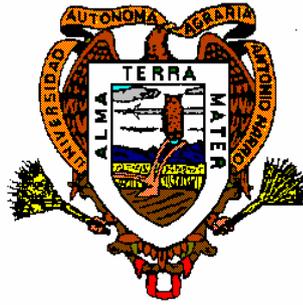


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISION DE AGRONOMIA**



**Evaluación de Tres Híbridos de Pepino (*Cucumis sativus* L)
Bajo Acolchado de Suelos y Fertirrigación.**

Por:

EULOGIO DIAZ GOMEZ

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Junio de 1999**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA**

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Evaluación de Tres Híbridos de Pepino (*Cucumis sativus* L.) Bajo Acolchado de
Suelos y Fertirrigación

TESIS

Presentada por:

Eulogio Díaz Gómez

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. M.C. Victor M. Reyes Salas

Biol..M.C. Juanita Flores Velásquez

SINODAL

Ing. M.C Boanerges Cedeño Ruvalcaba

SINODAL

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA.

Ing. M.C. Reynaldo Alonso Velasco

BUENAVISTA,SALTILLO,COAHUILA, JUNIO DE 1999.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
INDICE DE CUADROS.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	ii
INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Generalidades del Cultivo.....	4
Origen e Historia.....	4
Clasificación Taxonómica.....	4
Características Botánicas.....	5
Importancia del Cultivo.....	6
Requerimientos Climáticos.....	8
Temperatura.....	8
Fotoperiodo.....	9
Requerimientos edáficos.....	9
Requerimientos Hídricos.....	10
Fertilización del Cultivo.....	11
Extracción de Nutrimientos por la Planta.....	12
Polinización.....	12
Plagas y Enfermedades.....	13
Cosecha.....	14
Tipos y Cultivares.....	15
Acolchado.....	18
Definición de Acolchado.....	18
Tipos de Plásticos Utilizados en el Acolchado de Suelos.....	18
Modalidades del Acolchado de Suelos.....	19
Propiedades Espectrales de los Acolchados.....	19
Características de los Acolchados.....	19
Duración de los Plásticos.....	19
Espesores de los Plásticos.....	20
Anchura de los Plásticos.....	20
Colocación de los Plásticos.....	20
Perforación de los Plásticos.....	21
Efectos del Acolchado de Suelos.....	21
Acción del Acolchado Sobre el Control de Malezas.....	21
Acción del Acolchado Sobre la Humedad del Suelo.....	22
Acción del Acolchado Sobre la Temperatura del Suelo.....	24
Acción del Acolchado Sobre la Estructura Química Y Física del Suelo.....	25
Acción del Acolchado Sobre la Fertilización.....	26
Acción del Acolchado Sobre la Actividad Microbiana.....	28

Efectos del Plástico Negro.....	28
Efectos del Plástico Trnaspante.....	29
Ventajas Económicas del Acolchado de Suelos.....	30
Producción de Cosechas Tempranas.....	30
Producción de Altos Rendimientos.....	30
Efecto del Acolchado en ala Supresión de Labores.....	32
Efecto del Acolchado Sobre la Calidad de Frutos.....	32
Efecto del Acolchado Sobre el Control de Plagas y Enfermedades.....	33
Fertirrigación.....	34
Factores a Considerar para el Sitema de Fertirrigación.....	34
Comportamiento de los Productos Fertilizantes en el Agua y Suelo.....	35
Preparación y Formulación de Soluciones Nutritivas.....	36
Consideraciones Sobre los Fertilizantes.....	37
Fertilizantes Nitrogenados.....	37
Fertilizantes Fosfatados.....	38
Fertilizantes Sulfatados.....	38
Fertilizantes Potásicos.....	38
Fertilizantes con Magnesio.....	38
Micronutrimientos.....	39
Fertilizantes Utilizados en Fertirrigación.....	39
Ventajas de la Fertirrigación.....	39
Desventajas del Sistema de Fertirrigación.....	41
Cultivos Aplicados al Sistema de Fertirrigación.....	42
Productividad en Algunos Cultivos.....	42
Sistemas de Estacado.....	44
Espalderas.....	44
Entutorado.....	45
Tipos de Entutorado.....	46
MATERIALES Y METODOS.....	48
Localización del Sitio Experimental.....	48
Clima del Lugar.....	48
Suelo.....	48
Material Vegetativo.....	49
Diseño Experimental.....	50
Tratamientos Evaluados.....	50
Establecimiento del Experimento.....	51
Preparación del Terreno.....	51
Levantamiento de Camas.....	51
Instalación del Sistema de Riego.....	51
Acolchado de Suelo.....	51
Siembra.....	52
Fertilización.....	52
Colocación de Espalderas.....	53
Labores de Cultivo.....	53
Control de Malezas.....	53
Entutorado.....	53

Riegos.....	53
Control Fitosanitario.....	53
Variables Evaluados.....	54
Diámetro de Tallo.....	54
Diámetro de Fruto.....	54
Longitud de Fruto.....	54
Número de Frutos por Planta.....	54
Peso de Frutos por Planta.....	54
Número de Frutos por Metro Cuadrado.....	54
Rendimiento Total.....	55
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	56
Diámetro de Tallo.....	56
Diámetro de Fruto.....	58
Longitud de Fruto.....	61
Número de Frutos por Planta.....	63
Número de Frutos por Metro Cuadrado.....	67
Rendimiento Total.....	69
CONCLUSIONES.....	70
LITERATURA CITADA.....	71

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1.- Diámetro detalle registrado a los 92 dds en híbridos de pepino con acolchado de suelos.....	58
2.- Diámetro promedio de frutos en híbridos de pepino con acolchado de suelos.....	60
3.- Longitud promedio de frutos en híbridos de pepino con acolchado de suelos.....	62
4.- Número promedio de frutos por planta en híbridos de pepino con acolchado de suelos.....	64
5.- Peso promedio de fruto por planta en híbridos de pepino con acolchado de suelos.....	66
6.- Número de frutos por metro cuadrado en híbridos de pepino con acolchado de suelos.....	68
7.- Rendimiento total obtenido en híbridos de pepino con acolchado de suelos.....	69

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1.- Principales estados productores de pepino.....	6
2.- Valor nutritivo del pepino.....	7
3.- Comportamiento de producción de las principales hortalizas.....	7
4.- Requerimientos de temperatura del pepino.....	8
5.- Plagas y enfermedades del pepino.....	13
6.- Algunos cultivares de pepino fresco y pepinillo.....	17
7.- Propiedades espectrales de los acolchados.....	19
8.- Características físico-químicas del suelo de CIQA.....	48
9.- Formulación de fertilizantes aplicada al experimento.....	52
10.- Diámetro de tallo observado a los 64, 78 y 92 dds híbridos de pepino con acolchado de suelos.....	56
11.- Diámetro de fruto observado a los 64, 71, 78, 85 y 92 dds en híbridos de pepino con acolchado de suelo.....	59
12.- Longitud de fruto observado a los 64, 71, 78, 85 y 92 dds en híbridos de pepino con acolchado de suelos.....	61
13.- Número de frutos por planta obtenido a los 64, 71, 78, 85 y 92 dds en híbridos de pepino con acolchado de suelos.....	63
14.- Peso de fruto por planta obtenido a los 64, 71, 78, 85 y 92 dds en pepino con acolchado de suelos.....	65
15.- Número de frutos por metro cuadrado y rendimiento Total observados en híbridos de pepino con acolchado de suelos.....	67

INTRODUCCION

La producción de hortalizas en México ha tenido gran importancia, uno de los acontecimientos más notables de los últimos años, ha sido sin duda la consolidación de las exportaciones de estas hortalizas, no sólo hacia los Estados Unidos sino también hacia otros países. Uno de las hortalizas que más se cultiva en México es el pepino (*Cucumis sativus* L.), este cultivo es importante tanto por su valor económico como por su valor nutritivo. El pepino se puede consumir como fruta fresca y en ensaladas, aunque en algunos sitios se prefiere preparado en vinagre, principalmente el pepinillo, llamado pikcles.

Su producción ha tenido incrementos constantes desde 1993, cuando se obtuvieron cerca de 230,000 toneladas. Según los reportes, en las últimas dos temporadas, los incrementos han sido desde 7 y hasta el 20%, hasta llegar a una producción anual de 328,000 toneladas, en una superficie de más de 9,897 hectáreas distribuidas en todo el país. Entre los principales estados productores se encuentran: Sinaloa, Michoacán, Morelos, Aguascalientes, Jalisco, Chihuahua, Querétaro, Baja California Norte, Veracruz, Coahuila y Guanajuato, de los cuales, los primeros 3 estados concentran casi el 70% de la producción.

El incremento de la superficie cultivada, así como el volumen de exportación de este cultivo, obliga a una mayor entrada de divisas hacia nuestro país, generando empleos para muchas familias mexicanas en las principales zonas productoras y propiciando el desarrollo de otras ramas de la actividad económica.

El crecimiento continuo de la población hace que la producción de alimentos sea también incrementado, por lo que los productores buscan nuevas tecnologías de

producción. El impacto generado por los constantes cambios climatológicos en el mundo, está impulsando cada día más el desarrollo de la agricultura protegida y de los sistemas de fertigación. Uno de los aspectos más importantes de este proceso de cambio, es que a través de los plásticos, los agricultores de diversas regiones han podido luchar contra los fenómenos como la sequía y la evaporación de la humedad del suelo, las heladas y las enfermedades causadas por virosis que causan enormes pérdidas en la agricultura.

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. Según los reportes existen más de 35,000 hectáreas de acolchado en México, que se reportan principalmente en los estados del noreste y la costa del pacífico. Sin duda alguna, los acolchados han sido uno de los factores pioneros en el proceso de adaptación y mejoramiento de los sistemas productivos y su evolución ha sido muy notoria. Cada vez el uso de los acolchados plásticos en los cultivos es más común, especialmente en aquellos con alto potencial económico que podría compensar la inversión que estos requieren. La importancia de estos radica en los efectos positivos que ofrece, ya que permite optimizar el uso de los recursos agua, suelo, planta, y nutrimentos principalmente, además permite obtener producciones de cosechas tempranas, incremento en la producción y supresión de algunas labores culturales.

De acuerdo a lo antes mencionado, el presente trabajo está enfocado a la evaluación de los efectos del acolchado plástico negro y transparente sobre el rendimiento de tres híbridos de pepino (Sprint 440, Conquistador y Cortéz).

OBJETIVOS

- a) Determinar el tipo de acolchado que tenga mayor influencia sobre el rendimiento de pepino
- b) Determinar el híbrido de pepino que tenga mayor producción

HIPOTESIS

- a) El acolchado plástico tiene efecto sobre el rendimiento de pepino
- b) Existen diferencias en la producción de los híbridos evaluados

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Origen e Historia

El pepino (*Cucumis sativus* L.) se considera nativo de Asia y Africa, aunque se han encontrado plantas en forma silvestre en la región del Himalaya, y según opinión de varios autores, procede de la India . Se cree que era cultivada con anterioridad a la era cristiana y que era conocido por los griegos y romanos. Fue introducido a China en el año 100 a.C., y posteriormente a Francia en el siglo IX. En Inglaterra era común en 1327, siendo llevado después a Estados Unidos (Whitaker y Davis, 1962).

Clasificación Taxonómica

Reino: Vegetal

División: Embryophita Siphonógama (Fanerógama)

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Género: *Cucumis*

Especie: *sativus*

Nombre C: Pepino

Características Botánicas

El pepino es una planta herbácea , anual y de hábito rastrero o trepador

La raíz principal puede llegar hasta 1.10 m de profundidad y medir hasta 65 cm. lateralmente, encontrándose la mayor concentración de raíces entre los 25 y 30 cm. De acuerdo con lo anterior puede decirse que esta hortaliza posee un sistema de raíces muy compacto, con lo cual aumenta sus requerimientos de humedad.

El tallo es anguloso, cubierto de pelos (tricomas) y es de hábito trepador.

Los zarcillos son sencillos lo que quiere decir que no presenta ramificaciones.

Las hojas tienen forma palmeada, con cinco puntas y presentan también vellosidades blancas. Pueden medir de 7 a 20 cm de longitud. Posee peciolo largo de 5 a 15 cm aproximadamente.

Las flores son monoicas, de color amarillo, existiendo los dos sexos en la misma planta. La flor masculina tiene el cáliz de cinco sépalos, la corola seccionada en cinco divisiones, tiene forma de campana y contiene en su interior tres estambres. La flor femenina posee cáliz y corola semejante a la masculina y ovario ínfero muy notable. Actualmente ya existen variedades andromonoicas (produciendo flores masculinas y hermafroditas).

Al comienzo de la estación la primera flor masculina se desarrolla en la rama principal. Después de la aparición de la primera flor femenina, las flores masculinas desarrollan algunos nudos, hasta que una vez más una flor femenina se desarrolla y así sucesivamente. Las flores masculinas se desarrollan en las axilas de las hojas y aparecen en grupos de 2 a 5. La flor se desarrolla en un periodo de 10 días a un mes. Las flores femeninas también se desarrollan en las hojas axilares y aparecen individualmente en la mayoría de las variedades.

Los frutos tienen formas alargadas, mas o menos cilíndricas, pueden alcanzar una longitud de 5 a 40 cm., la pulpa es densa, acuosa de color blanco o verdoso, conteniendo

a la semilla, la corteza muestra una coloración que va del verde pálido al amarillo crema, la superficie es lisa o cubierta de pequeñas espinas de color blanco o negro, características que presentan algunos cultivares.

Importancia del Cultivo

El cultivo de pepino tiene gran importancia tanto por la superficie que se cultiva en nuestro país como por su alto valor nutritivo. Además es una fuente generadora de divisas y de empleos para las principales zonas productoras .

En México se reporta una superficie sembrada de más de 12,500 ha distribuidas en los siguientes estados productores.

Cuadro 1. Principales estados productores de pepino.

ESTADO	SUPERFICIE (ha)	RENDIMIENTO PROM. (ton./ha)
Sinaloa	6 500	30.4
Michoacán	1 982	17.0
Morelos	1 299	10.3
Sonora	599	10.9
Guanajuato	366	10.0
Puebla	353	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: SARH (1985).

En cuanto a su valor nutritivo, presenta la siguiente concentración de los principales compuestos con base a 100 g de producto comestible:

Cuadro 2. Valor nutritivo del fruto de pepino.

Agua	95.1 %
Proteínas	0.9 gr
Carbohidratos	3.4 gr
Ca	25.0 mg
P	27.0 mg
Fe	1.1 mg
Na	6.0 mg
K	160.0 MG
Valor Energético	17 Calorías

Los incrementos en las últimas temporadas han sido del 7 hasta el 20%, hasta llegar a una producción anual de 328,000 toneladas.

Cuadro 3. Comportamiento de producción de las principales hortalizas durante el periodo 1990-98.

PRODUCCION DE HORTALIZAS DE MEXICO 1990-98		
Mayor Variación	Mayor estabilidad	Mayor Crecimiento
TOMATE	PAPA: 1,044	BERENJENA: 12-35
Más baja, 1992: 900	CALABACITA: 370	EJOTE 31-63
Más alta, 1996: 1,948	MELON: 468	SANDIA: 320-560
	CEBOLLA: 850	PEPINO: 236-328
BROCOLI	CHILE VERDE 950	ZANAHORIA: 157-250
Más baja, 1994: 100		
Más alta, 1997: 150		

Cifras en miles de toneladas

Requerimientos Climáticos

Temperatura

La biblioteca de la Agricultura(1997) menciona que es un cultivo exigente en cuanto a la temperatura. Es sensible a las heladas y a las temperaturas excesivamente altas. Por encima de los 40-45 °C se originan quemaduras en el fruto.

Cuadro 4. Requerimientos de temperatura del pepino.

