

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



Evaluación del Comportamiento de Cuatro Híbridos de Pepino

(*Cucumis sativus* L) bajo condiciones de Invernadero,

Acolchado plástico y Riego por Goteo.

Por:

DANIEL SÁNCHEZ CRUZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrícola y Ambiental

Buenavista, Saltillo Coahuila, México,

Febrero de 2002

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISION DE INGENIERIA**

DEPARTAMENTO DE SUELOS

Evaluación del Comportamiento de Cuatro Híbridos de Pepino (Cucumis sativus L) Bajo condiciones de Invernadero, Acolchado plástico y Riego por Goteo .

TESIS

Presentada por:

Daniel Sánchez Cruz

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL.

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO

M.C. Rubén López Cervantes

M.C. Ma. del Rosario Quezada Marín
ASESOR

Ing. M.C. Boanerges Cedeño Rubalcava
ASESOR

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA.

Ing. M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, FEBRERO DE 2002

DEDICATORIAS

A mis padres; Luisa Cruz y Leonel Sánchez con mucho cariño.

A mis hermanos: Angélica, Claudio, Agustín, Reyes, Hilda, Rosa Elena y Ana (Guadalupe).

A todos mis sobrinos; Marisela, José Luis, Juan, Santiago, Janeth, Jorge.

A todos mis tíos y familiares, sin excepción.

A todos mis amigos de especialidad y en general.

A todos mis compañeros de la Generación XCII.

A mis compañeros de cuarto, Evelid, Leonel, Silverio, Alberto y Santiago.

Mención especial a mi novia; Ma. Deysi.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, nuestro creador.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por acogerme en su seno.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada, por las facilidades brindadas en la realización del presente trabajo.

A la M. C. Ma. del Rosario Quezada Marín, por su valiosa asesoría y colaboración en la realización del presente trabajo.

Al M. C. Boanerges Cedeño Rubalcava, por su incondicional asesoría y valiosa colaboración en la realización del presente trabajo.

Al M. C. Rubén López Cervantes, por su valiosa e incondicional colaboración en la realización del presente trabajo.

A los trabajadores de campo del Centro de Investigación en Química Aplicada.

A todos los maestros.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE DE CUADROS.....I

ÍNDICE DE FIGURAS.....II

RESUMEN.....III

I. INTRODUCCIÓN.....1

 Objetivo.....3

 Hipótesis.....3

II. REVISIÓN DE LITERATURA.....4

2.1 Antecedentes.....4

2.2 Importancia del pepino en las hortalizas nacionales.....6

2.3 Importancia del cultivo.....7

2.4 Requerimientos de suelo.....8

2.5 Requerimientos de clima.....9

2.6 Situación actual del sistema de fertirrigación.....11

2.6.1 Ventajas e inconvenientes.....12

2.7 Acolchado de suelos.....13

2.7.1 Situación actual del acolchado de suelos.....14

2.8 Efectos del acolchado de suelos.....14

2.8.1 Acción del acolchado sobre el control de malezas.....14

2.8.2 Acción del acolchado sobre la humedad del suelo.....15

2.8.3 Acción del acolchado sobre la temperatura del suelo.....16

2.8.4 Acción del acolchado sobre la fertilización.....17

| | |
|---|-----------|
| 2.8.5 Acción del acolchado sobre la actividad microbiana..... | 18 |
| 2.9 Ventajas económicas del acolchado de suelos..... | 18 |
| 2.9.1 Producción de cosechas tempranas..... | 18 |
| 2.9.2 Producción de altos rendimientos..... | 19 |
| 2.9.3 Supresión de labores (aporques, deshierbes)..... | 20 |
| 2.10 Características de algunos plásticos..... | 21 |
| 2.11 Invernaderos..... | 22 |
| 2.12 Importancia de los invernaderos..... | 22 |
| 2.12.1 Ventajas..... | 23 |
| 2.13 Trabajos realizados en pepino en condiciones de invernadero..... | 24 |
| | |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 28 |
| 3.1 Características generales del área del experimento..... | 28 |
| 3.2 Material vegetativo..... | 29 |
| 3.3 Diseño experimental..... | 30 |
| 3.4 Metodología del experimento..... | 31 |
| | |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 37 |
| 4.1 Porcentaje de emergencia..... | 37 |
| 4.2 Altura de plantas..... | 39 |
| 4.3 Diámetro de tallo..... | 40 |
| 4.4 Número de hojas por planta..... | 42 |
| 4.5 Número de frutos por planta..... | 43 |
| 4.6 Diámetro de frutos..... | 45 |
| 4.7 Longitud de frutos..... | 46 |
| 4.8 Número total de frutos por hectárea..... | 47 |
| 4.9 Rendimiento total..... | 49 |
| | |
| CONCLUSIONES..... | 52 |
| | |
| LITERATURA CITADA..... | 53 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|---|-------------|
| CUADRO 2.1 Estados y superficie sembrada de pepino en México..... | 8 |
| CUADRO 2.2 Necesidades nutrimentales del pepino..... | 11 |
| CUADRO 3.1 Características del suelo del campo experimental del CIQA...29 | 29 |
| CUADRO 4.1 Comparación de medias del porcentaje de emergencia de pepino en invernadero..... | 37 |
| CUADRO 4.2 Comparación de medias para altura de plantas de pepino en invernadero..... | 40 |
| CUADRO 4.3 Comparación de medias de diámetro de tallo de pepino en invernadero..... | 41 |
| CUADRO 4.4 Comparación de medias de número de hojas por planta de pepino en invernadero..... | 42 |
| CUADRO 4.5 Comparación de medias de número de frutos por planta de pepino en invernadero..... | 44 |
| CUADRO 4.6 Comparación de medias de diámetro de frutos de pepino en invernadero..... | 45 |
| CUADRO 4.7 Comparación de medias de longitud de frutos de pepino en invernadero..... | 46 |
| CUADRO 4.8 Comparación de medias de número total de frutos por Hectárea en de pepino..... | 47 |
| CUADRO 4.9 Comparación de medias de rendimiento total en diferentes híbridos de pepino en invernadero..... | 49 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| FIGURA 4.1 Por ciento de emergencia de pepino en invernadero..... | 38 |
| FIGURA 4.2 Numero total de frutos observados en cuatro híbridos de pepino en invernadero..... | 48 |
| FIGURA 4.3 Rendimiento acumulado en el cultivo de pepino..... | 50 |

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada, durante el ciclo Otoño-Invierno de 2001; el objetivo planteado en el presente trabajo es: evaluar cuatro híbridos de pepino bajo invernadero y determinar cual de ellos presenta una mejor respuesta a las condiciones ambientales durante este ciclo. Se empleó semilla de pepino, híbridos Sprint 440, Cortez, Dasher II y Turbo. El cultivo se estableció en invernadero, con cubierta de plástico Calibre 720 (180 micras de espesor), riego por goteo con cinta T-tape de 8 milésimas de pulgada de espesor, con un gasto de 250 litros por cada 100 metros de cinta, acolchado plástico negro calibre 125 (31.25 micras de espesor).

La dosis de fertilización utilizada fue: 300-200-450 de N-P-K y una fuente adicional de magnesio (sulfato de magnesio); la poda utilizada fue a un tallo.

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, las variables evaluadas fueron: porcentaje de emergencia, altura de plantas, diámetro de tallo, número de hojas, número de frutos, longitud de frutos, diámetro de frutos, número total de frutos por hectárea y rendimiento total.

Los resultados obtenidos muestran que para porcentaje de emergencia, altura de plantas, número de frutos por planta, número de frutos por hectárea y rendimiento total, el híbrido Sprint 440 superó a los otros tres híbridos, destacando un rendimiento de 37.41 ton/ha; por otro lado cabe mencionar que

para las variables número de hojas, diámetro y longitud de frutos, el híbrido Turbo fue superior a los otros tres.

I. INTRODUCCIÓN

Para la economía agrícola del país, el subsector de producción de hortalizas reviste una particular importancia. La contribución de divisas y la generación de empleo rural, lo ubica como una de las actividades más relevantes dentro de nuestra agricultura. Entre otras, la actividad productiva de pepino es, sin duda, de las más notables. Actualmente, México es el segundo exportador mundial de esta hortaliza y el primer proveedor del mercado norteamericano de pepino. Los estados del noroeste del país, reúnen cualidades climatológicas que han permitido un desarrollo perdurable de la actividad hortícola aprovechando las ventajas que le proporciona la cercanía del mercado estadounidense y la explotación de un nicho para hortalizas de invierno.

En México, la agricultura protegida ha tenido un gran impacto sobre los sistemas de producción, ya que ha transformado por completo los patrones de producción y control de calidad. Cada vez el uso de acolchados plásticos en los cultivos es más común, especialmente en aquellos con alto potencial económico que compensan la inversión inicial requerida.

Aunado a ello, es de distinguir el papel de organización de la producción, y la comercialización internacional que han tenido históricamente las diversas asociaciones de productores de estos estados.

Las hortalizas tienen en el pepino uno de los mercados internacionales con mayor potencialidad de expansión. Este adquiere relevancia si se considera que el competidor más importante para México lo constituye el estado de Florida, proveedor importante pero sometido a controles de contaminación ambiental que impiden el crecimiento de la producción. Así, las dos formas de producción existentes en México; la de "vara" y la de "suelo", están sufriendo modificaciones para poder aprovechar la demanda creciente de los norteamericanos.

