

EVALUACION DE PELICULAS FOTO Y  
FOTOBIODEGRADABLES PARA ACOLCHADO  
DE SUELO EN EL CULTIVO DE  
MELON (*Cucumis melo* L.)

MA. ROSARIO QUEZADA MARTIN

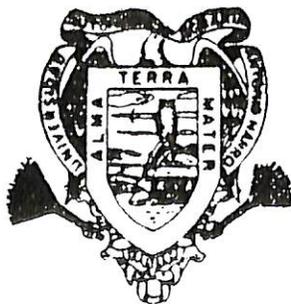
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN HORTICULTURA

Universidad Autónoma Agraria  
ANTONIO NARRO



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

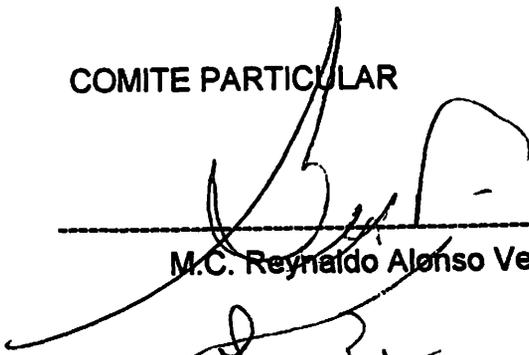
NOVIEMBRE DE 1996

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular  
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar  
al grado de

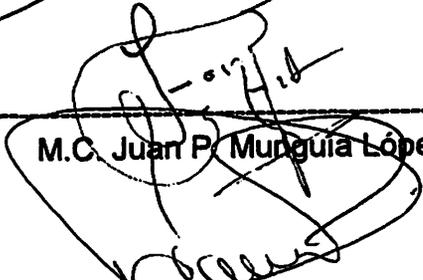
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN HORTICULTURA

COMITE PARTICULAR

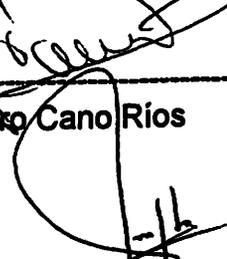
Asesor Principal:

  
M.C. Reynaldo Alonso Velazco

Asesor:

  
M.C. Juan P. Murguía López

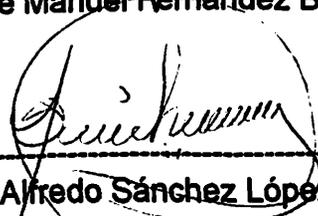
Asesor:

  
Dr. Pedro Cano Rios

Asesor:

  
Dr. José Manuel Fernández Brondo

Asesor:

  
M.C. Alfredo Sánchez López

  
Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez  
Subdirector de Postgrado

Universidad Autónoma Agraria Antonio  
ANTONIO

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Noviembre 1996

BIBLIOTECA

## AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigación en Química Aplicada, al Dr. Luis Francisco Ramos de Valle y al MC Rogelio René Ramírez V. por haberme permitido realizar los estudios de Postgrado.

Al CONACYT por haber apoyado económicamente el proyecto del cual se derivó este trabajo de tesis

Al CELALA por haberme permitido realizar el trabajo dentro de sus instalaciones y darme todas las facilidades para el mismo

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ( UAAAN ) por darme la oportunidad de alcanzar un grado mas en mi formación profesional.

Al Departamento de Horticultura por haberme considerado digna y capaz de alcanzar el grado de Maestro en Ciencias en Horticultura.

A todos mis maestros por haberme regalado parte de sus conocimientos.

Al M.C. Juan Munguía López por su valiosa ayuda en la planeación, conducción, ejecución y revisión del presente trabajo.

Muy especialmente al M.C. Rodolfo Faz Contreras por que sin su colaboración desinteresada durante todo el desarrollo de este trabajo no hubiera podido realizarlo.

Al M.C. Reynaldo Alonso Velazco por su asesoría en la planeación y revisión del presente trabajo.

Al Dr. Pedro Cano Ríos por su valiosa ayuda en la planeación y revisión del trabajo y por sus acertadas sugerencias para mejorarlo.

Al Dr. José Manuel Fernández Brondo por haberme impulsado y creerme capaz de realizar los estudios de postgrado, así como por su colaboración en la revisión de este trabajo.

Al M.C. Alfredo Sánchez López por su colaboración en la revisión del presente trabajo.

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de tesis a Dios por darme la oportunidad de seguir viviendo.

Con mucho amor y respeto a mis padres, que me dieron la vida y siempre han estado a mi lado:

**Ramón Quezada Lozano  
Carmen Martín López**

Muy especialmente a mi esposo **Juan Munguía López** y a mi hija **Lucía**, a los cuales les quité tiempo para dedicar a mis estudios, por todo el amor que me dan, por ser la alegría de mi vida y un motivo para seguir viviendo.

A mis hermanos que incondicionalmente siempre han estado cerca de mi y han cuidado amorosamente:

**Everardo**

**Imelda**

**Avelina**

**Jesús**

**Miguel**

**Abel**

**Martha**

**Graciela**

A todos mis sobrinos por quereme y alegrarme la vida.

## COMPENDIO

Evaluación de Películas Foto y Fotobiodegradables Para Acolchado de Suelo en el Cultivo de Melón ( *Cucumis melo L.* )

POR

MA. ROSARIO QUEZADA MARTIN

MAESTRIA

HORTICULTURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. OCTUBRE 1996

M. C. Reynaldo Alonso Velazco - Asesor -

**Palabras Clave:** Fotodegradable, Fotobiodegradable, Convencional, Acolchado, Temperatura, Melón.

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de comparar el efecto de películas degradables y convencionales sobre el desarrollo, rendimiento y calidad del cultivo de melón. La evaluación se llevó a cabo en el campo experimental del INIFAP de la Laguna, en Matamoros Coahuila, utilizando el híbrido " Laguna " como cultivar, y en donde los tratamientos evaluados fueron: acolchado con películas

fotodegradables, fotobiodegradables y convencionales, de color negro y transparente para cada tipo de acolchado y un testigo sin acolchado.

