

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA



Solarización y adición de estiércol caprino para el control de malezas y su efecto en el rendimiento del cultivo de melón

(*Cucumis melo* L.).

Por:

MANUEL ALEJANDRO SALAS HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como Requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO

Buenavista Saltillo; Coahuila, México

Septiembre del 2002

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

Solarización y adición de estiércol caprino para el control de malezas y su efecto en
el rendimiento del cultivo de melón
(*Cucumis melo* L.).

TESIS

Presentada por:

Manuel Alejandro Salas Hernández

**Que somete a consideración del H. Jurado examinador
como requisito para obtener el título de:**

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo

M.C. Arturo Coronado Leza
Presidente del Jurado Examinador (UAAAN)

Dr. Ricardo Hugo Lira Saldivar
Castillo
Centro de Investigación en Química Aplicada
Asesor (CIQA)

Dr. Francisco Daniel Hernández
Asesor (UAAAN)

M.C. Reynaldo Alonso Velasco
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

Septiembre del 2002.

D E D I C A T O R I A

A mi familia con mucho cariño y admiración.

**A mis padres: Victor Manuel Salas Tellez
Dora María Hernández Alvarez**

Por su cariño y la gran fe que en mi han depositado.

**A mis hermanos: Victor Hugo Salas Hernández
Carlos Alberto Salas Hernández**

Por su apoyo y comprensión así como su grata compañía en todo momento.

A la familia Hernández de la Rosa:

Por la ayuda que siempre me han brindado sobre todo durante mi estancia en la universidad.

A G R A D E C I M I E N T O S

Al Dr. Hugo Lira Saldivar por la dirección del presente trabajo de investigación, su apoyo, comprensión y amistad brindada.

Al M.C. Arturo Coronado Leza por su colaboración como asesor principal en la materia.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) por el apoyo laboral y financiero del proyecto.

A los profesores, investigadores del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por su esfuerzo y enseñanzas recibidas.

A mis amigos de Parasitología: Jesús Cruz Blasí por sus atinadas sugerencias. Filomeno por su gran amistad y Aarón que han sido siempre una gran compañía. Así como a todos mis compañeros de la generación.

A todo el personal de campo que labora en el CIQA ya que brindan gran apoyo en los trabajos de investigación.

CONTENIDO

Página

	INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.-----	I
	RESUMEN.-----	IV
I	INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS E HIPOTESIS.-----	1
II	REVISIÓN DE LITERATURA.-----	5
	El Problema de las Malezas en los Cultivos Agrícolas de México.-----	5
	Uso de la Solarización de Suelos Para el Control de Malezas.-----	6
	Efecto de la Solarización Sobre el Control de Malezas.-----	7
	Resultados Obtenidos con Solarización en el Control de Malezas.-----	9
	Principios de la Solarización de Suelos.-----	13
	Efectos de la Solarización. -----	1
	En la Temperatura del Suelo.-----	14
	En las Características Físicas y Químicas del Suelo.-----	16
	En el Incremento de Organismos Benéficos del Suelo.-----	16
	En las Poblaciones de Patógenos Presentes en el Suelo.-----	17
	En el Crecimiento de las Plantas.-----	17
III	MATERIALES Y MÉTODOS.-----	19

Localización y Características del Sitio Experimental.-----	19
Localización. -----	19
Clima.-----	19
Suelo.-----	19
Agua.-----	20
Características del Experimento.-----	20
Diseño Experimental.-----	20
Análisis Estadísticos.-----	21
Preparación del Experimento.-----	21
Procedencia.-----	21
Cribado del Material.-----	22
Establecimiento de la Parcela Experimental.-----	22
Preparación del Terreno.-----	22
Incorporación del Estiércol Caprino.-----	22
Instalación del Sistema de Fertirriego.-----	22
Instalación del Acolchado Plástico Transparente y Termopares.-----	23
Métodos Experimentales.-----	23
Monitoreo de la Temperatura del Suelo.-----	23
Determinación del Banco de Semillas de Malezas del Suelo.-----	23
Procesado de la Muestra de suelo.-----	23
Muestreo de Maleza.-----	24
Densidad Poblacional.-----	24
Biomasa de Maleza.-----	24
Prácticas Agronómicas de Manejo del Cultivo del Melón.-----	25
Acolchado con Polietileno Negro.-----	25
Siembra.-----	25
Riego y Fertilización.-----	25
Control de Plagas y Enfermedades.-----	25

Cosecha.-----	26
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.-----	
27	
Efecto de la Solarización en la Temperatura del Suelo.-----	27
Horas Térmicas Acumuladas.-----	32
Banco de Semillas de Malezas Antes de Solarizar.-----	33
Efecto de la Incorporación de Estiércol Caprino Sobre la Densidad de Malezas.-----	
34	
Efecto de la Incorporación de Estiércol Caprino Sobre la Biomasa de Malezas.-----	
-	35
Respuesta de las Especies de Malezas a los Tratamientos.-----	38
<i>Amaranthus hybridus</i> .-----	38
<i>Amaranthus blitoides</i> .-----	39
<i>Portulaca oleraceae</i> .-----	40
<i>Eragrostis mexicana</i> .-----	42
<i>Hoffmansegia glauca</i> .-----	43
<i>Sysimbrium irio</i> .-----	45
<i>Cyperus rotundus</i> .-----	46
Rendimiento de Melón.-----	48
V CONCLUSIONES.-----	
50	
VI BIBLIOGRAFIA.-----	
51	
VII APENDICE.-----	56

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

CUADROS Página

- 1 Acumulación térmica en horas durante los días más calientes de solarización a dos profundidades de suelo.----- 33

- 2 Semillas de especies de malezas encontradas en el suelo antes de los tratamientos de solarización del suelo.-----34

- 3 Comparación de medias de la densidad de la especie de maleza *Amaranthus hybridus* al momento de la cosecha.-----39

- 4 Comparación de medias de la densidad de la especie de maleza *Portulaca oleraceae* al

	momento de la cosecha.-----	41
5	Comparación de medias de la densidad de la especie de maleza <i>Eragrostis mexicana</i> al momento de la cosecha.-----	42
6	Comparación de medias de la densidad de la especie de maleza <i>Hoffmansegia glauca</i> al momento de la cosecha.-----	44
7	Comparación de medias de la densidad de la especie de maleza <i>Sysimbrium irio</i> al momento de la cosecha.-----	46
8	Comparación de medias de la densidad de la especie de maleza <i>Cyperus rotundus</i> al momento de la cosecha.-----	46
9	Comparación de medias de rendimiento del cultivo de melón en suelo solarizado y no solarizado sujeto a tres tratamientos de estiércol caprino.-----	48

FIGURAS

1	Temperaturas registradas a 1.5 cm de profundidad en seis tratamientos en el día más Caliente (julio 11) durante el periodo de solarización. -----	28
2	Temperaturas registradas a 10 cm en seis tratamientos en el día más caliente (julio 11) durante el periodo de solarización. -----	29

- 3 Temperatura del aire y suelo a 1.5 cm de profundidad a las 13:00 hrs. durante el periodo de solarización en el tratamiento con 40T/ha de estiércol caprino.-----30
- 4 Temperatura del aire y suelo a 10 cm de profundidad a las 13:00 hrs. durante el periodo de solarización en el tratamiento con 40 T/ha de estiércol caprino.----31
- 5 Gráfico de acumulación térmica durante los días más calientes de solarización a dos profundidades.-----32
- 6 Densidad poblacional por m² de malezas después de la solarización del suelo.----- 36
- 7 Producción de biomasa por m² de las malezas después de la solarización del suelo.----- 37
- 8 Biomasa acumulada por m² de *Amaranthus hybridus* en suelo solarizado y no solarizado con y sin acolchado en tres tiempos.-----38
- 9 Biomasa acumulada por m² de *Amaranthus blitoides* en suelo solarizado y no solarizado con y sin acolchado en tres tiempos.----- 40
- 10 Biomasa acumulada por m² de *Portulaca oleraceae* en suelo solarizado y no solarizado con y sin acolchado en tres tiempos.-----41

11	Biomasa acumulada por m ² de <i>Eragrostis mexicana</i> en suelo solarizado y no solarizado con y sin acolchado en tres tiempos.-----	43
12	Biomasa acumulada por m ² de <i>Hoffmansegia glauca</i> en suelo solarizado y no solarizado con y sin acolchado en tres tiempos.-----	44
13	Biomasa acumulada por m ² de <i>Sysimbrium irio</i> en suelo solarizado y no solarizado con y sin acolchado en tres tiempos.-----	45
14	Biomasa acumulada por m ² de <i>Cyperus rotundus</i> en suelo solarizado y no solarizado con y sin acolchado en tres tiempos.-----	47
15	Comparación de rendimientos del cultivo de melón en suelo solarizado y no solarizado con y sin acolchado plástico negro. -----	49

RESUMEN

Solarización y adición de estiércol caprino para el control de malezas y su efecto en el rendimiento del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.).

POR

MANUEL ALEJANDRO SALAS HERNÁNDEZ

LICENCIATURA
EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
BUENAVISTA, SALTILLO, SEPTIEMBRE DEL 2002

M.C. Coronado Leza Arturo
Dr. Lira Saldivar R. Hugo

- Asesor –
-Co-asesor –

Palabras Clave: Solarización, Estiércol caprino, Control de malezas, Melón.

Utilizando el concepto técnico de biofumigación para controlar malezas presentes en el terreno se realizó un trabajo de experimentación en Saltillo, Coahuila, México. El sitio experimental se ubica en el CIQA en las coordenadas geográficas de 25°27' de latitud norte 101°02' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich a una altitud de 1619 msnm. En el presente trabajo se evaluó el efecto de la

solarización (30 días) más la adición de estiércol caprino (0, 20, 40 T/ha) con el propósito de favorecer el incremento de las temperaturas para generar condiciones letales térmicas que permitieron controlar poblaciones de malezas en el cultivo de melón.

Durante el periodo de solarización del 11 de junio al 11 de julio del 2001 y bajo las condiciones ambientales de la región se alcanzaron temperaturas de 55°C y 44°C a una profundidad de 1.5 y 10cm respectivamente registrándose una temperatura máxima del aire de 32°C. Sin embargo las dosis de estiércol caprino no alteraron las temperaturas de manera significativa por lo cual no hubo efecto letal adicional sobre las malezas.

Se realizaron diferentes muestreos mediante los cuales se determinó la susceptibilidad de las diversas especies de malezas a la solarización. Encontrándose que especies anuales resultan seriamente afectadas por la solarización tales como *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus blitoides*, *Portulaca oleraceae* las cuales no se presentan después de la solarización. Especies perennes como *Cyperus rotundus* no resultaron afectadas de manera considerable y mantuvieron su emergencia aun después de la solarización.

El efecto de la solarización en el control de malezas se ve reflejado claramente en el rendimiento que expresa el cultivo al final de la temporada, mostrando resultados de 29 ton/ha en parcelas donde se logró un control adecuado y en parcelas testigo rendimientos menores de 7 Ton/ha.

INTRODUCCIÓN

Las pérdidas en la agricultura se deben principalmente a la práctica del monocultivo de productos rentables, técnica que termina por seleccionar poblaciones de patógenos ocasionando pérdidas que oscilan entre el 10% y el 40% del costo total, mientras que específicamente las malezas representan el 25% del costo total.

Las fumigaciones al suelo son efectivas para controlar estos patógenos y malas hierbas, sin embargo, requieren fuertes inversiones, equipo y personal especializado. Las dosis aplicadas para eliminar patógenos igualmente eliminan microorganismos benéficos, pero afectan de manera adversa el ambiente físico y químico del suelo, además, los mantos acuíferos son contaminados debido a esta actividad agrícola. Los residuos de la agricultura constituyen en la actualidad un gran riesgo para el hombre, situación que obliga a las legislaciones de los países a ser cada vez más restrictivos en el contenido de residuos de pesticidas en los productos para consumo humano, es por ello que la agricultura moderna tiene una marcada tendencia al uso de técnicas innovadoras basadas en principios biológicos, físicos y sustentables que formen parte de nuestra futura sociedad.

A partir de la década de pasada Katan y col. (1991) establecieron las bases técnico-científicas de una nueva tecnología que permite el calentamiento del suelo mediante el acolchado con una película de polietileno transparente en la época del año de mayor insolación. El calentamiento del suelo a temperaturas subletales y letales de 37°C a 60°C mediante la radiación solar es un método para el control de enfermedades con el objeto de reducir la incidencia de organismos patógenos del suelo, sin utilizar agroquímicos inorgánicos de alta residualidad en el medio ambiente.

Un nuevo concepto derivado de la utilización de películas de polietileno es la biofumigación, la cual es una técnica moderna que conjunta la solarización con la adición de materia orgánica, ya sea estiércol, residuos de cosechas y extractos vegetales, lo que permite que al incrementarse la temperatura del suelo bajo el acolchado plástico se liberen sustancias que resultan tóxicas para diversos patógenos del suelo pero no para las plantas cultivadas.

El uso de películas plásticas en la agricultura ha permitido incrementar el potencial agrícola de muchos cultivos de importancia para la exportación. La versatilidad que

presenta el utilizar plásticos ha generado nuevas técnicas y aplicaciones en el sector agrícola. El acolchado del suelo en el cultivo de melón se considera la evolución más espectacular que se ha dado, ya que además de incrementar la precocidad, se optimiza la utilización del agua, por que esta se conserva por más tiempo y esta más disponible para las plantas. El acolchado plástico también protege a la planta del frío como a los frutos del contacto con el suelo y reduce los daños causados por plagas y enfermedades. El acolchado complementado con el fertirriego ayuda a controlar y administrar eficazmente el consumo de fertilizantes.

Por otro lado, el cultivo de melón desde la década de 1920, ha sido un producto hortícola generador de divisas para el país, fuentes de empleo e ingreso de utilidades para los productores mexicanos. Debido a que el melón mexicano es capaz de soportar altas temperaturas, se ha convertido en una excelente alternativa de cultivo para las zonas de calor excesivo y sequías constantes. Algunas de nuestras regiones productoras han logrado tal nivel de especialización, que obtienen rendimientos de 30 toneladas por hectárea como lo fue Colima en 1998.

La superficie total cultivada en México es de 38,446 hectáreas de las cuales se cosechan 35,299 hectáreas, habiendo obtenido un rendimiento total de 498,915 toneladas en 1999 con un promedio nacional de 14.49 ton/ha. El 35% de la producción nacional se destina al mercado exportación generando ingresos por más de 104.3 millones de dólares. (Claridades. A. Agosto 2000)

Dentro de las limitantes para la producción de melón se encuentran las malezas pues este cultivo no se puede manejar con herbicidas, ya que estos agroquímicos suelen afectar también al cultivo; además existen especies tan bien adaptadas al desarrollo del cultivo de melón que se constituyen en un serio problema para su desarrollo y rendimiento. Entre las malezas más dañinas para las plantas de melón se encuentra la verdolaga (*Portulaca oleraceae*) que puede desplazar al cultivo en etapas tempranas y eliminarlo por completo debido a su gran competencia por agua, luz y nutrientes. Por lo tanto, la solarización y adición de materia orgánica en forma

de gallinaza o estiércol caprino es una opción actualmente en desarrollo para mejorar la fertilidad del suelo y para la eliminación de malezas presentes en el terreno, siendo esta una técnica biofísica con un gran potencial para la agricultura moderna de bajo impacto ambiental.