De hecho lo que se tiene ya es una transición franca del cultivo en superficie abierta hacia producción de invernadero, lo que permite un sinnúmero de ventajas en el control de calidad y también notables rendimientos. El cultivo de hortalizas es un buen ejemplo de lo que puede hacer la producción con técnica innovadora y la organización de la comercialización.

De acuerdo a lo antes mencionado, el presente trabajo está enfocado a la evaluación de cuatro híbridos de pepino (Cortez, Dasher II, Turbo y Sprint 440) durante el ciclo Otoño-Invierno bajo condiciones de Invernadero.

Objetivo

Determinar el comportamiento de los cuatro híbridos de pepino y cual de ellos presenta mayor rendimiento bajo las condiciones de invernadero durante el ciclo Otoño-Invierno.

Hipótesis

Al menos uno de los híbridos tendrá mejor respuesta en rendimiento que los demás, bajo ciclo fuera de temporada.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

El pepino se considera originario de Asia y Africa, utilizándose para la alimentación humana desde hace más de 3,000 años. Fue introducido a China en el año 100 a. c. y posteriormente a Francia en el siglo IX. En Inglaterra, su cultivo comenzó a generalizarse a partir de 1327, y posteriormente pasaría a los Estados Unidos. En nuestro país, es posible encontrar antecedentes en la producción de pepino desde principios del siglo pasado. De hecho, la historia en México señala que en Sinaloa en el año de 1927, fue cuando se envió el primer tren con mercancías de exportación a los Estados Unidos, de entre las diversas hortalizas que lo componían, se encontraba ya el pepino. Sin embargo, no es sino hasta después de la primera mitad del siglo, cuando la producción del pepino en nuestro país toma realmente un carácter comercial, y su potencial como producto de exportación es evidente (Claridades Agropecuarias 1998).

La industria de exportación de hortalizas en México se estableció originalmente con empresarios y capital de los Estados Unidos. La caída del gobierno del dictador Fulgencio Batista y la llegada de Fidel Castro (1957) al gobierno cubano, originaron que los capitales de los inversionistas

norteamericanos, dedicados en la isla caribeña a la producción de hortalizas de invierno (particularmente chile bell y pepino), buscaran nuevos lugares donde establecer zonas productoras que permitieran la satisfacción de la demanda (Claridades agropecuarias, 1998).

En un principio, estos inversionistas visualizaron el estado de Yucatán como una alternativa viable para el establecimiento de las regiones productoras, sin embargo la alta humedad, así como la excesiva temperatura y las características del suelo, fueron los impedimentos para el desarrollo de este sector (Claridades agropecuarias, 1998).

Frente a estas limitantes, nuevas posibilidades la representaron los estados del noroeste del país, ofreciendo varias ventajas para la producción de esta hortaliza como fueron: a) suelo y microclimas ideales para el cultivo del pepino b) la cercanía con la frontera norteamericana, ya que el factor distancia fue determinante para la expansión del cultivo en el estado de Sinaloa (Claridades agropecuarias, 1998).

De esta forma, a partir de la década de los sesenta, se descubrió el alto potencial que tenía el pepino no sólo en la generación de divisas para el país, sino también en la producción de empleos para estas regiones. La adaptabilidad de esta hortaliza en la región noroeste del país, permitió que se extendiera a diversas regiones del país como Michoacán, Morelos, Veracruz,

Baja California, Guanajuato, Jalisco, etc., aunque estas regiones no necesariamente exportan (Claridades agropecuarias, 1998).

2.2 Importancia del Pepino en las Hortalizas Nacionales

Las hortalizas en nuestro país, constituyen uno de los subsectores en la agricultura nacional que guarda una singular importancia debido a tres factores: a) el alto valor de la producción, ya que es una de las áreas en las que los costos de producción y la inversión son elevados. b) las divisas que genera para el país, ya que una parte importante de la producción tiene una acentuada vocación exportadora. c) su capacidad generadora de empleos, la cual es muy superior a otros productos, por ejemplo se considera que una hectárea de riego dedicada al maíz, demanda 51 días-hombre al año, mientras que en las hortalizas el promedio se triplica a 165 días-hombre al año. Sin embargo, esta importancia no es directamente proporcional a las superficies que se destinan a este subsector, un estudio reciente señala que México destina de 2.9 a 3.7 por ciento de su superficie agrícola a la horticultura, y que el porcentaje de superficie de riego utilizada para este fin apenas alcanza 10 por ciento (Claridades agropecuarias, 1998).

De igual forma, existe una concentración de los volúmenes de exportación en pocas hortalizas. Así, es posible señalar que el jitomate, melón y sandía, pepino y chiles integran cerca del 70 por ciento del volumen exportado

a los Estados Unidos, considerado como nuestro principal socio comercial (Claridades agropecuarias, 1998).

Es aquí donde se hace especial referencia al pepino, considerado como uno de los productos que tradicionalmente se han producido en la parte noroeste del país, para el mercado de exportación. Cuando hablamos de la exportación de pepino es importante señalar que este se realiza en dos variedades, la del pepino para mesa y la del pepinillo.

En caso del primero, es el de mayor importancia, ya que cerca del 80 por ciento del total de los volúmenes exportados (de pepino y pepinillo) pertenecen a este tipo. En el caso del pepinillo, participa con alrededor del 20 por ciento, y aunque si bien la exportación se realiza en fresco, su principal destino es la agroindustria (Claridades agropecuarias, 1998).

2.3 Importancia del cultivo

En cuanto a las cucurbitáceas, esta hortaliza ocupa en nuestro país el cuarto lugar por la superficie sembrada. En México se reporta una superficie sembrada de 14,699 Ha, el rendimiento promedio nacional para 1998 fue de 11.3 toneladas por hectárea, distribuidas en los siguientes estados productores, destacando Sinaloa, Michoacán y Morelos, que concentran el 85.5 % de la superficie nacional sembrada (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Estados y superficie sembrada de pepino en México.

| Estados | Superficie (ha) | Rendimiento (ton/ha) |
|----------------|------------------------|-----------------------------|
| Sinaloa | 4,268 | 30.4 |
| Michoacán | 2,255 | 17.0 |
| Morelos | 1,125 | 10.3 |
| Sonora | 476 | 10.9 |
| Guanajuato | 469 | 10.0 |
| Puebla | 366 | 12.5 |
| Edo. de México | 310 | 10.2 |
| Guerrero | 255 | 20.3 |
| Tamaulipas | 200 | 9.5 |
| Jalisco | 177 | 12.0 |
| Otros | 593 | 14.2 |

Fuente: INEGI, 1998

2.4 Requerimientos de suelo y fertilización

El pepino se adapta a cualquier tipo de suelo, prefiriendo los francos arenosos con buen contenido de materia orgánica y drenaje. En cuanto al pH está clasificado como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, manifestando un rango de pH 5.5 – 6.8. Por lo que se refiere a salinidad, está considerada como medianamente tolerante, con valores de 2560 a 3840 ppm (4 a 6 dS⁻¹) (Valadez, 1998).

Los suelos que van mejor a este cultivo son los de textura media, arenosa-arcillosa. Como se desarrolla en poco espacio de tiempo y es muy productiva necesita suelos de gran fertilidad. En terrenos flojos es muy precoz, aunque la producción no es elevada; en los suelos fuertemente arcillosos la recolección se retrasa, pero los rendimientos son altos. Como es una planta que necesita humedad en el suelo, pero no admite los encharcamientos, requiere terrenos que drenen bien y puedan regarse con frecuencia. El pH idóneo es de 6 a 7.2 (Serrano, 1979).

Admite una amplia gama de suelos, aunque a los que mejor se adapta es a los de textura media, arenosa-arcillosa, con buen drenaje y suficiente materia orgánica. El pH idóneo para este cultivo está comprendido entre 5.5 y 7. Soporta medianamente la salinidad, cuando ésta es elevada las plantas sufren un crecimiento más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos. Si la concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades (Guzmán y Sánchez, 2000).

2.5 Requerimientos de Clima

Para la germinación adecuada del pepino se necesitan temperaturas de: mínima; 12°C, óptima; 30°, máxima; 35° C (Serrano, 1979).

El pepino es una hortaliza de clima cálido, por lo que no tolera heladas. La temperatura para su desarrollo oscila entre 18° C y 30° C, siendo la óptima de 25° C. Si se presentan temperaturas menores de 14° C se detiene su crecimiento (Thompson y Kelly, 1959; Whitaker y Davis, 1962; Guenko, 1983).

El pepino es un cultivo de estación cálida que requiere una temperatura del suelo al menos de 12° C para su germinación. La tasa de crecimiento en el cultivo se incrementa constantemente si la temperatura aumenta a 25° C (Asgrow, 1984).

El pepino es una planta de clima cálido, adaptada a las altas temperaturas por lo que no tolera heladas, a altas temperaturas se presenta una germinación más rápida (Castaños, 1993).

Temperaturas durante el día que oscilen entre 20 y 30° C apenas tienen incidencia sobre la producción, aunque se recomienden temperaturas durante el día algo más elevadas, hasta 25° C, así mayor es la producción precoz. Por encima de los 30° C se observan desequilibrios en las plantas y si la temperatura nocturna baja por debajo de los 17° C ocasionan malformaciones en hojas y frutos. El umbral mínimo nocturno es de 12° C y a 1° C se produce la helada de la planta (Guzmán y Sánchez, 2000).