El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con un arreglo bifactorial, en donde el origen de las películas (fotodegradable, fotobiodegradable y convencional) fue el factor A y el color de las películas (negras y transparentes) el factor B. El tratamiento que produjo mayor rendimiento fue el fotobiodegradable transparente (49.3 ton/ha), seguido por el convencional transparente (44.9 ton/ha) y el fotodegradable negro ( 43.2 ton/ha ) y el menor rendimiento se obtuvo en el tratamiento sin acolchado (26.3 ton/ha), por lo que se puede decir que el desempeño de las películas degradables fue igual al de las convencionales. La calidad en la cosecha se vio afectada por el color del plástico para acolchado, pero no por el origen de éste, así en los acolchados transparentes independientemente de si eran degradables o convencionales el rendimiento de exportación fue mayor en aproximadamente 75 por ciento que en los acolchados negros y 337 por ciento que en el suelo no acolchado. En las demás variables de respuesta, el desempeño de las películas degradables fue similar al de las convencionales y ambas superaron ampliamente al tratamiento no acolchado. De acuerdo con lo anterior se concluye que las películas para acolchado de suelo fotodegradables y fotobiodegradables tienen el mismo efecto sobre el cultivo de melón que las películas convencionales, pero para obtener mayor calidad en la producción se recomiendan las transparentes para cultivo en fechas tempranas.

## ABSTRACT

Evaluation of Photo and Photobiodegradables Film for Mulching  
in the Melon Crop ( *Cucumis melo L.* )

BY

MA. ROSARIO QUEZADA MARTIN

MASTER OF SCIENCE

HORTICULTURE

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. OCTUBRE 1996

M. C. Reynaldo Alonso Velazco - Adviser -

Key words: Photodegradable, Photobiodegradable, Conventional, Mulching,  
Temperature, melon.

The objective of this study was to evaluate the effect of degradable and conventional plastic cover sheets on the growth, yield and harvest quality of the melon crop. This study was carried out at the research farm of the INIFAP of the la Laguna, in Matamoros Coahuila. The hybrid "Laguna" was used and the treatments evaluated were: mulch using photo and photobiodegradable cover sheets and conventional plastic cover sheets, of black color and transparent. As control, no mulch was used.

The experimental design consisted of a randomized blocks with two factors. The characteristics of the plastic cover sheets (photodegradable, photobiodegradable and conventional) was factor A while the color of the sheets (black and transparent) was factor B. The treatment that gave the higher yield was the transparent photobiodegradable cover sheet (49.3 ton/ha), followed by the transparent conventional cover sheet (44.9 ton/ha), and the black photodegradable (43.2 ton/ha). The lowest yield was obtained in the control (26.3 ton/ha), these results suggest that the performance of the degradable plastic sheets was similar to the conventional plastic sheets. The quality of the fruits was affected by the color of the plastic sheets but not by their characteristics. The harvest with exportation requirements obtained with the transparent sheets was about 75 per cent higher that obtained with the black sheets, and 337 per cent higher than the control (soil with no mulch). The other variables of growth analysis evaluated indicated that the performance of the degradable sheets was similar to that of the conventional ones, and both were much better than the controls. From the results of this study, it is possible to conclude that the photodegradable and photobiodegradable plastic sheets have the same effect of the conventional plastic sheets on the growth and yield of the melon corp. However, in order to obtain fruits of higher quality it is recommended to use transparent sheets, especially for early sowing.

## INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS.....	xii
INDICE DE FIGURAS.....	xv
INTRODUCCION.....	1
Objetivo.....	5
Hipótesis.....	5
REVISION DE LITERATURA.....	6
Generalidades del Melón.....	6
Aspectos Botánicos.....	6
Requerimientos Fisiológicos.....	8
Requerimientos de Suelo y Fertilización.....	9
Requerimientos Hídricos.....	10
Clasificación por Calidades.....	11
1a clase. Fruto de calidad exportación.....	11
2a clase. Fruto de calidad nacional.....	11
3a clase. Fruto de rezaga o pachanga.....	12
Acolchado de Suelos.....	12
Efectos y Ventajas del Acolchado de Suelos con películasPlásticas.....	13
Temperatura del Suelo.....	14
Humedad del Suelo.....	16
Rendimiento.....	17
Características de Calidad y Contenido del Fruto. Materiales Plásticos Utilizados en el Acolchado de Suelos.....	20
Problema del Uso Masivo de Plásticos.....	25
Opciones para Evitar la Acumulación Ambiental Causada por los Plásticos.....	28
Enterrado.....	28
Quemado en el Campo.....	28
Incineración.....	28
Reciclado.....	30
Películas Degradables.....	33
Películas Fotodegradables.....	34
Películas Biodegradables.....	37
Acolchado de Suelos con Películas Degradables.....	39
MATERIALES Y METODOS.....	43
Localización y Características del Area Experimental ...	43
Localización.....	43

Climatología.....	43
Suelos e Hidrología.....	44
Diseño Experimental.....	44
Materiales herramientas y Equipos Utilizados.....	46
Establecimiento del Experimento.....	47
Preparación del Terreno.....	47
Trazo del Experimento.....	47
Fertilización.....	48
Sistema de Riego.....	48
Acolchado de Suelo.....	49
Siembra.....	49
Labores Realizadas.....	49
Variables Evaluadas.....	50
Fenología.....	50
Rendimiento.....	50
Calidad de Fruto.....	51
Materia Seca.....	51
Coeficiente de Partición de Biomasa.....	52
Tasa de Crecimiento Relativo.....	52
Tasa de Asimilación Neta.....	53
Razón de Area Foliar.....	53
Razón de Peso Foliar.....	54
Area Foliar Específica.....	54
Area Foliar.....	55
Radiación Incidente Total.....	56
Temperatura del Suelo.....	56
Propiedades Físico Mecánicas de las Películas.....	56
RESULTADOS Y DISCUSION.....	59
Variables Fenológicas.....	59
Emergencia.....	59
Aparición de la Segunda Hoja Verdadera .....	59
Floración.....	59
Frutos al Tamaño de una Nuez.....	60
Inicio a Cosecha.....	60
Fin de Cosecha.....	60
Análisis de Crecimiento.....	63
Materia Seca.....	63
Area Foliar.....	71
Coeficiente de Partición de Biomasa.....	76
Tasa de Crecimiento Relativo.....	78
Tasa de Asimilación Neta.....	80
Razón de Area Foliar.....	83
Razón de Peso Foliar.....	84
Area Foliar Específica.....	85
Rendimientos.....	88
Exportación.....	88
Nacional.....	89
Rezaga.....	90
Rendimiento Total.....	90
Número de Frutos y Peso Promedio de Frutos.....	95