Temperaturas Críticas	
Punto de congelación	-1 °C
Crecimiento cero	10 a 20 °C
Temperatura de día para crecimiento óptimo	20 a 25 °C
Temperatura de noche para crecimiento óptimo	18 °C
Temperatura de Suelo	
Temperatura mínima	12 °C
Temperatura óptima	18 a 20 °C
Temperatura de Germinación	
Temperatura mínima	12 °C
Temperatura óptima	30 °C
Temperatura máxima	35 °C

El pepino es una hortaliza de clima cálido, por lo que no tolera heladas. Con altas temperaturas se presenta una germinación más rápida.

La temperatura para el desarrollo del pepino oscila entre 18 y 30°C, siendo la óptima de 25°C, si se presentan temperaturas menores de 14°C se detiene su

crecimiento, y si estas temperaturas frescas permanecen hasta la floración, las flores femeninas pueden abortar (Valadéz 1996).

El desarrollo óptimo ocurre en un rango de temperatura de 25 a 30 °C. Periodos largos con temperaturas mayores a 35 °C ocasiona la degeneración de las flores. En altas temperaturas las flores no aparecen en la primera hoja axilar de la rama principal . La primera flor femenina tiene tendencia a aparecer en nudos de 5 a 20. Para que la primera flor femenina aparezca en los nudos inferiores, las temperaturas deben de estar bajas y los días nublados (HAIQUIM, Sin fecha).

Fotoperiodo

Valadéz (1996) comenta que el pepino es un cultivo de fotoperiodo corto y de buena luminosidad.

Se han realizado trabajos donde se reportan que fotoperiodos largos (mayores de 12 horas luz) y altas temperaturas producen más flores masculinas y bajo condiciones de fotoperiodo corto resultan más flores femeninas.

Requerimientos Edáficos

Es un cultivo que se adapta a cualquier tipo de suelo, prefiriendo los franco - arenosos con buen contenido de materia orgánica y drenaje. En cuanto a pH esta clasificado como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, manifestando un rango de pH de 6.5-5.5. En lo que se refiere a la salinidad, esta considerada como medianamente tolerante, con valores de 3840 a 2560 ppm. (6 a 4 mmho) (Valadez, 1996).

Por su parte la Biblioteca de la Agricultura (1997) menciona que se requiere de

suelos con textura media areno-arcilloso, mullidos, frescos y ricos en materia orgánica, con buen drenaje. Es medianamente tolerante a la salinidad, y su pH óptimo está en 6 - 7.2

El pepino se adapta a cualquier tipo de suelos. Aunque los mejores rendimientos se obtienen en las texturas franco-arenosas, orgánicos y con buen drenaje (Castaños, 1993).

Requerimientos Hídricos

A nivel comercial el cultivo puede requerir un promedio de seis a ocho riegos durante todo su ciclo agrícola. Algunos autores mencionan que el pepino requiere aproximadamente de 600 mm. En su ciclo agrícola, con un mínimo de 380 mm, sin embargo, Yamaguchi (1983) afirma que debe ser un mínimo de 400 mm. Para regiones secas (Valadez 1996).

El consumo de agua en el campo al aire libre es de 3,500 -10,000 metros cúbicos por hectárea. El primer riego debe darse de 10 a 14 días después de la germinación. Durante el periodo de fructificación hay necesidad de regar cada 3-5 días dependiendo del tipo de suelo (HAIQUIM, Sin fecha).

El desarrollo óptimo del pepino se encuentra en una humedad relativa comprendida entre 80 y 95%, las variedades adaptadas de pepino pueden soportar lluvias importantes (hasta 300 mm/ mes), pero los mejores resultados se obtienen en los meses con 80 a 150 mm, con irrigación complementaria (Messiaen, 1979).

El color verde oscuro característica de un excelente pepino, lo mismo que su consistencia, depende en gran parte de los riegos. Si no se aplica el riego cuando lo requiere, el fruto se acintura adquiriendo un mal aspecto. Los riegos se deben efectuar después de cada corte, aproximadamente cada 10 días. Para dar buena consistencia a los frutos, es preciso regar surcos dejados (un surco regado y otro no) (El Surco, 1982).

Fertilización del Cultivo

La fertilización del cultivo con los principales nutrimentos son: nitrógeno: 300-500 kg/ha, Fósforo: 250-300 kg/ha , potasio: 500-600 kg/ha.

Un incremento en el nivel de N promueve el crecimiento de la planta, la formación de flores femeninas y un aumento en el rendimiento y calidad de la semilla. Además inhibe la aparición de la primera flor femenina y eleva el porcentaje de fruta deformada. Cuando la concentración de amonio es alta hay un retraso en la absorción radicular de potasio y una concentración baja en la planta de Mn, Cu, Na, Fe, P, Mg, Ca y N. (HAIQUIM, sin fecha).

Se recomienda una aportación de 10-35 ton/ha de estiércol. Cuando es abonado de fondo, se necesitan:

50 kg de nitrógeno/ha

100 - 150 kg de $P_2 O_5$ /ha

100-200 kg de $K_2 O$ /ha

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA, (1997).

Para una fertilización adecuada del cultivo es conveniente utilizar las siguientes dosis:

Nitrógeno: 12 kg/ha en banda a 5 cm debajo de la semilla. Durante el aclareo, con aplicación en bandas a ambos lados de la siembra se agregarán de 90 a 100 kg/ha.

Fósforo: El cultivo responde muy bien a las aplicaciones de este elemento, cuando los resultados de los análisis indican concentraciones inferiores a las 8 ppm. En tales condiciones se recomienda el empleo de 170 a 225 kg de $P_2 O_5$ /ha, distribuido al boleó. Posteriormente se usarán 55 kg juntos con la primera aplicación de nitrógeno 12 kg en bandas a 5 cm debajo de la semilla. Cuando reporten concentraciones entre 8 y 15 ppm se reducirá la dosis a cantidades máximas de $P_2 O_5$ de 170 kg. Cuando los resultados son por encima de 15 ppm no se muestran respuestas al uso de fósforo.

Potasio. En suelos deficientes de este nutrimentos, se recomienda emplear de 110 a 220 kg de K_2O /ha, distribuido al boleo e incorporado posteriormente al suelo (Castaño, 1993).

Extracción de Nutrimentos por la Planta

Se calcula que las extracciones de nutrimentos por el cultivo de pepino/ha es la siguiente:

60 kg de Nitrógeno

40 kg de Fósforo

80 kg de Potasio

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA, (1997).

Polinización

La producción comercial de pepino depende completamente de la polinización por medio de insectos, las abejas son los agentes polinizadores primarios. Las flores deben ser visitadas varias veces por las abejas para que produzcan un fruto normal y que el peso promedio aumente con el mayor número de visitas (mas de 40 a 50). La cantidad de colmenas necesarias para una polinización adecuada, varía de acuerdo con la variedad de pepino que se va a cultivar. Con los cultivares monóicos puede ser suficiente una colmena por hectárea, con grandes poblaciones de tipo gineceícos, puede ser necesario un número de 2 a 3 veces mayor (Halfacre, 1992).

La polinización se lleva a cabo por abejas y otros insectos. Los cultivares destinados a invernaderos son femeninas partenocárpicas por lo tanto no requieren de polinización (HAIQUIM, sin fecha).

Plagas y Enfermedades

Las plagas y enfermedades más comunes que atacan el cultivo de pepino son las siguientes:

Cuadro 5. Principales plagas y enfermedades del pepino

PLAGAS	N.CIENTIFICO	CONTROL Nom. comercial	DOSIS (l/ha)
Diabrotica	<i>Diabrotica spp.</i>	Folidol M-50	1.0
Pulga saltona	<i>Epitrix cucumeris Harris</i>	Paratión etílico	1.0
Mosquita blanca	<i>Bemisia tabaci gennadius</i>	Trigard 75	0.5
Chicharrita	<i>Empoasca spp.</i>	Folimat	0.5
Pulgón	<i>Aphis gosypii glaver</i>	Phosdrin	0.3
	<i>Myzus persicae suizer</i>	Metasystox R-50	0.5

GUSANOS

Barrenador del fruto	<i>Diaphania nitidalis stoll</i>	Dipel Tamaron 600	0.3 Kg 1.0
Falso medidor	<i>Trichoplusia ni hubner</i>	Lannate 90 %	0.3 Kg
Minador de hoja	<i>Liriomyza sativae</i> <i>blanchard</i>	Belmark 100	1.0

ENFERMEDAD	NOMBRE CIENTIFICO	CONTROL Nom. comercial	DOSIS (Kg/ha)
Cenicilla polvorienta	<i>Erysiphe cichoracearum DC.</i>	Manzate-200	1.5
Cenicilla vellosa	<i>Pseudoperonospora cubensis</i> <i>Berk. y Curt</i>	Zineb	1.5
Antracnosis	<i>Colletotrichum lagenarium</i> <i>(pass.) Ell. y Halst.</i>	Dyrene 50 Cvs. resistentes	2-5

VIRUS	CONTROL
Mosaico del pepino (VMP)	Cvs. Resistentes
Mosaico de la sandía	Cvs. Resistentes
Mancha angular del tabaco	Cvs. resistentes

Cosecha

Los pepinos destinados al mercado fresco deben ser cosechados cuando tengan de 12-20 cm de largo con un diámetro de 4 a 5 cm y un color verde oscuro. Para abastecer pepinos de óptima calidad , deben cosecharse cada 2 a 4 días. Los pepinos demasiado grandes o muy maduros se separan y descartan porque su presencia disminuirá la producción subsecuente de los otros pepinos.

En la industria de encurtidos se utiliza cada vez más la recolección de una sola vez o la destructiva. Por ello se han desarrollado cultivares que producen un alto tonelaje de pepinos de madurez similar, en un mismo tiempo (Halfacre, 1992).

Para la cosecha industrial es llevada a cabo cada uno o dos días porque la demanda es para frutos pequeños y el crecimiento es rápido. Para propósito de mercado fresco la demanda es similar pero cuando hay escasez la fruta más grande es cosechada (HIQUIM, sin fecha).

La cosecha debe de distinguirse según se trate de recoger pepinos o pepinillos. Los primeros se recogen cada 2 ó 3 días, cuando todavía están verdes, una vez que han alcanzado los dos tercios del volumen definitivo.

Los pepinillos para vinagre se cosechan sucesivamente, tan pronto cuando tengan un largo de unos 6 a 8 cm y un grosor aproximado de 2 cm (García, 1959).

La primera cosecha se lleva a cabo a los 50 días después de la siembra, si se recogen frutos de tamaño pequeño, sin semillas diferenciadas, y a los 60 días se recogen los frutos más grandes. Las cosechas se podrán llevar a cabo durante 20 días (Messiaen, 1979).

Respecto a la cosecha de pepino tanto para consumo fresco como para pepinillo, los indicadores que se utilizan son: la longitud del fruto y el tiempo.

Este indicador tiempo se refiere al número de días, el cual puede variar entre un cultivar y otro, pero en términos generales se deduce lo siguiente:

- a) De 65 a 70 días para pepinillos, el cual se le pueden dar hasta 20 cortes cosechando diario.
- b) De 90 a 120 días para pepino fresco, en este se reporta un promedio de cinco cortes.

En cuanto al indicador longitud, el pepinillo se cosecha cuando tiene un promedio de longitud de 5 a 12 cm. El pepino para consumo fresco debe tener una longitud de 15 a 20 cm, siendo recomendable no permitir que los frutos se pongan amarillos (Valadez, 1996)

Tipos y Cultivares

Se conocen principalmente tres tipos de pepino: el americano de tamaño regular, el pequeño pickes o armenio y el europeo, también conocido como holandés.

Tipo Americano: Este procede de cultivares monoecios, que tienen los órganos reproductivos en flores separadas de una misma planta y que por ello dependen en gran medida de una favorable polinización. Se ha comprobado que bajo condiciones

ambientales favorables (más de 27 °C, con días soleados, humedad adecuada y nitrógeno abundante), se estimula una mayor reproducción de flores masculinas. Lo curioso es que bajo condiciones adversas, o de estrés, se obtiene una mayor floración femenina.

Las hojas crecen entre 10-20 centímetros, con peciolo un poco largos y cuyos frutos pueden ser elongados o curvos, con longitudes que van desde los 12 hasta los 25 centímetros, conteniendo siempre las semillas, que en ocasiones ocupan un área importante del fruto.

Tipo Armenio o Pickles: Presentan hojas lobulares, redondeadas, con flores femeninas y masculinas, es decir, del tipo monoecio, aunque también existen variedades que producen solo flores femeninas. Sin embargo, su follaje es de menor densidad y los frutos miden entre 3 y 7 centímetros de largo, con un diámetro de 2 a 3 centímetros. En ocasiones, los frutos crecen erectos, otros retorcidos y hasta enroscados. Están considerados como un producto para encurtir, o simplemente como una botana. Se ha observado que bajo condiciones de alta luminosidad, el crecimiento es muy acelerado y sus frutos son de forma muy irregular.

Tipo Europeo: A diferencia del tipo americano, ésta no requiere de la polinización, sino al contrario se debe evitar, ya que ésta produce anomalías en el fruto que se traducen en deformaciones como los llamados pepinos gemelos, y hasta una reducción de la productividad, por esta razón éstos sólo se producen bajo invernadero.

Tienen rápido crecimiento, con hojas de gran tamaño, que pueden cubrir hasta 40 centímetros de diámetro y un fruto sin semilla, con un promedio de 25 hasta 50 centímetros de largo, tiene forma cilíndrica, con un pequeño cuello en el ápice que le da una característica peculiar. Puede mantenerse en producción por periodos de 5 hasta 7 meses, con un rendimiento muy elevado. Son resistentes al estrés y las bajas condiciones de luminosidad que se presentan en algunas regiones de clima frío.

CULTIVARES

Cuadro 6. Algunos cultivares de pepino fresco y pepinillo

FRESCO	PEPINILLO
Ashley	Ohio MR-17
Poinsett 76	Score
Srint	Premier
Jet-set	Explorer
Marketer	Pionner
Palomar	MR-58
Tamor	Carolina

Acolchado

Definición de Acolchado

Es una técnica que consiste en cubrir el suelo con diversos materiales orgánicos o inorgánicos a fin de reducir la evaporación del agua presente en el suelo, proteger a éste del impacto de lluvia o el viento, controlar la presencia de malas hierbas, evitar en algunos tipos de plantas el contacto del fruto con el suelo y su humedad y en otros casos proteger a los cultivos de las heladas (PRONAPA, 1988).

Ibarra y Rodríguez (1991) mencionan que el acolchado es la colocación sobre el suelo de residuos orgánicos en descomposición (paja, hojas secas, cañas, hierbas, etc.) disponibles en el campo. Para obstaculizar el desarrollo de malezas, la evaporación del agua del suelo, y principalmente para aumentar la fertilidad del suelo.

Consiste en cubrir la superficie del suelo de cultivo. Para ello pueden utilizarse diversos materiales como láminas de plásticos, restos vegetales, pajas, hojas, etc.(BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA, 1997).

Consiste en aplicar paja , aserrín, turba u otro material orgánico entre las planta, como cobertura del suelo. Actualmente se emplea tela de polietileno (SEP, 1982).

Tipos de Plásticos Utilizados en el Acolchado de Suelos

El material plástico más utilizado hoy en día para el acolchado, es el polietileno por su bajo costo en comparación con otros materiales como el PVC. Las coloraciones o las pigmentaciones más utilizada por esta actividad son: el negro opaco, transparente, gris humo, blanco, verde, marrón y metalizado.

En aplicaciones para acolchado es benéfico que las películas tengan cierta permeabilidad a las radiaciones emitidas por el suelo y planta con el objeto de aportar calor a la parte aérea de éstas durante la noche.

Modalidades del Acolchado de Suelos

En forma general el acolchado con plástico se puede realizar en forma parcial o total, en el primer caso, cubriendo una parte del suelo con tiras de películas plásticas, bien sea en el lugar de establecimiento de la planta o en el fondo de los surcos o canaletas de riego. En el caso del acolchado total cubriendo tanto el área de siembra como la de riego o escurrimiento. El acolchado parcial es donde actualmente existen más modalidades, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- A) Acolchado de lomos de los surcos y camas
- B) Acolchados con círculos o cuadrados de plástico
Acolchado con franjas de plástico sobre las hileras
- C) Acolchado con microtúnel
- D) Acolchado en el surco de riego
- E) Acolchado con cojín termoregulador

Propiedades Espectrales de los Acolchados

Cuadro 7. Propiedades espectrales del plástico transparente, blanco y negro.

