tognoni, C. 1991. Cultivo en invernadero. Tercera edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. Pp. 76-81.

Alpi, A. y Tognoni, F. 1999. Cultivo en invernadero. Tercera Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 75-77.

Arenas, H. G. 2007. Evaluación de genotipos de chile (*Capsicum annum* L.), tipo picantes (jalapeños y anchos), en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila. México.

Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Biores. Technol.* 78: 11-20.

Ayers, R. S.; Westcot, D. W. 1994. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1. FAO. Rome. 174 p.

Bastida, T. A. 2001. El medio de cultivo de las plantas (substratos para la agricultura moderna). Universidad autónoma de Chapingo. Pp. 1-9, 24-38, 53-55 y 72-81.

Blak, L. L., *et al* 1993. Cultivo del chile; una guía de campo. Disponible en: http://www.puc.cl/sw_educ/hortalizas/html/aji/cultivo_aji.html

Bouzo, C., A. y F. Garinglio. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (30) 80 Esperanza, Santa Fe,

Argentina.

- Bravo, L. A. G., Galindo, G. G., Amador, R. M. D. 2006. Tecnología de producción de chile seco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de investigación regional norte centro. Libro técnico N^o 5. Campo experimental Zacatecas.
- Bures, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agro técnicas. S. L. Madrid, España. Primera edición. Pp. 339.
- Cano, A. M. 1998. El cultivo de chile (*Capsicum spp.*) Potencial exportable de chile en fresco, de una zona libre de plagas. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos/cultivochiles/cultivochiles.shtml>
- Carlos, M. R. 2012. Fertilización orgánica Vs Mineral en el rendimiento y contenido de capsaicina en chile manzano (*Capsicum Pubescens*R. Y. P). Tesis de maestría en ciencias. Colegio de postgraduados, campus montecillo, Texcoco, Edo de México.
- Capulín-Grande, J.; Núñez-Escobar, R.; Aguilar-Acuña, J. L.; Estrada-Botello, M.; Sánchez-García, P.; Mateo-Sánchez, J. J. 2007. Uso de estiércol líquido de bovino acidulado en la producción de pimiento morrón. Revista Chapingo Serie Horticultura. 13(1): 5-11.
- Carpenter-Boggs, L. A. C. Kennedy, et al. 2001. Organic and Biodynamic Management: effects on Soil Biology. Soil Soc. Am. J. 64: 651.
- Castaños, C., M. 1993. Horticultura. Manejo simplificado. Universidad Autónoma de Chapingo. Edo. De México. pp. 39-41; 288-298.
- Castellanos, J. Z.; Ojodeagua, J. L. 2009. Formulación de la solución nutritiva. P 131-156. In: Manual de producción de tomate en invernadero. JZ Castellanos (Ed.). Intagri.México.
- Chaoui, H. I., L. M. Zibilske and T. Ohno. 2003. Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biology and Biochemistry*. 35: 295-302. fecha de consulta. 25-07-2012. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00279-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00279-1)
- Chávez, C. J. J. 2008. Alternativas de fertilización para el cultivo de tomate en invernadero. Tesis Maestría en Ciencias en Suelos. Instituto Tecnológico de Torreón.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte. Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.