<b>Variables de Calidad de la Fruta.....</b>	<b>100</b>
<b>Diámetro Polar y Ecuatorial.....</b>	<b>100</b>
<b>Grados Brix.....</b>	<b>103</b>
<b>Grosor de Pulpa.....</b>	<b>107</b>
<b>Temperatura del Suelo.....</b>	<b>111</b>
<b>Radiación Solar y Degradación de las Películas.....</b>	<b>116</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>121</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>124</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>127</b>
<b>APENDICE DE CUADROS.....</b>	<b>132</b>
<b>APENDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>135</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	pág.
2.1. Valores caloríficos de diversos materiales orgánicos y poliméricos.....	29
2.2. Comparación en el manejo de los desechos plásticos en diferentes países en 1990.....	33
4.1 Variables fenológicas evaluadas en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y en no acolchado.....	61
4.2. Comparación de medias de materia seca de melón con diferentes tratamientos de acolchado y sin acolchar .....	68
4.3. Comparación de medias para pesos secos de hojas, pecíolos y guías en el cultivo de melón con acolchados degradables y convencionales, negros y transparentes, en diferentes etapas del cultivo.....	69
4.4. Comparación de medias para índice de área foliar y área foliar en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y sin acolchado.....	73
4.5. Comparación de medias para coeficiente de partición de biomasa en el cultivo de melón para los tratamientos de acolchado y sin acolchado.....	77
4.6. Comparación de medias de tasa de crecimiento relativo en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y sin acolchado .....	80
4.7. Comparación de medias de tasa de asimilación neta en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchado y sin acolchado.....	81
4.8. Comparación de medias en las variables evaluadas en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y sin acolchar.....	86

4.9.	Comparación de medias de rendimiento en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y sin acolchado.....	91
4.10.	Comparación de medias para rendimiento de melón con acolchados degradables y convencionales, negros y transparentes.....	92
4.11.	Comparación de medias de número de frutos y peso promedio de frutos, en diferentes tratamientos de acolchados y no acolchado.....	97
4.12.	Comparación de medias para número de frutos de melón con acolchados degradables y convencionales, negros y transparentes.....	98
4.13.	Comparación de medias de diámetro ecuatorial y polar en frutos de melón con diferentes tratamientos de acolchados y sin acolchado, en diferentes etapas de la cosecha.....	101
4.14.	Comparación de medias para diámetro ecuatorial en frutos de melón con acolchados degradables y convencionales, negros y transparentes.....	102
4.15.	Comparación de medias de grados brix en fruto de melón en los tratamientos evaluados, en diferentes etapas de la cosecha.....	104
4.16.	Comparación de medias para grados brix en frutos de melón con acolchados degradables y convencionales, negros y transparentes.....	105
4.17.	Comparación de medias de grosor de pulpa en fruto de melón con diferentes tratamientos de acolchados y sin acolchado, en diferentes etapas de la cosecha.....	108
4.18.	Comparación de medias para grosor de pulpa en frutos de melón con acolchados degradables y convencionales, negros y transparentes.....	110
A.1.	Ecuaciones de predicción y coeficiente de determinación para peso seco de hojas con respecto al tiempo, en los diferentes tratamientos evaluados.....	133
A.2.	Ecuaciones de predicción y coeficiente de determinación para peso seco de guías con respecto al tiempo, en los diferentes tratamientos evaluados.....	133
A.3.	Ecuaciones de predicción y coeficiente de determinación para peso seco de pecíolos con respecto al tiempo, en los diferentes tratamientos evaluados.....	134

A.4. Ecuaciones de predicción y coeficiente de determinación para área foliar con respecto al tiempo, en los diferentes tratamientos evaluados.....

134

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
4.1. Comportamiento de la cosecha en el cultivo de melón con acolchado convencional, fotodegradable y fotobiodegradable negro y transparente, y en suelo desnudo, en el ciclo primavera-verano.....	63
4.2.. Peso seco de hojas a los 44 días después de siembra en función de la interacción tipo de acolchado-color.....	65
4.3.. Peso seco de guías a los 44 días después de siembra en función de la interacción tipo de acolchado -color.....	66
4.4. Peso seco de pecíolos a los 44 días después de siembra en función de la interacción tipo de acolchado-color.....	66
4.5. Coeficiente de regresión para peso seco de hojas en plantas de melón acolchadas y no acolchadas, con respecto al tiempo.....	69
4.6. Coeficiente de regresión para peso seco de guías en plantas de melón acolchadas y no acolchadas, con respecto al tiempo.....	70
4.7. Coeficiente de regresión para peso seco de pecíolos en plantas de melón acolchadas y no acolchadas, con respecto al tiempo.....	70
4.8. Coeficiente de regresión para área foliar en plantas de melón acolchadas y no acolchadas, con respecto al tiempo.....	74
4.9.. Diámetro ecuatorial del fruto de melón en el octavo corte, en función de la interacción tipo de acolchado-color.....	102
4.10. Grosor de pulpa del fruto de melón en el quinto corte en función de la interacción tipo de acolchado color.....	109
4.11. Grosor de pulpa del fruto de melón en el octavo corte en función de la interacción tipo de acolchado-color.....	110
4.12. Temperatura del suelo a 5 cm de profundidad en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y en suelo desnudo a los 16 días después de siembra.....	113

4.13	Temperatura del suelo a 5 cm de profundidad en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y en suelo desnudo a los 44 días después de siembra.....	113
4.14.	Temperatura del suelo a 5 cm de profundidad en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y en suelo desnudo a los 85 días después de siembra.....	113
4.15.	Temperatura del suelo a 15 cm de profundidad en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y en suelo desnudo a los 16 días después de siembra.....	114
4.16.	Temperatura del suelo a 15 cm de profundidad en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y en suelo desnudo a los 44 días después de siembra.....	114
4.17.	Temperatura del suelo a 15 cm de profundidad en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y en suelo desnudo a los 85 días después de siembra.....	114
4.18.	Temperatura del suelo a 25 cm de profundidad en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y en suelo desnudo a los 16 días después de siembra.....	115
4.19.	Temperatura del suelo a 25 cm de profundidad en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y en suelo desnudo a los 44 días después de siembra.....	115
4.20.	Temperatura del suelo a 25 cm de profundidad en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y en suelo desnudo a los 85 días después de siembra.....	115
4.21.	Temperatura del suelo para las diferentes películas de acolchado y suelo desnudo.....	117
4.22.	Radiación promedio diaria Región de la Comarca Lagunera.....	118
4.23.	Radiación diaria recibida en la Región de la Comarca Lagunera en el ciclo agrícola Primavera-Verano de 1994.....	118
4.24.	Degradación en campo de películas fotodegradables, fotobiodegradables y convencionales, en el cultivo de melón en Matamoros Coahuila.....	120
A.1.	Correlación entre peso total de la planta e índice de área foliar en plantas de melón con acolchado de suelo.....	136
A.2.	Correlación entre peso total de la planta e índice de área foliar en plantas de melón en suelo no acolchado.....	136

A.3. Croquis del experimento de melón con películas degradables y convencionales.....