COLOR	REFLEXION %	TRANSMISION %	ABSORCION %
Transparente	10.6	84.5	4.9
Blanco	31.3	38.1	30.6
Negro	3.5	0.7	95.8

Características de los Acolchados

Duración de los Plásticos

Los plásticos comúnmente empleados son más fuertes en una dirección que en otra, es decir, tienen diferentes propiedades de elongación tanto a lo largo como a lo ancho. Todos los plásticos son eventualmente degradados por su exposición a la radiación ultravioleta. La velocidad de este proceso varía en cada plástico y puede ser

disminuida por la incorporación de aditivos que inhiben la degradación por radiación ultravioleta. La duración de los plásticos para acolchado depende principalmente de la latitud y la estación de crecimiento del cultivo a que sean expuestos.

Espesores de los Plásticos

Algunos estudios sugieren que un espesor de 37.5 micrones, tanto en plástico negro como en transparente, es suficiente para cubrir un ciclo vegetativo hasta de siete meses. Para el acolchado de cultivos cuyo ciclo vegetativo sea de un año en adelante se sugiere espesores de 50 a 200 micrones.

Anchura de los Plásticos

Los plásticos angostos son atractivos debido a su bajo costo, pero tienen el inconveniente de que solamente cubren una porción del suelo, mientras que las hojas más anchas minimizan el porcentaje de labores culturales fuera del surco.

COLOCACION DE LOS PLASTICOS

La colocación de los plásticos puede ser manual o mecánica.

- **COLOCACION MANUAL:** Este procedimiento es recomendable para cubrir pequeñas superficies, o en aquellos casos en que el suelo presente laderas. Una vez realizada las labores preparatorias del suelo (barbecho, rastreo, fertilización, bordeado, etc.) se procede de la siguiente manera:

Se cava un agujero al inicio del surco. Se coloca el extremo de la película que se tenderá dentro del surco. Se rellena el orificio con tierra una vez que se ha fijado la película. Para cargar el rollo de plástico se pasa un palo o barra por el interior de la bobina. Para desenrollar, la barra se carga por cada extremo, realizada por dos personas.

Se procede lentamente depositando la película sobre el surco. Una tercera persona pondrá paladas de tierra sobre los lados. Las paladas se colocan a cada metro aproximadamente. Una vez puesta la película a lo largo del surco, se corta el extremo con una navaja y se entierra, como se hizo al iniciar el tendido.

COLOCACION MECANICA: Dicha colocación es esencial cuando las áreas que se

van a cubrir con plástico son de gran extensión. Al igual que con la colocación manual, se realiza la preparación convencional del suelo para enganchar luego a los tres puntos del elevador del tractor un implemento ideal para esta técnica (acolchadora), con lo que se consigue a la vez desenrollar el plástico y tapar los bordes por medio de unas pequeñas vertederas, que van abriendo zanjas y posteriormente van tapándolo con tierra.

Perforación del Plástico

Después de llevar a cabo el acolchado es preciso realizar perforaciones al plástico para efectuar la siembra o el trasplante, según sea el caso.

Las perforaciones deberán hacerse en forma circular. El materia utilizado consta de una boquilla de sección circular y de un dispositivo de gas butano. También pueden fabricarse cilindros de hierro de 10 cm de diámetro y 30 cm de alto que se insertan en un bambú o algún otro material disponible. La parte ancha del tubo se calienta en una fogata. Al poner el tubo caliente sobre el plástico, este se derrite y queda un agujero perfecto, sellando los bordes del mismo para evitar rasgaduras.

EFFECTOS DEL ACOLCHADO DE SUELOS

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 "coquillo" (*Cyperus rotundus* L.). Este efecto se debe a su impermeabilidad a la luz, que impide la actividad fisiológica de las malezas.

El uso de plásticos transparentes permite que las malezas se desarrollen. La aplicación correcta de los plásticos permite que la temperatura y humedad altas bajo el mismo quemén las malezas germinadas en las primeras fases del desarrollo vegetativo (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Mediante la utilización de láminas plástico se frena considerablemente el desarrollo de malas hierbas, debido a las temperaturas presentes debajo del plástico y en el caso de películas opacos por la imposibilidad de que se realice la fotosíntesis (PRONAPA, 1988).

Las poblaciones de malezas que existen en el campo son diversas, incluyendo especies que pueden variar en su sensibilidad al calor, por lo tanto, es más probable que se obtenga mayor variabilidad en el control. En general, muchas de las malezas anuales y perennes se pueden controlar efectivamente. Además muchas de las gramíneas son especialmente sensitivas, mientras que otras, por ejemplo *Melilotus* no son afectadas. El género *Cyperus* es parcialmente controlado (Katan, 1981).

Se realizaron experimentos de acolchado colocando plásticos transparentes en tratamientos de 10, 20, 30, 40 y 50 días para el control de malezas, concluyendo que conforme se incrementó el periodo de acolchado se redujo drásticamente la población de las malezas, a excepción del zacate cola de zorra (Munro et al., 1987).

En el caso de los cultivos que son afectados por la competencia de las malezas, se deben utilizar acolchados negros o bicolors para detener la fotosíntesis, con lo cual se obtiene un control inmediato de las malas hierbas. Prácticamente con este sistema, se reducen al mínimo las aplicaciones de herbicidas (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 1996).

Al realizar estudios con polietileno negro y transparente sobre el control de malezas en los cultivos de tomate cv. Claudia RAF. y calabacita Se encontró que el acolchado redujo por seis semanas el crecimiento de malezas.. No todas fueron controladas y algunas especies aumentaron. El desequilibrio del suelo con el acolchado redujo el control de malezas (Abu-Irmaileh, 1991).

Acción de los Acolchados Sobre la Humedad del Suelo

El microclima que generan los acolchados en el interior de la cubierta, favorece la conservación y el movimiento del agua hacia la zona de las raíces. Al reducir la evaporación, el acolchado permite un ahorro considerable en el gasto del agua de riego, el cual se traduce en un mayor rendimiento y productividad (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 1996).

La cantidad de agua bajo el plástico es generalmente superior a la del suelo desnudo. Con el uso de cualquier tipo de plástico, la mayor pérdida de agua es por percolación, ya que en el acolchado se impide casi en toda su totalidad, la evaporación. Al efectuar adecuadamente el suministro de agua de riego 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, 1991).

Se reduce la evaporación del agua del suelo. Debido a que el material plástico es impermeable a los líquidos, quedando este disponible únicamente para el cultivo. La humedad del suelo se encuentra a poca profundidad, por lo que con esto se obtiene un ambiente favorable para que el cultivo desarrolle un sistema de raíces con un adecuado crecimiento lateral y con mayor porcentaje de pelos absorbentes (PRONAPA, 1988).

El uso del acolchado controla el estado de humedad del terreno, impidiendo las pérdidas por evaporación durante de la temporada de calor y la penetración excesiva del agua durante el tiempo de lluvias (Fersini, 1979).

Rivera (1987) determinó los efectos de la conservación de la humedad del suelo, mediante el uso de los acolchados con plástico negro en el cultivo de nogal, encontrando que bajo este sistema se favoreció la conservación de la humedad y se redujo el abatimiento de la humedad en el suelo hasta en un 30 %, siendo éstos más determinantes en los estratos superiores (0-30, 30-60 cm) debido a que se minimizó la evaporación.

Con el uso del acolchado plástico en el cultivo del pepino cv. Ashley, se obtuvo un ahorro de agua de 2 a 2.5 veces menor que el testigo (sin acolchar), por lo tanto la lámina consumida fue mayor en este (Aguirre, 1985).

Salman et al (1991) realizaron experimentos en 1987-88 y 1988-89, con pepino cv. Katia, aplicando índices bajos y altos de riego, combinados con acolchado plástico transparente y negro, además de un testigo (sin acolchar). Encontraron que con altos índices de riego y en ambos tipos de acolchado, incrementó la producción total y el

crecimiento vegetativo. El uso eficiente del agua fue alto en ambos acolchados.

Acción del Acolchado Sobre la Temperatura del Suelo

Una de las mejores características de los acolchados, es que estos ayudan a conservar la temperatura más adecuada del suelo, cuando se presentan variaciones del clima que afectan la temperatura exterior.

De esa manera, el acolchado transparente, puede ayudar a elevar la temperatura en las regiones de clima frío. Por otra parte, el color negro y las combinaciones de blanco y negro y de aluminio-negro, han resultado muy útiles para contrarrestar los efectos de calor excesivo que se presentan durante el verano (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 1996).

Durante el día, el plástico transmite al suelo las calorías recibidas del sol, haciendo el efecto de invernadero. Durante la noche, el plástico retiene el peso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera, esto sirve como un medio de defensa para la planta contra las bajas temperaturas.

También influye directamente en las diversas alteraciones del medio ambiente en que se desarrollan los cultivos ya que de la energía almacenada como calor en el suelo dependerán de los procesos fisiológicos más importantes para la planta como son absorción del agua, translocación de nutrimentos, respiración y producción de sustancias hormonales.

Con el uso de los plásticos negros durante el día, las fluctuaciones de la temperatura al nivel de la planta son mayores debido a que una gran cantidad de la radiación recibida en la superficie del plástico es reflejada hacia la planta lo cual ocasiona un incremento en la temperatura en el estrato inferior del follaje, en cambio durante la noche las fluctuaciones de temperatura a nivel del suelo son más limitadas debido a que la temperatura almacenada en el suelo no es disipada hacia la atmósfera, sucediendo lo contrario en las películas transparentes (PRONAPA,1988).

El plástico negro con grosor de 50 micras incrementa la temperatura del suelo hasta 43°C entre las 15:00 y 16:00 hrs mientras que el de 150 micras se reporta una temperatura de 33°C, estos resultados indican que el grosor de la película plástica es determinante en el efecto del acolchado plástico en la temperatura del suelo (Maeda,1987).

La temperatura del suelo esta influenciada por el tipo de plástico que se utilice y la cobertura en la faja del suelo. El PVC obstaculiza más que el polietileno la salida de radiación, provocando mayor calentamiento y mayor efecto de invernadero. El plástico transparente permite el paso de radiación luminosa, que aumenta la temperatura del suelo y el plástico negro absorbe la mayor parte de la radiación, pero obstaculiza hasta cierto grado el calentamiento del suelo (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Con el incremento de la temperatura a utilizar el acolchado plástico en el cultivo de pepino cv. Ashley, aceleró la germinación siendo ésta uniforme en los tratamientos a consecuencia de la geminación y se observó que la floración inició primero en los tratamientos acolchados al evitar que estos fueran dañados por variaciones atmosféricas permitiendo de esta manera la obtención de cosechas precoces (Aguirre,1985).

Acción del Acolchado Sobre la Estructura Química y Física de Suelo

La protección que brinda el acolchado, evita la erosión que provocan el agua y el viento en los cultivos a cielo abierto. De esa forma, al mantener la estructura del suelo mas uniforme, favorece la circulación del oxígeno y mejora la relación de los microorganismos del suelo, la combinación de estos factores reduce el consumo de agua y nutrimentos, con lo cual se logra un mayor control de la salinidad (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 1996).

Estudios realizados demuestran que el acolchado plástico mantiene la estructura del suelo al igual que antes del acolchado, esto se ha asociado con un adecuado desarrollo de las raíces de las plantas (Balderi, 1976). Así mismo la estructura del suelo

se puede mejorar debido a que la gran cantidad de raíces muertas, incrementan la cantidad de materia orgánica existente. También se ha demostrado que la poca permeabilidad del plástico impide el movimiento vertical del oxígeno atmosférico al interior del suelo, pero promueve una acumulación de CO₂, el cual es liberado lentamente por los microorganismos del suelo (PRONAPA, 1988).

También se logra mantener la estructura físico-química del suelo, evitando el deslave de los elementos minerales por la acción del agua y la pérdida de nitrógeno por evaporación (Fersini, 1979) El acolchado modifica algunas propiedades de los suelos como el pH, la evaporación y la velocidad de infiltración del agua (Burgueño, 1996).

Al realizar estudios en el cultivo de pepino pickle con acolchado plástico negro de 35 micras de espesor y utilizando un testigo (sin acolchar), Narro (1989), encontró que éste produce cambios en las características físicas del suelo, al reducir la densidad aparente, las variaciones de humedad y la estabilidad de los agregados. Por su parte, Linares (1992) al estudiar el efecto del acolchado plástico de suelos en la movilización de nutrientes en el cultivo de pepino encontró cambios en las características físico-químicas del suelo, tales como la reducción de las variaciones de humedad y la conductividad eléctrica, así como grandes alteraciones en los contenidos de nutrientes, pero el aspecto más notable es que la disponibilidad de los nutrientes fue mayor en la capa superior del suelo, disminuyendo estos conforme la profundidad del mismo se incrementa.

Acción del Acolchado Sobre la Fertilización

Con el acolchado de suelos se eleva la temperatura y se mantiene por más tiempo la humedad del mismo, estos efectos favorecen la nitrificación y como consecuencia la disponibilidad de nitrógeno para la planta, además evita el lavado de nutrientes en el suelo como consecuencia de la lluvia o riegos pesados. También influye en la acumulación de N, P y K en el tejido de las plantas, así mismo provoca un aumento en la concentración de algunos elementos nutritivos tales como nitratos, iones

amonio, Cl, K, Na, Ca y Mg. Esto es debido al incremento de la temperatura en el suelo que provoca una mayor velocidad de reacción de los elementos (PRONAPA, 1988).

Las condiciones favorables proporcionados por el acolchado, permiten que la acción de algunos microorganismos que intervienen en la transformación de nutrimentos a formas asimilables se realice en forma más eficiente, ayudando a incrementar la cantidad de elementos aprovechables en el suelo. Además impide que los fertilizantes sean arrastrados por las lluvias, manteniéndose la mayor disponibilidad de los mismos en el suelo (Rodríguez, 1991).

Los valores de temperatura límite para retener la nitrificación se encuentran entre 45 y 52 °C, para que haya una nitrificación el suelo debe tener una saturación hídrica entre 60 y 80 %, con el acolchado se permiten obtener estas condiciones para que el abono nítrico quede a disposición de la planta (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Al evaluar el acolchado plástico negro sobre el cultivo de pepino pickle, Narro (1989) reporta que hubo un incremento en la concentración de fósforo y potasio en los tratamientos con mejores rendimientos por hectárea, además observó una leve disminución en la concentración de nitrógeno total en las hojas.

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 del 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).

Ruppel (1996) estudió el movimiento del nitrógeno en el cultivo del pepino cv. Manon, con acolchado plástico negro, dos índices de riego y fertilización. Los resultados obtenidos fueron que con alto índice de riego y fertilización nitrogenada, la

mineralización neta de N fue alto bajo condiciones de acolchado de suelos, esto es debido a la reducción del cociente metabólico y la eficiencia en el incremento energético de la población microbial del suelo. Además observó un incremento en la población de microorganismos amonificadores y reducción de la población de microorganismos nitrificadores.

Acción del Acolchado Sobre la Actividad Microbiana

La actividad microbiótica, 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 un terreno descubierto (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Entre la temperatura del suelo y la actividad de los microorganismos heterótrofos existe una estrecha relación, la liberación de nitrógeno, fosfato y materia orgánica de los residuos de las plantas es mayor a altas temperaturas. Los microorganismos del suelo trabajan más activamente bajo ciertos límites de humedad (Rodríguez, 1991).

Hankin et al. (1982) estudió el efecto de diferentes plásticos sobre la actividad enzimática y rendimiento de los cultivos vegetales. Se observó que las enzimas proteasa, fosfatasa, celulasa, ureasa y lipasa, sufrieron modificaciones en el suelo durante los meses de primavera-verano. Este efecto se considera que es debido a que la actividad bacteriana produjo una mayor excreción de enzimas, promoviendo así un mayor crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Efectos del Plástico Negro

Durante el día el plástico negro permite la absorción de energía en 50 % aproximadamente; un mismo valor de energía es reflejada, por lo que el calor en torno al follaje de la planta es considerable, redondeando en un mejor desarrollo de la misma. Con este tipo de plástico el suelo se calienta menos que con el transparente y aunque

impide la condensación nocturna, la pérdida de energía es innegable.