- CNA, 2009. Coordenadas geográficas de torreón. Disponible en: <http://www.cna.gob.mx/> fecha de consulta: 03 de octubre de 2012.
- Deffis, C.A.1991. La basura es la solución. Editorial Concepto. México, D.F. 227p.
- Díaz, E. A.1999. Evaluación de abonos orgánicos sobre propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Tesis de maestría en agricultura orgánica sustentable. FAZ-UJED. Venecia, Dgo. p 1 y 38.
- Doráis, M., A. P. Papadopoulos., A. Gosselin. 2001. Influence of electrical conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie* 21:367-383.
- Edwards C. A., Askar A., Vasko-Bennet M., Arancon N. 2010.The Use and Effects of Aqueous Extracts from Vermicompost or Teas on Plant Growth and Yields.P 235 – 248. *In: Vermiculture Technology*, ed. C.A. Edwards, N. Arancon and R. Sherman (Eds.). CRC Press, Boca Raton, FL. <http://dx.doi.org/10.1201/b10453-16>
- Félix, H. J. A., Sañudo T. R. R. Rojo M. G. E., Martínez R. R. y Olalde P. V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai* 4 (1): 57-67
- Ferrira C., C. 2002 El co₂elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y experimentación hortícola: consultado 26-oct.2012. disponible en: <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co22.html>.
- Fundación Produce Chihuahua A.C. 2006. Dinámica y Prospectiva de las Necesidades de Investigación y Transferencia de tecnología de las Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales del Estado de Chihuahua, Chihuahua, México. □ [http://www. Producechihuahua.org](http://www.Producechihuahua.org)> fecha de revisión: 04 de Septiembre del 2012.
- Garcia.P.R. 1996, La Lombricultura y el Vermicompost en México Agricultura Orgánica: Una opción para el Agro Mexicano. La Agricultura del XXI. V. A. Universidad Autónoma de Chapingo.
- García, P.R.E. 1999. La lumbricología en la agricultura orgánica. In memorias. Del IV Foro Nacional sobre la agricultura Orgánica. La agricultura orgánica es una ventana abierta a un futuro biosustentable. Colegio de postgraduados, Montecillo, México, Texcoco, pp 256-261.
- Garza, U. E. 2002. Manejo integrado de las plagas del chile en la planicie Huasteca. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Ébano. Folleto Técnico, núm. 10 San Luis Potosí.

- Greenleaf, W. H. 1986. Pepper Breeding. In: Basset, J. (Ed.) Breeding Vegetable Crops. AVI Publishing Co. Inc. USA. Pp.67-127.
- Gliessman.2000.Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agricultural. Lewis Publishers. E.U.A.
- Gobierno del Estado de Zacatecas (GEZ), 1998. Guía práctica de los principales cultivos hortícolas del estado. Gobierno del Estado de Zacatecas. 41 p.
- Haug, R.T.1997. Journ of Composting Recycling Biocycle.Feedstock,s, Conditioning and Fire Prevention.U.S.A.Espacio.Ecologyaction of de mid-Peninsula Editor en Español. Impreso en USA.
- Haun. R. T. 1997. Journal of composting Recycling Biocycle.Ed. Continental. México. Pp. 130-165.
- Infoagro, 2003. El cultivo del pimiento. Revisado, 13-09-2012. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.asp>
- Ingham, R. E. 2005. The Compost Tea Brewing Manual. 5th Edition. Soil FoodwebInc, Corvallis, Oregon. USA. 79 p.
- Jaquez, B. L. 2002. Evaluación de abonos orgánicos para incrementar la productividad del suelo en *Zea mays*L. Tesis de maestría en agricultura orgánica sustentable. FAZ-UJED. Venecia, Dgo. pp. 4-7.
- Jeabons, J.1994.Cultivo botencivo de alimentos, más alimentos en menos espacio. Ecology actino of de mid-peninsula Editor en Español. Impreso en USA.
- Lavalle, P; Blanchort, E., Brown G., Giménez j: J., Moreno A. 1994. Las Lombrices como Recurso de los Agrosistemas Tropicales. Naturaleza y Recursos. Disponible en:<http://www.uchile.cl/facultades/csforestales/publicaciones/cesaf/n15/2.html>. http://www.infoagro.com/industri_auxiliar/tipo_sustratos2.asp.
- Long, S., J. y A. Lomelí. 2000. El chile. Fruto/especia nacional. Fondo y Cultura Económica. México. http://lectura.ilce.edu.mx:3000/sites/fondo2000/vol2/20/htm/SEC_13.html
- López, M. J. D., Salazar S. E., Trejo E. H. I., Castellanos P. E., Vázquez V. C., Zúñiga T. R., Covarrubias R. J. M. 2007.Producción orgánica en invernaderos. Facultad de agronomía y zootecnia de la UJED. 161 pp.