En cuanto a la extracción de nutrimentos del suelo, se reporta la siguiente información en relación con la parte de la planta y su rendimiento (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Necesidades nutrimentales del pepino.

| Parte de la planta | Rendimiento (ton/ha) | N (Kg/ha) | P (Kg/ha) | K (Kg/ha) | Ca (Kg/ha) | Mg (Kg/ha) |
|--------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Frutos | 14.87 | 13.44 | 4.48 | 23.52 | 2.24 | 2.24 |
| Hojas y tallos | 7.94 | 33.6 | 8.96 | 41.44 | 32.48 | 6.72 |

Fuente: L. K. Wilkins; citado por Valadez, 1998

2.6 Situación actual del sistema de fertirrigación

El sistema de fertirrigación es, hoy por hoy, el método más racional para realizar una fertilización optimizada y respetar el medio ambiente dentro de la denominada agricultura sostenible (Cadaña, 1998).

El riego localizado presenta numerosas ventajas respecto al sistema de riego tradicional en relación a la utilización de aguas salinas y al ahorro de agua. Sin embargo, en los últimos años se ha demostrado que las mayores posibilidades de este sistema de riego se centran en la utilización como vehículo de una dosificación racional de fertilizantes. Es decir que ofrece la posibilidad de realizar una fertilización día a día, en función del proceso

fotosintético y exactamente a la medida de un cultivo, un sustrato y un agua de riego determinados y para condiciones ambientales definidas (Cadaña, 1998).

Por otra parte la dosificación de fertilizantes distribuida durante todos los días del ciclo de cultivo permite hacer frente a los posibles problemas de contaminación que pueden originarse por un exceso transitorio de fertilizantes en el suelo o sustrato (Cadaña, 1998).

2.6.1 Ventajas e inconvenientes

Entre las ventajas del sistema de fertirrigación podemos citar: dosificación racional de fertilizantes, ahorro considerable de agua, utilización de aguas de riego de baja calidad, nutrición optimizada del cultivo y por lo tanto aumento de rendimientos y calidad de los frutos, control de la contaminación, mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes, alternativas en la utilización de diversos tipos de fertilizantes: simples y complejos cristalinos y disoluciones concentradas, fabricación "a la carta" de fertilizantes concentrados adaptados a un cultivo, sustrato, agua de riego y condiciones climáticas durante todos y cada uno de los días del ciclo de cultivo, automatización de la fertilización (Ibarra y Rodríguez, 1997).

Entre los posibles inconvenientes del sistema de fertirrigación podemos citar: alto costo inicial de infraestructura, obturación de goteros, manejo de personal especializado (Ibarra y Rodríguez, 1997).

Las grandes ventajas que aporta el sistema de fertirrigación compensan sobradamente los inconvenientes citados que, por otra parte, pueden tener una solución relativamente simple. El costo inicial se puede amortizar en poco tiempo y la obturación de goteros se puede evitar si se sigue una tecnología de fertirrigación adecuada. El problema de formación del personal se puede resolver mediante cursos de formación y obras de divulgación escrita por los especialistas que pueden informar de sus propias experiencias (Cadaña, 1998).

2.7 Acolchado de Suelos

El acolchamiento ha sido una técnica empleada desde hace mucho tiempo por los agricultores. En sus inicios, consistió en la colocación sobre el suelo de residuos orgánicos en descomposición (paja, hojas secas, cañas, hierba, etc.) disponibles en el campo. El uso de la química provocó que esta antigua práctica se olvidara (Ibarra y Rodríguez, 1997).

Posteriormente, con el uso del plástico en la agricultura, el acolchado de suelos volvió a cobrar auge debido a sus efectos positivos, mayores que los que se obtenían con la utilización de materiales orgánicos (Rodríguez, 1991).

2.7.1 Situación actual del acolchado de suelos

Actualmente se cuentan con datos que señalan que en México existen 9,000 hectáreas de terreno con acolchado (Pere, et. al. 1997).

2.8 Efectos del acolchado de suelos

Los factores sobre los que se ejerce mayor influencia con esta técnica son: control de malezas, humedad del suelo, temperatura del suelo, estructura física del suelo, fertilización, actividad microbiana (Ibarra y Rodríguez, 1997).

2.8.1 Acción del acolchado sobre el control de malezas

El acolchado de suelos con polietileno negro ayuda a eliminar casi la totalidad de las malezas, excepto algunas como el "coquillo" (*Cyperus rotundus* L.). Este efecto herbicida del plástico negro se debe a su impermeabilidad a la luz, que impide la actividad fisiológica de las malezas. Asimismo, con ésta práctica se evita el uso frecuente de herbicidas comunes, que permiten el crecimiento exuberante de malezas no selectivas a los mismos (Ibarra y Rodríguez, 1997).

El uso de plástico transparente permite que las malezas se desarrollen, según la especie, con más o menos exuberancia si no se toman las precauciones adecuadas, la aplicación correcta del plástico transparente

permite que la temperatura y humedad altas bajo el mismo quemen las malezas germinadas en las primeras fases del desarrollo vegetativo. De este modo, el plástico transparente ofrece su efecto positivo sobre el terreno y sobre la planta (Ibarra y Rodríguez, 1997).

2.8.2 Acción del acolchado sobre la humedad del suelo

La cantidad de agua bajo el plástico es generalmente superior a la del suelo desnudo, salvo en el momento inmediatamente posterior a una lluvia. Con el uso de cualquier tipo de plástico la mayor pérdida de agua es por percolación, tanto en el caso de agua de irrigación como después de una lluvia abundante, ya que con el acolchado se impide la evaporación casi totalmente (Ibarra y Rodríguez, 1997).

Al igual que con la temperatura, los efectos del acolchado sobre la humedad del suelo se logran solamente si este es lo suficientemente amplio en torno a la planta. Este efecto positivo no se determina sólo por la mayor cantidad de agua, sino además por su distribución sobre el perfil del suelo (Rodríguez, 1991).

Al efectuar adecuadamente el suministro de agua de irrigación y explotar las características del acolchado respecto a la humedad del suelo, se mantiene

un régimen hídrico constante muy cercano al óptimo en el terreno (Ibarra y Rodríguez, 1997).

2.8.3 Acción del acolchado sobre la temperatura del suelo

El efecto del acolchado sobre la temperatura del suelo está fuertemente influenciado por el tipo de plástico que se utilice. Por otra parte, para que dicho efecto sea relevante, la faja del suelo acolchado deberá ser suficientemente amplia (Ibarra y Rodríguez, 1997).

Respecto a la temperatura, las características del plástico para acolchar son de manera resumida:

- El PVC obstaculiza más que el polietileno la salida de radiación, provocando mayor calentamiento y mayor efecto de invernadero en el terreno, lo que adelanta la producción.
- El plástico transparente permite el paso de radiación luminosa, que aumenta la temperatura del suelo, lo que favorece el desarrollo de malezas, que deben ser controladas por otros medios.
- El plástico negro absorbe la mayor parte de la radiación, impidiendo el desarrollo de malezas pero obstaculizando hasta cierto grado el calentamiento del suelo (Pere et. al. 1997).

2.8.4 Acción del acolchado sobre la fertilización

La temperatura y la humedad del suelo, en asociación con la naturaleza físico-química de este último, condicionan la actividad de la flora microbiana y la reacción bioquímica y química del terreno, influyendo decididamente, en sentido positivo o negativo, sobre la infiltración. Por lo que respecta a la temperatura, su valor límite para retener la nitrificación se encuentra entre 45 y 52° C, con una situación óptima que varía, según el terreno (de muy suelto a muy compacto), entre 25 y 45° C. Además, el terreno desnudo necesita de una saturación hídrica elevada, que varía entre 60 y 80 % para que exista una buena nitrificación. Estos límites de temperatura y humedad son fácilmente obtenibles por medio del acolchado; el abono nítrico queda a disposición de la planta en gran parte bajo el acolchado y con suministro de agua de irrigación; la percolación, que es causa de fuertes pérdidas de abonos nítricos por lavado, es reducida al mínimo (Ibarra y Rodríguez, 1997).

Linares (1992), estudió el efecto del acolchado en la movilización de nutrimentos en el cultivo de pepino. Los resultados fueron que el acolchado incrementó la disponibilidad de nitrógeno, calcio y magnesio aprovechable, a excepción del potasio que en su mayoría se vio reducido. La eficiencia en el uso de fertilizante se vio afectada por el uso del acolchado, registrando un incremento de 8.3 y 10.0; 10.5 y 15.3 % para nitrógeno y calcio en los acolchados con polietileno transparente y negro respectivamente en comparación con el testigo (no acolchado).

2.8.5 Acción del acolchado sobre la actividad microbiana

La actividad de la microflora del suelo es condicionada por el estado físico, la humedad y la temperatura, factores influenciados por el acolchado (Ibarra y Rodríguez, 1997)

La actividad microbiológica, sobre todo en el proceso de transformación, favorece la producción de anhídrido carbónico bajo el polietileno; se ha observado que bajo este último es cuatro veces mayor que en terreno descubierto (Rodríguez, 1991).

2.9 Ventajas económicas del acolchado de suelos

Los beneficios del acolchado de suelos con películas plásticas son: producción de cosechas tempranas, altas producciones, supresión de labores culturales (aporques, deshierbes, etc.) (Rodríguez, 1991).

2.9.1 Producción de cosechas tempranas

Un elemento de gran interés respecto al acolchado de suelos con plástico es su uso para adelantar el desarrollo y madurez de cultivos, que pueden ser introducidos al mercado antes que los productos no acolchados (Ibarra y Rodríguez, 1997).

Existen dos ventajas en las cosechas tempranas: que pueden atraer un mejor precio que el usualmente ofrecido por ser producidas antes que la principal estación empiece en el mercado, y en segundo lugar que esto continuamente puede ser considerado de importancia económica por los productores, asegurando su contacto con el comprador y la venta de sus productos en el mercado (Ibarra y Rodríguez, 1997).