137

## INTRODUCCION

El continuo aumento de la población mundial obliga a incrementar la producción de alimentos, para así abastecer sus necesidades. Asimismo, México requiere incrementar la captación de divisas a través de exportaciones de productos para mejorar la economía nacional. Las hortalizas son productos que tienen un alto potencial de exportación sobre todo a los Estados Unidos de Norteamérica por la cercanía de este mercado. De las hortalizas que actualmente se exportan, el melón participa aproximadamente con un cinco por ciento (Arellano, 1993), y es posible aumentar los volúmenes de exportación si los rendimientos se incrementan, la calidad del producto se mejora y se logra producir en fechas tempranas y tardías.

En México se siembran alrededor de 26,000 ha de melón principalmente bajo condiciones de riego, siendo los principales estados productores: Sonora, Sinaloa, Nayarit, Guerrero, Tamaulipas, Jalisco, Durango y Coahuila (Arellano, 1993). De la producción nacional, el 90 por ciento se exporta y el resto se destina al mercado nacional. En la región de la Comarca Lagunera el melón es la hortaliza mas importante, ya que ocupa un área aproximada de 5,000 ha y con volúmenes de producción de poco más de 88,000 ton ( Reyes y Cano, 1992 ), sin embargo el rendimiento promedio es bajo ( 18 ton/ha ) y el destino de la producción es básicamente nacional, debido a que las cosechas se inician hasta mediados de junio cuando los mercados de exportación están saturados y los precios del producto son bajos. En esta región se podría exportar y obtener mayores valores en la producción

para mercado nacional si se adelantan las cosechas, se mejora la calidad y se incrementan los rendimientos. Para lograr estos beneficios, se requiere de la utilización de técnicas avanzadas de producción agrícola.

Entre las técnicas de producción que se pueden usar se encuentran las de la agroplasticultura, que incluye: acolchados de suelo, cubiertas flotantes, microtúneles, túneles, invernaderos, riego por goteo etc., las que promueven efectos favorables sobre el cultivo como: cosechas fuera de temporada y precocidad, incremento de la producción, control de plagas, control de malezas, conservación de humedad y modificación del microclima del suelo ( Robledo y Martín, 1988 ). Estos son algunos de los beneficios que los plásticos proporcionan al producir con estas técnicas, y en algunas regiones áridas y semiáridas el uso de plásticos hace posible la producción de algunos cultivos, lo que no se lograría sin ellos.

En México el uso de acolchado de suelos se inició en el año de 1976 con 1 ha de acolchado en cultivo de piña en Loma Bonita Oaxaca, 0.5 ha de acolchado en el cultivo de fresa en Irapuato y 0.2 ha de acolchado en papa en el Valle de Lerma (García, 1979 ). En el año de 1979 se inició el programa de plásticos en la agricultura dirigido por CIQA, comenzando así los trabajos de investigación sobre acolchado de suelos, en donde uno de los objetivos fue la transferencia de esta tecnología a las diferentes regiones del país ( Garnaud, 1983 ). Para 1982 se tenían 50 ha de acolchado principalmente para maíz de temporal y 2,500 ha en otros cultivos con riego ( Garnaud, 1982 ). Se estima que ya para el año de 1994 el área acolchada fue de 12,000 ha solamente en Sonora, Baja California y el Bajío, lo cual requirió de aproximadamente 3'600,000 kg. de plástico ( Motomochi, 1995 ), y en Culiacán para

el mismo año se estimó que hubo entre 4,000 y 6,000 ha de vegetales acolchados solamente con plásticos aluminizados; lo que representa de 1'200,000 a 1'800,000 kg. de plástico ( Garnaud, 1994 ). Se observa el rápido crecimiento en el uso de acolchados en los últimos años, y las expectativas de crecimiento son del doble para los próximos dos años según los procesadores de películas plásticas del país.

Sin embargo los desechos sólidos, son algunos de los problemas que resultan de la relación entre el hombre y el medio ambiente. La gran expansión en el uso de plásticos en la década de los 60's, trajo consigo el problema de la contaminación ambiental. En particular los materiales plásticos son considerados como altamente contaminantes, debido a su creciente producción y su alto grado de no degradabilidad. Los científicos y tecnólogos que trabajaron con el plástico, investigaron la posibilidad de acelerar la degradación del plástico, en contraste con los industriales que trataban de alargar la vida de sus productos. Una década después, vieron clara la necesidad de provocar la degradación y subsecuente desintegración de los materiales plásticos ( Gilead, 1978 ) .

Los métodos mas usados para deshacerse de los desechos sólidos son: la incineración, relleno de suelo y reciclado. El reciclado representa la ventaja mas grande para limitar el consumo de los recursos naturales y disminuir la cantidad de desechos, pero también tiene un gran problema de selección y separación de éstos, por lo tanto, el uso de materiales plásticos, capaces de transformarse ellos mismos en productos que puedan reintegrarse al ciclo biológico, parece ser una de las mejores soluciones al problema de los desechos plásticos ( Gilead, 1978; Pozi et al., 1975, Wilder, 1990 ).

La agricultura es un sector en donde la degradación inducida del plástico debe ser de suma importancia, y esto es por el área conocida como plasticultura, y en especial el acolchado de suelos, en donde los plásticos y principalmente el polietileno, han causado una revolución. En todas las regiones donde se usa el plástico en la producción agrícola, cada año hay una gran acumulación de estos materiales, lo que representa un problema ecológico, que obstaculiza a la tecnología de la agroplasticultura. Si estos plásticos no se retiran del terreno de cultivo, impedirán realizar adecuadamente las subsecuentes labores, obstruyendo los implementos agrícolas e interrumpiendo el crecimiento de las plantas, si trozos del plástico interfieren con el crecimiento radical. Por esto es esencial retirar el plástico del campo, lo cual representa un incremento en los costos de producción.

Sería una gran solución, si los agricultores pudieran tener materiales plásticos, que cumplieran con el propósito de la agroplasticultura y después desaparecieran en el mismo campo. Es muy posible, que los agricultores estuvieran dispuestos a pagar por una película degradable, siempre y cuando cumpliera con su función durante el tiempo que se requiriera, y al final esta se pudiera desintegrar rápida y totalmente en el propio campo ( Gilead, 1978 ; Gilead, 1990 ).

En base a lo anteriormente expuesto se plantean los siguientes objetivos e hipótesis para este trabajo :

### **Objetivo.**

Evaluación de películas foto y fotobiodegradables negra y transparente para acolchado de suelo en melón, con la finalidad de definir el tiempo óptimo de degradación, sin que se afecte el desarrollo, rendimiento y calidad de la producción que proporciona un acolchado de suelos con plástico convencional

### **Hipótesis.**

Las películas degradables después de cumplir con su función, se degradarán y romperán en pequeños trozos, permitiendo incorporarlos al suelo para que se continúe el proceso de degradación, ayudando a disminuir así la contaminación ambiental.