- Lopes-Pereira, E. W.; Borges-Azevedo, C. M. D. S.; Liberalino-Filho, J.; de Sousa-Nunes, G. H.; Erivan-Torquato, J.; Simões, B. R. 2005. Produção de vermicompost em diferentes proporções de esterco bovino e palha de carnaúba. CAATINGA 18(2): 112-116.
- López-Riquelme, G.O. 2003. Chillí "la especia del nuevo mundo". Ciencia 69: 66-75.
- Lorente, H. J. 1997. Biblioteca de la Agricultura. Tomo 3, Horticultura. Cultivo en Invernadero. Editorial Idea Books. Barcelona, España.
- Macías, V. L. y Valdez M. C. 1998. Guía para cultivar chile en Aguascalientes, folleto No. 23 disponible en:
<http://www.Aguascalientes.gob.mx/agro/produce/23.html>
- Martínez P., F. y B. Bimbo. 2002. Invernaderos. Materiales plásticos para cubierta de invernadero. Revista. Agrored. 30 (3): 22-29
- Márquez-Hernández C., P. Cano-Ríos., y I. Chew-Madinaveitia., A. Moreno-Reséndez y N. Rodríguez-Dimas. 2006. Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura 12(2): 183-189.
- Mejía, G. H. 1999. Diagnósis comparativa de la mosquita blanca *Hemisia tabaco* Gen y B. Argentifolli B. y P. hortalizas, plagas y enfermedades Editorial Trillas. México. D.F. pp 132-146.
- Nuez, F., R., G. Ortega y J. Costa. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 94-105; 117-122; 156-177; 409-414; 438-441.
- Nuez, V. F., Gil, O. R., y Costar rica G. J. 2003. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. España. 606p.
- Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. (FAOSTAT) 2007. Fecha de revisión 06-10-2012. Disponible en:
□ <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
□ <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
Enfermedades del Chile (*Capsicum annuum* L.) y su comportamiento Temporal en el Sur de Chihuahua, México. Revista Mexicana de Fitopatología 19:49-56.
- Panikkar, A. K.; Riley, S. J.; Shrestha, S. P. 2004. Risk Management in Vermicomposting of Domestic Organic Waste. Environ. Health 4(2): 11-19.

- Pérez, G.M y F. Márquez. 1997 Mejoramiento genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo, 1ª edición. Texcoco, México.
- Pérez, G., M., F. Márquez S. y A. Peña L. 1998. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Editorial Mundi-Prensa. México. pp. 113-117.
- Pérez, M.L., Casillas, B.A.S., Ramírez, M. R. 2005. El cultivo del chile y su Importancia Económica en el Norte del Estado de Guanajuato, México. Memorias Segunda Convención Mundial del Chile. Zacatecas, zacatecas, México. Resumen, p.368.I
- Peterson, P. A. 1959. Linkage of fruit shape and color genes in capsicum. *Genetics* 44:407-419.
- Pozo, C. O. 1981. Descripción de tipos y cultivares de chile (*Capsicum spp*) en México. Folleto Técnico n^o. 477. INIA. SARH. México.
- Ramírez, J. 2002. El Chile. (Fecha de consulta: noviembre de 2012). Disponible en:
http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/chile.html
- Rippy, J. F. M.; Peet, M. M.; Louis, F. J.; Nelson, P. V. 2004. Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. *Hortscience* 39 (2): 223- 229.
- Romero, H., A. 1999. El Chile. Consultado el 12 Oct. Del 2012, disponible en:<http://campus.fortunecity.com/auburn/868/elchile/>
- Rodríguez-Dimas N., P. Cano-Ríos., E. Favela-Chávez., U. Figueroa-Viramontes., V. de Paul-Álvarez., A. Palomo-Gil., C. Márquez-Hernández y A. Moreno-Reséndiz. 2007. Vermicompost como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo Serie horticultura* 13(2): 185-192.
- Rodríguez, M., R. y F. Jiménez D. 2002. Manejo de invernaderos, pp. 68-87: *In:* J.: Martínez R., D. Escobedo L., J. Martínez t. Y A. Martínez R. (ed) Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango.
- Rodríguez-Ortiz, J. C.; Loredó-Osti, C.; Alcalá-Jáuregui, J. A.; Beltrán-Sánchez, L.; Tapia-Goné, J. J.; Villar-Morales, V.; García-Hernández, J. L. 2010. Efecto de dosis y momento de aplicación de lombricomposta en la producción de cebollita cambray (*Allium cepa*). *AGROFAZ* 10(2): 99-106.
- Rodríguez. S.A y T.S.U.Rojas.J. 2000. Aspectos Técnicos y Básicos en la producción de compost.<http://www.veterinariasenred.com.ar/editorial/dr.curra.htm>