Por la noche la opacidad relativa (cerca del 50 %) del plástico a la radiación terrestre podría ocasionar que la temperatura a nivel de las plantas pudiera ser menor que en suelos no acolchados durante los períodos críticos. La opacidad del plástico negro con respecto a algunos valores de radiaciones visibles impide la fotosíntesis, lo que ocasiona que las malas hierbas no se desarrollen. La absorción de la temperatura por el plástico negro cuando está expuesto al intenso brillo del sol presenta el inconveniente de que el tejido de la planta pueda ser quemado al estar en contacto con él.

Efecto del Plástico Transparente

Las fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche son pronunciadas; en el día el efecto de invernadero está a su nivel máximo, siendo transmitido el 80% de la radiación al suelo.

En la noche la permeabilidad del plástico a la radiación de la longitud de onda infrarroja significa que la pérdida de energía térmica de radiación terrestre sea considerable. Cuando el brillo del sol durante el día es fuerte, causa una sustancial evaporación del agua del suelo, y su condensación en la cara inferior del plástico es contenida hasta cierto punto. Por lo anterior, se puede afirmar que la temperatura en torno al follaje es muy poco modificado, debido a que el efecto de radiación solar reflejada del plástico es mínima. Por la noche en tiempo claro, la radiación de longitud de onda infrarroja emitida por el suelo modera la caída en temperatura registrada en el nivel de la parte foliar; esto representa una ventaja durante el periodo crítico en que se advierte una helada. El efecto desaparece cuando la condensación del agua en la cara inferior del plástico es suficiente para obstruir la salida de la mayoría de la radiación terrestre.

VENTAJAS ECONOMICAS DEL ACOLCHADO DE SUELOS

Producción de Cosechas Tempranas

Mediante el uso del acolchado plástico, se pueden adelantar cosechas desde 3 hasta 28 días dependiendo del cultivo y la estación de crecimiento. 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 (Ibarra y Rodríguez, 1991).

El desarrollo de las plantas es mayor y más acelerado que en un suelo descubierto. Con esto es posible acortar el ciclo vegetativo del cultivo, con el consecuente ahorro de labores de cultivo (Rodríguez, 1991).

Al evaluar los días a emergencia en el cultivo de pepino con acolchado de suelos se encontró que existe una precocidad de tres días de anticipación en relación al testigo (sin acolchar). Esto puede ser el resultado de los efectos de temperatura y disponibilidad de agua, mismos que elevan el metabolismo de la planta (Chávez, 1995). También en pepino, pickle, con acolchado negro Narro (1989) reporta que en los tratamientos acolchados se registró precocidad del cultivo a emergencia y floración de 4.25 y 5.71 días respectivamente, así como también hubo incrementos en la longitud de la planta, número de hojas y materia seca en forma significativa. En cambio Tuzel (1991) al evaluar acolchado con polietileno transparente y negro sobre la precocidad y la producción de dos variedades de pepino encontró que el material transparente fue más efectivo para ambas variedades en términos de precocidad y aunque ningún material tuvo un marcado efecto sobre la producción total.

Producción de Altos Rendimientos

El ciclo vegetativo determina el grado de desenvolvimiento de la planta y finalmente el rendimiento producido. Cuando el acolchado plástico es utilizado 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, pero el mercadeo adicional retorna al productor para amortizar los costos de producción. Los incrementos en la producción puede oscilar desde 20 hasta 200% con respecto a los métodos convencionales de cultivo (Ibarra y Rodríguez, 1991).

El acolchado plástico negro incrementa los rendimientos de las especies hotícolas que se desarrollan durante ciclos de altas temperaturas ya que este tipo de películas intercambian grandes cantidades de energía con la atmósfera y causa cambios relativamente pequeños en la temperatura del suelo. En cambio el polietileno transparente calienta en forma más significativo (Hopen, 1964).

En un trabajo realizado en 1983 en el valle de Culiacán, Sin. Para evaluar la producción del cultivo de pepino, sembrado bajo el sistema de vara con y sin acolchado plástico sujeto a dosis de fertilización (N, P, K) sembrados en camas de una y dos hileras de plantas por cama reporta que tanto en la producción de pepinos con calidad de exportación como en los de rezaga, se obtuvieron rendimientos superiores al 200% con el acolchado con respecto al testigo (sin acolchar) (PRONAPA, 1988).

Farías et al.(1994) al trabajar con pepino bajo acolchado con plástico transparente , blanco y negro, además de un testigo (sin acolchar) en Colima menciona que los resultados en cuanto a producción bajo el acolchado plástico transparente fue de 63.37 ton/ha comparados con 21.61 ton/ha para el testigo. Los acolchados plásticos blanco y negro también incrementaron significativamente la producción. Por su parte Campos et al (1992) evaluó los efectos de los acolchados con plástico rojo y negro en la producción de pepino Var. Vista alegre. Los resultados obtenidos muestran que la cosecha se adelantó en siete días en los tratamientos acolchados. Con el plástico rojo se obtuvo la mejor producción que fue de 60.27 ton/ha, superando al plástico negro con 13.24 ton/ha al testigo (sin acolchar) con 17.94 ton/ha.

En todos los cultivos desarrollados bajo acolchado, registran un incremento en el rendimiento hasta de un 35 %, debido a la eficiencia que se obtiene en la relación del suelo con el agua y los nutrientes (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 1996).

Efecto del Acolchado en la Supresión de Labores

El uso de 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 una reducción en la aplicación de herbicidas cuando se utilizan plásticos transparentes. Además presentan una estructura ideal para el desarrollo de las raíces, por lo tanto asegura un mejor anclaje, lo que consecuentemente impide los aporques (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Los acolchados plásticos reducen costos en cuanto a control de plagas se refiere, porque la incidencia de éstas se reduce por el reflejo de la luz en el plástico. Para este sistema se elimina entre un 15 y un 20% de las aplicaciones que se realizan en un sistema convencional (EL SURCO, 1997).

Efecto del Acolchado Sobre la Calidad de Frutos

El plástico al actuar como barrera de separación entre el suelo y la parte aérea de la planta, evita que los frutos estén en contacto con el terreno, lo que ayuda a conservar calidad y presentación que los hace más comerciales (PRONAPA, 1988).

En relación a la calidad, con el uso del acolchado de suelos ésta es muy notoria en la limpieza y la uniformidad de los frutos. Cada temporada de producción se incrementan los porcentajes de rendimiento de primera calidad (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 1996).

Con el uso del acolchado plástico se obtiene un incremento en la calidad de la fruta, lo cual permite obtener un mejor precio de venta en el mercado (EL SURCO, 1997).

Efecto del Acolchado Sobre el Control de Plagas y Enfermedades

El efecto principal de los acolchados es el incremento de la temperatura en el suelo cuyo mecanismo de acción directa sobre los microorganismos es la inactivación de los procesos celulares ocasionando la muerte de los mismos. Este control biológico, también es favorecido por el desarrollo de microorganismos antagónicos durante el proceso de calentamiento, así como el cambio en el equilibrio biológico del suelo a favor de los microorganismos que previenen la reinfestación de fitopatógenos (HORTALIZAS, FRUTAS Y FLORES, 1998).

Rivera, 1987 aplicó dos tratamientos de acolchado plástico negro y transparente además de un testigo sin acolchar, para determinar su efecto sobre la población del gusano rosado (*Pectinophora gossypiella*) en algodónero y encontró que con el acolchado plástico se redujo la infestación de esta plaga de un 10 a un 20% durante el cultivo y en relación al muestreo de residuos, se redujo la población invernante de un 20 a un 50%.

En estudios llevados a cabo para determinar la respuesta del cultivo de calabacita var. Grey zucchini bajo acolchado de suelo con película plástica, negra, transparente y doble película (transparente y negro) encontraron efectos positivos del acolchado en el control de enfermedades, en este caso el probable virus del mosaico de sandía, redujo el ataque en relación al testigo en 82.6, 82.4 y 79.4% con el uso del acolchado plástico negro, transparente y doble película, respectivamente. Su efecto es debido al incremento de la temperatura del suelo a que la reflexión de la luz de las películas hayan repelido la incidencia de áfidos vectores (Ibarra y Rodríguez, 1991).

FERTIRRIGACION

La técnica de fertirrigación está asociada principalmente a la aplicación del agua de riego en forma localizada, en donde se disuelven los fertilizantes (y otros agroquímicos) y se ponen a disposición de la planta en el bulbo húmedo donde se desarrollan la mayoría de las raíces absorbentes (Rodríguez, 1998). Por su parte Productores de Hortalizas (1999) menciona que la aplicación de fertilizantes en el agua de riego, cuyo principal objetivo es el de satisfacer las necesidades de nutrimentos al cultivo según sus etapas fenológicas, con la finalidad de obtener rendimientos máximos y buena calidad de las cosechas.

También se conoce como el sistema en el que se aplica agua filtrada (y fertilizante) dentro o sobre el suelo directamente a cada planta en forma individual (CIQA, 1997).

Factores a Considerar para el Sistema de Fertirrigación

Un buen inicio en la práctica de la fertirrigación es el contar con análisis de suelos y agua, así como de las necesidades nutricionales del cultivo por cada fase de desarrollo del mismo, ya que con estos elementos y el conocimiento del comportamiento del clima, se podrán diagnosticar y corregir los problemas de nutrición de las plantas, lo que dará como consecuencia un adecuado manejo de la fertirrigación.

La mayoría de los problemas se presentan principalmente por desconocimiento en:

- a) El comportamiento de los productos fertilizantes en el agua y suelo
- b) La preparación y formulación de las soluciones nutritivas
- c) Las obstrucciones en los emisores del sistema de riego

Comportamiento de los Productos Fertilizantes en el Agua y Suelo

La mayoría de los nutrimentos necesitan ser transportados hasta las raíces, y por ello la movilidad de éstos en el medio líquido es un factor importante para ser asimilables.

El sodio, calcio, magnesio, aluminio y boro tienen una gran movilidad con el agua de riego hacia el sistema radicular debido al flujo másico, situación que es favorecida por el riego localizado. Los nitratos, sulfatos y cloruros se mueven libremente en el suelo al no ser retenidos por ningún mecanismo, lo que origina que puedan ser arrastradas por el agua de riego fuera del área explorada por las raíces.

El fósforo, el manganeso y el potasio se mueven hacia la raíz por difusión. Así la mayoría de los iones aumentan su movilidad de difusión en la solución del suelo debido a la mayor humedad que origina el riego localizado.

En el caso del nitrógeno, la gran solubilidad de la forma nítrica le da una mayor movilidad en el bulbo húmedo, siendo más intenso su movimiento en sentido vertical y menor en el sentido lateral, lo que origina que sea lixiviado con mayor facilidad. Las formas amoniacales son retenidas por el complejo de cambio y lixiviadas con facilidad. Las condiciones adecuadas de temperatura y aire motivan que los microorganismos del suelo transformen el nitrógeno amoniacal en forma nítrica, originando que el bulbo húmedo no sea una reserva de este elemento. De ahí que la fertirrigación con nitrógeno deba efectuarse lo más fraccionada posible.

El fósforo, debido a su precipitación es el que menos movilidad tiene, desplazándose más fácilmente en sentido lateral que en profundidad e incrementándose su movimiento con la aplicación en el riego localizado con respecto al tradicional, sin llegar a originar pérdidas por lixiviación, originando con ello una mayor riqueza en el bulbo húmedo. Su uso se debe enfocar a los mono amónicos que son más solubles y móviles, o al ácido fosfórico que además servirá como elemento limpiante de tuberías y emisores. Ambos se pueden precipitar con el fierro o sufrir inmobilizaciones por lo que se debe tener cuidado con aguas que los contengan o cuando se adicione este último. Igualmente puede suceder con el calcio y magnesio en suelos calizos y con aguas de extrema dureza.

El potasio, una parte es tomado por las plantas y otra retenida por las capas de arcilla, lo que lo mantiene no disponible temporalmente y por lo tanto no se lixivia. Su desplazamiento es limitado en el suelo (no igual que el fósforo).

El pH del suelo es un factor determinante para el adecuado aprovechamiento de los fertilizantes por la planta, un rango óptimo del suelo se encuentra entre 5.6 y 6.8. Los suelos muy ácidos pueden originar deficiencias en las plantas de calcio, magnesio, fósforo, molibdeno y boro. Aquellos suelos con pH muy alcalino, debido al exceso de calcio, ocasiona una baja disponibilidad del fósforo al ser transformado en una forma insoluble.

Preparación y Formulación de Soluciones Nutritivas

Cuando se pretende manejar soluciones nutritivas como aporte de nutrimentos para las plantas, es necesario considerar el medio donde esta solución permanecerá para que las raíces la tomen. Algunos factores que se deberán de tomar en cuenta son: la temperatura, el comportamiento físico y químico, la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica.

Al preparar una solución nutritiva ésta deberá contener seis elementos principales: N, P, K, Ca, Mg y S; los cuales pueden ser aportados por tres sales: nitrato de calcio, fosfato potásico y sulfato de magnesio. Sin embargo, es recomendable utilizar cuatro sales para tener más flexibilidad para variar las concentraciones y relaciones de los elementos y evitar problemas de solubilidad. También es necesario la presencia de micronutrientes: hierro, cobre, zinc, manganeso, boro y molibdeno. Todos ellos excepto el hierro, deben ser añadidos a partir de disoluciones más concentradas. Las disoluciones de quelatos de hierro son muy sensibles a la luz y es fácilmente precipitado por el fosfato, por ello es mejor añadir el hierro en el momento de iniciar el riego.

Así mismo, cuando se seleccionan los abonos para preparar las soluciones nutritivas debemos considerar el que presenten las siguientes características:

- a) Ser muy solubles para poderse manejar y distribuir adecuadamente

- b) Que no reaccionen entre ellos formando precipitados
- c) Ser compatibles con los elementos presentes en el agua de riego
- d) Deben de carecer de impurezas y aditivos que puedan producir en los tanques de fertilización, espumas o precipitaciones capaces de obturar las tuberías.

Cuando se tenga que realizar la mezcla de abono para preparar una solución concentrada de fertilizantes se debe evitar utilizar simultáneamente abonos que aporten Ca y Mg con los que aporten sulfatos o fosfatos, para evitar la formación de precipitados. La acidez resultante del agua de riego tras la incorporación de los abonos debe ser ligeramente ácida (pH 6.5-7.9) y en caso de utilizar fosfatos se mantendrá cerca de 6 añadiendo ácido fosfórico, nítrico o sulfúrico.

La preparación de las mezclas de abono iniciará con disolver primero los ácidos, si éstos fueran necesarios, y luego los abonos, por orden de menor a mayor solubilidad, sin dejar de agitar. También es necesario considerar que la aplicación de fertilizantes altera químicamente al suelo, y en consecuencia a la planta. La alteración entre varios nutrimentos debe ser considerada cuando se inyectan fertilizantes en el sistema de riego. La aplicación de un nutrimento puede afectar el aprovechamiento de otro.

Consideraciones Sobre los Fertilizantes

Fertilizantes Nitrogenados

Los fertilizantes nitrogenados sólidos suelen ser bastante solubles, lo que los hace ideales para preparar soluciones almacén. Al utilizar la urea, no se tiene efectos apreciables en el pH de las soluciones, en cambio con el amoníaco anhidro (NH_3), se tienen que tomar algunas precauciones, ya que el gas inyectado directamente en el agua de riego incrementa considerablemente el pH de la solución y origina el precipitado del Ca y Mg, por otro lado origina pérdida por volatilización lo que lo hace menos recomendable para la fertirrigación.

Fertilizantes Fosfatados

Las aguas son ricas en Ca y Mg se ha de evitar la aplicación de fosfatos por fertirrigación, a menos que se mantenga el pH a valores bajos para evitar los precipitados de calcio y magnesio. Al aplicar fosfatos biamónicos se recomienda la aplicación de 1.3 litros de ácido nítrico concentrado por cada kilogramo de fertilizante.