Las películas degradables provocarán un efecto similar sobre el cultivo al de las películas convencionales, superando ambas al testigo sin acolchado de suelo.

## REVISION DE LITERATURA

### Generalidades del Melón

#### Aspectos Botánicos

El melón, por su origen de clima templado, cálido y luminoso, suele presentar en condiciones normales de cultivo, una vegetación exuberante con tallos poco consistentes y tiernos que adquieren su mayor desarrollo en las estaciones secas y calurosas. Este cultivo está ubicado dentro de la familia de las cucurbitáceas y es una planta herbácea, anual y rastrera. La planta desarrolla raíces abundantes con un crecimiento rápido entre los 30 y 40 cm de profundidad del suelo, la raíz principal alcanza hasta un metro de profundidad, siendo sus raíces secundarias, más largas que la principal y muy ramificadas. La región de exploración y absorción de éstas, se encuentra entre los 40 y 45 cm de profundidad (Valadez, 1994 ; Zapata et al.,1989).

La planta del melón es extremadamente polimorfa, con tallos herbáceos y trepadores ayudados por zarcillos y está cubierto de vellosidades blancas. Esta empieza a formar guías después de que se ha formado la quinta o sexta hoja verdadera, además las hojas pueden estar divididas en tres o cinco lóbulos, están cubiertas por vellosidades y pueden mostrar formas tales como: redondeadas, reniformes, acorazonadas, triangulares y pentagonales. (Valadez, 1994 ; Zapata et al.,1989).

Las plantas son generalmente monoicas, aunque las hay ginomonoicas y andromonoicas. Las flores masculinas aparecen antes que las femeninas y en grupos de tres a cinco flores en los nudos de las guías principales y nunca en los nudos donde se encuentra una flor femenina o una flor hermafrodita. Las flores femeninas y las hermafroditas nacen solitarias y se presentan en el extremo de unos pedúnculos cortos y vigorosos que brotan en el primero o el segundo nudo . La planta produce más flores masculinas que femeninas, y la proporción de flores de los diferentes tipos varía con las condiciones del clima (luz y temperatura). Las flores son de color amarillo. (Valadez, 1994 ; Zapata et al.,1989).

La polinización de las flores de melón se debe básicamente a los insectos, principalmente a las abejas y abejorros, y la fecundación puede ocurrir con polen de la misma flor (autofecundación), con polen de flores de la misma planta (autopolinización) o con polen de flores de otras plantas (polinización y fecundación cruzada). La fecundación se produce después de las 24 horas , una vez fecundado el ovario, se engruesa y da lugar a un fruto más o menos globular o pepónide y que pertenece al tipo baya. Debido a que cuando la polinización es insuficiente se obtienen frutos con menos semillas y frecuentemente deformes, se aconseja la colocación de colmenas en las plantaciones. Los frutos alcanzan su madurez en condiciones favorables para el cultivo a los 45 días después de su fecundación, presentando tamaños muy variados, dependiendo del cultivar. En cuanto a su forma, puede ser esférica, deprimida, oblonga, ovoidea u oval. Antes de madurar, el fruto tiene una superficie verde, adquiriendo conforme madura un color pardo o verde amarillento. La pulpa puede tener distintas coloraciones: blanca, verde amarilla, anaranjada o roja. (Valadez, 1994 ; Zapata et al.,1989).

Las semillas son delgadas y con una longitud promedio de ocho mm y por lo general de color amarillo crema (Valadez, 1994 ; Zapata et al.,1989). Actualmente se dispone de nuevos híbridos de melón, los cuales son una alternativa para incrementar la productividad de este cultivo. Estos híbridos tienen un potencial de rendimiento muy por encima del rendimiento promedio regional, entre estos híbridos se encuentran: Laguna, Hy-mark, Aragón, Mission, Primo, Caravelle, Crusier, Hi-line, Easy raider entre otros. Los híbridos tienen un período promedio a inicio de floración masculina y hermafrodita entre 38 y 45 días después de la siembra respectivamente, mientras que las variedades son más tardías a inicio de floración hermafrodita, siendo de 49 días después de la siembra. El ciclo vegetativo de los híbridos y variedades oscila entre los 95 a 105 días. La cosecha se inicia a partir de los 75 a 85 días después de la siembra y el número de cortes varía en función de la fecha de siembra y en algunos casos del precio del melón en el mercado (Cano, 1990).

### **Requerimientos Fisiológicos**

El melón es un cultivo de clima cálido, por lo tanto no tolera bajas temperaturas. Para que exista una buena germinación de las semillas debe haber temperaturas mayores de 15 °C, con una temperatura óptima de 24 a 35 °C, con una máxima de 39 °C, la temperatura ideal para floración se encuentra entre 20 a 23 °C y la óptima para el desarrollo debe estar en un rango de 25° a 30 °C, con una máxima de 32 °C y una mínima de 10 °C. Cuando la temperatura del aire es inferior de 13 ° C, el desarrollo vegetativo se detiene y a 1 ° C la planta se hiela. Cuando el fruto se encuentra en etapa de maduración debe haber una relación de temperatura entre el día y la noche, en el día deben registrarse temperaturas altas (> de 30 °C) y días

largos (mucha iluminación) para favorecer la tasa fotosintética, y por la noche presentarse temperaturas frescas (15.5 a 18 °C) para que disminuya la respiración de las plantas (Valadez, 1994 ; Maroto, 1989 ; Zapata et al., 1989).

En las etapas tempranas del desarrollo de la planta, la humedad relativa debe ser de 65 a 75 por ciento, en la floración de 60 a 70 por ciento, y en la fructificación de 55 a 65 por ciento. También es importante la cantidad de luz recibida por el cultivo, aumentando su producción y calidad si la iluminación se incrementa. La cantidad de horas luz requeridas por el cultivo es de un mínimo de 15 horas al día (Valadez, 1994 ; Maroto, 1989 ; Zapata et al., 1989).

### **Requerimientos de Suelo y Fertilización**

El melón es un cultivo que se desarrolla en un amplio rango de suelos, aunque para obtener precocidad prefiere los franco-arenosos cuyo contenido de materia orgánica y drenaje sean buenos, pero cuando el interés es mayor en obtener altos rendimientos los suelos más adecuados son los de textura media con alta capacidad de retención de humedad, pero sin que se produzcan encharcamientos, ya que estos causan podredumbres en las raíces y en los frutos. Esta hortaliza está clasificada como ligeramente tolerante a la acidez, ya que se desarrolla en un pH de seis a seis punto ocho, aunque con pH muy ácidos puede presentar un disturbio fisiológico llamado " amarillamiento ácido ". En lo que respecta a salinidad, está clasificado como de mediana y baja tolerancia, presentando valores de 2560 ppm (4 mS/cm). (Stein et al., 1990 ; Valadez, 1994).