En resumen, la anticipación a cosecha con el acolchado plástico varía desde 3 hasta 28 días promedio, dependiendo del cultivo y de la estación de crecimiento (Rodríguez, 1991).

2.9.2 Producción de altos rendimientos

En algunos cultivos el ciclo vegetativo determina el grado de desenvolvimiento de la planta y, finalmente, el rendimiento producido. Cuando el acolchado plástico es usado en plantaciones tempranas, o para acelerar el grado de desarrollo de los cultivos, pueden observarse altos rendimientos; en esos casos el rendimiento extra incurrirá en costos extras de labores de cosecha, de empaque, de transporte y acarreo, pero el mercadeo adicional retorna al productor para amortizar los costos de inversión (Ibarra y Rodríguez, 1997).

El incremento en la producción mediante el acolchado de suelos puede oscilar desde 20 hasta 200 % con respecto a los métodos convencionales de cultivo (Ibarra y Rodríguez, 1997).

2.9.3 Supresión de labores (aporques, deshierbes)

El plástico negro puede ser usado para acolchar a nivel del suelo, con la ventaja de que constituye un buen control de malezas alrededor de las plantas cultivadas. En algunos casos, y especialmente donde los herbicidas no son efectivos, es viable que el cultivo provisto de acolchado tenga una respuesta satisfactoria al problema de control de malezas (Rodríguez, 1991).

Se ha afirmado en algunos trabajos que los herbicidas bajo acolchado son más efectivos, porque el aumento en la humedad del suelo provoca una mejor distribución del material activo; de manera similar, es menos probable que ocurra la lixiviación del herbicida. Lo anterior representa un argumento de peso para reducir la aplicación de herbicidas cuando se utilizan plásticos transparentes, aunque con un manejo apropiado del acolchado el control de malezas es siempre mayor que en suelos no acolchados (Rodríguez, 1991).

El suelo acolchado con plástico presenta una estructura ideal para el desarrollo de las raíces; éstas se hacen más numerosas y más largas en sentido horizontal, ya que el sistema radicular de las plantas, al encontrar humedad suficiente a poca profundidad y un suelo bien mullido, se desarrolla

más lateralmente que si tuviera que buscarla a grandes profundidades, en cuyo caso su crecimiento sería longitudinal, pero en sentido vertical (Rodríguez, 1991).

Con el aumento de raíces la planta asegura un mejor anclaje, lo que consecuentemente impide los aporques (Ibarra y Rodríguez, 1997).

Todos los plásticos empleados en el acolchado consiguen incrementar la temperatura del suelo durante el día, a excepción del blanco y el aluminizado que reflejan la luz. El plástico negro es el que peor retiene el calor durante la noche. El plástico blanco aumenta considerablemente la cantidad de luz aprovechable por las plantas (Rodríguez, 1991).

2.10 Características de algunos plásticos

En la agricultura se usan plásticos transparentes cuyas ventajas son: aumenta la temperatura del suelo durante el día, precocidad, mejor uso del agua; negros, que impide el crecimiento de malas hierbas, mejores cosechas, mejor uso del agua; térmico-opaco, que retiene el calor durante la noche, impide el crecimiento de malas hierbas, mejor uso del agua y el blanco y negro, que impide el crecimiento de malas hierbas, mejores cosechas, refleja la luz sobre la planta, mejor uso del agua (Pere, et. al. 1997).

Los beneficios del acolchado son extremadamente visibles en las regiones áridas y, por lo tanto, su uso es imprescindible para el mantenimiento de una agricultura sostenible (Pere, et. al. 1997).

2.11 Invernaderos

Se define al invernadero como una construcción de madera o de hierro u otro material, cubierta con cristales, provista por lo general de calefacción que, a veces, está iluminada artificialmente y en donde se pueden cultivar hortalizas tempranas, flores y plantas verdes, en época en las que la temperatura y la luz del lugar en donde se está cultivando serían insuficientes para su crecimiento y su fructificación Gorini citado por Alpi (1999). Actualmente tenemos que en México existen 1,200 Ha bajo invernadero.

Los invernaderos o abrigos son construcciones agrícolas que tienen por objeto la producción sistemática y fuera de estación de productos hortofrutícolas, convirtiéndose en instrumento de trabajo que permite controlar eficazmente los rendimientos en calidad y cantidad (Quezada, 1997).

2.12 Importancia de los Invernaderos

La producción en invernaderos, es un sistema de producción capaz de obtener cosechas fuera de la época normal en la que aparecen en el mercado (Matallana y Montero, 1995).

2.12.1 Ventajas

Las principales ventajas que aportan los invernaderos sobre los cultivos allí desarrollados son los siguientes:

Precocidad de cosecha (se acorta el ciclo vegetativo), aumento en rendimiento (3-5 veces mayor que los obtenidos en plantaciones al aire libre), posibilidad de obtener cosechas fuera de época, frutos de mayor calidad (limpios, sanos, uniformes, etc), ahorro de agua (la evaporación es mínima), mejor control de plagas y enfermedades, posibilidad de instalaciones de riego automático, siembra de variedades selectas con rendimiento máximos, posibilidad de obtener en la misma parcela de cultivo, dos o tres cosechas al año (Quezada, 1997).

En los invernaderos, se cultiva en mejores condiciones que al aire libre. El desarrollo de cultivos en invernadero obliga a definir los factores principales de la producción; el clima, el tipo de cultivo, la competencia. Su importancia radica en que se aprovecha la protección de la cubierta y la radiación solar para la producción de cultivos (Pere, et. al. 1997).

Los límites productivos están determinados por la potencialidad genotípica y condiciones ambientales. Entre las causas que impiden la expresión completa del potencial productivo están claramente las enfermedades y los parásitos, pero una causa determinante la constituyen las condiciones no

favorables del suelo. En este sentido se afirma que los invernaderos representan la tentativa de acercar el rendimiento de un cultivo al máximo consentido por la expresión del genotipo, al eliminar la aleatoriedad del clima y acercar el ambiente a las condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas (Alpi y Tognoni, 1999).

2.13 Trabajos realizados en pepino en condiciones de invernadero.

Petkeviniene (1977), reporta que en un estudio de pepino, cuya siembra consistió en plantar hileras dobles y sencillas establecidas con acolchado de suelos bajo invernadero, los resultados obtenidos fueron que con el uso de acolchado se incrementó la producción total de 15.3 a 24.7 %. También se obtuvo un desarrollo del área foliar de 38.9 a 43.8 %, además hubo un adelanto en la producción de 38.2 a 41.3 % en comparación con el testigo.

Serrano (1979), menciona que la producción media que se obtiene en invernadero es de unos 15 kilos por metro cuadrado no siendo difícil llegar a los 25 y hasta 30 kilos.

Wells (1984), estudió el efecto del acolchado de suelo bajo invernadero en varios años en los cultivos de tomate, pepino, chile y rábano. Los resultados encontrados fueron que en invernadero, la producción de la mayoría de los cultivos se incrementó notablemente con el uso del acolchado en relación al testigo (no acolchado), debido al incremento de la intensidad lumínica como

resultado de la cubierta del suelo usando un acolchado con plástico blanco reflectivo. En cuanto al verano, la producción de pepino y berenjena no fue afectada por el acolchado, sin embargo, el pepino y pepinillo mostraron buena respuesta al acolchado.

Carter y Johnson (1988), evaluaron cinco diferentes tipos de materiales de acolchado en berenjena, los tratamientos evaluados fueron: agujas de pino, periódico, plástico negro y no acolchado; encontraron que en un año con limitadas precipitaciones los tratamientos acolchados incrementaron un crecimiento significativo en relación al testigo (no acolchado), el acolchado no afectó el pH del suelo, contenido de nutrientes en las hojas y temperatura del suelo. El plástico negro incrementó los rendimientos significativamente comparado con el testigo.

Quezada et. al. (1991), reporta que en un estudio de pepino (*Cucumis sativus* L.) donde los tratamientos evaluados fueron 4 variedades de pepino, 2 de tipo pickle 1) Triple crown 2) Prince Hy y 2 de tipo corto 3) Sprint 440 y 4) Raider. Todos los tratamientos se establecieron con acolchado de suelo, riego por goteo bajo condiciones de invernadero, usando plástico negro-opaco de 35 micras (cal 140) y utilizando una fertilización de 500-300-700-150-350 de N-P-K-Ca-Mg respectivamente. Encontraron que los rendimientos fueron altos en las 4 variedades y no hubo diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo, en las variedades de tipo pickle, la Triple crown superó en 10 toneladas a la Prince Hy y en las variedades de tipo corto la Sprint 440 (s) se comportó mejor

que la Raider, superándola con 13 toneladas. En relación con la altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas no mostraron diferencia significativa entre variedades del mismo tipo.

Ramírez (1991) menciona que en los meses fríos (noviembre y enero) en Sinaloa, el plástico transparente y el negro elevan la temperatura, principalmente el negro, lo cual adelanta la germinación y la cosecha entre 7 y 15 días, principalmente en los cultivos de cucurbitáceas como pepino, melón, sandía y calabacita. Pero en los meses calientes, el cultivo de chile, tomate y berenjena pueden sufrir estrangulamiento en el cuello al nivel del suelo, lo cual puede confundirse con la secadera (damping off), en este tiempo se recomienda mejor el uso de acolchados blancos que son más fríos y disminuyen la temperatura a los plásticos coextruídos que tienen color blanco hacia arriba y color negro hacia abajo. Los plásticos plateados y el negro controlan mejor los insectos vectores de virosis en la planta como son mosquita blanca, pulgones, chicharritas y trips.