Fertilizantes Sulfatados

Los sulfatos tienen el mismo problema de incompatibilidad con el calcio que los fosfatos, por lo que se deben tomar las mismas precauciones.

Fertilizantes Potásicos

Ninguno de los fertilizantes potásicos (cloruro de potasio, sulfato de potasio y nitrato de potasio) suelen originar problemas de obturaciones en los sistemas de riego y filtros. Su solubilidad varía considerablemente con la temperatura, pudiéndose en ocasiones tener que calentar la solución de sulfato potásico para conseguir su completa disolución.

Fertilizantes con Magnesio

Antes de tomar la decisión de incorporar fertilizantes a base de magnesio se deben analizar los contenidos de éste en el agua de riego, ya que en algunos casos el magnesio del agua de riego es suficiente para cubrir las necesidades de las plantas. Sin embargo, en caso de insuficiente contenido en el agua de riego o en suelos con abundante calcio o plantas particularmente exigentes en este elemento, se puede incorporar con sulfato de magnesio.

Micronutrientes

El suelo, los tratamientos fitosanitarios y el agua de riego, aportan normalmente una buena cantidad de micronutrientes a los cultivos. Pero en caso de alguna deficiencia,

ésta se podrá corregir vía foliar o por fertirrigación, sin embargo, para prevenir algunas deficiencias se pueden aplicar en forma preventiva.

Fertilizantes Utilizados en Fertirrigación

Nitrato de amonio	Urea
Sulfato de amonio	Ácido fosfórico
10 – 34 – 00	Nitrato de potasio
Cloruro de potasio	Nitrato de calcio
Sulfato de magnesio	Ácido sulfúrico
Ácido nítrico	Sulfato ferroso
Sulfato de zinc	

Ventajas de la Fertirrigación

- 1) **AHORRO DE AGUA:** Debido al alto control posible en este sistema de riego, el agua puede ser aplicada muy eficientemente. Solamente aquella porción del suelo con actividad radicular necesita ser irrigada y las pérdidas por evaporación pueden ser reducidas a un mínimo. La baja tasa en la aplicación del agua, la cual es frecuentemente un poco mayor que la tasa de evapotranspiración, reduce las pérdidas por percolación.
- 2) **RESPUESTA DEL CULTIVO:** Un alto promedio temporal de nivel de humedad junto con una adecuada aireación del suelo, puede ser mantenido con este sistema. Esto resulta en una respuesta favorable de algunos cultivos aumentando su rendimiento y la calidad de sus frutos.
- 3) **AHORRO DE MANO DE OBRA:** La mayoría de los sistemas de riego por fertirrigación, son permanentes o semipermanentes teniendo así muy bajos

requerimientos de mano de obra. Estos pueden ser automatizados para lograr una adicional reducción de la mano de obra.

- 4) **MENOR CRECIMIENTO DE MALEZAS:** Debido a que solo una fracción de la superficie del suelo es mojada con este sistema, se reduce el área disponible para el crecimiento de malezas y plantas no benéficas, así, el control necesario para las hierbas es mucho menor que para otros sistemas.
- 5) **AHORRO DE PESTICIDAS Y CONTROL DE CIERTAS ENFERMEDADES EN LAS PLANTAS :** Las partes de la planta arriba de la superficie del suelo se encuentran completamente secas bajo este sistema. Reduciendo la incidencia de hongos y otras plagas que dependen de un medio ambiente húmedo.
- 6) **EL POSIBLE USO DE AGUAS SALINAS:** Debido al mantenimiento de una presión osmótica baja, reduce el esfuerzo de la planta para obtener agua, que bajo condiciones salinas podría resultar en altas presiones osmóticas.
- 7) **UNA RAPIDA MADURACION:** Experimentos en tomates, uvas, remolacha azucarera, para nombrar solo algunos cultivos han demostrado una temprana maduración a la obtenida con otros sistemas de riego.
- 8) **MINIMIZA LA FORMACION DE COSTRAS EN LA SUPERFICIE DEL SUELO:** Un problema significativo en algunos suelos es la formación de una superficie costrosa dura. Esto puede evitar la emergencia del cultivo, aún pensando que haya germinado apropiadamente. Mediante el mantenimiento de una humedad constante, la formación de costras puede ser eliminado.
- 9) **MEJORA LA PENETRACION DE LAS RAICES:** En algunos suelos, cuya penetración es mínima o imposible a bajo contenido de humedad, el alto promedio de contenido de humedad que se mantiene con este sistema de riego puede aliviar este problema.
- 10) **PUEDE OPERAR EN SUELOS CON MUY BAJA TASA DE INFILTRACION:** Teóricamente, el agua puede ser aplicada con un sistema de riego por goteo a tasas tan pequeñas como 0.025 cm/hora, con el correspondiente decrecimiento de las posibilidades de escurrimiento de agua en estos suelos.
- 11) **USO OPTIMO Y AHORRO EN EL FERTILIZANTE:** Debido al alto control que se ejerce sobre el agua, esto puede resultar en un buen control sobre la aplicación del

fertilizante, resultando en notables ahorros, debido a que sólo se aplica en el área crítica. Además, las cantidades de nutrientes pueden ser adaptadas a los requerimientos de las etapas de desarrollo del cultivo y facilita la corrección en las deficiencias de éstos. También se pueden aplicar compuestos fertilizantes balanceados. Todo lo anterior se traduce en una menor contaminación del manto acuífero con fertilizantes.

- 12) Reducen la compactación del suelo y el daño a cultivos por menor paso de maquinaria.

Desventajas del Sistema de Fertirrigación

- 1) SENSIBILIDAD DE TAPARSE: Las pequeñas aperturas de los emisores o goteros las hacen extremadamente sensible a taparse.
- 2) PELIGROS DE SALINIDAD: Aunque este sistema puede ser operado con agua de cierta salinidad, debe ser manejado apropiadamente. De otra manera, las sales pueden depositarse dentro de la zona radicular si existe un cambio de dirección del flujo.
- 3) PROBLEMAS EN LA DISTRIBUCION DE LA HUMEDAD: Existe la evidencia de que no todos los cultivos responden bien a una sola localización de humedad. Esto puede restringir el crecimiento radicular.
- 4) Alto costo comparado a los sistemas de superficie o a los sistemas portátiles de aspersión .
- 5) Suelos secos y formación de polvo durante las operaciones mecánicas; esto se debe a que sólo una parte del total del campo de cultivo recibe agua durante el riego y la mayor parte permanece seca creando los problemas antes mencionado.
- 6) Alta especialidad y habilidad para el diseño, instalación y mantenimiento.

Cultivos Aplicados al Sistema de Fertirrigación

Una gran variedad de cultivos han sido trabajados con sistemas de ferti-irrigación, pero éstos son aplicados generalmente en aquellos cultivos que son altamente remunerativos debido a su alto costo inicial.

- 1) ARBOLES FRUTALES Y VIÑEDOS: Manzanas, peras, uvas, duraznos, chabacanos, ciruelos, nueces, almendras, pistachos, cítricos como: naranjas, limones. Además, plátanos, dátiles, olivos, mangos, guayabas, aguacates, etc.
- 2) HORTALIZAS: Tomate, chile, pepino, berenjenas, lechugas, chícharos, espárragos y alcachofas, fresas, melones, sandía.
- 3) CULTIVOS SEMBRADOS EN SURCOS COMO: Algodón, caña de azúcar, sorgo y maíz.
- 4) OTROS.

Productividad en Algunos Cultivos

El mayor impacto de la tecnología de riego en la producción de hortalizas se observa en tomate. Con esta tecnología, el tomate produce hasta 1,500 cajas de exportación por hectárea y un tomate de vara dispara la productividad hasta 7, 000 cajas de exportación por hectárea. El impacto de la tecnología de riego no sólo se observa en el incremento de la productividad. Adicionalmente, permite al productor alargar la cosecha y mantener su producto más tiempo en el mercado

El chile jalapeño regado bajo el sistema tradicional, produce de 30 a 40 ton/ha; pero bajo este sistema el rendimiento fluctúa entre 100 y 150 ton/ha. El chile jalapeño y el tomate son los cultivos que mejor han respondido bajo este sistema, pero en todos los cultivos se obtienen mayores rendimientos que empleando el sistema de riego rodado.

En el cultivo de tomate de la var. Yaqui en Sinaloa, se obtienen rendimientos de 4, 000 hasta 6, 300 cajas de tomate de exportación por hectárea de 25 libras de peso (11-12 kg) bajo el sistema de fertiriego (Productores de Hortalizas, 1999).

Quezada et al., 1992 trabajó con el cultivo de pepino durante el ciclo otoño-invierno utilizando los tratamientos de acolchado de suelo con riego por goteo, acolchado de

suelo con riego por superficie, suelo desnudo con riego por goteo y suelo desnudo con riego superficial, encontrando que el acolchado de suelo con riego por goteo tuvo la mejor respuesta en este ciclo, mientras que al evaluar en el ciclo primavera- verano se obtuvo que la producción incrementó, como resultado de la estación de cultivo a 279 %, el acolchado a 218 % y el riego por goteo en un 43 %.

Sistema de Estacado

La función del estacado es la de mantener las plantas verticales en todo su desarrollo, esta práctica se realiza después de surcar, pudiendo colocar una vara para cada planta o también cada 3 metros, clavándolas a una profundidad de 40 a 50 cm. La longitud de los estacones generalmente es de 2 m, además se utiliza hilo de ixtle, algodón, rafia de plástico y alambre galvanizado No.16. El estacado ha demostrado que es muy eficiente y que todas sus ventajas se reflejan en una mayor producción, resultado de una mayor ventilación del cultivo, mayor captación de radiación fotosintéticamente activa, mayor calidad en el cultivo.

Esta práctica de estacado es necesaria cuando el cultivo va a ser llevado a cabo en espalderas y puede realizarse con tutor individual o con alambres, colocando éstos cuando la planta tenga de 5 a 6 hojas verdaderas, y cuando el pepino es bajo espaldera y solamente a nivel comercial se realiza la práctica de la poda, cortando los tallos laterales para evitar el crecimiento excesivo.

Espalderas

El sistema de espaldera permite un desarrollo de plantas y de frutos libres de problemas y obstáculos, ya que libera a la planta del contacto con el suelo y que esto a su vez reduce la competencia por espacio, manifestándose el potencial de rendimiento de las plantas en forma más precisa y representativa (Martínez, 1973) citado por (Ocampo,1994).

Para mejorar la calidad, hay que realizar un guiado sobre una red de mallas de 10-15 cm, por 1.20 m de altura. Se conducen las plantas, sobre uno o dos tallos, despuntando la planta para provocar a ramificación cuando tenga 30 cm de altura (Messiaen, 1979).

En el cultivo de pepino se practica el guiado. Para obtener los pepinillos se hace el primer despuntado sobre tres hojas, con objeto de obtener tres ramas laterales, que ordinariamente se hacen trepar por sostenes o tutores, generalmente de alambre (Prácticas de los Cultivos, 1988).

Cuando el cultivo de pepino va a ser llevado en espalderas se puede entutorar en forma individual o con alambres. Estos se colocan cuando las plantas tengan de cinco o seis hojas verdaderas (Valadéz, 1996).

Existen muchos métodos y prácticas para guiar la planta. El método a utilizar depende de la especie, la variedad y finalidad de la hortaliza. También de los materiales disponibles y del precio (SEP, 1983).

Entutorado

Otro sistema de conducción es el entutorado, que consiste en colocar unas guías de cuerda o rafia, malla de hilo, palos, etc., en posición horizontal o vertical según el tipo de cultivo sujetas en el suelo o estructuras del invernadero, con el fin de apoyar en ellos los tallos de las plantas mediante ataduras hechas con diversos materiales.

Los tutores horizontales se utilizan en cultivos como pimiento, clavel, crisantemo y gladiolo, mientras que los tutores verticales se utilizan en pepino, tomate, berenjena, y melón.

Tanto las variedades de pepino tipo corto como las holandesas suelen plantarse a una densidad de 2 plantas/m², ya sea en líneas con 1 m de separación entre ellas o bien, en líneas apareadas a 0.8 m espaciadas a 1.2 m, siendo siempre la distancia entre plantas de 0.5 m. Cuando la planta alcanza unos 30 cm de altura se inicia la labor de entutorado anudando suavemente un hilo o rafia a la base de la planta y el otro extremo se coloca en el entramado del invernadero.

Desde el momento de la colocación del hilo, se iniciará la poda del cultivo, que en el caso del holandés, consiste en cortar en el mismo momento en que van apareciendo, todas las yemas axilares ,dejando la planta a un solo tallo hasta que alcance una altura del alambre del entutorado, a partir de allí se dejarán dos o tres tallos, que crecerán libremente en sentido descendente colgando del alambre del entutorado y suprimiendo los restantes.

En el caso del pepino corto la poda es un poco más anárquica, sobre todo en los cultivares de floración monóica, guiando la planta sobre un solo tallo principal y podando los tallos secundarios tras la segunda hoja. Cuando se trata de pepino corto de floración excesivamente ginoica, según el comportamiento varietal del cultivo y la época se optará por cualquiera de los dos sistemas anteriormente descritos.

Tipos de Entutorado:

- a) **TUTORAJE SIMPLE:** Consiste en colocar un tutor a cada planta para guiar hacia arriba. En caso necesario se conectan los tutores mediante un alambre.
- b) **TUTORAJE DE CABALLETE O ENCAÑADURA:** Lleva dos tutores inclinados y asegurados mediante alambre. Cada 3 a 8 metros se colocan postes de apoyo.

- c) EMPALAMIENTO TIPO TRIPLOIDE, PIRAMIDE Y PERCHA: Para guiar pepino, melón y tomate.
- d) ENRAMADA Y ESPALDERAS: Consiste en postes y alambres o tejido de alambres. Las plantas son amarradas con hilo, pita o junco.
- e) En el caso del pepino se utiliza un sistema colgante de los alambres horizontales entre los postes. Para cada planta se coloca un alambre o un hilo vertical. Cuando la planta tiene unas cinco hojas, se guía alrededor del alambre.

Las prácticas de amarre y guiado se realizan por las siguientes razones:

- a) Algunas hortalizas adquieren un desarrollo de gran volumen
 - b) Existen hortalizas trepadoras o rastreras, que dificultan las labranzas del suelo
 - c) Se obtiene mejor y mayor exposición al sol de las hojas en menor superficie, lo cual permite una mayor densidad de siembra.
 - d) Para evitar que los productos se ensucien por salpicaduras
 - e) Para facilitar la recolección manual de los frutos
 - f) Para evitar enfermedades especialmente en suelos húmedos
 - g) Se obtienen frutos de mejor calidad con menos deformaciones
 - h) Se pueden cultivar variedades de ciclo vegetativo más prolongado, que tienen mejor rendimiento
 - i) Para facilitar las labores culturales y el control y el control sanitario.
- (SEP, 1983).

MATERIALES Y METODOS

Localización del Sitio Experimental

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

Clima del Lugar

De acuerdo a las modificaciones hechas por García (1973), para la adaptación de climas de la República Mexicana, se considera que es un clima seco con verano cálido-templado, oscilando 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 fórmula: BS₀K (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 365mm, y los meses más lluviosos son los comprendidos entre Junio y Septiembre, de los cuales el más lluvioso es el mes de Julio.

Suelo:

Las características físico-químicas del suelo de CIQA, son las siguientes:

:Cuadro 8. Características físico-químicas de CIQA.