HIPÓTESIS

El incremento en la temperatura del suelo provocado por el acolchado plástico transparente y las dosis de estiércol caprino incorporado al suelo tendrán un efecto sinérgico que provocará una reducción en las poblaciones de malezas presentes en el terreno donde se sembrará melón. Con base en esta hipótesis se plantearon los siguientes objetivos.

OBJETIVOS

Determinar el efecto de la solarización con acolchado plástico transparente más adición de estiércol caprino en el incremento de la temperatura del suelo a 1.5 y 10 cm de profundidad.

Obtener información sobre la acumulación de unidades térmicas durante el periodo de solarización en los estratos de suelo a 1.5 y 10 cm de profundidad.

Evaluar el efecto combinado de la solarización y estiércol caprino en cada una de las malezas encontradas en el lote experimental y determinar si la combinación de estos tratamientos influye directamente en la reducción de la población y biomasa de las malezas anuales y perennes presentes.

Analizar el efecto letal de la solarización y las dosis de estiércol caprino en las poblaciones de malezas anuales y perennes y su efecto posterior en el rendimiento del cultivo del melón.

REVISIÓN DE LITERATURA

El Problema de las Malezas en los Cultivos Agrícolas en México.

Las malas hierbas son consideradas como plantas indeseables por competir con las plantas cultivadas que el hombre establece para producción de alimentos. Las malezas representan también un problema para la conservación de carreteras, oleoductos, centros recreativos, etc. Las malezas poseen características para desarrollarse en medios pocos favorables como latencia de sus semillas, abundante producción de estructura reproductivas (Cuadro A-9, Apéndice) y una gran habilidad para competir por nutrientes, agua, luz y espacio.

La importancia económica de las malezas se deriva de los daños que ocasionan en la agricultura, ganadería e industria. Se considera que solo en las actividades agrícolas las malas hierbas producen mayores pérdidas económicas que las reportadas por otras plagas. (Posos, 2001). Este mismo autor menciona que los daños que originan se resumen en reducción en la producción de granos, pastos,

carne, leche y lana. Menor eficiencia en el uso de la tierra, debido a los costos que implican las escardas, deshierbe, chapoleo y aspersiones. Reduce la calidad del producto cosechado y aumenta los costos de producción. Por último el valor de la tierra se reduce especialmente cuando se infesta con maleza perenne; limitan la producción de cultivos que se pueden sembrar y son hospederas de insectos, hongos y nematodos que afectan a las plantas cultivadas.

En los últimos 40 años se han tenido notables adelantos en nuestro país en el control de malezas debido al descubrimiento de los herbicidas químicos. Sin embargo se ha llegado a determinar que un solo tratamiento de control aplicado repetidamente a largo plazo no es efectivo para reducir la densidad de todas las especies. Lo que ocurre es que disminuye el número de las especies presentes, pero aumenta el número de individuos de las especies adaptadas a las condiciones particulares de nuevo manejo. También sucede que la introducción de un método único de control (El químico) reemplaza a ciertas especies fáciles de eliminar por otras que a largo plazo causan mayores problemas.

Es notorio que la resistencia a herbicidas es el resultado de una fuerte presión de selección a favor de especies o biotipos resistentes a expensas de las otras especies susceptibles. Las pérdidas que causan las malezas en los cultivos en México son difícil de estimar, debido a la falta de estadísticas sin embargo, el problema de malezas esta dentro de los primeros cuatro factores que reducen el rendimiento agrícola, el cual es muy variable. Existen grandes extensiones agrícolas donde el combate de malezas es inadecuado y se han detectado perdidas del más del 50% del cultivo por competencia de las malezas. (Cotero, 1997)

Uso de la Solarización de Suelos Para el Control de Malezas.

La solarización representa actualmente una de las mejores opciones para eliminar malezas y otros organismos indeseables como hongos, nematodos y bacterias de suelos infectados con estos fitopatógenos. El bromuro de metilo (BM) es usado en muchas partes del mundo para el combate de las plagas antes mencionadas sin embargo esto ocasiona graves daños por lo que su uso se ha visto seriamente restringido. (O,neil, 1997)

Solamente en E.U. se usan 21,000 Ton. de BM al año, pero a nivel global se aplica 72,000 Ton. Entre el 80 y 95% del BM inyectado al suelo se disipa hacia la atmósfera afectando significativamente la capa de ozono, por lo que de acuerdo con el protocolo de Montreal este peligroso pesticida será removido del mercado en el año 2005 por los países desarrollados y en el 2015 por el resto del mundo.

(www.epa.gov)

La solarización es un proceso hidrotérmico que involucra cambios físicos, químicos y biológicos en el suelo humedecido durante y después del acolchado plástico (Katan y DeVay, 1991). En la solarización, el suelo es acolchado durante los meses más calientes del año en un intento para incrementar la temperatura máxima a niveles letales para los microorganismos y malezas presentes en el suelo.

La solarización además de desinfectar el suelo reduce o elimina la necesidad de fumigantes que resultan ser muy tóxicos para los humanos y el medio ambiente. La solarización no deja residuos tóxicos en el suelo y contribuye a mejorar la eficiencia en el uso de agua y los fertilizantes. Además la solarización incrementa los niveles de nutrientes en el suelo al descomponer la materia orgánica soluble e incrementar su biodisponibilidad. Al hacer esto, la solarización estimula e incrementa el crecimiento en muchos cultivos y cambia la microflora del suelo para favorecer el control biológico de las plagas. Por último las películas de PE usadas en la solarización son muy eficaces para reducir las malezas en la mayoría de los suelos donde se use la solarización. (Stapleton, 1994; Katan y DeVay, 1991)

Efecto de la Solarización Sobre el Control de Malezas.

De acuerdo a la información proporcionada por Elmore et al.,1997 la solarización de suelos controla muchas malezas anuales y perennes. Mientras que algunas especies de malezas son muy sensibles a la solarización del suelo, otras son moderadamente resistentes y requieren condiciones óptimas (buena humedad del suelo, plástico bien colocado y pegado al suelo y una alta radiación) para su control.(Cuadro A-1, Apéndice)

Malezas anuales de invierno parecen ser específicamente sensibles a la solarización y el control de anuales de invierno es frecuentemente evidente por más de un año después del tratamiento de solarización. La solarización de suelos es especialmente eficaz para controlar malezas en cultivos sembrados en otoño como cebollas, ajo, zanahoria, brócoli y otras brassicáceas. El trébol dulce blanco (*Melilotus*

albus) es una de las pocas malezas anuales de invierno que es poco controlada con solarización.

Aún y cuando las malezas anuales de verano son menos sensibles que las anuales de invierno, la mayoría de las anuales son relativamente fáciles de controlar con la solarización del suelo. El control de la verdolaga (*Portulaca oleracea*) y del zacate cangrejo (*Digitaria sanguinalis*) puede ser más difícil de lograr. Si la verdolaga es controlada es un buen indicador de que el suelo ha sido adecuadamente calentado.

La solarización generalmente no controla malezas perennes tan bien en comparación con las malezas anuales debido a que las perennes generalmente tienen estructuras vegetativas enterradas en el suelo como raíces y rizomas que pueden rebrotar. Semillas de zacate bermuda (*Cynodon dactylon*), zacate Johnson (*Sorghum halepense*) y la enredadera (*Convolvulus arvensis*) sí son bien controlados con la solarización. Los rizomas de los zacates bermuda, y Johnson pueden ser controlados por la solarización si no están enterrados profundamente. La solarización por sí misma no es efectiva para el control de rizomas de la enredadera. El coquillo (*Cyperus esculentus*) es controlado parcialmente por la solarización del suelo. El coquillo púrpura (*Cyperus rotundus*) no es significativamente afectado; en algunas ocasiones una pobre solarización ha inducido el crecimiento del coquillo púrpura (Elmore *et al.*, 1997).

Dentro de las especies de malezas, de las cuales no se ha logrado su control por medio de solarización se encuentran: *Malva niceansis*, *Convolvulus arvensis* (planta), *Cynodon dactylon* (planta), *Conyza canadiensis*, *Eragrostis spp.*, *Cyperus rotundus*, *Melilotus albus*, *Sorghum halepense* (planta) y *C. esculentum*, (Katan y Devay, 1991; Elmore *et al.*, 1997).

Resultados Obtenidos con la Solarización en el Control de Malezas.

Caussanel *et al* (1997) en Dijon, Francia trabajó en un campo infestado naturalmente con malezas. Donde se acolcho con PE transparente durante los meses de verano (junio, julio y agosto). Los resultados de estos investigadores mostraron que la solarización de suelo incrementó significativamente la temperatura y redujo la infestación de malezas en comparación con el testigo.

Katan (1981) Reportó que 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 tenga mayor variabilidad en el control de malezas que de hongos del suelo.

Egley (1983) determinó que varias especies de Zacates, así como el quelite, flor de la mañana y verdolaga disminuyeron sus poblaciones conforme se alargó el período de solarización, encontrando que el coquillo no fue afectado por los tratamientos.

Horowitz *et al.*, (1983) A medida que aumentó el período de solarización, aumentó la temperatura del suelo; observando que el número de malezas por metro cuadrado (verdolaga y estrella de la mañana) disminuyó, hasta eliminarse totalmente en un período de solarización de 3 a 12 meses. En otro trabajo que realizaron en otoño las temperaturas alcanzadas por el suelo fueron inferiores, sin embargo, se observó una reducción en el número total en malezas conforme se alargó el período de solarización.

Rubin and Benjamín (1981) con un período de 4 a 5 semanas, se logra un control efectivo de la mayoría de las malezas anuales de verano e invierno, además de que el efecto dura por más de 5 meses después de recoger el plástico. Las malezas perennes que se propagan vegetativamente son controladas parcialmente, pero se puede mejorar su control extendiendo el período de solarización por 8 ó 10 semanas.

Stevens *et al.*, (1990) con un período de 98 días, se obtienen una reducción de un 91% de las malezas, resultando más efectivo que la aplicación de un herbicida (Dacthal 75W). Además de que las plantas de Col sin cabeza (*Brassica oleracea* var. acephala) mostraron un incremento en el desarrollo y rendimiento.

El estudio realizado por Sudha *et al.*, (1988) en la India, se enfoco a determinar la eficacia de la solarización del suelo con acolchado plástico transparente y negro. Ellos encontraron que el acolchado para solarizar incremento la temperatura del suelo hasta 53.8 °C a una profundidad de 5 cm, 15 días después de aplicar el PE

transparente. Esto redujo la presencia de maleza y el peso seco de la misma en comparación con los tratamientos sin solarizar y con PE negro.

El trabajo de Abadllah (1999) realizado en Egipto comprendió un estudio realizado durante 1996, 1997 y 1998, en parcelas naturalmente infestadas con malezas, las semillas fueron solarizadas por seis semanas en agosto y septiembre. La solarización del suelo incremento el rendimiento de haba en más de 53 veces; este incremento en rendimiento lo explicaron debido al control de la malezas anuales y de la maleza perenne *Orobanche crenata*.

Los trabajos realizados durante 1994 y 1995 en Italia por Campliglia *et al.*, (1998), mostraron que los tratamientos de solarización aplicados desde finales de julio hasta septiembre en el cultivo de la lechuga, incrementaron la temperatura del suelo a 45.9 y 46.1 °C a las profundidades de 5 y 10 cm. Respectivamente. El acolchado plástico transparente redujo la densidad de malezas y la biomasa total de estas durante el ciclo del cultivo en más de 91 %. *Amaranthus spp.* y *Rumex crispus* fueron completamente eliminadas. La emergencia de *Portulaca oleracea* se redujo el 92 %, *Solanum nigrum* en 70 %, *Stellaria media* en 76 %, *Sinapsis spp.* en 59 %, *Senecio spp.* en 68 %, y *Lolium spp.* en 96 %. El crecimiento de la biomasa y el rendimiento de cabezas de lechuga se incremento en 106 y 81 % respectivamente con el tratamiento de solarización, en comparación con el tratamiento no solarizado.

El efecto de la solarización en el control de malezas y su efecto posterior en el crecimiento y rendimiento de cacahuete fue estudiado por Biradar y Hosamani (1997), ellos encontraron un incremento en la temperatura del suelo en el rango de 11.0 a 14.9 °C, de 5.0 a 6.7 °C y de 2.9 a 3.5 °C, después del tratamiento con PE transparente de 0.05 y 0.01 mm y con PE negro de 0.125 mm de espesor respectivamente, en comparación con el tratamiento no solarizado. Ellos encontraron una reducción significativa en el numero y peso seco de malezas hasta la cosecha del cultivo del cacahuete, lo anterior debido a la solarización con el PE transparente. La mayor reducción de malezas se obtuvo al usar PE transparente de

0.05 mm de espesor, colocado durante 60 días sobre un suelo húmedo; este tratamiento también reporto el mayor rendimiento de cacahuete (2.88 t/ha).

Un estudio realizado en Florida, USA, se enfocó a determinar el efecto de 5 y 7 semanas de solarización sobre el control de *Cyperus* spp; con acolchado plástico negro y transparente. Los resultados indicaron que después de 5 semanas emergieron 35.7 plantas / m², a través de PE negro, mientras que solo se observaron 5 plantas / m² en los tratamientos con PE transparente. La menor emergencia de esta maleza fue atribuido a temperaturas letales en suelos por la solarización, lo que ocasiono la muerte de los rizomas de *Cyperus spp*. Algunos rizomas perforaron el PE transparente, pero la mayoría quedaron atrapados debajo del acolchado transparente. Bajo este acolchado los estímulos ocasionados por la luz y la temperatura aparentemente promovieron un cambio morfológico que se oriento al desarrollo de hojas y no al crecimiento de los rizomas de *Cyperus* (Patterson, 1998).

La información reportada en el trabajo de Patterson (1998), indica que el acolchado con PE transparente redujo o eliminó la emergencia de tallos de *Cyperus rotundus* en comparación con película opaca de PE blanca/negra el PE transparente redujo la biomasa foliar de coquillo, biomasa y numero de rizomas en el rango de 85 a 99 %.

El estudio sobre efecto de altas temperaturas en la germinación y viabilidad de semillas de malezas en el suelo realizado en la India por Arora y Yaduraju (1998), reporta que la temperatura máxima del suelo a 5 cm de profundidad bajo el acolchado plástico transparente fue de 53 °C. La solarización incremento la temperatura en más de 9 °C. Profundidades inferiores de suelo de 5, 10 y 15 cm no alcanzaron nunca temperaturas de 55 °C. El acolchado con PE transparente durante 30 días redujo significativamente el numero de semillas de malezas, específicamente de *Avena fatua* y *Phalaris minor*, mientras que *Trianthema monogyna* y *Asphodelus tenuifolius*, no fueron muy afectadas y en *Melilotus indica* no se observó ningún efecto de la solarización.