Díaz (1999) menciona que al evaluar tres híbridos de pepino (Conquistador, Cortez y Sprint 440), bajo acolchado plástico y fertirrigación durante el ciclo Otoño-Invierno, encontró que el Sprint 440 fue muy superior en cuanto a rendimiento, en comparación con los demás tratamientos, al igual que para la variable; número de frutos por planta, no siendo así para las variables, diámetro de tallo, diámetro de fruto, longitud de frutos en las cuales no mostró

un buen comportamiento, el asume que esto pudo haber sido por las condiciones poco adecuadas para un buen desarrollo del mismo.

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Características Generales del Área del Experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), el cual se encuentra localizado al noreste de la ciudad de Saltillo Coahuila, en las coordenadas geográficas de 25° 27' latitud norte y 101° 02' de longitud oeste con una altitud promedio de 1610 msnm.

El clima de la región se define, de acuerdo a Köpen modificada por García (1973), para la adaptación de climas de la República Mexicana como un clima seco con verano cálido-templado, con una temperatura media anual entre 12 y 18° C, posee un régimen de lluvias intermedio entre el verano y el invierno, codificándose el clima con la formula: BsoK(X')(e). La evaporación promedio anual de 178 mm, siendo los meses de Mayo y Junio los de mayor intensidad. La precipitación media anual es de 365 mm y los meses más lluviosos son los comprendidos entre Junio y Septiembre, de los cuales el más lluvioso es el mes de Julio.

El suelo es un Calcisol (FAO-UNESCO, 1994) con las características físico-químicas siguientes (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1 Características del suelo del campo experimental del CIQA.

| PROPIEDAD | VALORES. |
|--------------------------------|---------------------------|
| pH | 8.1 medianamente alcalino |
| C. E. (milimhos/cm) | 3.7 ligeramente salino |
| Materia Orgánica (%) | 2.38 medianamente rico |
| Nitrógeno total (%) | 0.119 medianamente pobre |
| Potasio intercambiable (kg/ha) | 35.0 muy pobre |
| Fósforo aprovechable (kg/ha) | 37.35 mediano |
| Carbonatos totales (%) | 40.00 alto |
| Arcilla (%) | 42.00 |
| Limo (%) | 45.40 |
| Arena (%) | 12.60 |
| Textura | Arcilloso - Limoso |
| Densidad aparente (g/cc) | 1.25 (0 - 20) |

3.2 Material Vegetativo

Se utilizaron cuatro híbridos de pepino que son: Cortez, Sprint, Dasher y Turbo de la casa comercial Petoseed, cuyas características son: **CORTEZ**; es un híbrido ginóico, se ha comportado muy bien en cultivos bajo plástico o suelo descubierto. Es resistente y tolerante a mancha angular, antracnosis raza 2, virus mosaico del pepino, virus mancha angular de la papaya, cenicilla polvorienta, roña, virus mosaico de la sandía y virus mosaico amarillo de la calabaza. Además de vigorosa, establece una calidad de fruta temprana y una buena longitud. Altamente productivos y concentrado en maduración de frutos

muy uniformes en forma y de color oscuro muy atractivos, de alto empaque de superselectos. **SPRINT**; este híbrido es altamente ginoico, con excelente potencial de producción. Tiene un desarrollo rápido y un amplio rango de adaptación, es resistente o tolerante a una gran variedad de enfermedades. Es de floración temprana, produciendo frutos uniformes y de buena longitud, de color oscuro. **DASHER II**; pepino híbrido de tipo ginoico con fruto de color verde oscuro, uniformes debido a su pequeña cavidad de semillas, la que permite que se mantengan firmes por más tiempo. Dasher produce de 2 a 3 veces más que las variedades de polinización abierta. Planta vigorosa de comportamiento excepcional en climas tropicales. Resistente/Tolerante a CMV, S, DM, PM, A-2, ALS.

TURBO; híbrido de pepino con frutos de excelente calidad, de color verde oscuro, planta vigorosa, produce frutos uniformes y de buen tamaño.

3.3 Diseño experimental

El presente trabajo se realizó bajo un diseño en bloques completamente al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones cada uno. Para realizar el análisis estadístico, el cual consistió en el análisis de varianza (ANVA) y comparación de medias (Tukey, $p \leq 0.05$), se usó el programa de computadora de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, (Olivares, 1994).

La superficie en donde se estableció el experimento fue en invernadero de doble capilla con cubierta de plástico calibre 720 (180 micras de espesor) con una superficie de 1250 m², el marco de plantación fue de 1.50 m entre hileras y 0.30 m entre plantas con una longitud de surcos de 9 metros, siendo un total de 40.5 m² por unidad experimental.

Los tratamientos fueron:

T1= CORTEZ

T2= DASHER

T3= TURBO

T4= SPRINT 440

3.4 Metodología del experimento

Se realizó el laboreo del suelo, el cual consistió en barbecho a 30 cm y rastra cruzada.

Una vez efectuado lo anterior se delimitó el terreno a utilizar con la ayuda de estacas de madera, cinta métrica y rafia de polipropileno.

Se hicieron las camas de siembra en forma manual, a una distancia de 1.50 metros por 9 metros de longitud, siendo un total de 3 camas por unidad experimental, de las cuales las camas centrales constituyeron las parcelas de evaluación.

El sistema de riego utilizado fue por goteo, por medio de cintilla la cual fue colocada en el centro de cada cama, la cinta utilizada fue del tipo T-tape de 8 milésimas de pulgada de espesor y con una gasto de 250 litros por hectárea por cada 100 metros de cinta.

La conexión de las cintas a las líneas de riego de poliducto hidráulico de una pulgada de diámetro se realizó mediante un tubing y se utilizaron además conectores de tipo omni.

Efectuado lo anterior se procedió a realizar el acolchado, este se colocó en forma manual, el plástico utilizado fue el color negro calibre 125 (31.25 micras de espesor).

Una vez colocado el plástico, se procedió a efectuar las perforaciones sobre la película, la cual se realizó con la ayuda de un tubo de dos pulgadas de diámetro, el cual se calentó previamente para que sellara los bordes de la perforación, evitando así que se rasgara.

La siembra se realizó el día 24 de Septiembre de 2001 durante el ciclo Otoño-Invierno, colocando dos semillas por golpe en forma directa, se cubrieron después con una delgada capa de tierra, aplicándose enseguida el primer riego.

Se fertilizó con la dosis 300 - 200 – 450 de N – P – K respectivamente y la aplicación de dos fuentes de Magnesio. Esta formulación se fraccionó en tres

veces por semana durante todo el ciclo de cultivo. La fertilización se realizó a través del agua de riego con la ayuda de un dosificador de fertilizantes venturi.

Las fuentes utilizadas fueron las siguientes: nitrato de amonio ($\text{NH}_4 \text{NO}_3$), ácido fosfórico 85 %, multi NPK, urea (NH_2)₂ CO, sulfato de magnesio y poliquel.

A los 15 días después de la siembra se procedió a raleo o aclareo el cultivo, para ello se dejó una sola planta por cavidad, en este caso se seleccionó la planta que mostró mayor vigor y libre de enfermedades. Esto se realizó cuando en el suelo había una humedad adecuada para desprender la planta que fuera descartada, con el máximo cuidado de no dañar a la planta seleccionada.

La colocación de la rafia se realizó entre el 12 de Octubre y el 19 de Octubre. Para ello se usó rafia de polietileno, esta se colocó a 2 metros de altura amarrándose a tensores de alambre sujetos a la estructura del invernadero, además se realizó la poda a un tallo a las plantas. Esta actividad se realizó con el objetivo de evitar que el follaje y los frutos tuvieran contacto directo con el suelo y a la vez permitir la penetración del aire y luz adecuados.

Para evitar la diseminación de enfermedades y alojamiento de hospederos de plagas se efectuaron labores de deshierbe en los pasillos entre las camas y en las cabeceras.

Esta actividad se realizó en forma manual en la base de las plantas y con la ayuda de una azadón entre los surcos. Esto se llevó a cabo cada que se detectó la presencia de malas hierbas.

El control fitosanitario se realizó de manera preventiva y curativa con productos químicos de baja residualidad y toxicidad, durante todo el ciclo de cultivo, esto con la finalidad de evitar daños por plagas y enfermedades que pudieran afectar la producción.

Algunas plagas que se presentaron en el cultivo fueron; minador de la hoja, mosquita blanca, pulgón y al final del ciclo del cultivo se presentó la cenicilla polvorienta.

Los productos químicos más usados fueron; Tecto 60, Inex, Aflix, Cupertron, Methomyl, Thionex, Coraza, Promyl, Azinfos 35 pH, Thiodan, Bionex, Trevanil, entre otros, mismos que se aplicaron de forma directa a las plantas con la ayuda de una mochila aspersora manual de 18 litros de capacidad.

Las variables evaluadas fueron:

Porcentaje de emergencia: la toma de datos de emergencia se inició a partir de los 4 días después de efectuada la siembra, para ello se tomaron los datos en cada uno de los tratamientos y en cada repetición.

Las lecturas dejaron de tomarse 10 días después de la siembra cuando en promedio se presentó el 60 - 80 % de plántulas emergidas por repetición, posteriormente estas cifras fueron transformadas en porcentaje para comparar los tratamientos.