PROPIEDAD	VALORES
pH	8.1 Medianamente alcalino
C.E (milimohos/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 altos
Arcilla (%)	42.00
Limo (%)	45.40
Arena (%)	12.60
Textura	Arcillo-limoso
Densidad aparente (g/cc)	1.25

Material Vegetativo

Se utilizaron semillas de tres híbridos de pepino, Conquistador y Cortéz de la casa comercial Petoseed y Sprint 440 de la casa comercial Asgrow; cuyas características son las siguientes:

CONQUISTADOR: Este nuevo híbrido monoico premium es excelente para el cultivo en estaca. Una planta extremadamente vigorosa. Produce consistentemente altos rendimientos en un periodo más largo, el fruto es de color verde oscuro con un alto porcentaje de super-selectos. Resistente y tolerante a virus mosaico del pepino, roña, cenicilla polvorienta, antracnosis raza 2, mancha angular de la hoja, virus mosaico amarillo de la zuchini y virus mancha anular de la papaya.

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 verde oscuro muy atractivos, de alto empaque de superselectos.

SPRINT 440: 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 obscuro.

Diseño Experimental

El presente trabajo se estableció bajo un diseño experimental de bloques al azar, con 9 tratamientos a evaluar y 4 repeticiones.

La superficie donde se estableció el experimento fue de 31.5 X 23 metros, lo que resulta en una superficie total de 724.5 m², siendo la parcela útil de 270 m². El marco de plantación fue de 1.50 metros entre hileras y 0.15 metros entre plantas.

Tratamientos Evaluados

Los tratamientos evaluado fueron:

Polietileno Negro (PEN)

Polietileno Transparente (PET)

Como testigo, sin acolchado (SA)

T1= Sprint 440 con acolchado negro

T2= Sprint 440 con acolchado transparente

T3= Sprint (testigo)

T4= Conquistador con acolchado negro

T5= Conquistador con acolchado transparente

T6= Conquistador (testigo)

T7= Cortez con acolchado negro

T8= Cortez con acolchado transparente

T9= Cortez (testigo)

Establecimiento del Experimento

Preparación del Terreno

La preparación del terreno se realizó con un tractor John Deere con implementos de arado para darle un barbecho y rastra para darle doble paso cruzado. Una vez preparado el terreno se procedió a la delimitación del sitio experimental, utilizando estacas de madera, cinta métrica de 30 metros y rafia de polipropileno.

Levantamiento de Camas

Se hicieron las camas en forma manual, separadas entre sí a una distancia de 1.5 metros por 5 metros de longitud, siendo un total de 3 camas por unidad experimental.

Instalación del Sistema de Riego

El sistema de riego utilizado fue por goteo, colocándose una cinta al centro de cada cama, la cinta utilizada fue de tipo T- tape de 8 milésimas de pulgada de espesor y con un gasto de 490 litros por hectárea por cada cien metros de cinta. La conexión de las cintas a las líneas de riego de poliducto hidráulico de una pulgada de diámetro se realizaron mediante un tubing y conectores de tipo omni.

Acolchado de Suelo

El acolchado se realizó en forma manual, las películas utilizadas fueron el polietileno negro de 31.25 micras de espesor (calibre 125) y el transparente de 37.5 micras de espesor (calibre 150).

Cada una de las películas se colocaron de acuerdo al sorteo de tratamientos en el diseño de bloques al azar. Una vez llevado a cabo el acolchado se procedió a las perforaciones

de las películas, las cuales se realizaron con la ayuda de un tubo de dos pulgadas de diámetro, el cual se calentó previamente para que sellara los bordes de la perforación y evitar que se rasgara la película de plástico.

Siembra

La siembra se realizó el día 5 de septiembre durante el ciclo Primavera-Verano de 1998, colocando una semilla por golpe en forma directa y cubriéndolo después por una delgada capa de tierra. Después de la siembra se aplicó el primer riego.

Fertilización

Se aplicó la dosis siguiente:

Cuadro 9. Formulación de los fertilizantes aplicados al experimento.

MES DE CRECIMIENTO	ESTADIO DE CRECIMIENTO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Plantación y crecimiento de la planta	1.0	1.0	0.7
2	Floración y cuajamiento de frutos	2.0	1.0	3.0
3	Desarrollo de fruto y cosecha	2.0	1.0	3.0
4	Fin de cosecha	2.0	1.0	3.0

Esta formulación fue fraccionada para ser aplicados 2 veces por semana durante todo el ciclo del cultivo. La fertilización se aplicó a través del riego mediante la ayuda de un dosificador de fertilizantes venturi.

Las fuentes de fertilización fueron: Urea (46-00-00), Ácido fosfórico 85% y KMg (12-00-43).

Colocación de Espalderas

En las hortalizas de hábitos rastreros es necesario la colocación de tutores, para obtener mejor calidad en los frutos. Para llevar a cabo esta práctica se colocaron tres estacones distribuidas a lo largo de cada cama, posteriormente se amarraron tres niveles de alambres en forma horizontal sobre los estacones y finalmente se tejieron rafias en forma de mallas sobre los alambres.

Labores de Cultivo

Control de Malezas

Para evitar la posible contaminación de enfermedades y el alojamiento de insectos, se efectuaron labores de deshierbe en los pasillos entre las camas y en las cabeceras de los mismos, esta labor se llevó a cabo dos veces durante el ciclo del cultivo en forma manual con la ayuda de un azadón.

Entutorado

Esta práctica se llevó a cabo cuando alcanzó la planta 40 cm de longitud, esto se hizo conforme las plantas se fueron desarrollando.

Riegos

Los riegos fueron aplicados cada tercer día, de 2 a 3 horas aproximadamente durante todo el ciclo de cultivo.

Control Fitosanitario

Este control se llevó a cabo en forma preventiva y curativa con productos químicos durante todo el ciclo del cultivo.

Entre las plagas que atacaron al cultivo fueron el minador de la hoja y la mosquita blanca. En lo que a enfermedades se refiere, se tuvo la presencia de la cenicilla polvorienta. Los agroquímicos que se aplicaron fueron: Flonex, Ambush, Bayleton, Furadán y Metamidofos. Estos fueron aplicados con una mochila aspersora manual de 15 litros de capacidad.

Variables Evaluadas

Diámetro de Tallo

Para la medición de esta variable se escogieron al azar dos plantas por tratamiento y por repetición, identificándolas mediante etiquetas de plástico. A estas plantas se les midió el diámetro de tallo utilizando un vernier que fue colocado en el tallo aproximadamente a 3 cm de la superficie del suelo, las lecturas se realizaron a los 64, 78, 92 dds registrándose los datos en centímetros.

Diámetro de Fruto

En la evaluación de esta variable se tomaron al azar dos frutos por planta seleccionada en cada tratamiento. Con el vernier se tomaron las lecturas respectivas aproximadamente a la mitad de cada fruto.

Longitud de Fruto

Para esta variable se midió con una regla graduada de 30 cm de longitud, midiendo . cada fruto evaluado en la variable diámetro de fruto.

Numero de Frutos por Planta

Esta variable se evaluó contando el número de frutos total por planta seleccionada y por cada tratamiento.

Peso de Fruto por Planta

Para obtener los datos de esta variable, se pesó el número total de frutos obtenidos por cada planta seleccionada, con la ayuda de una báscula de 15 kg de capacidad, reportándose las lecturas en kilogramos.

Número de Frutos por Metro Cuadrado

Esta se obtuvo contando el total de frutos obtenidos por cama de cada tratamiento y a partir de estos y con el área de la parcela útil se determinó el número de frutos por metro cuadrado.

Rendimiento Total

Se obtuvo pesando el total de frutos obtenidos por cama en cada tratamiento, incluyendo a los frutos de las plantas seleccionadas, al igual que en la anterior variable se utilizó la báscula de 15 kg de capacidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Diámetro de Tallo

Se evaluó a los 64, 78 y 92 días después de la siembra, que coincidieron con el primero, tercero y quinto corte respectivamente. En los datos del análisis estadístico se muestra que solamente en la primera evaluación existe una diferencia altamente significativa entre tratamientos, lo que significa que en la segunda y tercera evaluación los tratamientos tuvieron comportamientos similares (Cuadro 10).

Cuadro 10. Diámetro de tallo observado a los 64, 78 y 92 dds en híbridos de pepino con acolchado de suelos.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA		
		64	78	92
4	Conquistador + AN	0.97 a	1.01	1.08
1	Sprint 440 + AN	0.95 a	0.96	0.97
2	Spint 440 + AT	0.93 a	0.95	1.0
5	Conquistador + AT	0.91 ab	0.93	1.03
3	Sprint 440 (testigo)	0.86 bc	0.88	0.92
7	Cortez + AN	0.86 bc	0.90	0.96
6	Conquistador (testigo)	0.85 bc	0.95	1.02
8	Cortez + AT	0.85 bc	0.91	0.97
9	Cortez (testigo)	0.80 c	0.86	0.97
C.V		5.78%	6.51%	7.02%
DMS		0.0750	NS	NS

De manera general el Conquistador + AN superó a todos los tratamientos evaluados en los tres muestreos realizados presentando incrementos de 21.25, 17.44 y 17.39% en comparación con el testigo de Cortez (0.80 y 0.86 cm) para el primero y segundo muestreo y testigo del Sprint 440 para el tercer muestreo, mismo que registró un diámetro de tallo de 0.92 cm.

En lo que se refiere a acolchado de suelos tenemos que el plástico negro superó al transparente en los híbridos Conquistados y Sprint 440, en tanto que el Cortez + AN fue superado por los transparentes Sprint 440 y Conquistador, así como por el testigo del Sprint 440 en el muestreo a los 64 dds.

Los resultados obtenidos muestra que para el tercer muestreo el Conquistador en sus diferentes tratamientos de acolchado superó a los otros híbridos registrando diámetros de tallo de 1.08, 1.03 y 1.02 cm para los tratamientos T4, T5 Y T6 respectivamente, siendo el T3 (Sprint, testigo) el que presentó el menor diámetro con 0.92 cm indicando estos incrementos de 17.39, 11.95 y 10.86% para cada uno de los tratamientos del Conquistador.

El Sprint 440 presentó su mayor respuesta al acolchado transparente con un diámetro de 1.00 cm superando al negro con 0.03 cm y al testigo con 0.08 cm, en tanto que para el híbrido Cortez se presenta misma respuesta en todos sus tratamientos registrando valores de 0.97, 0.97 y 0.96 cm para acolchado transparente, sin acolchar y acolchado negro respectivamente, tal y como puede observarse en la figura 1.

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con los resultados obtenidos por Linares (1993) quien al evaluar los efectos de las películas fotoselectivas para acolchado de suelo en el cultivo de sandía, reporta que el mejor tratamiento para el diámetro de tallo resultó ser el polietileno negro. De igual manera Linares (1992) cuando estudió el efecto del acolchado de suelos en la movilización de nutrimentos en el cultivo de pepino, utilizando acolchado negro y transparente, menciona que el mayor diámetro de tallo se obtuvo en los tratamientos con acolchado, registrando en el acolchado negro 1.59 y 1.46 cm para el acolchado transparente comparado contra el testigo (sin acolchado) cuyo valor fue de 1.34cm.

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran diámetros de tallo menores que fueron favorables para el cultivo los reportados por Linares (1992) debido muy

probablemente a que la presente investigación se estableció en el ciclo O-I en el cual las condiciones climatológicas no fueron favorables para el cultivo.

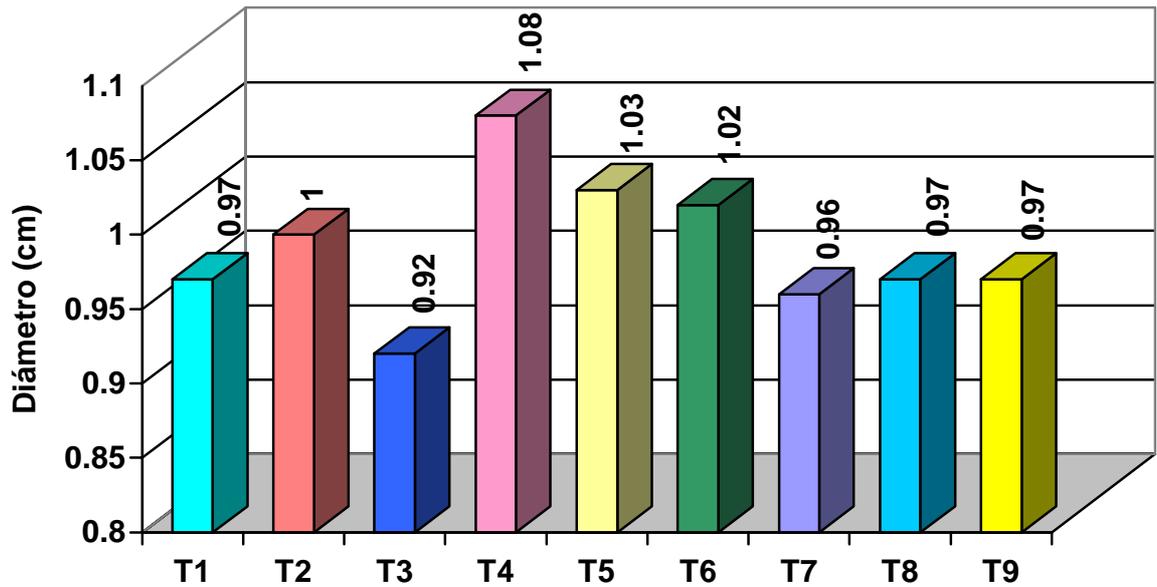


Fig. 1 Diámetro de tallo registrado a los 92 dds en híbridos de pepino con acolchado de suelos.

Diámetro de Fruto

Para la evaluación de esta variable se llevaron a cabo 5 muestreos, mismos que fueron a los 64, 71, 78, 85 y 92 dds. Los análisis realizados presentan diferencias altamente significativas para los muestreos de los 64, 71 y 85 dds tal y como puede apreciarse en el cuadro 11.

Cuadro 11. Diámetro de fruto observado a los 64, 71, 78, 85 y 92 dds en híbrido de pepino con acolchado de suelos

TRATAM.	DESCRIPCION	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA				
		64	71	78	85	92
4	Conquistador + AN	6.35 a	5.72 ab	5.42	5.16 abc	4.63
7	Cortez + AN	5.85 b	5.82 a	5.16	4.90 c	4.85
1	Sprint 440 + AN	5.50 bc	5.67 abc	5.02	5.23 abc	4.47
2	Sprint 440 + AT	5.35 cd	5.56 abcd	4.70	4.93 bc	5.06
3	Sprint 440 (testigo)	5.30 cd	5.39 bcd	5.10	5.40 a	4.56
9	Cortez (testigo)	5.20 cd	5.32 cd	5.01	5.27 ab	4.83
8	Cortez + AN	5.10 d	0.00 e	5.14	5.15 abc	4.61
6	Conquistador (testigo)	0.00 e	5.30 d	5.30	5.48 a	5.00
5	Conquistador + AT	0.00 e	5.83 a	5.11	4.90 c	4.73
C.V		5.88	4.96	5.27	4.56	7.58
DMS		0.368	0.359	NS	0.343	NS

Durante el primer muestreo se observaron los frutos con mayor diámetro y entre ellos los que registraron los mayores valores fueron cuando las plantas se desarrollaron bajo acolchado negro siendo estos 6.35, 5.85 y 5.50 cm para conquistador, cortez y sprint 440 respectivamente. Los tratamientos testigo y acolchado con plástico negro de conquistador no presentaron frutos para este muestreo.

Para el segundo muestreo se presentó la misma tendencia de mayor diámetro de fruto en los tratamientos de los híbridos acolchados, solo que en esta ocasión cortez superó a conquistador y a sprint 440 aunque los incrementos fueron apenas perceptibles 5.82, 5.72 y 5.67 cm respectivamente.

En cambio para el cuarto muestreo los resultados se presentan muy diferentes, siendo los testigos de conquistador y sprint 440 los que obtuvieron los mayores diámetros de frutos con 5.48 y 5.40 cm superando con 0.58 y 0.5 cm a los tratamientos T7 (cortez + AN) y T5 (conquistador + AT), mismos que registraron 4.9 cm de diámetro cada uno.

Si se observan los resultados de los muestreos que presentaron diferencias estadísticas (Cuadro 11) podemos observar que el diámetro de fruto fue disminuyendo, esto muy probablemente sea debido al envejecimiento prematuro de la planta ocasionado por las condiciones climáticas adversas ya que el cultivo se desarrollo en el ciclo Otoño-Invierno.