El trabajo de solarización durante tres años (1990-92) con PE transparente en el cultivo de okra que realizaron Bawazir *et al.*, (1995), en la República Árabe de Yemen, indica que el peso seco de las malezas se redujo en 97.1, 81.4 y 68.8%, respectivamente durante los tres años de estudio antes señalados en comparación con el testigo sin solarizar. Por otro lado, el rendimiento del cultivo se incrementó en 63.9, 45.0, y 33.7 % respectivamente en esos años.

Economou y col (1997) en Grecia realiza un estudio para evaluar la solarización de suelo sobre la germinación de semillas de 3 especies de malezas (*Avena sterilis*, *Bromus diandrus*, *Sinapsis arvensis*). Los resultados demostraron que el calentamiento solar tuvo un efecto adverso muy evidente en la germinación de las tres especies de malezas especialmente las colocadas a las profundidades de 5 cm las semillas enterradas a 10 cm también redujeron notablemente su germinación después de dos semanas de solarización sin embargo, después de un mes de solarización las semillas de las tres especies perdieron por completo su viabilidad. El efecto de temperaturas letales (35, 40 y 45°C) sobre la germinación de las semillas fue relacionado al tiempo de exposición de acuerdo con el concepto de horas térmicas u horas calor. Este estudio concluye que la germinación de estas semillas reduce dramáticamente cuando se alcanzan las 400 horas calor.

Principios de la Solarización de Suelos.

Los principios físicos, químicos y biológicos de la solarización de suelos, son resumidos por los autores antes mencionados de la siguiente manera:

La solarización calienta el suelo durante las horas de mayor radiación solar, a mayor profundidad de suelo la temperatura máxima se reduce, es alcanzada más tarde durante el día, y mantenida por períodos de tiempo más largos.

El mejor tiempo para acolchar el suelo debe ser determinado experimentalmente acolchando el suelo con polietileno (PE) transparente y midiendo las temperaturas que se alcanzan a las profundidades deseadas. Datos meteorológicos de años anteriores.

Una buena preparación de la tierra antes de sembrar o trasplantar es esencial para la solarización. Después de retirar el plástico transparente y una vez que terminó el período de solarización, el suelo debe de evitar disturbarse lo menos posible para evitar la recontaminación (Elmore *et al.*, 1997).

Una humedad del suelo adecuada durante la solarización es necesaria para incrementar la sensibilidad térmica de los organismos que se desean controlar, también mejora la conducción de calor en el suelo y permite la actividad biológica durante la solarización.

El suelo bajo el acolchado plástico debe estar saturado o al menos a un 70% de la capacidad de campo en las capas superiores y debe estar humedecido hasta una profundidad de 60 cm para que la solarización sea más efectiva. (Elmore *et. al.*, 1997).

Prolongar el período de solarización generalmente permite un mayor control de patógenos en capas de suelos más profundas. Resultados satisfactorios en diversas regiones del mundo, con diferentes patógenos, han sido obtenidos usualmente en el rango de 20 a 60 días de solarización. Frecuentemente el efecto de la solarización se aprecia a largo plazo en el control de enfermedades y en el incremento en rendimiento, se ha observado el beneficio de esta práctica todavía en el segundo y aún después de cuatro ciclos de cultivos.

La solarización causa cambios químicos, físicos y biológicos en el suelo, lo cual afecta el crecimiento de las plantas. Por lo tanto, durante el período de solarización es recomendable ir cambiando ciertas practicas de manejo agronómico como fertilización (para evitar un exceso de nutrientes), fecha de siembra y densidad del cultivo (Katan y DeVay, 1991).

Por otro lado, el plástico de polietileno (PE) de una milésima de pulgada (0.025 mm ó 25 micras) de espesor es eficiente pero no muy resistente al rompimiento, debido al viento o a ser dañado por animales. Los agricultores que se localicen en áreas con mucho viento deben considerar el uso de películas plásticas de 1.5 a 2 milésimas de pulgada (0.038-0.05 mm) de espesor.

La solarización debe aplicarse en la época del año cuando las temperaturas ambientales sean más altas, cuando la longitud del día sea mayor, el cielo permanezca despejado y no ocurran vientos con frecuencia. (Elmore *et. al.*, 1997).

Efectos de la Solarización.

Efecto de la solarización en la temperatura del suelo.

La temperatura del suelo es uno de los principales factores que se ven modificados por la acción directa de la solarización. En el calentamiento del suelo, influye además de la intensidad de la radiación solar, algunos otros factores como la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento y características del suelo (color; textura, estructura, materia orgánica y humedad). La película de plástico transparente permite que la mayor parte de la radiación cruce la película para incrementar la temperatura del suelo, permitiendo que solo una parte de la radiación sea reflejada. Por la noche las fluctuaciones de temperatura a nivel del suelo son mayores debido a que el PE transparente permite que haya una radiación desde el suelo hacia la atmósfera (Katan y DeVay, 1991).

Diversos autores han reportado que durante el tratamiento de solarización, la capa superior del suelo alcanza las máximas temperaturas, y a medida que incrementa la profundidad, las temperaturas disminuyen. La temperatura máxima la alcanza el suelo durante el día y se mantiene por un largo tiempo. La capa superior del suelo

es la que esta más propensa a los cambios de temperatura, ya que a medio día es la que alcanza la máxima temperatura y por la mañana es la parte más fría del suelo. Conforme avanzan las horas del día la temperatura se transmite de manera gradual hacia el interior; de manera que cuando empieza a disminuir la temperatura de la superficie del suelo (alrededor de las 16:00 hrs. de la tarde), la temperatura interior va en aumento y se conserva durante más tiempo (Elmore *et al.*, 1997).

En el trabajo de Pullman *et al.* (1981) reportaron que la temperatura registrada en los suelos solarizados con plástico de bajo espesor (25 μ) a 5 cm de profundidad durante la hora más caliente del día fue de 60°C siendo 14°C más alta que el testigo, mientras que un suelo solarizado con plástico de mayor espesor (100 μ m) registró 57°C a la misma profundidad; o sea solamente 11°C más que en el testigo sin acolchado plástico. Estos mismos autores encontraron que a 15 cm de profundidad las temperaturas fueron menores que a 5 cm, alcanzando los 50°C en el suelo con plástico de menor espesor, mientras que el suelo cubierto con plástico grueso alcanzó solamente 48°C.

El estudio realizado por Alexander (1990) reporta que durante el período de solarización las temperaturas más altas alcanzadas fueron, 55, 51, 47 y 43°C a 13, 38, 63 y 88 mm de profundidad respectivamente. En los tratamientos solarizados la temperatura del suelo a 13 mm de profundidad fue superior a los 35°C en 48 días de los 58 días que duró el período de solarización. Ha esta misma profundidad, la temperatura antes mencionada solo fue alcanzada durante 6 días en las parcelas testigo.

Un reciente artículo de Yucel *et al.* (2000) sobre solarización menciona que la temperatura máxima del suelo fue 43.2 y 37.4°C a 10 y 20 cm de profundidad, respectivamente, lo cual permitió tener un control de la pudrición de la raíz en el cultivo del pepino bajo condiciones de invernadero en una región del mediterráneo de Turquía.

Efectos de la solarización en las características físicas y químicas del suelo.

La solarización promueve cambios en las características físicas y químicas del suelo que mejoran el crecimiento y desarrollo de las plantas. Acelera la descomposición de la materia orgánica en el suelo, lo que resulta en la liberación de nutrientes solubles como nitrógeno, (NO_3 , NH_4), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), y ácido fúlvico, haciéndolos más disponibles para las plantas. El mejoramiento en la estructura del suelo también se ha observado por la agregación del mismo (Elmore *et. al.*, 1997).

Efectos de la solarización en el incremento de organismos benéficos del suelo.

Muchos organismos del suelo benéficos son capaces de sobrevivir a la solarización o recolonizar el suelo muy rápidamente. Microorganismos benéficos muy importantes son los hongos micorrízicos, hongos y bacterias que parasitan patógenos de las plantas y que ayudan al crecimiento de las mismas. Las lombrices, por ejemplo, se creé que se refugian a mayores profundidades y escapan a los efectos del calentamiento del suelo (Elmore *et. al.*, 1997).

Hongos benéficos, especialmente *Trichoderma*, *Talaromyces* y *Aspergillus spp.* sobreviven o se incrementan en suelos solarizados. Los hongos micorrízicos son más resistentes al calor que la mayoría de los hongos fitopatógenos; sus poblaciones pueden reducirse en el perfil superior del suelo pero ciertos estudios han mostrado que esto no es suficiente para reducir su colonización de raíces hospedadas en suelos solarizados (Elmore *et. al.*, 1997).

Poblaciones de bacterias benéficas como *Bacillus spp* y *Pseudomonas spp.* son reducidas durante la solarización pero posteriormente recolonizan el suelo rápidamente. Poblaciones de *Rhizobium spp.*, el cual fija nitrógeno en los nódulos de las raíces de leguminosas, pueden ser grandemente reducidos por la solarización

y pueden ser reintroducidos por la inoculación de semillas de leguminosas. Poblaciones del suelo de otras bacterias nitrificadoras también son reducidas con la solarización. Los niveles poblacionales de Actinomycetos no son muy afectados por la solarización del suelo. Muchos miembros de este grupo se sabe que son antagonistas de hongos fitopatógenos (Elmore *et al.*, 1997).

Efectos de la solarización en las poblaciones de patógenos presentes en el suelo.

El calentamiento que diariamente se produce durante la solarización mata muchos patógenos del suelo, nemátodos, semillas de malezas y plántulas. El calor también debilita muchos organismos que pueden soportar la solarización, haciéndolos más vulnerables a los hongos y bacterias que son más resistentes al calor y que actúan como sus enemigos naturales. Cambios en la química del suelo durante la solarización también puede matar a debilitar algunos organismos del suelo (Elmore *et al.*, 1997).

Aún y cuando muchos microorganismos del suelo se mueren con temperaturas superiores a los 30 ó 33°C, los fitopatógenos, malezas y otros organismos del suelo difieren en su sensibilidad al calentamiento del suelo. Algunos organismos que son difíciles de controlar con fumigantes del suelo son fácilmente controlados con la solarización. Otras plagas son afectadas también pero no pueden ser consistentemente controladas con la solarización. Esos requieren medidas de control adicionales (Elmore *et al.*, 1997).

Efecto de la solarización en el crecimiento de las plantas.

Las plantas generalmente crecen más rápido y producen mayores rendimientos y de más calidad cuando los cultivos crecen en suelos solarizados. Esto puede ser atribuido en parte, a el control de enfermedades y malezas; pero incrementos en el crecimiento de las plantas también es visto cuando el suelo que aparentemente esta libre de enfermedades es solarizado. Un gran número de factores puede estar

involucrado en este efecto, primero, patógenos de poca importancia o desconocidos también pueden ser controlados. Segundo, el incremento en nutrientes solubles mejora el crecimiento de las plantas. Tercero, relativamente grandes poblaciones de microorganismos útiles en el suelo han sido encontrados después de la solarización, y algunos de esos, como ciertas *Pseudomonas fluorescentes* y *Bacillus* se sabe que son agentes de control biológico (Elmore *et. al.*, 1997; Katan y DeVay, 1991).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y Características del Sitio Experimental

Localización.

El trabajo de investigación se realizó en el período primavera verano del 2001 en los terrenos agrícolas experimentales del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), localizado en la ciudad de Saltillo, Coahuila, en las coordenadas

geográficas 25°27' de latitud norte y 101°02' de longitud oeste del meridiano de Greenwich a una altitud de 1619 msnm.

Clima.

El clima en la región está clasificado como: BsoK(X')(e), que se define como seco estepario. La temperatura media anual es de 18°C y la precipitación pluvial media anual es de 368 mm siendo los meses de julio a septiembre los más lluviosos (García, 1987).

Suelo.

El suelo del lote experimental del CIQA es de origen aluvial, textura arcillo-limosa en el estrato 0-30 cm y arcillosa en la capa 30-60 cm. Gómez (1994) reporta que el pH es de 8.1 clasificándose como suelo medianamente alcalino, y ligeramente salino (3.7 milimhos/cm), con un contenido de materia orgánica de 2.38%, lo que lo hace medianamente rico.

Aviña (1995), consigna que la capacidad de campo es de 28% para los estratos de 0-40 cm. El punto de marchitez permanente es de 15.22%, mientras que la densidad aparente es de 1.26 g/cm³.

Agua.

El agua utilizada para riego pertenece a la clase C₃S₁, lo que significa que es de calidad media, apta para suelos bien drenados en donde se puede establecer cultivos con tolerancia a sales (Narro, 1985).

Características del Experimento.

El experimento consistió en analizar el efecto de la incorporación al suelo de estiércol caprino combinado con solarización con el fin de provocar un efecto de biofumigación en el banco de semillas de malezas presentes en el terreno. Así como en las plántulas de malezas. Al mismo tiempo se evaluó el efecto del acolchado después de la solarización, sobre la emergencia de malezas anuales y perennes y en el rendimiento del cultivo del melón.

Para la evaluación de las dosis de estiércol y la solarización del suelo con plástico transparente, se estableció una parcela experimental de 360 m² arreglada en dos bloques para analizar el efecto de dos factores. Los tratamientos se arreglaron en bloques al azar con cuatro repeticiones. La evaluación del efecto de los tratamientos de la solarización sobre las malezas se realizó mediante el análisis de dos variables, la primera fue el acolchado plástico después de la solarización mientras, que la segunda variable fue el suelo desnudo después de la solarización. De esta manera comprobamos el efecto residual de la solarización en el desarrollo del cultivo para el control de las malezas. La incidencia de cada especie de maleza se analizó en tres tiempos diferentes: antes de solarizar, después de solarizar y al momento del primer corte de melón.

Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño bifactorial en bloques al azar con 4 repeticiones, donde el factor "A" fue solarización, con dos niveles: solarizado y no solarizado. Al factor "B" correspondieron las dosis de estiércol caprino, este incorporado al suelo a la dosis de 0, 20, 40, Ton/ha, dando un total de 24 unidades experimentales. Para el caso de la evaluación del efecto residual de la solarización se utilizó el mismo diseño bifactorial en bloques al azar con 4 repeticiones, donde el factor "A" fue solarización, con dos niveles: solarizado y no solarizado; y el factor "B" fue acolchado y no acolchado, dando un total de 16 unidades experimentales.

VARIABLES EVALUADAS.

Las variables evaluadas fueron:
Temperatura del suelo.
Unidades térmicas acumuladas en horas
Diversidad, densidad, dominancia y biomasa de maleza por m².
Rendimiento de melón.