- Rodríguez, P., A. y J. Ibarra L. 1991. Semiforzado de cultivos mediante el uso de plásticos. Editorial Limusa. México. pp. 15 – 18.
- Rodríguez, P. A. 1991. Semiforzado de cultivos mediante el uso de plásticos. Primera edición, editorial Limusa S. A. de C. V. México, pp. 15-22.
- Ruiz, R; J. D. 2002. Poda en hortalizas. Apuntes de Producción de hortalizas 2. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón Coahuila México.
- Salazar-Olivo, L.A.; Silva-Ortega, C.O. 2004. Efectos farmacológicos de la capsaicina, el principio pungente del chile. *Biología Scripta* 1 (1):7-14.
- Salter, C. 2004. Compost Tea – Rebuilding Soil & Plant Biological Health. New México Recycling Coalition Conference.
- Sanchez, B., F. y E. Favela. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. *Manual*. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna. PP. 45.
- Sanso y Rubén (1999); CompagnioniyPutzolu (1995). Disponible en: <http://usuarios.arnet.com.ar/mmorra/investigacion.htm>
- Santamaría-Romero, S.; Ferrera-Cerrato, R.; Almaraz-Suárez, J. J; Galvis-Spinola, A.; Barois-Boullard, I. 2001. Dinámica y relaciones de microorganismos, C-orgánico y N-total durante el composteo y vermicomposteo. *Agrociencia* 35(4): 377-384.
- Sakata, 2003. Paquete tecnológico del chile verde “caballero”.
<http://www.sakata.com.mx/paginas/ptchile.htm>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2008. Estadísticas agrícolas del ciclo primavera-verano. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. No.386/02.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación – Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (SAGARPA-ASERCA). 2011. Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México Calidad Suprema en chile. BANCOMEXT. ASERCA. PC-011-2004. 16 p. [Fecha de consulta: 8 de agosto de 2011] Disponible en: http://www.normich.com.mx/archivos/OC/mcs/PLIEGOS%20DE%20CONDICIONES%2012/PC_011_2004_Chile_vsj.pdf.
- Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. (SIAP). 2008. Fecha de revisión: 03 de septiembre del 2012. Disponible en:

□<http://www.siap.sagarpa.gob.mx>>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2011a. Producción de chile verde orgánico. [Fecha de consulta: 18 de agosto de 2012] Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2011b. Producción de chile verde jalapeño. [Fecha de consulta: 28 de agosto de 2012] Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>

Sevilla E. M. 2003. Rendimiento y calidad del fruto de nueve genotipos de chile (*Capsicum annum* L) bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México.

Sherman-Juntón, R. 1997. Earthworm castings as plant growth media. Earthworm in waste and environmental management. Metzger: 1-3.

Scheurell, S.; Mahaffee, W.F. 2004. Compost tea as a container media drench for suppressing seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*. Phytopathology. 94: 1156-1163.

Tomati, U., E. Galli y R Buffone, 1993. Compost in floriculture. Acta Horticulturae. 342: 175-181.