En la figura 2 podemos observar el diámetro promedio de fruto de los 5 muestreos realizados para la evaluación de esta variable. En ella podemos observar que en lo que respecta a híbridos, la mayor respuesta la presentó sprint 440 el cual produjo frutos con un diámetro promedio de 5.17, 5.15 y 5.12 cm para los tratamientos con acolchado negro, sin cubierta plástica y con acolchado transparente respectivamente.

En cuanto a acolchados, el mayor diámetro promedio de frutos se presentó en las plantas desarrolladas bajo acolchado negro, obteniéndose 5.45, 5.31 y 5.17 cm de diámetro promedio de fruto para conquistador, cortez y sprint 440.

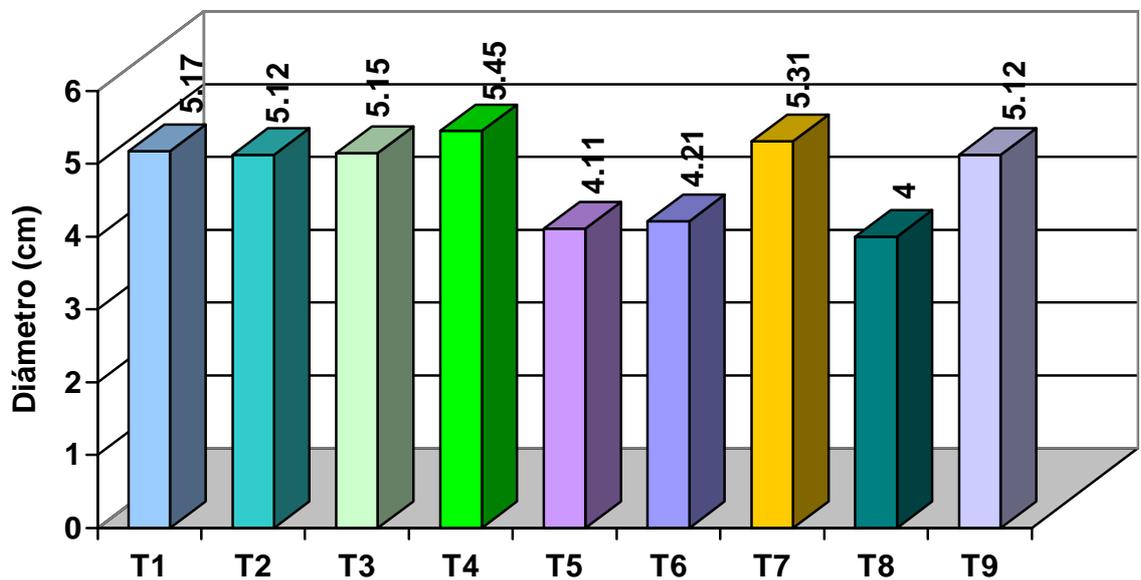


Fig. 2 Diámetro promedio de fruto en híbridos de pepino con acolchado de suelo

Longitud de Fruto

Luego de analizar los datos mediante el análisis de varianza se encontró que en todos los muestreos los tratamientos tuvieron comportamiento diferente, a excepción del último, realizado a los 95 dds, en el cual no se mostraron diferencias significativas.

La mayor longitud de fruto se presentó en el muestreo llevado a cabo a los 71 dds en el cual los tratamientos T5 y T4 ambos del híbrido conquistador pero con acolchado transparente y negro respectivamente con una longitud de fruto de 24 y 23.5 cm para cada uno, superando con 31.29 y 27.18% de incremento al tratamiento T3 (sprint 440 sin acolchado), cabe mencionar que para este muestreo el tratamiento T8 (cortez + AT) no presentó frutos.

Cuadro 12. Longitud de fruto observado a los 64, 71, 78, 85 y 92 dds en híbridos de pepino con acolchado de suelos.

TRATAM.	DESCRIPCION	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA				
		64	71	78	85	92
4	Conquistador + AN	20.75 a	23.25 a	21.00 a	20.00 ab	16.83
9	Cortez (testigo)	19.50 ab	18.75 b	19.16 ab	18.87 b	16.84
3	Sprint 440 (testigo)	19.00 b	18.28 b	15.25 c	16.00 c	13.81
8	Cortez + AN	18.87 b	00.00 c	20.18 a	20.50 a	18.16
1	Sprint 440 + AN	18.68 b	20.37 b	17.65 b	16.58 c	16.00
2	Sprint 440 + AT	18.56 b	19.50 b	15.00 c	15.50 c	16.00
7	Cortez + AN	18.33 b	19.50 b	19.65 ab	20.75 a	16.91
6	Conquistador (testigo)	00.00 e	20.50 b	19.81 ab	18.83 b	17.50
5	Conquistador + AT	00.00 e	24.00 a	21.00 a	21.00 a	17.56
C.V		8.01	9.69	8.22	5.50	10.76
DMS		1.736	2.578	2.249	1.499	NS

Tal y como puede apreciarse en el cuadro 12, el tratamiento T4 (conquistador + AN) se mantuvo entre los tratamientos con mayor longitud de fruto, solo en el último muestreo, éste ocupó el sexto lugar con una longitud de fruto de 16.83 cm siendo superado por 1.33 cm por el tratamiento T8.

Al igual que para diámetro de fruto, la longitud del mismo fue en decremento conforme se incrementaba la edad del cultivo.

Si se analiza la longitud promedio de fruto, podemos apreciar en la Figura 3, que en lo que respecta a híbridos con el cortex se cosecharon los frutos con mayor longitud promedio, registrando valores de 19.02, 18.62 y 15.54 cm para los tratamientos con acolchado negro, sin acolchado y con acolchado transparente. En cuanto a tipo de película tenemos igual respuesta que para el diámetro promedio de frutos ya que la mayor respuesta se presentó bajo acolchado negro con una longitud promedio de frutos de 20.36, 19.02 y 17.85 cm para los híbridos conquistador, cortex y sprint 440 respectivamente.

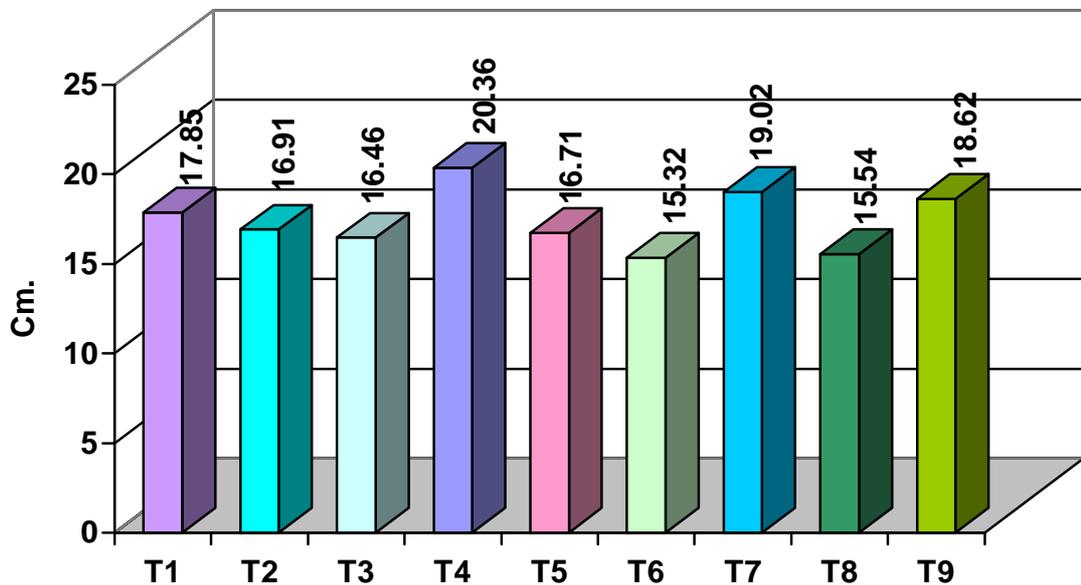


Fig. 3 Longitud promedio de frutos en híbridos de pepino con acolchado de suelos

Número de Frutos por Planta

Los análisis de varianza realizados para la evaluación de esta variable muestra diferencias altamente significativos en los muestreos a los 64 y 71 dds, siendo en el primer muestreo en el que se obtuvo mayor número de frutos por planta siendo el tratamiento T2 el que superó a los demás produciendo 2.62 frutos por planta, seguido muy de cerca por el T1 con 2.25 frutos ambos pertenecientes al híbrido sprint 440 con acolchado transparente y negro respectivamente.

Para el segundo muestreo el mayor número de frutos fue para el testigo del sprint 440 (T3) con 1.875 frutos por planta seguido por el T5 (conquistador + AT) con 1.332 frutos por planta.

Los tres últimos muestreos presentaron tratamientos con igual comportamiento indicando esto que no hubo significancia entre ellos (Cuadro 13).

Cuadro 13. Número de frutos por planta obtenido a los 64, 71, 78, 85 y 92 dds en híbridos de pepino con acolchado de suelos.

TRATAM.	DESCRIPCION	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA				
		64	71	78	85	92
2	Sprint 440 + AT	2.62 a	1.00 b	1.00	1.00	1.12
1	Sprint 440 + AN	2.25 a	1.25 b	1.16	1.16	1.16
7	Cortez + AN	2.00 ab	1.16 b	1.75	1.00	1.66
8	Cortez + AT	2.00 ab	0.00 c	1.62	1.00	1.50
9	Cortez (testigo)	2.00 ab	1.25 b	2.00	1.00	1.25
4	Conquistador + AN	1.00 bc	1.00 b	1.45	1.33	1.33
3	Sprint 440 (testigo)	1.00 bc	1.87 a	2.00	1.00	1.25
6	Conquistador (testigo)	0.00 c	1.00 b	1.37	1.32	1.00
5	Conquistador + AT	0.00 c	1.33 a	1.50	1.00	1.50
C.V		57.62	33.70	36.76	20.78	32.56
DMS		1.023	0.539	NS	NS	NS

En la figura 4 se muestra el número promedio de frutos por planta, observándose que el híbrido cortez registró el mayor valor con 1.50, 1.41 y 1.22 frutos para los tratamientos sin acolchado, con acolchado negro y con acolchado transparente respectivamente.

Por lo que respecta al tipo de cubierta se puede apreciar que no hubo una respuesta positiva al acolchado para los híbridos cortez y sprint 440, ya que se produjeron el mayor número promedio de frutos por planta en los tratamientos sin cubierta plástica; en cambio conquistador fue el único híbrido que respondió favorablemente al acolchado produciendo 1.22 y 1.06 frutos en promedio con acolchado negro y transparente respectivamente.

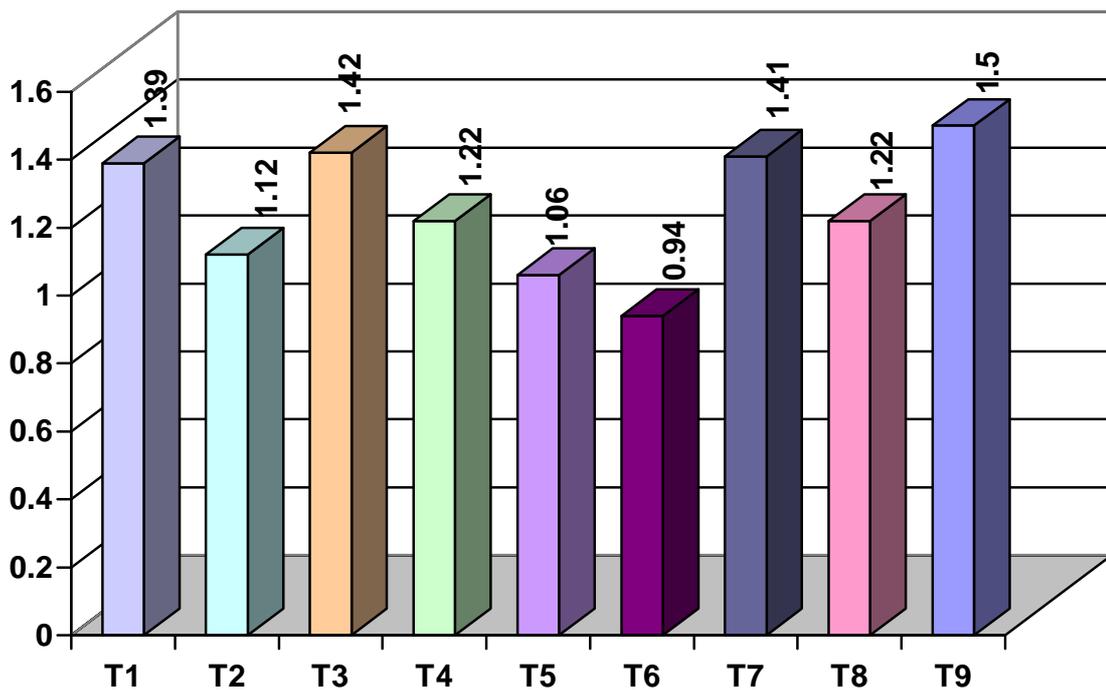


Fig. 4 Número promedio de frutos por planta en híbridos de pepino con acolchado de suelos

Flores (1996) quien al evaluar películas fotoselectivas para acolchado en el cultivo de chile Anaheim, con fertirrigación menciona que el polietileno negro superó solamente en uno de los doce cortes realizados con respecto a los otros tipos de películas de polietileno y PVC. De igual manera que Flores (1997) al realizar estudios sobre tipos de plásticos en la producción de melón encontró que el mayor número de frutos por planta se registró cuando se utilizaron cubiertas plásticas transparentes.

Peso de Frutos por Planta

Para esta variable solo el muestreo de los 92 dds no mostró diferencia significativa, en cambio los muestreos restantes indican que los tratamientos no se comportaron de igual manera indicando una diferencia estadísticamente significativa.

Durante el primer muestreo se presentaron los frutos con mayor peso siendo el tratamiento T9 (cortez sin acolchado) el que registró el mayor valor de 0.650 kg superando al tratamiento T3 (sprint 440 sin acolchado) con 0.350 kg lo que representa un incremento del 116% (Cuadro 14).

Cuadro 14. Peso de fruto por planta obtenido a los 64, 71, 78, 85 y 92 dds en pepino.

TRATA- MIENTO	DESCRIPCION	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA				
		64	71	78	85	92
9	Cortez (testigo)	0.650 a	0.403 bc	0.591 a	0.312 c	0.281
2	Sprint 440 + AT	0.619 ab	0.308 c	0.190 c	0.253 c	0.280
1	Sprint 440 + AN	0.513 abc	0.476 abc	0.317 bc	0.301 c	0.220
8	Cortez + AT	0.478 abcd	0.000 d	0.516 ab	0.330 bc	0.358
7	Cortez + AN	0.450 bcd	0.403 bc	0.523 ab	0.330 bc	0.372
4	Conquistador + AN	0.375 cd	0.451 abc	0.543 ab	0.423 a	0.306
3	Sprint 440 (testigo)	0.300 d	0.550 ab	0.495 ab	0.250 c	0.232
6	Conquistador (testigo)	0.000 e	0.340 c	0.411 abc	0.401 ab	0.270
5	Conquistador + AT	0.000 e	0.579 a	0.510 ab	0.310 c	0.385
C.V		33.96	30.04	35.49	17.29	29.21
DMS		0.186	0.171	0.235	0.081	NS

Si analizamos el peso de fruto por planta a través de los muestreos podemos observar de manera general que los mayores valores se presentaron en el primer y tercer muestreo y los frutos más pequeños se presentaron en el último muestreo al igual que en todas las variables evaluadas con anterioridad.

En la Figura 5 se puede apreciar que el híbrido cortex superó a conquistador y sprint 440 al obtener los frutos con mayor peso promedio con 0.447, 0.415 y 0.336 kg para el tratamiento sin acolchado, con acolchado negro y transparente respectivamente. En cuanto a tipo de cubierta se refiere tenemos que para conquistador la mayor respuesta se presentó bajo acolchado con plástico negro, en tanto que para sprint 440 el mayor peso promedio de fruto se registró de igual manera para acolchado negro que para el testigo (sin cubierta plástica) y para cortex, éste no presentó ninguna respuesta a los tratamientos acolchados siendo el testigo el que registró el mayor peso promedio de frutos con 0.447 kg.