Análisis Estadístico.

El programa estadístico utilizado para realizar el análisis fue el de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) con un diseño experimental bifactorial bloques al azar con 4 repeticiones, para cada variable de estudio se hizo una comparación de medias mediante la Diferencia Mínima Significativa (DMS) con un nivel de significancia del 5% (0.05). Todos los datos entraron de forma directa al programa.

Preparación del Experimento.

Procedencia.

El estiércol caprino fue obtenido de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro el cual tenía la calidad de estiércol caprino por su grado de deshidratación y fermentación.

Cribado del Material.

El material se cribó con una malla metálica de 0.5 cm², con lo que se obtuvo un material listo para ser aplicado e incorporado al suelo de manera homogénea.

Establecimiento de la Parcela Experimental.

Preparación del Terreno.

El terreno fue nuevo a la agricultura y fue preparado con un barbecho profundo y el paso doble de rastra, con el fin de establecer un suelo apto para las camas, las cuales se realizaron en junio del 2001 y fueron de 80 cm de ancho 30 m de largo. La realización de las camas fue manual con azadones, estacas y rafia, tratando de no dejar terrones para evitar el contacto de la película plástica con el suelo.

Incorporación del Estiércol Caprino.

El estiércol caprino fue esparcido en todo lo ancho y largo de la unidad experimental y posteriormente fue incorporado manualmente con azadón de manera homogénea en toda la dimensión de la cama melonera.

Instalación del Sistema de Fertirriego.

Se instaló un sistema de riego por goteo, constituido por cintilla T-Tape con gotero o emisores cada 30 cm la cintilla fue colocada al centro de cada cama y enterrada aproximadamente 5 cm. La inyección de fertilizante se realizó de manera presurizada por medio de una bomba de ½ hp instalada en el sistema de riego.

Instalación del Acolchado Plástico Trasparente y Termopares.

Se colocó plástico transparente UV calibre 125 de la Cia. Qualyplast S.A. de C.V., manualmente (8 de junio del 2001), Tensándose lo mejor posible para mantener una mayor separación entre el suelo y la película plástica. Una vez instalado el plástico se regó durante tres días seguidos para dejar el suelo a capacidad de campo hasta la profundidad de 60 cm. En las camas de siembra se instalaron 12 termopares tipo K

de FLUKE modelo 80 Pk-1 en los diferentes tratamientos y a las profundidades de 1.5 y 10 cm.

Métodos Experimentales.

Monitoreo de la Temperatura.

El monitoreo de la temperatura del suelo inició a partir del tercer día de haber instalado el acolchado (11 de junio 2001) y se hizo utilizando un termómetro FLUKE modelo 52II en el transcurso del día a las 9:00, 11:00, 13:00, 15:00 y 17:00 horas durante los siguientes 30 días y hasta el 11 de julio del 2001.

Determinación del Banco de Semillas de Malezas del Suelo.

Se realizó un muestreo exploratorio del suelo antes de la solarización, por lo que se colectaron ocho muestras del mismo perfil de 0-5 cm. con el método de flotación y se procuro que las muestras fueran representativas de toda la parcela experimental. Esto con el fin de determinar la diversidad y dominancia inicial de malezas en la parcela.

Procesado de la Muestra de Suelos.

Cada muestra de suelo fue procesada por separado y sometida al método de flotación a través de un tamiz de 60 mallas. Posteriormente se realizó la identificación de semillas y por volumen de semilla se determino la predominancia de especies de malezas y se expresó en porcentaje de presencia.

Muestreo de Malezas.

Los muestreos se realizaron en dos tiempos; el primero fue después de la solarización y el segundo muestreo fue a la cosecha, el muestreo se llevo al cabo mediante el método del cuadrante. El cuadrante de marco metálico se construyo con una longitud de 0.5 m por cada lado, lo que corresponde a tener un cuadrante de 0.25 m^2 tomando de cada tratamiento sus respectivas repeticiones y tratando de tomarla del centro de cada parcela. Con esta técnica se evaluó la diversidad, densidad y la biomasa por especie.

Densidad Poblacional.

Una vez extraídas las malezas del terreno y libres de tierra se realizó el conteo de individuos por cada especie.

Biomasa de Maleza.

Esta evaluación se llevo al cabo determinando el peso seco de cada especie y por cada tratamiento. Después de haber hecho el conteo se tomaron la plantas y se introdujeron en bolsas de papel estraza para ser llevadas a la estufa y permanecer ahí durante cinco días a una temperatura de 75°C . Después se determino el peso seco (g) en balanzas analíticas. Mediante la determinación de la biomasa se evaluó el efecto letal o subletal sobre las plantas de cada especie presente.

Prácticas Agronómicas de Manejo del Cultivo del Melón.

Acolchado con PE Negro.

Al finalizar el periodo de solarización, se retiró el plástico transparente manualmente y se acolchó con plástico negro. Posteriormente se perforó el plástico con tubos calientes de 2 pulgadas de diámetro cada 40 cm a tres bolillo.

Siembra.

La siembra se realizó de manera directa el día 14 de julio 2001, con un acomodo a tres bolillo y una distancia entre planta de 40 cm, teniendo una densidad aproximada de 17,000 plantas por hectárea. El material vegetativo utilizado fue semilla híbrida de Melón Early Deligth de la compañía Petoseed con las siguientes características: producción concentrada con fruto sin sutura, rápida maduración de aproximadamente 80 días, con forma oval 13x14, con un peso de entre 1.6 y 1.8 kg. Su color interno es salmón-naranja. Muy dulce de 9°brix en adelante.

Riego y Fertilización.

La fertirrigación se llevo a cabo de forma presurizada mediante una bomba eléctrica domestica conectada al sistema de red de cintillas, cada tercer día y durante todo el ciclo del cultivo por 6 horas diarias a una presión de entrada a la parcela de alrededor de 10 PSI. La formula de fertilización que se aplicó fue de 300-150-200-150 de N-P-K-Ca respectivamente por hectárea, teniendo como fuentes principales: Nitrato de Potasio, Nitrato de Calcio y ácido fosfórico al 65%.

Control de Plagas y Enfermedades.

El control de plagas tuvo como base el monitoreo permanente de los arribos de insectos principalmente chupadores, así también de los primeros síntomas de enfermedades. La protección del cultivo fue primordial contra los insectos chupadores por lo cual se realizó una aplicación de protección (Inmidiacloprid) a los primeros 15 días de desarrollo en el campo, posteriormente se mantuvo un monitoreo especial para mosca blanca, pulgones y chicharritas. El umbral de

decisión para el caso del gusano minador (*Lyriomiza spp*) fue de 5 a 10 hojas con varias minas por planta. Para el caso de cenicilla polvorienta el umbral de aplicación fue a la presencia de condiciones favorables para su desarrollo o cualquier muestra de síntomas primarios.

En todas las aplicaciones se llevo un control tabulado de productos, dosis y fecha con el fin de realizar la respectiva rotación y de esta manera evitar el desarrollo de resistencias. (Cuadro A-2, Apéndice).

Cosecha.

El primer corte fue a los 83 días de acuerdo con las características de la variedad con fecha de 8 octubre del 2001 y el segundo corte se realizo diez días después con fecha de 17 octubre del 2001.

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Efecto de la Solarización en la Temperatura del Suelo.

Los datos obtenidos sobre la temperatura del suelo durante el período de solarización generaron diversos gráficos donde se puede observar el comportamiento de la temperatura durante el ciclo normal del día en los diferentes

tratamientos y en dos profundidades. En la Figura 1, se puede apreciar el comportamiento de la temperatura a 1.5 cm de profundidad que difieren muy poco por cada tratamiento de estiércol caprino siendo los tratamiento solarizado los que mayor temperatura mostraron en el transcurso del día, logrando alcanzar hasta 54.5°C a las 15:00 hrs. En la Figura 1 también se aprecia el incremento rápido de la temperatura en las primeras horas de la mañana en los tratamientos solarizados partiendo de una temperatura aproximada de 30°C que se eleva a los 50°C fácilmente a diferencia de los tratamientos no solarizados en los cuales la temperatura se incrementa de manera lenta y parten de una temperatura menor de 25°C y no alcanzan los 38°C. Se puede observar también que al pasar las 17:00 hrs las curvas tienden a descender debido a la pérdida de calor en las capas superficiales del suelo. Es importante señalar que entre tratamientos solarizados y no solarizados a esta profundidad existe un diferencial de temperatura de 20°C.

En la Figura 2, se aprecia el comportamiento de la temperatura a 10 cm de profundidad teniendo esta un comportamiento diferente ya que las curvas se incrementan alrededor del medio día debido a que el calor se trasmite por difusión mediante el agua en el suelo y llegan a su máximo alrededor de las 17:00 hrs. alcanzando los tratamientos solarizados temperaturas hasta de 45°C a 10 cm de profundidad las diferencias en tratamientos de estiércol no se aprecian claramente una de otra mostrando todas una curva muy semejante. Esto nos sugiere que el estiércol caprino no tuvo un claro efecto en el incremento de la temperatura del suelo.

En cuanto a las temperaturas máximas alcanzadas durante el experimento, en la Figura 1 se observa que estas se registraron el 11 de julio con valores de 54.5°C y 38.5°C en los estratos de 1.5 cm en los tratamientos solarizado y no solarizado respectivamente. En el estrato de 10 cm de profundidad las temperaturas alcanzadas fueron de 44.56°C en el suelo solarizado mientras que en el no solarizado no superó la temperatura ambiente que en ese momento era de 32°C(Figura 2). Los resultados son similares a los obtenidos por

Haidar y Agarwal 1997.

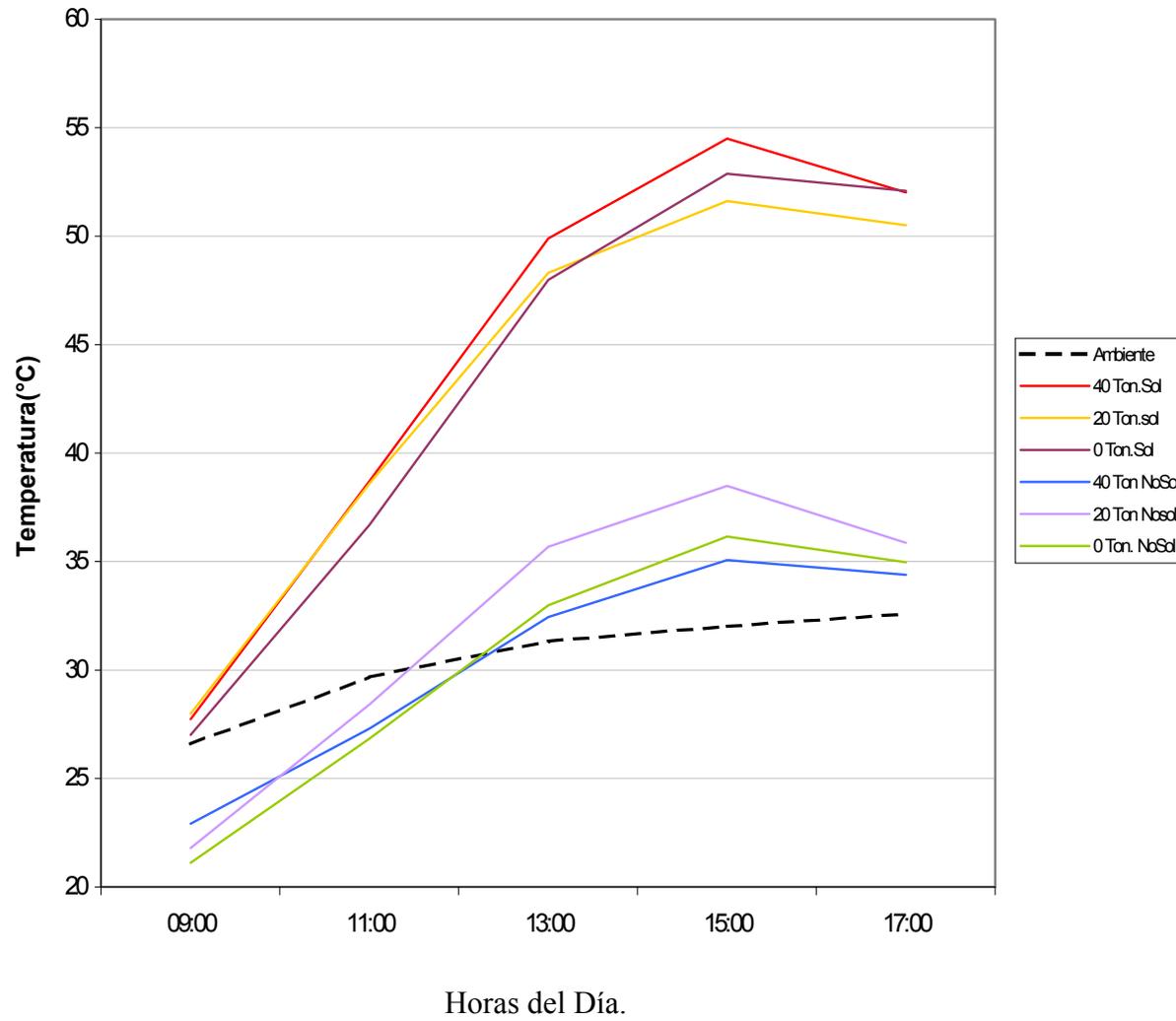


Figura 1.- Temperaturas del suelo registradas a 1.5 cm de profundidad en seis tratamientos en el día mas caliente (11 julio 2001) durante el periodo de solarización.