Altura de plantas: para la medición de esta variable se tomaron 3 plantas por tratamiento y repetición, para ellos se identificaron mediante etiquetas de plástico que se colocaron en la base de las plantas seleccionadas, para la medición se utilizó una cinta de 3 metros de longitud, iniciándose la medición a los 35 días después de la siembra y las posteriores mediciones se hicieron cada semana, siendo la última lectura tomada el 17 de Diciembre de 2001.

Diámetro de tallo: la medición de esta variable se realizó en las mismas plantas seleccionadas para la altura, utilizando un vernier, para ello se colocó dicho vernier en el tallo de las plantas aproximadamente a 3 cm de la superficie del suelo, esto se realizó en las mismas fechas que para la altura de plantas.

Número de hojas: se evaluó en las mismas fechas que las variables anteriores, contándose la cantidad total de hojas existentes desde la base de la planta hasta el ápice de la misma. Se realizó en las mismas plantas seleccionadas para altura y diámetro de tallo.

Número de frutos: para esta variable se tomaron en las mismas fechas que las variables anteriores y en las mismas plantas seleccionadas para ello. Se contaron el número total de frutos presentes en cada planta.

Diámetro de frutos: para la evaluación de esta variable se tomaron 5 frutos al azar, por cada tratamiento, se tomaron las lecturas con la ayuda de un vernier de precisión, las lecturas se tomaron aproximadamente a la mitad de cada fruto.

Longitud de frutos: para la evaluación de esta variable se midieron los mismos 5 frutos tomados para medir el diámetro, para ello se utilizó una cinta graduada.

Rendimiento total: este se obtuvo pesando el total de frutos obtenidos en cada bloque por cada tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Porciento de Emergencia

En la figura 4.1 se muestra el porcentaje de emergencia del pepino a los 4, 5, 6, 7, 8, 9, y 10 días después de la siembra y en el cuadro 4.1 el análisis de la comparación de medias. A partir de ellos se puede determinar que el análisis estadístico no muestra diferencia estadística significativa entre tratamientos y que el porcentaje de emergencia superior fue el del híbrido Sprint 440, sobre el híbrido Dasher (de menor emergencia), con 14.08, 23.24, 22.0, 7.90, 19.26, 17.48 y 16.39 %, en todos los muestreos respectivamente.

Cuadro 4.1 Comparación de medias del porcentaje de emergencia de pepino en invernadero.

| Días | | | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tratamiento | % | | | | | | |
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Cortez | 20.90 | 41.38 | 52.59 | 57.09 | 61.46 | 63.24 | 65.29 |
| Dasher | 15.15 | 32.09 | 42.20 | 50.13 | 50.95 | 54.63 | 56.55 |
| Turbo | 17.48 | 41.66 | 54.23 | 56.96 | 60.92 | 65.02 | 65.70 |
| Sprint 440 | 29.23 | 55.32 | 64.20 | 68.02 | 70.21 | 72.11 | 72.94 |
| Significancia | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS |
| C V. | 66.38 | 30.40 | 24.48 | 31.46 | 27.91 | 14.05 | 14.96 |

(Tukey $p \leq 0.05$)

Se puede observar que en ninguno de los híbridos se obtuvo un 100 % de emergencia, a pesar de que en el envase de la semilla se menciona que poseen el 95 % de germinación, esto puede ser debido a que el suelo en donde se realizó el experimento contenía una gran cantidad de sales, y de acuerdo a Valadez (1998) el pepino es medianamente tolerante a sales, además se presentó una fluctuación de temperatura dentro del invernadero de manera significativa, ya que osciló entre 15 y 20° C lo que provocó una emergencia no uniforme, si consideramos que Valadez (1998) y Serrano (1979) mencionan que para una óptima emergencia se necesitan temperaturas alrededor de 30° C.

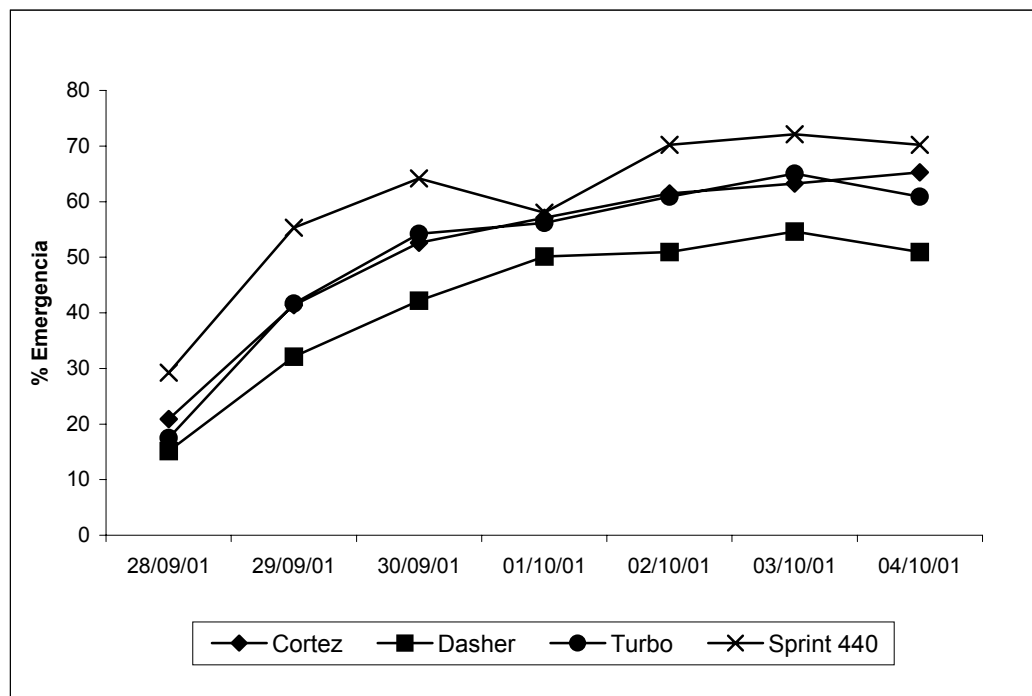


Figura 4.1. Porcentaje de emergencia de pepino en invernadero.

4.2 Altura de Plantas

Se midió la altura a los 35, 58, 70 y 84 días después de la siembra, que coincidieron con el primero, cuarto, sexto y octava evaluación, respectivamente.

De acuerdo al análisis de varianza se observa que en el primer muestreo, no hay diferencia estadística significativa (Cuadro 4.2), pero se puede observar que el híbrido Sprint 440 fue el que presentó mayor altura con respecto a los demás superando con 13.1, 16.8 y 20.68 %, es decir, 7.08, 9.17 y 11.25 cm más que los híbridos Turbo, Cortez y Dasher, respectivamente.

En el segundo y tercer muestreo sí existe diferencia significativa entre tratamientos, ya que de acuerdo a la prueba de medias el híbrido Sprint 440 superó a los demás con 11.97, 12.9 y 13.6 %, lo cual significa 20.83, 22.58 y 23.83 cm, en promedio, a los híbridos Turbo, Cortez y Dasher, respectivamente.

Finalmente en el cuarto muestreo, no se presentó diferencia significativa entre tratamientos, lo cual significa que estos se comportaron de igual forma, sin embargo, en el cuadro se puede observar que la tendencia fue similar a los muestreos anteriores ya que el híbrido Sprint 440 presentó mayor altura al superar con 6.55, 11.01 y 10.63 %; es decir, 14, 23.53 y 22.72 cm, de diferencia a los híbridos Turbo, Cortez y Dasher, respectivamente.

Cuadro 4.2 Comparación de medias para altura de plantas de pepino en invernadero.

| Altura de plantas (cm) | | | | |
|---|-----------|------------------|------------------|-----------|
| Días después de la siembra | | | | |
| Tratamiento | 35 | 58 | 70 | 84 |
| Cortez | 45.24 | 136.91 ab | 166.16 ab | 190.26 |
| Dasher | 43.16 | 136.08 b | 164.49 b | 191.07 |
| Turbo | 47.33 | 137.16 ab | 169.41 ab | 199.79 |
| Sprint 440 | 54.41 | 155.91 a | 192.33 a | 213.79 |
| Significancia | NS | * | * | NS |
| C. V. | 14.81 | 6.33 | 7.02 | 6.23 |
| Tukey ($p \leq 0.05$) | | 19.784 | 26.874 | |

4.3 Diámetro de Tallo

Se midió a los 58, 70, 77 y 84 días después de la siembra. El análisis de varianza muestra diferencia significativa en el primer muestreo y altamente significativas para los demás, de acuerdo a la prueba de medias. En general se observa que en los cuatro muestreos el híbrido Turbo fue el de diámetro de tallo superior a los híbridos Sprint 440, Cortez y Dasher con 3.34, 5.51 y 29.9 %, respectivamente con 0.03, 0.06 y 0.08 cm en promedio (Cuadro 4.3).

Lo anterior difiere a lo encontrado por Díaz (1999), quien al evaluar tres híbridos de pepino (Conquistador, Cortez y Sprint 440), en el ciclo Otoño-Invierno determinó que el Sprint 440 con acolchado negro, sin acolchar y con acolchado transparente, superó con mayores dimensiones a los demás híbridos, y Quezada et. al. (1991) quienes al evaluar cuatro variedades de pepino dos de tipo pickle y dos de ciclo corto, no encontraron diferencia significativa entre tratamientos, aunque esta evaluación fue en el ciclo Primavera-Verano.