En cuanto a fertilización, el melón responde a aplicaciones de nitrógeno y fósforo, la fórmula de fertilización generalmente utilizada esta entre 100 a 120 unidades de nitrógeno, 80 unidades de fósforo y cero de potasio, para los EUA, y para México no existe mucha variabilidad, el INIFAP recomienda a nivel nacional la fórmula 100 - 80 - 0 de N - P - K y en la región de Apatzingán la fórmula 120 - 80 - 0 de N - P - K (Stein et al., 1990 ; Valadez, 1994).

### **Requerimientos Hídricos**

Las plantas de melón necesitan mucha agua en el período de crecimiento y durante la maduración, y estas necesidades están ligadas al clima local y a la insolación. La falta de agua en el cultivo causa bajos rendimientos y afecta negativamente la calidad de la producción. La temperatura del suelo al nivel de las raíces durante el período de crecimiento del melón debe ser por encima de los 10 ° C, siendo preferible una mayor temperatura, puesto que la absorción de agua por parte de las raíces aumenta al hacerlo la temperatura. Si la temperatura del suelo es muy baja y la del aire muy alta en relación a la del suelo, se puede provocar un déficit de agua en las plantas, que se manifiesta por una decoloración de las hojas contiguas a los frutos, un desecamiento de los ápices de los frutos y finalmente la marchitez de las plantas ( Zapata et al 1989).

Durante todo el ciclo agrícola del melón se pueden realizar de siete a ocho riegos en promedio, bajo sistema de riego por superficie, recomendándose castigarlo un poco durante la etapa de maduración de los frutos con la finalidad de que se concentren los sólidos solubles (Valadez, 1994).

## Clasificación por Calidades

En un producto se toma en cuenta la calidad, ya que esta es la que va a definir el mercado y el valor del producto, y por lo tanto las utilidades de los productores, existe un manual donde se clasifica al melón en tres clases: calidad exportación, consumo nacional y rezaga o pachanga; a continuación se presentan las características de cada clase (Contreras, 1967).

### **1a clase. Fruto de calidad exportación**

- \* Frutos bien formados, redondos o medianamente oblongos.
- \* Red perfecta, uniforme y definida.
- \* Frutos sin lesiones en la corteza causadas por quemaduras del sol, insectos o mohos.
- \* El contacto de la superficie inferior del fruto, con el suelo ocasiona una mancha amarilla que en algunos casos impide la formación de la red, esta mancha debe comprender menos del 15 por ciento.
- \* El fruto no debe tener rajaduras radiales, ni circulares en la unión del pedúnculo.
- \* El grado de madurez del fruto debe ser entre sazón y madurez de 3/4.

### **2a clase. Fruto de calidad nacional**

En esta clasificación entra todo el fruto que no cumple con los requisitos para exportación, pero que no tiene un daño mayor del 10 por ciento en la superficie del fruto, descartando a la rezaga.

### **3a clase. Fruto de rezaga o pachanga**

Es un fruto que no tiene valor comercial y que cuenta con las siguientes características:

- \* Frutos completamente deformes.
- \* Frutos quemados por el sol.
- \* Frutos con lesiones por insectos o perforados.
- \* Frutos suaves o blandos para el transporte.

### **Acolchado de Suelos**

La técnica más simple de aplicación de plásticos en la agricultura es el acolchado de suelos, que sustituye con ventaja a otros procedimientos más antiguos como el empajado. El acolchado es una técnica practicada desde hace muchos años por los agricultores con la finalidad de defender los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos. Para disminuir los efectos negativos, los agricultores colocaban sobre la superficie del suelo una capa protectora formada con materia de origen vegetal, como paja, cañasa, hojas secas, rastrojo etc. u otros de origen mineral como arena y grava. Esta capa actuaba como barrera de separación entre el suelo y el ambiente atmosférico, la cual amortiguaba sensiblemente los efectos negativos (Bretones, 1989 ; Robledo y Martín, 1988).

Por otro lado, según la naturaleza de los materiales usados ofrecían además otras ventajas tales como: la opacidad a la luz solar, impedía el desarrollo de malas hierbas, acumulación de calor durante el día y su liberación durante la noche

constituía un medio de defensa para la planta contra las bajas temperaturas nocturnas, influyendo considerablemente en el aumento del rendimiento y en una mayor precocidad de las cosechas, debido a que el cultivo no está expuesto a cambios bruscos entre la temperatura del día y la noche. (Bretones, 1989 ; Robledo y Martín, 1988).

Hace algunos años se hicieron ensayos con diversos materiales, tales como papel alquitranado, láminas de aluminio etc., pero no se popularizó su uso debido a que son materiales voluminosos, caros y de difícil colocación en el suelo. De más reciente aplicación son las películas plásticas, especialmente polietileno ( PE ) y policloruro de vinilo ( PVC ), que han dado resultados excelentes, y que han venido a desplazar a los materiales anteriores y se van difundiendo poco a poco en todos los países, aun en aquellos mas tradicionalistas (Bretones, 1989 ; Robledo y Martín, 1988).

### **Efectos y ventajas del Acolchado de Suelos con películas plásticas**

El acolchado de suelos es una técnica que produce alteraciones en el microclima de los cultivos, influenciando notablemente diversos procesos que tienen lugar en el entorno aéreo y subterráneo, ya que alteran las relaciones agua-suelo-planta-atmósfera. El efecto del acolchado sobre el ambiente del suelo está relacionado directamente con parámetros físico-químicos del suelo, agua y microbiología del suelo, mientras que en la parte aérea, el acolchado actúa sobre el microclima que rodea la planta y los factores ambientales que tienen relación con el

desarrollo de los principales procesos fisiológicos y morfológicos de las plantas y organismos (Díaz y Lira, 1988).

El acolchado en el cultivo de melón modifica la temperatura del suelo, conserva la humedad al reducir la evaporación, refleja la energía radiante alrededor de la planta, mantiene buena estructura y aireación del suelo, reduce los problemas de sales y controla las malezas según el color y opacidad del plástico que se utilice (Lamont, 1993).

Las películas de plástico proporcionan mayores ventajas que las conseguidas con materiales de origen vegetal o mineral e influyen notoriamente sobre: humedad, temperatura, estructura y fertilidad del suelo, además del control de malezas y protección de los frutos entre otros. Por lo tanto, en función de los efectos producidos por los acolchados plásticos se puede tener: incremento en los rendimientos, precocidad en las cosechas, producción de mayor calidad, reducción de riesgos a heladas, reducción de mano de obra y eficiencia en el uso de los recursos naturales e insumos (Robledo y Martín, 1988).