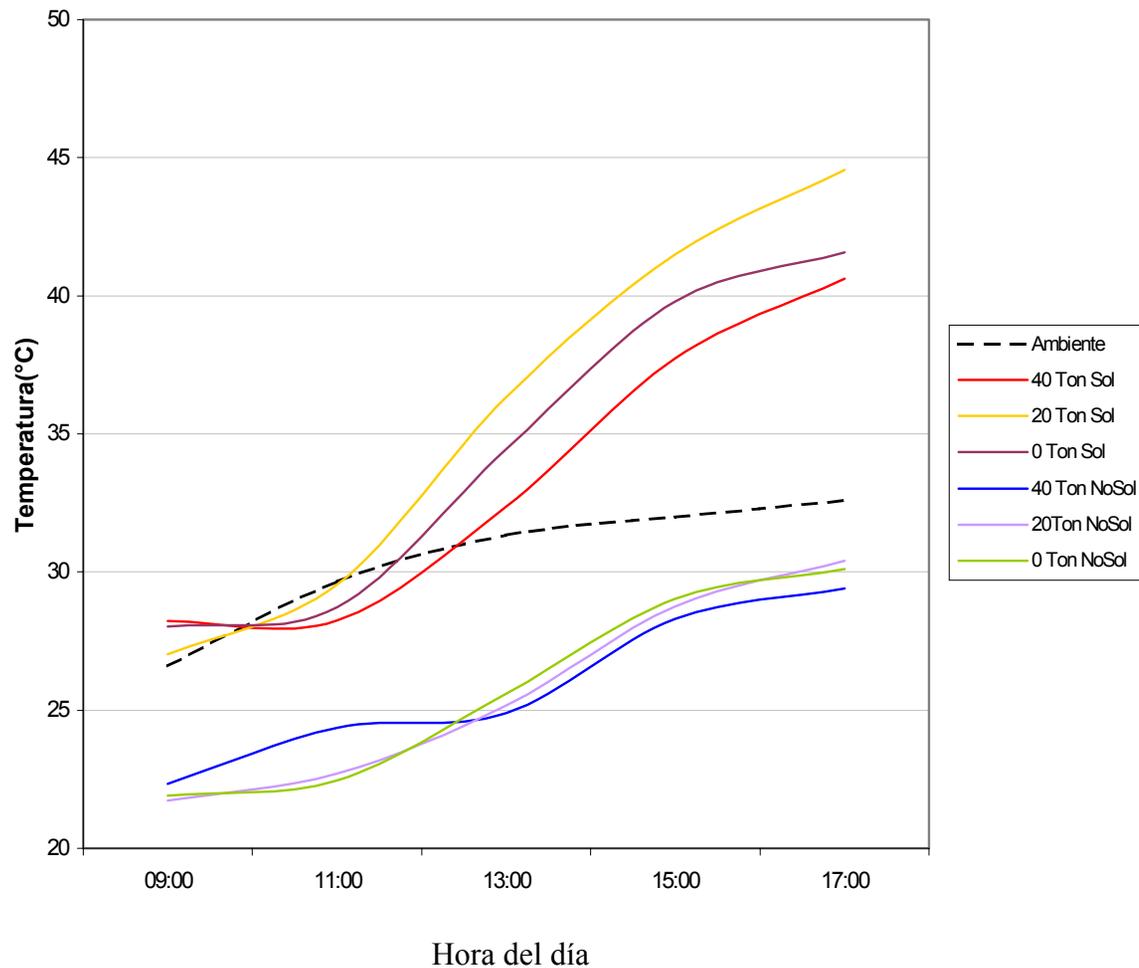


Figura. 2.- Temperaturas del suelo registradas a 10 cm de profundidad en seis tratamientos en el día mas caliente (11 julio 2001) durante el periodo de solarización.

Durante el total del periodo de solarización que se inicio en el verano del 2001 a partir del 11 de junio hasta el 11 julio se mantuvo un monitoreo constante de las fluctuaciones de las temperaturas observándose que los días más calientes fueron los del último cuarto del periodo. En la Figura 3 el bloque solarizado mantiene una temperatura constante superior a los 40°C - 45°C, mientras que el no solarizado oscila entre los 25°C y 32°C durante todo el periodo. En la Figura 4 las temperaturas no rebasan los 40°C en ningún tratamiento.



Figura. 3.- Temperatura del aire y suelo a 1.5 cm de profundidad a las 13:00 hrs.

durante el periodo de solarización
en el tratamiento con 40Ton/ha de estiércol caprino.

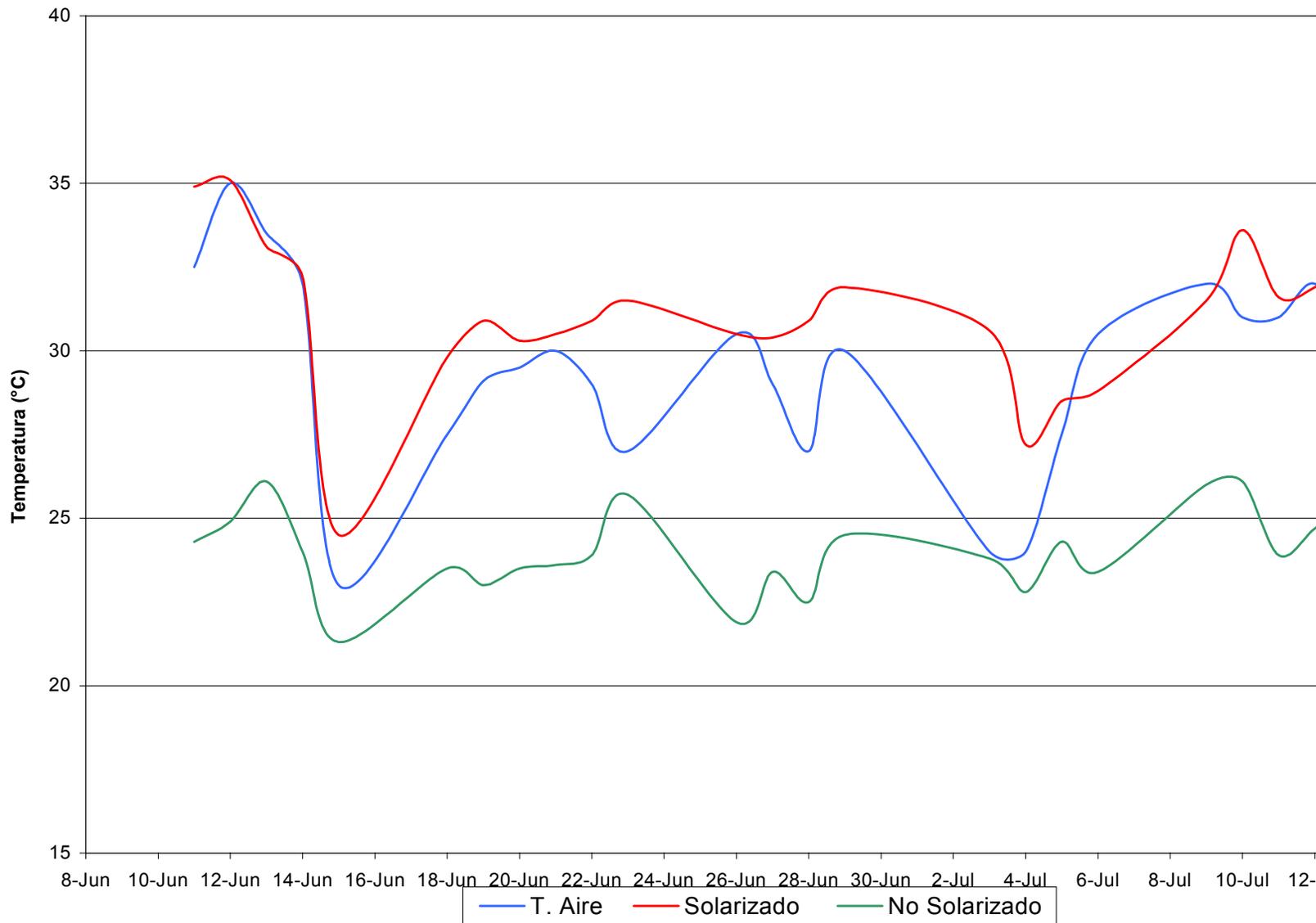
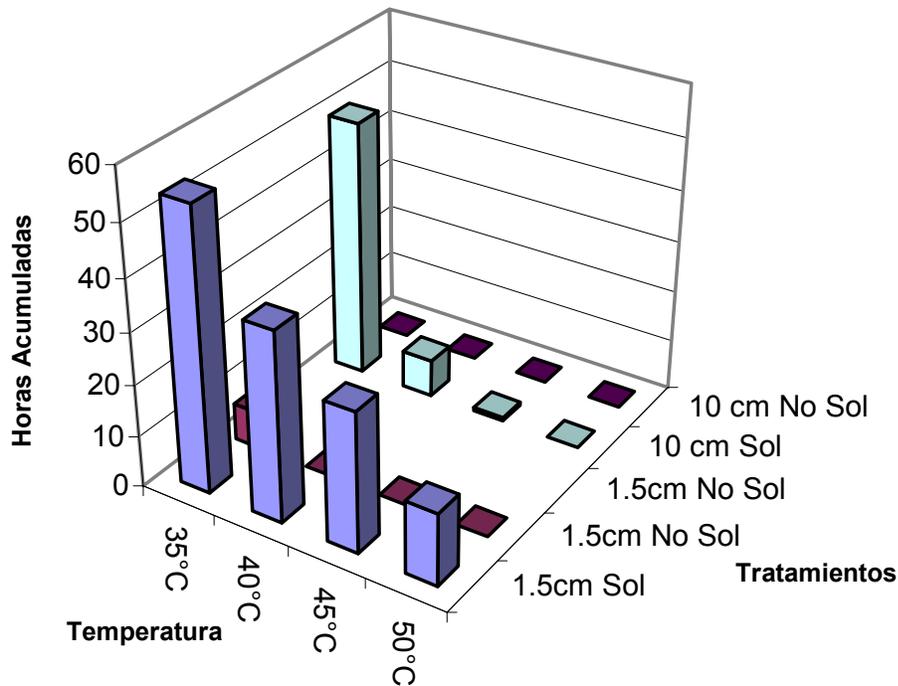


Figura. 4.- Temperatura del aire y suelo a 10 cm de profundidad a las 13:00 hrs. durante el periodo de solarización en el tratamiento con 40 Ton/ha de estiércol caprino.

Horas Térmicas Acumuladas.

La acumulación de horas a diferentes temperatura en suelo solarizado y no solarizado alcanzadas a las profundidades de 1.5 y 10 cm se presentan. en el Cuadro 1. Aquí se muestra la cantidad de horas superiores a 35°C temperatura subletal y la cantidad de horas superiores a temperaturas letales próximas a 50°C rango donde diversos patógenos del suelo son controlados (Katan)

Figura 5.- Gráfico de acumulación térmica durante los días más calientes de solarización a dos profundidades.



En nueve días representativos de un periodo de solarización se obtuvieron registros donde el tratamiento solarizado acumuló 54hrs superando los 35°C. Así mismo acumuló 36hrs durante las cuales la temperatura supero los 40°C lo que representa mas de un día a una temperatura próxima a las letales y se acumulo 14 horas a temperaturas letales de 50°C. Los tratamientos a 10 cm de profundidad con solarización acumularon menos horas de temperaturas letales. Se registraron 50hrs superando los 35°C, sin embargo la acumulación desciende en los siguientes rangos de temperatura llegando apenas a acumular 7hrs a 40°C y desciende hasta cero horas de acumulación térmica en los rangos de 45 y 50°C. (Figura 5)

Los dos tratamiento solarizados superan a los tratamientos con suelo desnudo, tratamientos en los cuales la acumulación térmica es nula.

Cuadro 1.- Acumulación térmica en horas durante los días más calientes de solarización a dos profundidades de suelo.

Prof. Del tratamiento	Horas Acumuladas			
	35°C	40°C	45°C	50°C
Suelo cm				
1.5 Solarizado	54.33	36.66	27.11	14
1.5 No Solarizado	7.3	0	0	0
10 Solarizado	50	7.3	0.66	0
10 No Solarizado	0	0	0	0

Banco de Semillas de Malezas Antes de Solarizar.

El Cuadro 2 muestra un listado en orden de dominancia de las diversas semillas de malezas encontradas en la parcela experimental antes de aplicar los tratamientos experimentales. En total se encontraron semillas de 6 malezas anuales y 2 malezas perennes. La semilla encontrada como maleza dominante fue *Portulaca oleraceae* que es una maleza anual de verano con hábitos de crecimiento de tallos postrados esparcidos radialmente es llamada comúnmente verdolaga presenta crecimiento muy abundante durante el verano y es un problema delicado en algunas regiones del país, es empleada como alimento humano en diferentes lugares de la republica. *Chenopodium murale* se presenta como segundo lugar de aparición siendo esta maleza anual de crecimiento erecto; su desarrollo rápido y la producción abundante de semilla la hacen ser una fuerte competidora con las plantas donde crece. Posteriormente se presenta la familia Amaranthaceae con dos especies *hibridus* y *blitoides* que son especies que compiten fuertemente por espacio físico, radiación solar, nutrientes y humedad con el cultivo.

Cuadro 2.- Semillas de especies de malezas encontradas en el suelo antes de los tratamientos de solarización del suelo.

Especie	Ciclo de vida	Hábitos de crecimiento
<i>Portulaca oleraceae</i> 40%	Anual de verano	Rastrera
<i>Chenopodium murale</i> 25%	Anual	Erecta
<i>Amaranthus blitoides</i> 13%	Anual de verano	Tallos postrados
<i>Amaranthus hybridus</i> 11%	Anual de verano	Tallos erectos
<i>Setaria adherens</i> 5%	Anual de verano	Erecta
<i>Cyperus esculentus</i> 3%	Perenne de verano	Erecta
<i>Setaria geniculata</i> 2%	Perenne	Erecta
<i>Sysimbrium irio</i> 1%	Anual de invierno	Erecta

La única semilla de la familia de las poaceae anual encontrada en el banco de semillas fue la de *Setaria adhaerens* la cual es un zacate que crece en macollos y

puede llegar a formar fuertes manchones. Las semillas de malezas perennes encontradas fueron: en primer termino *Cyperus esculentus* es llamada comúnmente coquito es una maleza perenne de verano y otoño, se reproduce por semillas y rizomas difícil de combatir debido a su rusticidad. Posteriormente se encontró *Setaria geniculata* cuya reproducción se lleva a cabo por semillas y rizomas que produce abundantemente. (Villarreal 1999)

Efecto de la Incorporación de Estiércol Caprino Sobre la Densidad de Malezas.

Los datos indican que la incorporación de estiércol caprino no aumentó la temperatura lo suficiente para lograr un efecto que impacte la viabilidad de las semillas de malezas presentes en el suelo; así mismo en las parcelas no solarizadas el efecto del estiércol caprino no alteró la emergencia de las especies que durante el periodo de solarización se siguieron observando, situación que se aprecia en la Figura 6.

La emergencia de malezas prevalece según el muestreo inicial del banco de semillas, mostrando a *Portulaca oleraceae* como la maleza dominante esto de acuerdo con la información obtenida y presentada en la Figura 6 donde la presencia de malezas se redujo a cero en los tratamientos solarizados mientras que en los tratamientos no solarizados se observó la presencia de diversas especies de malezas.

Los cuadros del apéndice A-3, al cuadro A-8 muestran la comparación de medias de las variables estiércol caprino sobre la emergencia de las diversas especies de malezas presentadas en el suelo.

Efecto de la Incorporación de Estiércol Caprino Sobre la Biomasa de Malezas.

La evaluación de la producción de biomasa de la maleza después del periodo de solarización se presenta en la Figura 7. Aquí se puede apreciar que el efecto del estiércol caprino no tuvo un efecto estimulante en el desarrollo de las malezas y que la aplicación de estiércol caprino en el terreno no ejerce ningún tipo de presión sobre la producción de biomasa; igualmente las parcelas solarizadas no presentaron producción de biomasa y las no solarizadas reportaron gran cantidad de biomasa producida.

Por otra parte en la misma Figura 7 se observa que la especie *Portulaca oleraceae* presentó una situación única entre las otras especies: ya que a mayor dosis de sirre caprino reportó menor cantidad de biomasa, sin embargo solo esta especie mostró una diferencia en este aspecto, por lo que no hubo consistencia entre las demás especies de malezas.