Cuadro 4.3 Comparación de medias de diámetro de tallo de pepino en invernadero.

| Diámetro de tallo (cm) | | | | |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Días después de la siembra | | | | |
| Tratamiento | 58 | 70 | 77 | 84 |
| Cortez | 1.0912 ab | 1.1330 bc | 1.1497 b | 1.1887 ab |
| Dasher | 1.0747 b | 1.1162 c | 1.1245 b | 1.1512 b |
| Turbo | 1.1747 a | 1.1915 a | 1.2162 a | 1.2455 a |
| Sprint 440 | 1.1330 ab | 1.1660 ab | 1.1660 ab | 1.2015 ab |
| Significancia | * | ** | ** | ** |
| C. V. | 3.73 % | 1.83 % | 2.26 % | 2.32 % |
| Tukey (p≤0.05) | 0.0921 | 0.0465 | 0.0582 | 0.0613 |

4.4 Número de Hojas por Planta

Esta variable se evaluó a los 35, 58, 70 y 84 días después de la siembra. De acuerdo al análisis de varianza, no hay diferencia significativa entre tratamientos, lo cual significa que el comportamiento de los cuatro híbridos fue similar (Cuadro 4.4) en los cuatro muestreos.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, concuerdan con los resultados obtenidos por Quezada et. al. (1991) quienes al evaluar cuatro variedades de pepino, bajo acolchado plástico, riego por goteo, en invernadero, no encontraron diferencias significativas entre tratamientos en relación con número de hojas.

Cuadro 4.4 Comparación de medias de número de hojas por planta de pepino en invernadero.

| Numero de hojas por planta | | | | |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Días después de la siembra | | | | |
| Tratamiento | 35 | 58 | 70 | 84 |
| Cortez | 6.9995 | 17.4162 | 21.5830 | 26.1662 |
| Dasher | 6.3330 | 16.7497 | 21.1665 | 25.1662 |
| Turbo | 6.6662 | 18.2497 | 22.1662 | 28.4997 |
| Sprint 440 | 7.3330 | 16.8327 | 21.4997 | 26.6665 |
| Significancia | NS | NS | NS | NS |
| C. V. | 9.41 | 5.94 | 6.58 | 6.83 |

(Tukey $p \leq 0.05$)

4.5 Número de Frutos por Planta

Esta variable se evaluó a los 49, 63, 77 y 84 días después de la siembra. En el análisis de varianza hay diferencia altamente significativa entre tratamientos, de acuerdo a la prueba de medias (Cuadro 4.5).

En el primer muestreo se observa que el híbrido Sprint 440 fue superior, con incrementos de 29.79, 44.69 y 68.09 % en promedio más que los híbridos Dasher, Cortez y Turbo, respectivamente y una diferencia de 2 frutos sobre el híbrido Turbo que fue el que menos frutos presentó.

En el segundo muestreo el híbrido Sprint 440 fue superior con incrementos de 30.67, 32.01 y 61.34 % sobre los híbridos Cortez, Dasher y Turbo, respectivamente y una diferencia de 4 frutos sobre el híbrido Turbo.

En el tercer muestreo el comportamiento fue similar al del primer muestreo, solo que con una diferencia de 4 frutos sobre el híbrido Turbo que fue el peor.

En el cuarto muestreo el comportamiento fue similar al tercero pero con incrementos de 15.48, 35.72 y 40.48 %; más que los híbridos Dasher, Cortez y Turbo, respectivamente.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Díaz (1999) quien al evaluar tres híbridos de pepino (Conquistador, Cortez y Sprint 440), encontró que en los primeros muestreos el híbrido Sprint 440 fue el que arrojó mayor número de frutos por planta, aunque en los muestreos restantes no encontró diferencia significativa entre tratamientos.

Cuadro 4.5 Comparación de medias de número de frutos por planta de pepino en invernadero.

| Número de frutos por planta | | | | |
|------------------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Días después de la siembra | | | | |
| Tratamiento | 49 | 63 | 77 | 84 |
| Cortez | 2.1662 bc | 4.3330 b | 4.5830 bc | 4.4997 b |
| Dasher | 2.7497 ab | 4.2495 b | 6.3332 ab | 5.9162 a |
| Turbo | 1.2497 c | 2.4162 c | 3.5830 c | 4.1665 b |
| Sprint 440 | 3.9162 a | 6.2497 a | 7.6665 a | 6.9997 a |
| Significancia | ** | ** | ** | ** |
| C. V. | 22.51 | 13.41 | 19.77 | 10.72 |
| Tukey (p≤0.05) | 1.2538 | 1.2777 | 2.4217 | 1.2779 |

4.6 Diámetro de Frutos

De acuerdo al análisis de varianza, no hay diferencia significativa entre tratamientos por lo que se asume que el comportamiento es igual en todos los tratamientos (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6 Comparación de medias de diámetro de frutos de pepino en invernadero.

| Tratamiento | Diámetro (cm) |
|---|----------------------|
| Cortez | 5.0925 |
| Dasher | 5.0508 |
| Turbo | 5.2616 |
| Sprint 440 | 5.2362 |
| C. V. | 1.96 |
| Significancia | NS |
| Tukey ($p \leq 0.05$) | 0.2230 |

Los resultados obtenidos difieren con los obtenidos por Díaz (1999) quien al evaluar tres híbridos de pepino Cortez, Conquistador y Sprint 440, encontró que el Cortez presentó mayor diámetro en los frutos que el Sprint 440, esto puede ser debido a que el primero presentó mayor capacidad de adaptación que el segundo a las condiciones del ciclo Otoño-Invierno.

4.7 Longitud de Frutos

En el análisis de varianza, se observa que hay diferencia altamente significativa entre tratamientos, de acuerdo a la prueba de medias (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7 Comparación de medias de longitud de frutos de pepino en invernadero.

| Tratamiento | Longitud (cm) |
|---|----------------------|
| Cortez | 22.9625 a |
| Dasher | 21.4207 b |
| Turbo | 23.0532 a |
| Sprint 440 | 21.3231 b |
| C. V. | 1.96 |
| Significancia | ** |
| Tukey ($p \leq 0.05$) | 0.9594 |

Se observa que el híbrido Turbo y el Cortez son iguales, sin embargo, el primero fue el mejor con un incremento sobre el segundo de 0.4 %, 0.09 cm; 7.09 %, 1.6 cm de incremento en longitud sobre el híbrido Dasher y finalmente un incremento de 7.51 %, 1.7 cm sobre el híbrido Sprint 440, que fue el que presentó menor longitud de frutos.

Los resultados obtenidos muestran que el híbrido Turbo fue el mejor, seguido por el Cortez, Dasher y finalmente el híbrido Sprint 440. Se asume que

esto es debido a que las plantas del híbrido Turbo producen frutos de mayor longitud pero menor en número, comparado con el Sprint 440 el cual produce frutos de menor longitud pero en mayor cantidad.

4.8 Número Total de Frutos por Hectárea

En la evaluación de esta variable, de acuerdo al análisis de varianza, se observa que hay diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 4.8)

Cuadro 4.8 Comparación de medias de número total de frutos por Hectárea en de pepino.

| Tratamiento | Número de frutos por hectárea |
|---|-------------------------------|
| Cortez | 68,395 ab |
| Dasher | 86,851 ab |
| Turbo | 54,074 b |
| Sprint 440 | 109,135 a |
| C. V. | 23.99 |
| Significancia | * |
| Tukey ($p \leq 0.05$) | 170.9480 |

De acuerdo a la prueba de medias el híbrido Sprint 440 incrementó el número de frutos en 20.42 %, que son 6,426 frutos sobre el híbrido Dasher; 37.34 %, es decir, 61,111 frutos sobre el híbrido Cortez y 50.46 %, lo que

significa 82,592 frutos sobre el híbrido Turbo que fue el que presentó menor número de frutos (Figura 4.2).

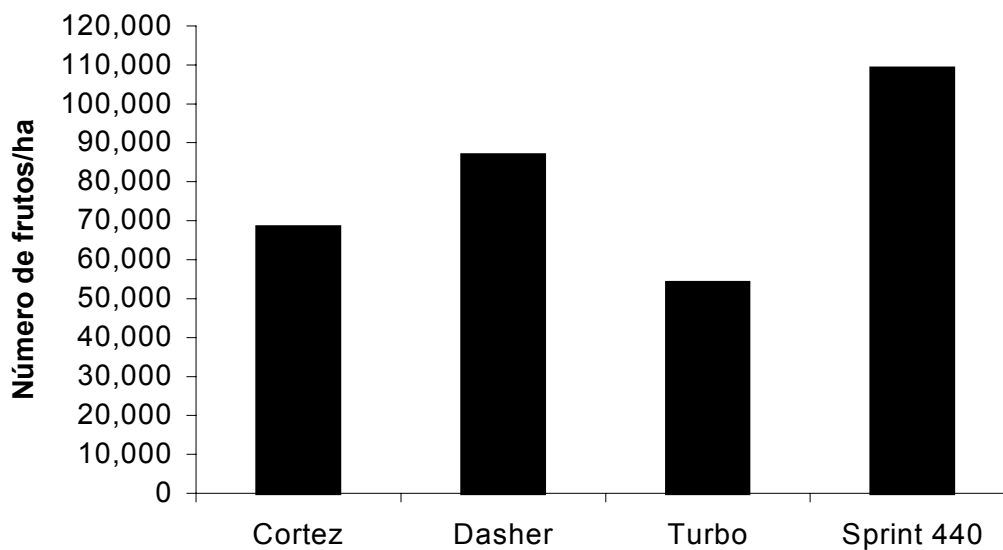


Figura 4.2 Numero total de frutos observados en cuatro híbridos de pepino en invernadero.