### Temperatura del Suelo

La temperatura del suelo es uno de los principales factores que se ven modificados por la acción directa del acolchado de suelos, ésta influye directamente en diversas alteraciones del ambiente en que se desarrolla el cultivo, ya que de la energía almacenada como calor en el suelo dependerá la velocidad de los procesos fisiológicos más importantes para la planta como son: absorción del agua, traslocación

de nutrimentos, respiración de la planta y producción de sustancias hormonales de crecimiento y desarrollo (Salisbury y Ross, 1969).

La cubierta de plástico aumenta la temperatura del suelo al permitir que la energía calorífica penetre en el suelo por conducción, transmisión y convección y al mismo tiempo evite la pérdida del calor acumulado dentro del suelo hacia la atmósfera. Investigaciones realizadas con diferentes tipos de acolchados han mostrado claramente que el plástico transparente incrementa de una manera muy marcada la temperatura del suelo, especialmente en el estrato de 0 a 10 cm de profundidad, aunque con este plástico se modificó la temperatura hasta profundidades de 30 cm, mientras que con plástico negro hay menor calentamiento del suelo y con plásticos aluminizados o blancos ocurre un enfriamiento de este. En el caso de suelos cubiertos con plásticos transparentes se tuvieron incrementos de temperatura desde 5 hasta 13 ° C en relación al suelo desnudo, de 3 a 5 ° C con plástico negro y al usar aluminizados se tuvieron alrededor de 10 ° C menos que en el transparente, además, al nivel de la superficie del suelo el plástico negro es el que provoca más calentamiento, debido a que este material absorbe una parte considerable de la radiación solar y la trasmite por conducción al suelo (Baruch y Abraham, 1983; Katan et al., 1976; Robledo y Martín, 1988).

De los muchos beneficios del acolchado de suelos, el incremento de la temperatura del suelo durante un ciclo fresco es probablemente el más importante, favoreciendo el continuo crecimiento de las raíces. El rendimiento del melón en fecha temprana, utilizando un plástico transparente fue el doble que con plástico negro y cuatro veces que el rendimiento en suelo desnudo, y esto es en parte debido a las

ganancias de temperatura que se obtienen con los diferentes tipos de plástico (Taber, 1993).

Por otro lado la precocidad en la producción de melón se puede incrementar por medio del acolchado plástico, con beneficios en aumento de rendimiento temprano y mayor calidad en la producción, estos pueden ser atribuidos principalmente por mayor calentamiento del suelo (Maiero et al., 1987).

Sin embargo, para fechas tardías cuando las temperaturas llegan a ser mucho más elevadas en los acolchados transparentes que en los negros, los mayores rendimientos en el cultivo de melón se obtienen en los acolchados negros, y esto se debe a que en los acolchados transparentes las temperaturas alcanzadas sobre todo en los primeros 15 cm de profundidad provocan daños por quemaduras en las plántulas afectando su posterior desarrollo (Quezada y García, 1994).

### Humedad del Suelo

Los acolchados controlan la evaporación debido a que son una barrera impermeable que no deja salir el vapor de agua y consecuentemente este elemento se mantiene más disponible para las plantas cultivadas. De igual manera, el plástico negro u opaco no deja desarrollar malezas en el suelo debido a que se evita el paso de luz, no habiendo consumo de agua por malezas, resultando esto en un ahorro de este recurso y beneficiando notablemente la productividad del cultivo (Mahrer et al., 1984).

Estudios desarrollados en el cultivo de melón en la Comarca Lagunera (Martínez, 1985). en donde se aplicaron diferentes volúmenes de riego con acolchado plástico negro y sin acolchado, se observó claramente que las plantas sujetas al tratamiento en donde se acolchó la canaleta de riego estuvieron siempre bajo condiciones de mayor humedad en el suelo, este comportamiento se mantuvo durante los cinco meses en que se realizaron muestras periódicas de la humedad del suelo en el perfil cero - 30 cm, que es donde se localizaron la mayor cantidad de raíces en este cultivo, esta disponibilidad de agua para la planta se asoció con una mayor producción de follaje y un mayor rendimiento de frutos.

En un estudio realizado con diferentes tratamientos de acolchados degradables y convencionales, se encontró que en general todos los tratamientos acolchados superaron en contenido de humedad en el suelo y en rendimiento al tratamiento de suelo desnudo, sin embargo algunos de los tratamientos acolchados que siempre tuvieron mayor contenido de humedad no fueron los que tuvieron mayor rendimiento, lo que significa que son varios factores en conjunto los que influyen en la expresión del potencial de las plantas (Serna, 1996).

### **Rendimiento**

En un estudio para determinar la economía en la producción de melón en Alabama, usando acolchado con plástico negro y en suelo desnudo, y usando método de trasplante, concluyeron que los rendimientos más altos se obtuvieron en los tratamientos con acolchado, los rangos de los incrementos fueron de 105 a 160 por ciento sobre el testigo, con un 39 a 73 por ciento del total de la producción durante las

dos primeras semanas del período de cosecha, generando con esto los recursos para cubrir los costos totales de producción para el cultivo del melón. Las ganancias netas de los tratamientos con acolchado fueron significativamente más altas en relación al testigo, con incrementos en un rango de 117 a 183 por ciento (Brown y Glover, 1987).

Se realizaron estudios por dos años consecutivos donde se evaluaron dos coloraciones de plástico, acolchado negro y acolchado transparente, con y sin microtúnel. Se encontró que el acolchado transparente con microtúnel incrementó significativamente la precocidad de la producción, comparado al acolchado negro con microtúnel. En un ensayo de 12 cultivares de melón, melón dulce y melón charentais, trasplantado en acolchado con plástico transparente y con cubiertas flotantes, se logró un adelanto de la cosecha y un incremento del 50 por ciento en la producción total (Argall y Stewart, 1989).

Brown y Osborn (1989) estudiaron la producción del cultivo de melón en acolchados con plástico negro y con cubiertas flotantes, utilizando trasplante, se encontró lo siguiente: Los trasplantes que se desarrollaron en acolchado negro más cubiertas produjeron un número total de frutos más alto, con un 44 por ciento y se tuvieron de 20 a 29 por ciento más frutos de mayor tamaño, comparado al trasplante con acolchado plástico negro solo. El número total de frutos producidos de los trasplantes sobre acolchado negro fue de 23 por ciento más que el obtenido sobre suelo desnudo.