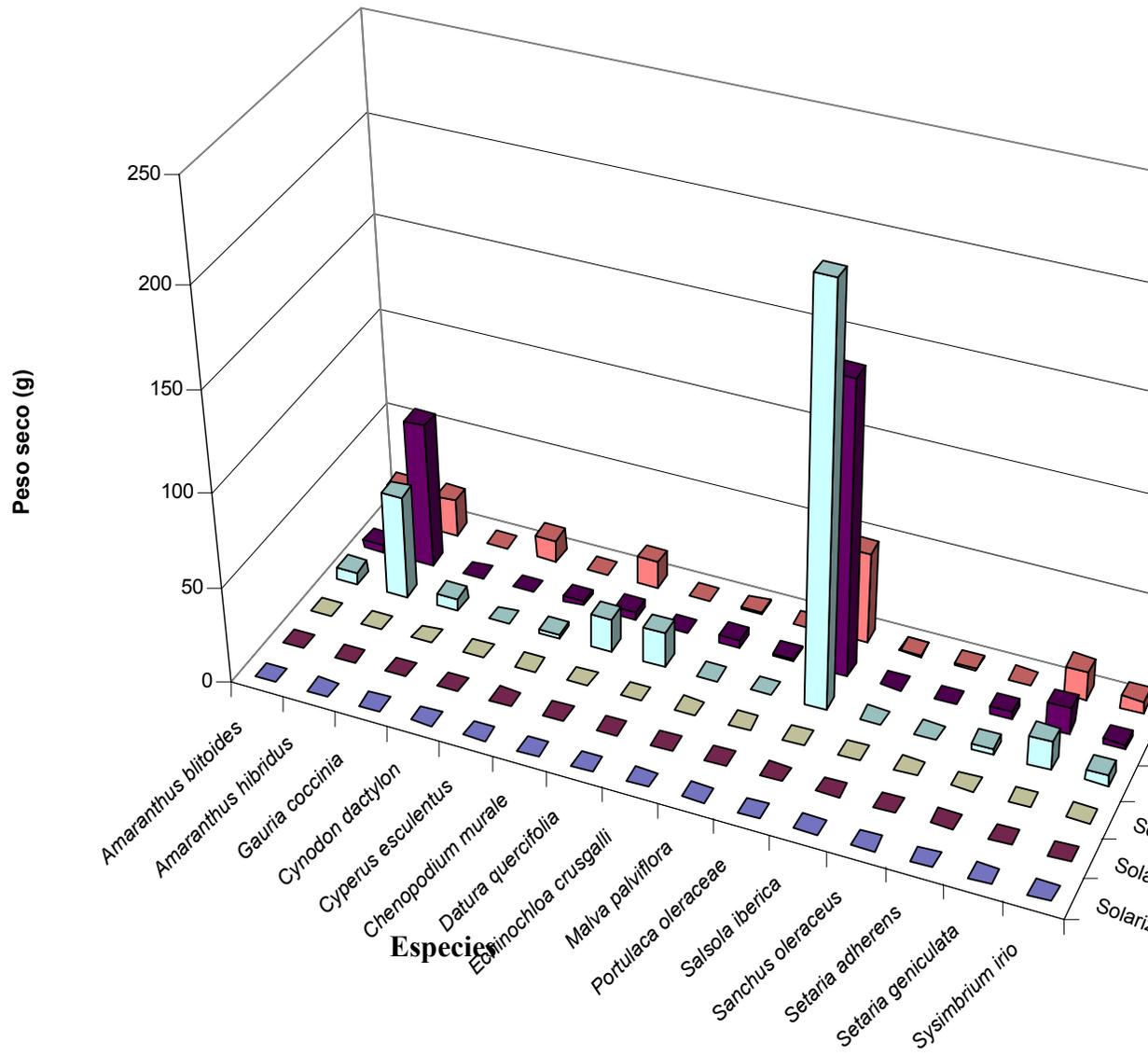


Figura 7.- Gráfico de la producción de biomasa por m² de las malezas después de la solarización del suelo

Respuesta de las Especies de Malezas a los Tratamientos.

Efecto de la Solarización Sobre *Amaranthus hybridus*.

A. hybridus es una especie de maleza que aparece en el muestreo del banco de semillas con una presencia del 11%. La Figura 8 indica que durante el transcurso del cultivo a esta maleza se le registró su presencia en dos ocasiones, *A. hybridus* aparece en la parcela testigo no solarizada observándose que el nivel de biomasa de esta especie se incrementa en más de 1000% cuando no se ejerce sobre ella ningún tipo de control.

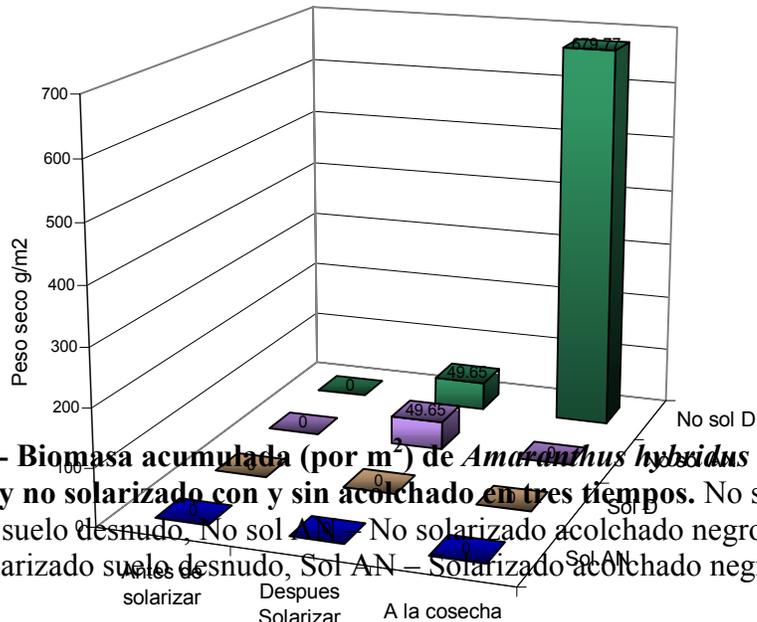


Figura 8.- Biomasa acumulada (por m²) de *Amaranthus hybridus* en suelo solarizado y no solarizado con y sin acolchado en tres tiempos. No sol D – No solarizado suelo desnudo, No sol AN – No solarizado acolchado negro, Sol D – Solarizado suelo desnudo, Sol AN – Solarizado acolchado negro

En la Figura 7 también se observa el efecto directo de la solarización sobre la presencia de *A. hybridus*, aquí se puede apreciar que la densidad de esta maleza fue afectada de manera significativa por las altas temperaturas generadas por la solarización ya que no se presenta en terreno solarizado no acolchado, situación que nos indica el control de la emergencia de *A. hybridus*. datos que podemos reafirmar en el Cuadro 3.

Esta especie presentó poca densidad poblacional pero logra ejercer fuerte competencia con el cultivo debido a la gran producción de biomasa que fabrica.

Cuadro 3. Comparación de medias de la densidad de la especie de maleza *Amaranthus hybridus* al momento de la cosecha.

FACTOR A Tratamiento	FACTOR B			
	Sin acolchado	Acolchado	Media	
No Solarizado	1,25	0	0,625	A
Solarizado	0	0	0	B
Media	0,625	0	0,3125	

DMS 0.05	*	NS	*	
----------	---	----	---	--

C.V.=201.3
3%

Efecto de Solarización Sobre *Amaranthus blitoides*.

El comportamiento de *A. blitoides* después de la solarización en las parcelas solarizadas sin acolchar mostraron un comportamiento positivo, ya que no se presentó. Esta situación nos indica que *A. blitoides* fue controlada o eliminada por las altas temperaturas alcanzadas con la solarización. Como diferencia relevante tenemos la biomasa que se reportó en la parcela testigo (No sol D) donde la maleza se presentó en todo el periodo. (Figura 9)

La densidad de esta especie fue notoria en la parcela no solarizada; sin embargo, su población descende ligeramente durante el transcurso del cultivo, posiblemente debido a la finalización de su época de desarrollo ya que su ciclo de floración es de junio a octubre. El control de la maleza se logra de la misma manera que en el caso de *A. hybridus*

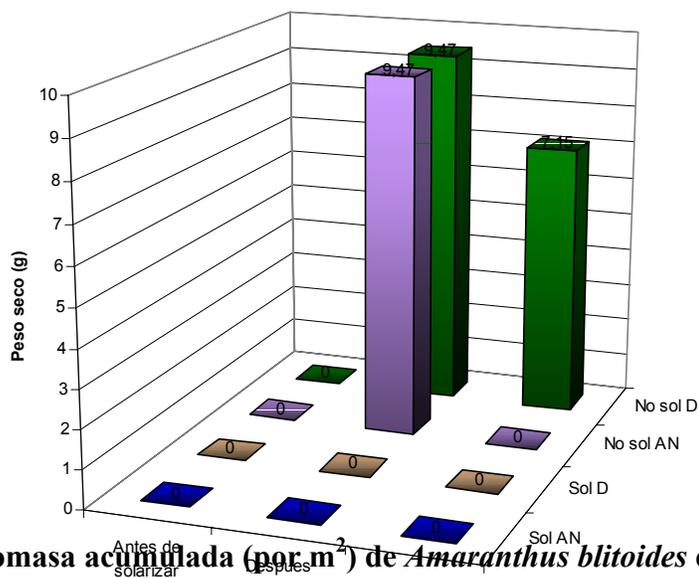


Figura 9.-Biomasa acumulada (por m²) de *Amaranthus blitoides* en suelo solarizado y no solarizado con y sin acolchado en tres tiempos. No sol D – No solarizado suelo desnudo, No sol AN – No solarizado acolchado negro, Sol D – Solarizado suelo desnudo, Sol AN – Solarizado acolchado negro.

Efecto de la Solarización Sobre *Portulaca oleraceae*.

Esta maleza que es denominada verdolaga en diferentes partes de la república y que en nuestro caso es la dominante según el muestreo de semillas con una presencia del 40% mostró ser altamente afectada por la solarización tal como se puede ver en la Figura 10.

Aquí se observa que *Portulaca oleraceae* no apareció después de la solarización. Trabajos de Campliglia et al 1998 redujeron hasta el 92% de la presencia de *P. oleraceae* mediante el mismo método.

El tratamiento testigo (No Sol-D) *Portulaca oleraceae* se presentó como una de las malezas con mayor producción de biomasa y gran velocidad de desarrollo. Esta maleza incrementó su biomasa en un 150% cuando no fue controlada y apareció para desarrollarse de manera rápida y eficiente. Debido a sus hábitos de crecimiento y su

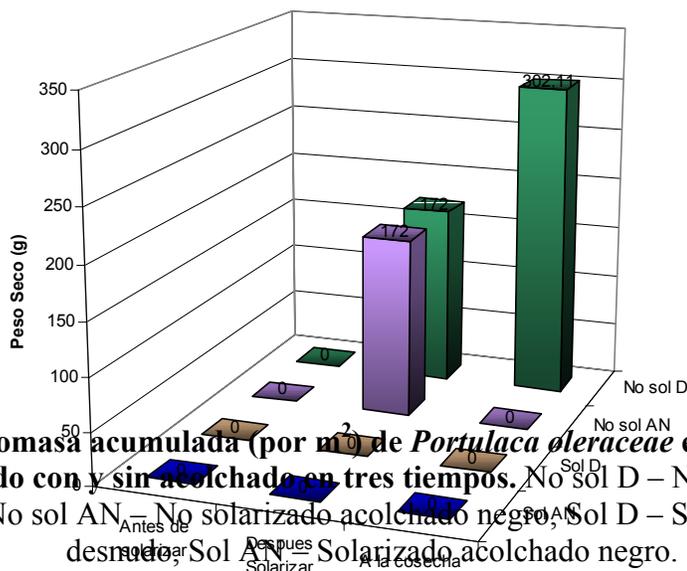


Figura 10.- Biomasa acumulada (por m²) de *Portulaca oleraceae* en suelo solarizado y no solarizado con y sin acolchado en tres tiempos. No sol D – No solarizado suelo desnudo, No sol AN – No solarizado acolchado negro, Sol D – Solarizado suelo desnudo, Sol AN – Solarizado acolchado negro.

época del año en que se presenta, *Portulaca oleracea* es problema especial en zonas dedicadas al cultivo de melón sin embargo, en este experimento esta maleza fue eliminada por las altas temperaturas generadas por la solarización de suelo.

Cuadro 4.- Comparación de medias de la densidad de la especie de maleza *Portulaca oleraceae* al momento de la cosecha.

FACTOR A	FACTOR B			
	Sin acolchado	Acolchado	Media	
No Solarizado	5	0	2,5	A
Solarizado	0	0	0	B

Media	2,5	0	1,25	
DMS 0.05	*	NS	*	

C.V.=86.41
%

Efecto de Solarización Sobre *Eragrostis mexicana*.

Esta especie presentó un caso singular, ya que la aparición de *E. mexicana* se reporto solo hasta finales del ciclo del cultivo, por lo cual solo se contabilizo al momento de la cosecha. Su aparición se registró en las parcelas donde se mantuvo el suelo sin acolchado durante el desarrollo de cultivo tanto en la parcela solarizado como en la no solarizados sin embargo, el desarrollo de esta especie se ve disminuido en un 79% en el tratamiento solarizado, esta diferencia nos hace suponer que si la semilla estuvo presente en el suelo solarizado las temperaturas alcanzadas por esta técnica fueron subletales no alcanzaron a impactar en un 100% sobre el banco superior de semillas de esta especie presentes en el suelo.

Cuadro 5. Comparación de medias de la densidad de la especie de maleza *Eragrostis mexicana* al momento de la cosecha.

FACTOR A	FACTOR B			
Tratamiento	Sin acolchado	Acolchado	Media	
No Solarizado	2	0	1	
Solarizado	0,5	0	0,25	
Media	1,25		0,625	

DMS 0.05	*	NS	NS	
-----------------	---	----	----	--

C.V.=223.37
%

La densidad de *Eragrostis mexicana* resulta significativa para el caso del suelo sin acolchado negro datos que podemos ver en el Cuadro 5. Esto nos indica que la presencia

de esta especie fue evitada por el acolchado esto debido a que la semilla es de fácil dispersión y se depositó en el suelo desnudo. La Figura 11 indica la época en que hace presencia la maleza y la diferencia que existe entre los tratamientos.