Con los resultados obtenidos en esta investigación, se asume que el híbrido Sprint 440 fue superior, seguido por el híbrido Dasher, Cortez y Turbo respectivamente. Esto puede ser debido a que el Sprint 440 presenta plantas de mayor altura por consiguiente su capacidad de producción de frutos es mayor, pero con un tamaño de frutos bajo en comparación con los demás.

4.9 Rendimiento Total

El análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa entre híbridos (Cuadro 4.9).

Cuadro 4.9 Comparación de medias de rendimiento total en diferentes híbridos de pepino en invernadero.

| Tratamiento | Rendimiento (ton/ha) |
|-----------------------|-----------------------------|
| Cortez | 24.12 b |
| Dasher | 27.62 ab |
| Turbo | 19.76 b |
| Sprint 440 | 37.41 a |
| C. V. | 25.60 |
| Significancia | ** |
| Tukey (p≤0.05) | 65.9688 |

El mayor rendimiento lo presentó el híbrido Sprint 440 con 37.41 ton/ha, lo cual representa un incremento de 26.16 % sobre el híbrido Dasher, cuyo rendimiento fue de 27.62 ton/ha. Con 35.52 % más que el híbrido Cortez lo cual representa 24.12 ton/ha y finalmente un 47.26 % de incremento sobre el híbrido Turbo en donde hay 19.73 ton /ha. (figura 4.3).

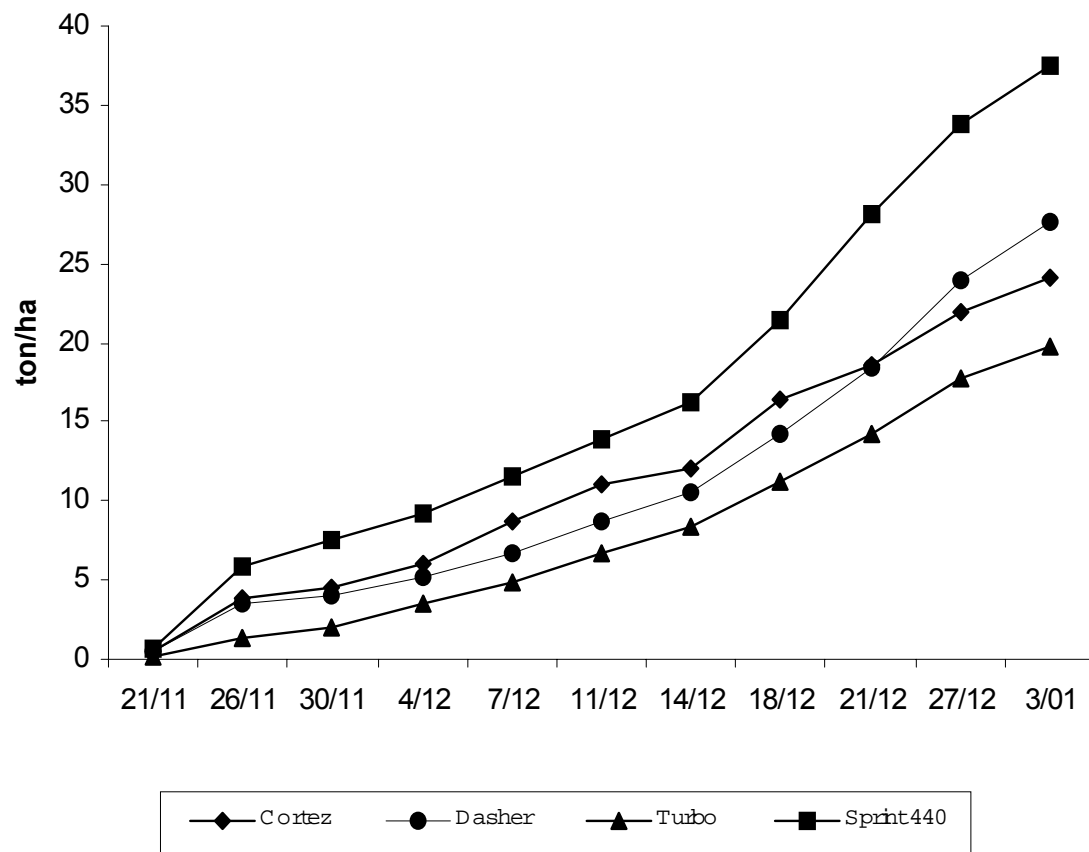


Figura 4.3 Rendimiento acumulado en el cultivo de pepino

Los resultados concuerdan con los obtenidos por Díaz (1999) quien al evaluar tres híbridos de pepino en el ciclo Otoño-Invierno, encontró que el híbrido Sprint 440 superó a los demás con 29.82 ton/ha.

En comparación con los resultados obtenidos por Trejo (1999), quien al evaluar el rendimiento de pepino (*Cucumis sativus* L) híbrido Sprint 440 con acolchado plástico y cubiertas flotantes en el ciclo Primavera-Verano, encontró

que el rendimiento total fue de 125 ton/ha, lo cual representa un 70 % más de producción; esto puede deberse a que las condiciones ambientales son más benéficas para el cultivo durante el ciclo Primavera-Verano, lo cual permite que el desarrollo del mismo sea el adecuado, en comparación con el ciclo Otoño-Invierno, en donde las condiciones ambientales son menos benignas, por consiguiente la producción decae.

También concuerdan con los resultados obtenidos por Quezada et. al. (1991) quienes al evaluar cuatro variedades de pepino dos de tipo pickle y dos de ciclo corto (Sprint 440 y Raider), el Sprint 440 fue el que obtuvo mayor rendimiento que el Raider.

V. CONCLUSIONES

- De los híbridos evaluados, el Sprint 440 superó en rendimiento y número de frutos al Cortez, Dasher y Turbo.
- Aunque el Sprint 440 produce mayor número de frutos, éstos son de menor tamaño, ya que fue superado por el Turbo, el cual produjo frutos de mayor longitud.
- En forma general se tiene que el híbrido Sprint 440 superó a los otros tres híbridos, sólo en la longitud y diámetro de frutos fue aventajado por el híbrido Turbo.

LITERATURA CITADA

Alpi, A. Tognoni, F. 1999. Cultivo en invernadero. 3^a Edición. Ediciones Mundi-Prensa.

Asgrow, 1984. Modern Cucumber Technology. Asgrow seed Company, subsidiary of the Upjohn Company, Calamazo, Michigan 49001. Printer in U.S.A. Av. 2648.

Cadahía, L. C. 1998. Fertirrigación, Cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa.

Carter, J. y Johnson, C. 1988. Influence of diferent types of mulches in eggplant production. Hort Science 23 (1): 4152-1455.

Castaños, C. M. 1993. Horticultura, manejo simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. Colección Fénix.

Claridades agropecuarias. 1998. Revista de publicación mensual, Numero 60. ASERCA.

Díaz, G. E. 1999. Evaluación de tres híbridos de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo acolchado de suelos y fertirrigación. UAAAN. Tesis de Licenciatura.

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

Guzmán y Sánchez. 2000. Memorias del Curso internacional de: Ingeniería, Manejo y Operación de Invernaderos para la Producción Intensiva de Hortalizas. INCAPA.

Ibarra y Rodríguez. 1997. Acolchado de suelos con películas plásticas. Editorial UTEHA.

INEGI. 1998. Principales cultivos hortícolas de México.

Linares, L. C. 1995. Efecto del acolchado de suelos en la movilización de nutrimentos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero. UAAAN. Tesis de Licenciatura.

Matallana, A. Montero, J. L. 1995. Invernaderos 2^a Edición. Editorial Mundi-Prensa.

Olivares, S. E. 1994. Paquete De Diseños Experimentales. Facultad de Agronomía. UANL.

Petkeviniene, I. 1977. The effect of mulch cucumbers in unheated polyethylene house. Horticulture Research station (2).

Pere, P. Jordi B. Enric A. 1997. Plastics and agriculture. Ediciones de Horticultura S. L.

Quezada M. R, Linares y J. Hernández. 1991. IV Congreso Nacional de Horticultura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Quezada, 1991. Evaluación de cuatro variedades de pepino (*Cucumis sativus* L) bajo técnicas de plasticultura. XXIV Congreso Nacional de Horticultura de la SOMECH. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Quezada, M. R. 1992. Manual de Producción en Invernadero. CIQA.

Quezada. 1997. Memorias del Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura. CIQA.

Ramírez, V. J. 1991. Agronomía en Sinaloa. Publicación trimestral de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Tercera época.

Rodríguez P. A. 1991. Semiforzado de cultivos mediante el uso de plásticos. Editorial Limusa.

Serrano Cermeño Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Editorial AEDOS-BARCELONA.

Thompson, H. C. y Kelly, W. C. 1959. Vegetable Crops, 5^a Edición. Mc Graw-Hill.

Trejo, S. L. 1999. El Acolchado y las cubiertas flotantes en el Desarrollo y Rendimiento del Pepino (*Cucumis sativus* L.) UAAAN. Tesis de Licenciatura.

Valadez López A. 1998. Producción de hortalizas. Editorial UTEHA.

Wells, P. W. 1984. Resistance and reflective foil mulch as control measures for the potato leafhopper (*Homoptera: cicadellidae*) on phaseolus species. Journal of economic Entomology 77 (4): 1046-1051.

Whitaker, T. W. y Davis, G. N. 1962. Cucurbits, Botany, Cultivation and Utilization. Leonard Hill, Books.