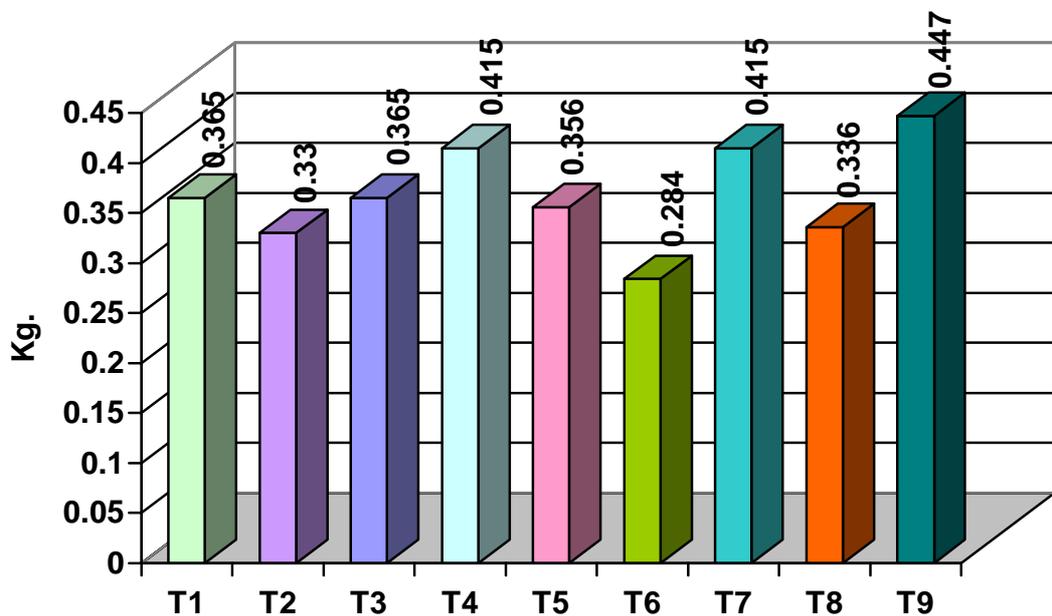


Fig. 5 Peso promedio de fruto por planta en híbridos de pepino con acolchado de suelos

Los resultados obtenidos para esta variable no coinciden con la investigación realizada por Flores (1996) quien al evaluar películas fotoselectivas para acolchado en el cultivo de Anaheim con fertirrigación, encontró que el testigo convencional (sin acolchado) sólo superó en uno de los 12 cortes realizados, tanto para acolchado con PE como los de PVC, mientras que el corte 7 y 12 los acolchados fotoselectivos tanto de PE como de PVC superaron al testigo convencional.

Número de Frutos por Metro Cuadrado

En el cuadro 15 podemos observar que de manera general el mayor número de frutos por metro cuadrado se registró en el tratamiento T2 (sprint 440 + AT) con 11.63 frutos/m² superando con 0.47 y 4.33 frutos a los tratamientos T7 y T5 quienes mostraron el mayor número de frutos/m² para cortez y conquistador respectivamente.

El híbrido que presentó mayor respuesta a esta variable fue el sprint 440 quien produjo 11.63, 10.90 y 7.33 frutos/m² para acolchado transparente, acolchado negro y testigo respectivamente.

Cuadro15. Número de frutos por metro cuadrado y rendimiento total observados en híbridos de pepino con acolchado de suelos.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE FRUTOS POR METRO CUADRADO	RENDIMIENTO TOTAL (ton/ha)
2	11.63	29.82
8	9.86	26.30
1	10.90	28.67
7	11.16	27.54
5	7.30	22.88
3	7.33	18.64
4	6.66	21.73
9	4.93	13.18
6	4.53	12.96

Si observamos los tipos de cubierta podemos apreciar que sprint 440 y conquistador produjeron mas frutos/m² cuando las plantas se acolcharon con plástico transparente; en cambio cortez respondió mejor al acolchado negro en el cual se obtuvieron 11.16 frutos/m².

En el mismo cuadro se puede apreciar que el tratamiento con menor número de frutos /m² del híbrido sprint 440 (testigo) registró 7.33 frutos superando a conquistador con 0.03, 0.67 y 2.80 frutos para acolchado transparente, acolchado negro y testigo respectivamente.

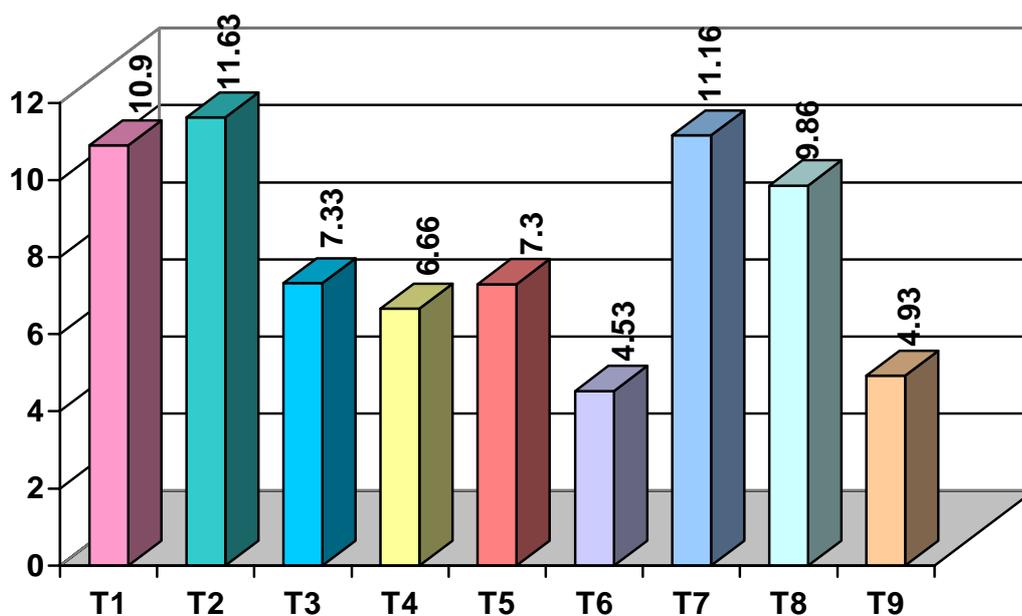


Fig.6 Número de frutos por metro cuadrado en híbridos de pepino con acolchado de suelos

Rendimiento Total

El mejor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T2 (sprint 440 + AT) con 29.82 ton/ha, seguido por el tratamiento T1 (sprint + AN) con 28.67 ton/ha, lo que representa un incremento de 130.09 y 121.21% con respecto al tratamiento T6 (conquistador sin acolchado) donde se registró el menor rendimiento con 12.96 ton/ha.

Si comparamos los híbridos evaluados, se observa que el sprint 440 fue el que tuvo mejor rendimiento, seguido por el híbrido cortez y por último el conquistador que fue el que mostró menor rendimiento (Cuadro 15).

En cuanto a tipo de cubierta podemos observar en la Figura 6 que se siguió la misma tendencia que para número de frutos por metro cuadrado siendo el acolchado transparente el que registró el mayor rendimiento total en cada uno de los híbridos evaluados cuyos rendimientos fueron de 29.82, 26.3 y 22.88 ton/ha para sprint 440, cortez y conquistador respectivamente.

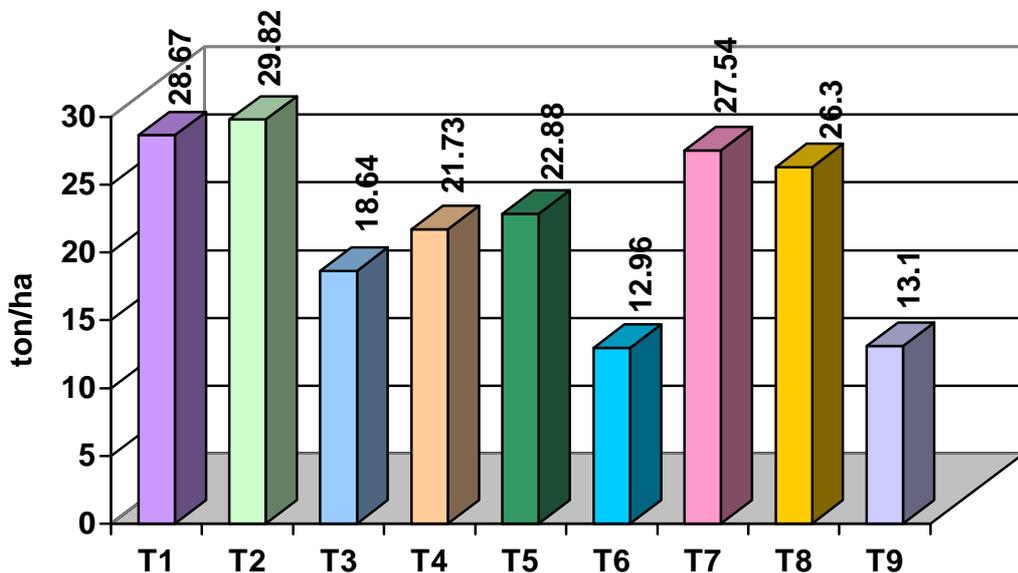


Fig. 7 Rendimiento total obtenido en híbrido de pepino con acolchado de suelos

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que bajo el acolchado transparente se registraron los mejores rendimientos esto debido a que bajo este tipo de cubierta se genera un incremento en la temperatura del suelo mayor a la alcanzada con el acolchado negro y por supuesto a la registrada en el suelo desnudo.

Este aumento considerable de la temperatura del suelo durante el día consecuentemente protege a los cultivos durante la noche al permitir el paso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera, y si se toma en cuenta que el cultivo se desarrollo durante el ciclo otoño-invierno se explica el porque estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Linares (1992) quien al utilizar películas para acolchado negro y transparente en el cultivo de pepino durante el ciclo primavera-verano menciona que el mayor rendimiento total se obtuvo en el acolchado negro el cual registró incrementos del 12.52 y 9.74% con respecto al acolchado transparente y testigo.

CONCLUSIONES

- El acolchado plástico tiene efecto sobre el rendimiento del cultivo de pepino.
- El acolchado transparente resultó superior al acolchado negro en cuanto a la producción de frutos/m² y consecuentemente en rendimiento total.
- De los híbridos de pepino evaluados, el sprint 440 superó en rendimiento a cortez y conquistador.
- Aunque cortez produjo frutos de mayor longitud esto no se reflejó en el rendimiento ya que fue superado por sprint 440.

LITERATURA CITADA

- Abu-Irmaileh B.E. 1991. Weed control in vegetables by soil solarization, Journal-article.
- Aguirre, V.S.G. 1985. Efecto de dos Diferentes Tipos de Plásticos como Acolchado de Suelos y Tres Diferentes Cubiertas de Invernadero en Pepino (*Cucumis sativus* L.) Variedad Ashley, Tesis de licenciatura de la UAAAN.
- Balderi,1976. Citado por PROPANA 1988. Memoria del curso, Uso de las películas de plástico como arropado de suelo para la producción Agrícola, México, pag. 46.
- Biblioteca de la Agricultura, 1997. Horticultura, editorial Idea Books, vol. 3, España,pag.768.
- Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera, 1988. Práctica de los cultivos, editorial Océano, Vol. 2, España.
- Burgueño, E. 1996. La fetigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico, editorial BURSAG, 6ª edición, México.
- Campos A.J.A, 1992. Análisis of cucumber production, “Vista Alegre” variety, using different coloured plastic soil mulch. XII Congreso Internacional de Plásticos en Agricultura, Brasil.
- Castaños, C.M. 1993. Horticultura, manejo simplificado, UACH, México, pag. 527.
- Chávez, A.J. 1995. Efecto del Ethrel en la “Expresión Sexual” y “Rendimiento” en el Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) con y sin Acolchado Plástico, Tesis de licenciatura de la UAAAN.
- CIQA, 1997. Curso nacional de plásticos en la Agricultura, VI semana de Horticultura, México.
- El Surco, 1982. Publicación Bimestral, No. 2, Año 87, México, pag. 19.
- El Surco, 1997. Publicación Bimestral, No. 2, Año 102, México, pag. 20.
- Farías, L.J. et al. 1994. Effect of plastic mulches on the growth and yield of cucumber in a tropical region, Journal-article, México.
- Fersini, A. 1979. Horticultura práctica, editorial Diana, 2ª edición, México, pag. 527.
- García, E. 1973. Modificación al sistema climático de Koppen (para adaptarlos a la República Mexicana) UNAM, México, pag.264.
- García, O.L, 1959. Horticultura, SALVAT editores, 2ª edición, España, pag. 264.

- Haiquim, sin fecha. La fertilización en cultivos hortícolas con acolchado plástico, México.
- Halfacre, G.R. 1992. Horticultura, AGT. Editor, México, pag.727.
- Hankin et al. 1982. Citado por PRONAPA, 1988. Memorias del curso, uso de las películas de plástico como arropado del suelo para la producción agrícola, México, pag. 193.
- Hopen, 1964. Citado por PRONAPA, 1988. Memorias del curso, uso de las películas de plástico como arropado del suelo para la producción agrícola, México, pag.51.
- Ibarra J.L. Y Rodríguez P.A.1991. Acolchado de suelos con películas plásticas, editorial Limusa, México, pag. 132.
- Katan,1981. Citado por PRONAPA,1988. Memorias del curso, uso de las películas de plástico como arropado del suelo para la producción agrícola, México, pag.11.
- Linares, L.C. 1992. Efecto del Acolchado de Suelos en la Movilización de Nutrientos en el Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) Bajo Condiciones de Invernadero, Tesis de licenciatura de la UAAAN.
- Maeda, M.C.1987. Avances de investigación agrícola en zonas de riego y temporal, CIAN, vol. 12, México, pag. 284.
- Messiaen, C.M.1979. Las hortalizas, editorial Blume Distribuidora, México, pag. 455
- Narro, C.A. 1989. Acolchado de Suelos, Fertilización y Programas de Riego en el cultivo de Pepino Pickle (*Cucumis sativus* L.), Tesis de maestría de la UAAAN.
- Ocampo, J.O. 1994. Rendimiento y Fenología de Melón y Pepino con Acolchado, Riego por Goteo y Espalderas, y su Relación con Unidades Calor, Fotosíntesis y Transpiración, Tesis de licenciatura de la UAAAN.
- Productores de Hortalizas, 1999. Publicación mensual, Año 8, No. 1, pag. 80-90.
- Productores de Hortalizas, 1996. Publicación mensual, Año 5, No. 5, pag. 24, 25.
- PRONAPA, 1988. Memorias del curso, uso de las películas de plástico como arropado del suelo para la producción agrícola, México, pag.193.
- Quezada et al. 1992. Integration of plasticulture techniques in the cultivation of cucumbers in Nort East México, Horticultural Abstracts, Vol. 59, No. 8, pag. 746.
- Rivera, S.L. 1987. Avances de investigación agrícola en zonas de riego y temporal, CIAN, Vol. 12, México, pag. 285,286.

- Rodríguez, P.A. 1991. Semiforzado e cultivos mediante el uso de plásticos, editorial Limusa, México, pag.126.
- Ruppel, S. 1996. Effect of black plastic mulch on nitrogen balance in cultivation of pickles, Journal-article, Germany.
- Salman et al. 1991. The interrelatio between plastic mulch and irrigation, Egyptian Journal of Horticulture, Egipt.
- SEP. 1997. Cucurbitáceas, editorial Trillas, 2ª edición, México, pag. 46.
- SEP. 1983. Horticultura, editorial Trillas, México, pag. 112
- Tuzel, Y. 1991. Effects of different plastic mulching materials on yield an soil temperature of spring season glasshouse cucumber crops. Journal-article, Turkey.
- Valadez L.A. 1996. Producción de Hortalizas, editorial Limusa, México, pag. 298.