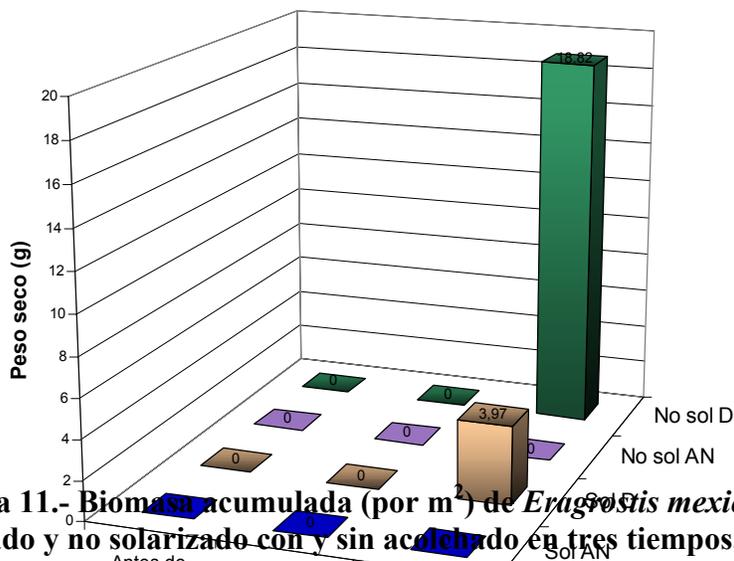


Figura 11.- Biomasa acumulada (por m²) de *Eragrostis mexicana* en suelo solarizado y no solarizado con y sin acolchado en tres tiempos. No sol D – No solarizado suelo desnudo, No sol AN – No solarizado acolchado negro, Sol D – Solarizado suelo desnudo, Sol AN – Solarizado acolchado negro.

Efecto de solarización sobre *Hoffmansegia glauca*

A diferencia de las demás malezas esta es una planta perenne que tiene características diferenciales con las malezas anteriores ya que presenta diversas formas de reproducción. En particular *Hoffmansegia glauca* se reproduce por semilla, tallos subterráneos y tubérculos desarrollados en los mismos tallos. Desde este punto de vista esta maleza se convierte en una maleza de difícil control. El Cuadro 6 reporta que esta maleza perenne aparece en el tratamiento de solarización con suelo desnudo.

Cuadro 6.- Comparación de medias de la densidad de la maleza *Hoffmansegia glauca* al momento de la cosecha.

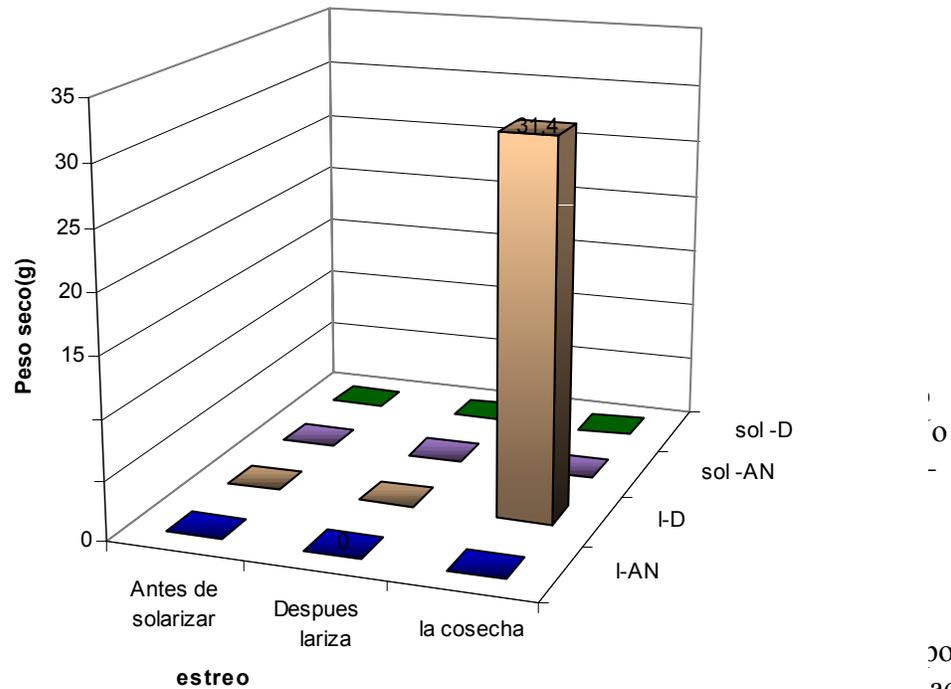
FACTOR A	FACTOR B			
Tratamiento	Sin acolchado	Acolchado	Media	
o				

No Solarizado	0	0	0	A
Solarizado	8,25	0	4,125	B
Media	4,125	0	2,0625	

DMS 0.05	*	NS	*	
-----------------	---	----	---	--

C.V.=368.9
%

La Figura 12 muestra la producción de biomasa de *Hoffmansegia glauca* en el tratamiento solarizado sin acolchado, su aparición tuvo lugar probablemente a contaminación por semilla, ya que en el muestreo preliminar no aparece cuantificada ni identificada la presencia de esta semilla así como también pudo haber emergido de algún tallo o alguna otra estructura reproductora presente específicamente en la parcela y debido a su constitución física no fue dañada por las temperaturas alcanzadas mediante la solarización.



I en el muestreo de banco de semillas sin embargo, la solarización inhibió por completo la aparición de esta maleza ya que durante el desarrollo del cultivo en el suelo solarizado sin acolchado negro *Sysimbrium*. Irio no se presentó.

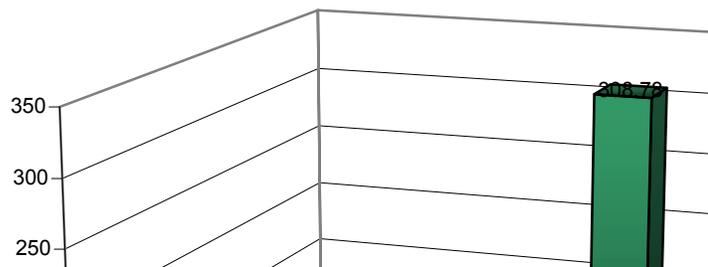


Figura 13.- Biomasa acumulada (por m²) de *Sysimbrium irio* en suelo solarizado y no solarizado con y sin acolchado en tres tiempos. No sol D – No solarizado suelo desnudo, No sol AN – No solarizado acolchado negro, Sol D – Solarizado suelo desnudo, Sol AN – Solarizado acolchado negro.

Sysimbrium irio al igual que las demás malezas anuales presentó la misma situación de control. El Cuadro 7 nos indica la situación en que esta poacea se convierte en problema cuando no se ejerce control sobre ella aumentándose en un porcentaje elevado su presencia.

Cuadro 7.-Comparación de medias de la densidad de la maleza *Sysimbrium irio* al momento de la cosecha.

FACTOR A	FACTOR B			
Tratamiento	Sin acolchado	Acolchado	Media	
No Solarizado	12,25	0	6,125	A
Solarizado	0	0	0	B
Media	6,125	0	3,0625	
DMS 0.05	*	NS	*	

C.V.=146.2
6%

Efecto de solarización sobre *Cyperus rotundus*

Esta maleza es una de las más problemáticas en el ámbito agropecuario su distribución esta repartida por todo el país y siempre requiere de mayores esfuerzos para controlarla.

Básicamente las temperaturas alcanzadas en la solarización hasta la fecha no la han podido controlar o influenciar en su desarrollo (Egley, 1983). En el Cuadro 8 se expresa la aparición de esta maleza por m² registrando hasta un total de 15 individuos por m² en parcelas solarizadas sin acolchado negro.

Cuadro 8.-Comparación de medias de la densidad de la maleza *Cyperus rotundus* al momento de la cosecha.

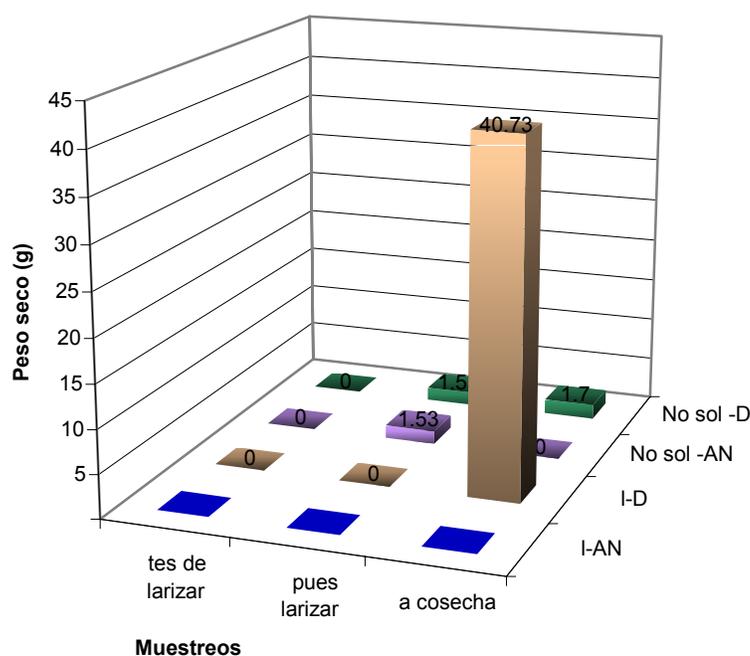
FACTOR A	FACTOR B			
Tratamiento	Sin acolchado	Acolchado	Media	
No Solarizado	1,75	0	0,875	A
Solarizado	15,5	0	7,75	B
Media	8,625	0	4,3125	

DMS 0.05	*	NS	NS	
----------	---	----	----	--

C.V.=336.5
7%

En este experimento *Cyperus rotundus* no se reporto su aparición en todos aquellos tratamientos donde se instalo acolchado negro durante el desarrollo del cultivo como se observa en la Figura 14 donde la biomasa se reduce a cero aun cuando no fueron solarizadas. Sin embargo, algunos investigadores mencionan que temperaturas subletales estimulan el desarrollo morfológico de hojas pero no así el de rizomas en *Cyperus rotundus*. (Patterson, 1998) por ello la presencia de esta maleza en el tratamiento solarizado.

F
co
Nc



Rendimiento de melón.

El Cuadro 9 muestra el análisis de la variable del rendimiento sujeto a tres tratamientos de estiércol caprino en suelo solarizado y no solarizado. Los resultados reportados detectaron que existen diferencias entre las tres dosis de estiércol caprino más sin embargo no son lo suficientemente representativas para ser significativas. No obstante la mayor diferencia es atribuida al aspecto de la solarización del suelo donde la media de rendimiento del suelo solarizado fue de aproximadamente 29 T/ha mientras que la media de producción del suelo no solarizado fue de 18 T/ha. Sujetos a las dosis de estiércol caprino.

Cuadro 9.-Comparación de medias del rendimiento del cultivo de melón en suelo solarizado y no solarizado sujeto a tres tratamientos de estiércol caprino.

FACTOR A	FACTOR B				
Tratamiento	0Ton/ha	20Ton/ha	40Ton/ha	Media	
No Solarizado	11.635	18.9925	25.68	18.7992	A
Solarizado	29.5	29.82	28.85	29.3917	B
Media	20.5675	24.4063	27.2675	24.0804	
DMS 0.05	NS	NS	NS	NS	

CV.=39.24

El cuadro 9 también muestra el impacto de las malezas sobre el cultivo de melón las cuales causaron una disminución del rendimiento de hasta 34.36% en las parcelas no solarizadas. Por otra parte el rendimiento más alto reportado fue el tratamiento solarizado con la dosis de 20 T/ha de estiércol caprino obteniendo una producción promedio superior a las 29.9 T/ha.

Saghir en 1997 obtiene altos rendimientos mediante la técnica de la solarización. La Figura 15 permite comparar el efecto del control de malezas sobre el rendimiento de melón, donde podemos percatarnos claramente que el tratamiento solarizado con acolchado negro muestra rendimientos de casi 30 T/ha situación que se compara con los estados de Colima, Coahuila en la región de la Laguna.(Claridades A., 2000) Estos resultados son debidos a que el cultivo mantiene un control continuo de malezas antes y durante el cultivo.

En otras circunstancias la parcela solarizada con el suelo desnudo durante el desarrollo del cultivo mostró un 31% menos de producto respecto al anterior; la reducción en el

rendimiento fue debido a que el cultivo se quedó sin protección durante el desarrollo del melón, situación que lo obliga a competir directamente con las malezas.

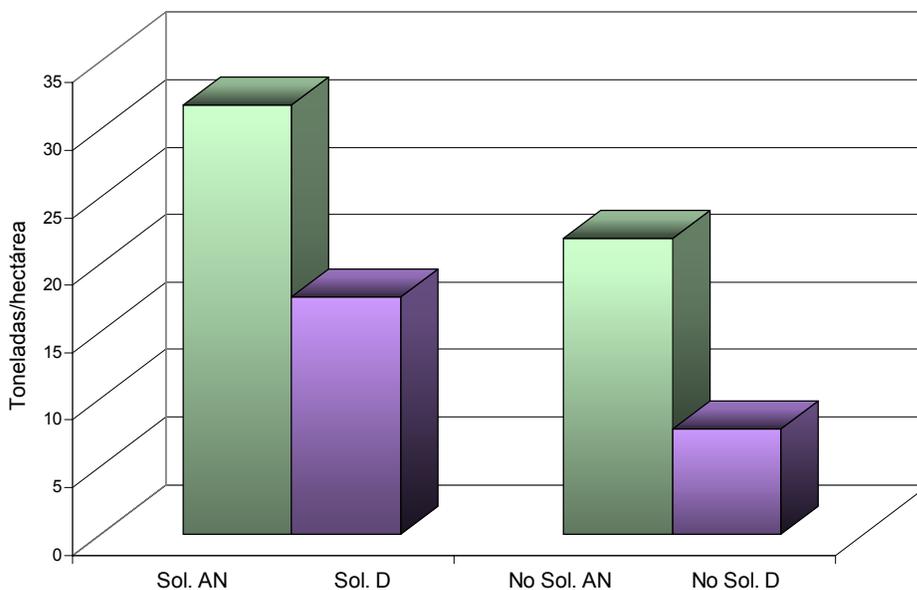


Figura 15.- Comparación de rendimientos del cultivo de melón en suelo solarizado no solarización con y sin acolchado plástico negro. No sol D – No solarizado suelo desnudo, No sol AN – No solarizado acolchado negro, Sol D – Solarizado suelo desnudo, Sol AN – Solarizado acolchado negro.

Los tratamientos no solarizados reportaron los más bajos rendimientos, mientras que el tratamiento no solarizado con acolchado negro mostró un rendimiento de 21 T/ha, los tratamientos no solarizados y sin acolchados se vieron afectados de tal manera que el rendimiento cayó hasta un 75% con respecto al mejor tratamiento del experimento.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados expuestos anteriormente y bajo las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo se concluye lo siguiente:

Bajo las condiciones de Saltillo, Coahuila, durante el periodo del 11 de junio al 11 de julio del 2001 las temperaturas del suelo alcanzadas con la solarización lograron generar un efecto letal en varias especies de malezas presentes en el terreno.

Las unidades calor acumuladas en horas mostraron su máxima expresión en los tratamientos solarizados a una profundidad de 1.5 cm.