Valadez, L. A. 1997. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. Noriega Editores. México D. F.

APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable Altura de Planta en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

Cuadro de varianza	de G.L	Suma de cuadrados	de Cuadro media	F. Calculada	Significancia
Genotipos (G)	1	271.38182	271.38182		**
Fertilización (F)	4	40287.61432	10071.90358		**
G*F	4	377.67718	94.41929		**
Error	20	0			
Total	29				
C.V	5				

**=Altamente significativo

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable Número de Fruto por Planta en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

Cuadro de varianza	de G.L	Suma de cuadrados	de Cuadro media	F. Calculada	Significancia
Genotipos (G)	1	3087.6125	3087.6125	26.17	**
Fertilización (F)	4	4546.825	1136.70625	9.63	**
G*F	4	1008.325	252.08125	2.14	N/S
Error	70	8260.125	118.00179		
Total	79	16902.8875			
C.V	36.01446				

** = Altamente significativo

N/S = No significativo

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable Peso Promedio del Fruto en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

Cuadro de varianza	G.L	Suma de cuadrados	de Cuadro media	F. Calculada	Significancia
Genotipos (G)	1	18.08802	18.08802	1	N/S
Fertilización (F)	4	460.3818	115.09545	6.36	**
G*F	4	123.11048	30.77762	1.7	N/S
Error	70	1267.230975	18.1033		
Total	79	1868.811275			
C.V	10.53526				

N/S = No significativo

** = Altamente significativo

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable Longitud del Fruto en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

Cuadro de varianza	de G.L	Suma de cuadrados	de Cuadro media	F. Calculada	Significancia
Genotipos (G)	1	0.00000125	0.00000125	0	N/S
Fertilización (F)	4	6.9638325	1.74095813	12.28	**
G*F	4	3.1170925	0.77927312	5.5	**
Error	70	9.9332125	0.14176018		
Total	79	20.00413875			
C.V	4.534018				

N/S = No significativo

** = Altamente significativo

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable Diámetro Ecuatorial del Fruto en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

Cuadro de varianza	de G.L	Suma de cuadrados	de Cuadro media	F. Calculada	Significancia
Genotipos (G)	1	0.25992	0.25992	2.69	N/S
Fertilización (F)	4	0.574955	0.14373875	1.49	N/S
G*F	4	0.53368	0.13342	1.38	N/S
Error	70	6.77	0.09671429		
Total	79	8.138555			
C.V	8.902575				

N/S = No significativo

Cuadro 6A. Análisis de varianza para la variable Espesor de Pulpa en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

Cuadro de varianza	de G.L	Suma de cuadrados	de Cuadro media	F. Calculada	Significancia
Genotipos (G)	1	0.018605	0.018605	13	**
Fertilización (F)	4	0.022445	0.00561125	3.92	**
G*F	4	0.050995	0.01274875	8.91	**
Error	70	0.100175	0.00143107		
Total	79	0.19222			
C.V	6.53924				

** = altamente significativo

Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable Número de Lóculos en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

Cuadro de varianza	de G.L	Suma de cuadrados	de Cuadro media	F. Calculada	Significancia
Genotipos (G)	1	0.13366125	0.13366125	1.19	N/S
Fertilización (F)	4	1.2574375	0.31435937	2.79	*
G*F	4	2.0888575	0.52221438	4.64	**
Error	70	7.8849625	0.11264232		
Total	79	11.36491875			
C.V	13.38807				

N/S = No significativo

* = significativo

** = Altamente significativo

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

Cuadro de varianza	de G.L	Suma de cuadrados	de Cuadro media	F. Calculada	Significancia
Genotipos (G)	1	77205401.4	77205401.4	31.35	**
Fertilización (F)	4	114751141.1	28687785.3	11.65	**
G*F	4	15701194.9	3925298.7	1.59	N/S
Error	70	172413071.2	2463043.9		
Total	79	380070808.6			
C.V	35.02014				

** = Altamente significativo