La solarización controló efectivamente las malezas sin embargo la interacción con el estiércol caprino no generó ningún efecto letal sinérgico.

El control de las diversas especies de malezas anuales se debió al efecto de las temperaturas letales de la solarización. *Amaranthus hybridus* y *A. blitoides* son controlados en un 100% mediante la solarización. Sin embargo, malezas perennes como *Cyperus rotundus*, con órganos de reproducción asexual no fueron controladas por los tratamientos de solarización y estiércol.

La dosis de estiércol caprino no tiene impacto sobre el rendimiento de melón por otra parte el rendimiento se vio afectado en un 53% en el tratamiento testigo no solarizado.

LITERATURA CITADA

Abdallah, M. M. T. 1999. No tillage sweet corn production following solarized faba bean and effect of Oribanthe seeding depth. Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt. Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo, 50: (3); 416-435.

Alexander, R. T. 1990. Proceedings of the Forty-Third New Zealand Weed and Pest Control Conference. p. 270-273.

Arora, A ., N. T. Yaduraju., 1998, High-temperature effects on germination and viability of weed seeds in soil. India, Journal of Agronomy and Crop Science. 181: (1), 35-43.

Aviña, G. M. E. 1995. Fenología, Fenometría y Rendimiento en Calabacita con Acolchado Plástico, Cubiertas Flotantes y Ethrel. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista Saltillo.

Bawazir A. A., A. K Rowaished y A. A Bayounis. 1995, Influence of soil mulching with sawdust and transparent polyethylene on growth and yield of okra and weed control, Arab-Journal of Plant Protection, 13: (2). p 89-93.

Biradar I. B., M. N. Hosamani., B. M. Chitapura., S. N Patil. 1997, Effect of soil solarization on weed control and its after effects on growth and yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Department of Agronomy, University of Agricultural. p 966-970.

Claridades Agropecuarias Agosto 2002.

Campiglia E., O. Temperini., R. Mancinelli., 1998, Soil solarization in the Mediterranean environment: effect on weed control and yield of cos lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia* Lam.). Dipartimento di produzione vegetale. Università degli studi della Tuscia Viterbo, Italy. 5: (3): p 36-42.

Caussanel J. A. Trovelot., J. Vivant., S. Gianinazzi. 1997. Effects of Soil Solarization on Weed Infestation and on Mycorrhizas Development. Second International Conference on Soil Solarization and Integrated Management of Soilborne Pest. CARDA, Aleppo, Syria.

Cotero G., M. A. 1997. Resistencia de Malezas a Herbicidas.. Informe Reunión Regional pp. 36, Jaboticabal, Brasil. FAO, División de Producción y Protección Vegetal.

Cruz B. J. 2002, Biofumigación con solarización y extracto de resina de *Larrea tridentata* para el control de hongos y algas fitopatógenas del suelo y su efecto en el daño radicular del cultivo del chile, Tesis licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo Coahuila, México.

DeVay, J. E. 1995. Solarization: An environment-friendly technology for pest management. Arab Journal of Plant Protection 13(2): 97-102.

Economou G., G. Mavrogianopoulos., A. Paspatis. 1997. Soil Solarization for Controlling *Avena sterelis*, *Bromus diandrus* y *Sianpsis arvensis* in greenhouse In Greece. Second International Conference on Soil Solarization and Integrated Management of Soilborne Pest. CARDA, Aleppo, Syria.

Egley G.H. 1983. Weed seed and seedling reductions by soil solarization with transparent polyethylene sheets. Weed Science 31:404-409.

Elmore, C. 1997. Range of Pest Controlled by Solarization and their heat sensibility. Second International Conference on Soil Solarization and Integrated Management of Soilborne Pest. CARDA, Aleppo, Syria.

Elmore, C. L., J. J. Stapleton., C. E. Bell., y J. E. DeVay. 1997. Soil Solarization a Nonpesticidal Method for Controlling Diseases, Nematodes, and Weeds. University of California. Publication 21377.

- García, M. E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Coopen (adaptada a las condiciones de la República Mexicana). Ed. Cuarta. País México.
- Gómez, L. R. F. 1994. Efecto de las películas plásticas fotoselectivas para acolchado de suelos en calabacita (*Cucúrbita pepo* L. cv *zucchini* Gray). Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila.
- Haidar M., N. Iskandarani. 1997. Soil Solarization for control of Dodder and other Weed In Lebanon. Second International Conference on Soil Solarization and Integrated Management of Soilborne Pest. CARDIA, Aleppo, Syria.
- Horowitz, M. et al 183 Solarization for weed control. Weed Science. 31: 170-179.
- Katan, J. y J. E. DeVay. 1991. Soil Solarization. CRC Press. Florida.
- Munro, O. D. et al. 1987. Avances de la investigación en el uso de plásticos en la producción de melón. INIFAP-CIFAP. Mich. CEFAPVA. p 23.
- Narro, C. A. 1985. El Acolchado de Suelos, Metodología y Riego en el Cultivo del Chicharo. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista Saltillo, Coahuila.
- O'Neill, T. 1997. Soil Desinfestation Alternatives for Methyl Bromide. Agronomist 1:4-6.
- Patterson, D. T. 1998. Suppression of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) with polyethylene film mulch., U.S. 12:(2): 275-280.
- Posos, P. P. 2001. Principales malezas en el cultivo de la caña de azúcar en México. CD. Centro Universitario Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.
- Pullman, G. S., J. E. DeVay., A. R. Weinhold y R. H. Garber. 1981. Soil solarization and thermal death: a logarithmic relationship between time and temperature the four soilborne pathogens. Phytopathology 71: 959-964.
- Rubin, B. y A. Benjamín. 1983. Solar sterilización ois a tool for weed control. Abst. Weed Sci. Soc. A. p 133
- Saghir A. 1997. Soil Solarization: an Alternative Technique for Weed Management in Hot Climates. Second International Conference on Soil Solarization and Integrated Management of Soilborne Pest. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Stapleton, J. J. y J. E. DeVay. 1986 Soil Solarization : a non-chemical approach from management of plant pathogens and pests. Crop Protection. 5, 190.

- Stapleton, J. 1997. Soil Solarization : An Alternative Soil Desinfestation Strategy Come of Age. *Sustainable Agriculture* 9(3):7-9.
- Stevens, C. 1990. Soil solarization and Dacthal: influence on weeds, groups, and root microflora of collards. *Hortscience* 25(10):1260-1262
- Sudha, T., H. V Nanj app y S. Udikeri. 1999. Soil solarization for weed control in chilli and capsicum nursery. Department of Agronomy. University of Agricultural Sciences. Dharwad, Karnataka, India. *Crop Research Hisar*; 17: (3): 356-362.
- Villarreal Q. J. A. 1999. *Malezas de Buenavista Coahuila*; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 269 pp.
- Yucel, S. H. Pala., S. Cali., A. Erkilic. y R. Albajes. 2000. Combination of *Trichoderma spp.* and soil Solarization to Control Root rot Diseases of Cucumber in Greenhouses Conditions. IOBC-WPRS Working Group. "Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climate". Proceedings of the meeting, Antalya, Turquía. 23(1):78-81.

APÉNDICE

CUADRO A-1. - Susceptibilidad de diferentes especies de malezas a solarización del suelo.(Munro, 1987; Elmore *et. al.*, 1997).

Nombre común	Nombre científico	Tipo de propagación	susceptibilidad
Zacate pitillo	<i>Ixophorus unisetus</i>	Perenne	***
Zacate grama	<i>Cynodon dactylon(semilla)</i>	Perenne	**
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	anual de verano	**
Coquillo	<i>Cyperus spp.</i>	Perenne	*
Quelite	<i>Amaranthus spinosus</i>	anual de verano	***
Zacate pinto	<i>Echinochloa colonum</i>	anual	***

Zacate panizo	<i>Echinochloa crus-galli</i>	anual	***
Quelite	<i>Amaranthus palmeri</i>	anual de verano	**
Quelite	<i>Amaranthus albus</i>	anual de verano	***
Quelite	<i>Amaranthus retroflexus</i>	anual	***
	<i>Abutilon theophrasti</i>		**
	<i>Avena fatua</i>	anual	**
	<i>Amsinckia douglasiana</i>		**
	<i>Brassica nigra</i>	anual de invierno	***
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>		***
Quelite cenizo	<i>Chenopodium album</i>	anual de verano	***
	<i>Claytonia perfoliata</i>		
Enredadera	<i>Convolvulus arvensis</i> (semilla)	perenne	**
Cola de caballo	<i>Conyza canadiensis</i>	anual de verano	***
Zacate cangrejo	<i>Digitaria sanguinalis</i>		**
Zacate pata de gallo	<i>Eleusine indica</i>	anual de verano	**
	<i>Lamium amplexicaule</i>		
Quesitos	<i>Malva parviflora</i>	anual de verano	**
	<i>Orobanche ramosa</i>		
	<i>Oxalis pes-caprae</i>	perenne de verano	**
Pasto azul	<i>Poa annua</i>	anual de verano	**
	<i>Senecio vulgaris</i>		
	<i>Sida spinosa</i>		
Hierba mora	<i>Solanum nigrum</i>	anual de verano	***
	<i>Solanum sarrachoides</i>		
	<i>Sonchus oleraceus</i>		
Zacate Johnson	<i>Sorghum halepense</i> (semilla)	perenne	**
	<i>Stellaria media</i>		
	<i>Trianthema portulacastrum</i>		
Abrojo; cadillo	<i>Xanthium strumarium</i>	anual de verano	**
Cualilla	<i>Argythamia neomexicana</i>		***
Zacate cola de zorra	<i>Leptochloa filiformis</i>		*
Golondrina rastrera	<i>Euphorbia prostata</i>		***
Cuacha	<i>Kallstroemia máxima</i>		***
Hierba de arlomo	<i>Boerhaavia erecta</i>		***
Golondrina erecta	<i>Phyllanthus carolinensis</i>		***
Golondrina semi-erecta	<i>Euphorbia hirta</i>		***

***= Muy susceptible; **= Susceptible; *= Tolerante.

CUADRO. A-2.- Registro de las aplicaciones para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de chile.

Fecha	Nombre comercial	Nombre técnico	grupo toxicológico	Dosis (g de p.c./ha)	Aplicado contra:
01 agosto 2001	Confidor	Inmidiaclorid	Insecticida Sistémico.	750lt/ha	Insectos Chupadores <i>Bemisia tabaci</i>
30 agosto 2001	Trigard 75 PH	Cyromazina	Regulador del crecimiento de insectos.	100 g de p.c./ha.	Minador de la hoja: <i>Liriomyza trifolii</i> .
30 Sep. 2001	Trigard 75 PH	Cyromazina	Regulador del crecimiento de insectos.	100 g de p.c./ha.	Minador de la hoja: <i>Liriomyza trifolii</i>
10 agosto 2001	Cupravit	Hidroxido cuprico	Cobres	1.5 – 3 Kg / Ha	Protección Hongos y Bacterias
16 agosto 2001	Bayleton 25% PH	Triamidefon	Triazol	250 g de p.c./ha.	Cenicilla polvorienta:
1 Sep. 2001	Bayleton 25% PH Cupravit	Triamidefon + Oxicloruro de Cobre.	Triazol Cúprico.	250 g. 4 kg p.c./ha	Cenicilla polvorienta:

Cuadro A-3. Comparación de medias de la variable estiércol caprino en la densidad de *Amaranthus hybridus* después de la solarización.

FACTOR A	FACTOR B				
Tratamiento	0Ton/ha	20Ton/ha	40Ton/ha	Media	
No Solarizado	30	31	7	22.6668	A
Solarizado	0	0	0	0	B
Media	15	15.5	3.5	11.3334	
DMS 0.05	NS	NS	NS	NS	22.66

C.V.= 229.37%

Cuadro A-4. Comparación de medias de la variable estiércol caprino en la densidad de *Amaranthus blitoides* después de la solarización.

FACTOR A	FACTOR B				
Tratamiento	0Ton/ha	20Ton/ha	40Ton/ha	Media	
No Solarizado	2	5	1	2.6668	A
Solarizado	0	0	0	0	B
Media	1	2.5	0.5	1.3332	
DMS 0.05	NS	NS	NS	NS	2.66

C.V. = 158.11%

Cuadro A-5. Comparación de medias de la variable estiércol caprino en la densidad de *Portula oleracea* después de Solarización.

FACTOR A	FACTOR B				
Tratamiento	0Ton/ha	20Ton/ha	40Ton/ha	Media	
No Solarizado	29.6	19	41	30	A
Solarizado	0	0	0	0	B
Media	14.8	9.5	20.5	15	
DMS 0.05	NS	NS	NS	NS	30

C.V.=112.37%

Cuadro A-6. Comparación de medias de la variable estiércol caprino en la densidad de *Cyperus rotundus* después Solarización.

--	--	--	--	--	--

FACTOR A	FACTOR B				
Tratamiento	0Ton/ha	20Ton/ha	40Ton/ha	Media	
No Solarizado	86.96	29	0	38.6668	A
Solarizado	0	0	0	0	B
Media	43.48	14.5	0	19.3334	
DMS 0.05	NS	NS	NS	NS	38.66

C.V.=314.98%

Cuadro A-7. Comparación de medias de la variable estiércol caprino en la densidad de *Symbrium irio* después Solarización.

FACTOR A	FACTOR B				
Tratamiento	0Ton/ha	20Ton/ha	40Ton/ha	Media	
No Solarizado	6	4	3	4.3332	A
Solarizado	0	0	0	0	B
Media	3	2	1.5	2.1666	
DMS 0.05	NS	NS	NS	NS	4.33

C.V.=223.37%

Cuadro A-8. Comparación de medias de la variable estiércol caprino en la densidad de *Setaria geniculata* después Solarización.

FACTOR A	FACTOR B				
Tratamiento	0Ton/ha	20Ton/ha	40Ton/ha	Media	
No Solarizado	37	34	18	29.6668	A
Solarizado	0	0	0	0	B
Media	18.5	17	9	14.8334	
DMS 0.05	NS	NS	NS	NS	29.66

CUADRO A-9. CANTIDAD DE SEMILLAS PRODUCIDAS POR ALGUNAS MALEZAS.

NOMBRE COMUN	SEMILLA/PLANTA
Gramma	7,160,000
Trigo negro	11,900
Mostaza silvestre	2,700
Vadana rizada	29,500
Cuscuta de campo	16,000,000
Kochia	14,600
Chenopodium	72,450
Alfalfa negra	2,350
Gordolobo	223,300
Cyperus	242,000
Avena silvestre	25,000
Queleite	11,740,000
Platanillo de hoja ancha	36,150
Primavera del atardecer	118,500
Verdolaga	52,300
Ambrosia comun	338,000
Pimienta de Pennsylvania	3,140
Escobilla	11,000
Bolsa del pastor	3,850,000
Euforbia	1,400,000
Hierba Hedionda	8,210,000
Girasol comun	7,200,000
Cardo de canada	68,000