Por otro lado en un estudio realizado en Quebec, Canadá por Argall y Stewart (1991) donde se evaluó la influencia de combinaciones de acolchado y túnel sobre el

crecimiento y desarrollo del melón, se concluyó que desde el punto de vista del productor la combinación túnel con acolchado transparente, produjo tres veces más fruto comercial que el testigo, además el rendimiento fue más precoz y ofreció óptima protección del frío. Se encontró que para un máximo rendimiento de fruto grande, el acolchado transparente con túnel y acolchado transparente sin túnel es el apropiado. En la combinación acolchado negro y túnel, los rendimientos comerciales fueron comparables a otros tratamientos en cuanto a precocidad, y los frutos fueron más pequeños, pero con la ventaja de óptimo control de malezas.

Por otro lado las cosecha más tempranas en el cultivo de melón, con adelantos desde siete a 21 días, y los aumentos en el rendimiento que van desde dos a tres veces mas que en el suelo desnudo, depende mucho de la localización geográfica en donde se realice el trabajo, del tipo de suelo, de la forma en que se acolche el suelo y del mismo cultivo (Lamont, 1993).

En un estudio realizado en Matamoros, Coah. sobre el cultivo de melón, en donde se evaluaron dos Sistemas de Riego, goteo y gravedad, y acolchado de suelo con películas negras de dos espesores diferentes, comparadas con suelo desnudo. Se encontró que la mayor producción de exportación y nacional fue obtenida con los acolchados plásticos, superando al testigo con 53 y 31 por ciento respectivamente (Arellano, 1993).

Asimismo en una evaluación del cultivo de melón con uso de acolchado negro total y parcial, realizada en la ciudad de Saltillo, Coah., se encontró que los rendimientos totales en ton/ha fueron mayores en los tratamientos con acolchado de

suelo que en el no acolchado, presentando rendimientos de 56 y 50 ton/ha para el acolchado total y parcial respectivamente y de 34 ton/ha para el tratamiento no acolchado (Martínez, 1994).

### **Características de Calidad y Contenido del Fruto**

La calidad del fruto de melón está determinada por características como sólidos solubles, espesor de la pulpa y diámetro polar y ecuatorial. Los sólidos solubles son una de las principales características que determinan la calidad del fruto, estos definen qué tan dulce o desabrido resulta el fruto. Un melón con un contenido de 8 ° brix o más, es aceptable como un fruto dulce. Asimismo la calidad del fruto de melón aumenta a medida que se incrementa el espesor de la pulpa, dado que ésta es la parte comestible del fruto. En cuanto a los diámetros polar y ecuatorial nos indican el tamaño del fruto, considerándose como aceptable para el diámetro polar entre los 15 y 18 cm, y para el ecuatorial entre los 12 a 14 cm (Cano, 1990).

Se ha comprobado que el plástico actúa como barrera de separación entre el suelo y la parte foliar de la planta, y evita que los frutos estén en contacto directo con el suelo, obteniéndose así excelente calidad y buena presentación comercial (Brown y Glover, 1987).

La calidad del fruto de melón se incrementa con el uso de acolchado, así el diámetro polar y ecuatorial de los frutos en tratamientos con acolchado negro de dos espesores diferentes, fue mayor 2 cm y 1 cm respectivamente con relación al testigo sin acolchado, lo mismo ocurrió con los sólidos solubles, en los tratamientos

acolchados hubo 1.3 grados brix más en ambos acolchados que en el no acolchado (Arellano, 1993).

En un estudio realizado en el cultivo de melón con acolchado de suelo negro, en donde se evaluó diámetro polar, diámetro ecuatorial y peso del fruto se encontró que el diámetro polar y ecuatorial en el tratamiento acolchado, superó al tratamiento no acolchado con 2 cm en ambos diámetros. El peso del fruto del tratamiento acolchado fue de 1.6 kg en promedio mientras que en el no acolchado fue de 1.3 kg (Martínez, 1994).

### **Materiales Plásticos Utilizados en el Acolchado de Suelos**

Se puede decir que a nivel mundial el material plástico más utilizado hoy en día en el acolchado de suelos es el polietileno. La causa de esta elección no es caprichosa, ni por causas técnicas justificadas, sino más bien por causas de tipo económico, debido a que su precio es inferior al de cualquier otro material plástico utilizado en la agricultura. Los tipos de películas, atendiendo a su coloración o pigmentación, que actualmente se utilizan para esta aplicación son: negro opaco, transparente, gris-humo, verde, marrón, blanca y metalizada. Cada una de ellas posee una determinada característica que dan lugar a efectos diferentes sobre los cultivos, por ello es necesario que el agricultor antes de utilizarlos sepa cual es el comportamiento de cada uno para que elija el mas adecuado de acuerdo a sus necesidades (Robledo y Martín, 1988).

El primer tipo de película que se utilizó fue el negro opaco, poniendo de manifiesto que no dejaba crecer las malas hierbas por debajo de él, al no poder realizarse la fotosíntesis, ya que impide el paso de las radiaciones visibles. Posteriormente se llevaron a cabo pruebas con películas transparentes, dando lugar a la obtención de cosechas precoces, pero se observó que favorecían el crecimiento de malas hierbas, como consecuencia del calentamiento y su transparencia a las radiaciones solares. A estos ensayos les siguieron más tarde otros, con el fin de encontrar una película que impidiera el crecimiento de las malezas y que a la vez produjera cosecha precoces, por lo tanto se ensayaron una serie de películas de tonalidades gris humo, que por ser de características intermedias a la transparente y negra opaco daba lugar a efectos intermedios. Últimamente se han realizado otros ensayos con películas de tonalidades verdes, marrones y metalizadas, que han dado buenos resultados y que han disminuido en alguna medida las desventajas que ocasionaba la utilización de las películas negras y transparentes, además las películas metalizadas tienen la ventaja de reflejar la luz recibida e impedir el paso de ésta a través de ellas dado que su cara interna es de color negro opaco, lo cual impide el crecimiento de malezas (Robledo y Martín, 1988).

Así mismo las películas plásticas especialmente las metalizadas se han utilizado para el control de vectores (mosca blanca y pulgón) y controlar así indirectamente la incidencia de virosos en los cultivos, los insectos tienen gran atracción por el color amarillo, sin embargo así como el color amarillo los atrae, el reflejo de la luz solar los repele; este efecto se puede lograr con la utilización de acolchados de plástico o de papel aluminio, con lo que teóricamente se dificulta la llegada del insecto a la planta, y tratándose de vectores, se disminuye el porcentaje

de transmisión de virus. La acción que ejercen los acolchados plásticos debido principalmente a la luz reflejada y muy posible a los cambios de temperatura sobre la incidencia de vectores, depende mucho del color del plástico. Los plásticos plateados son los que causan los mayores efectos sobre la mosca blanca, seguidos del color café, luego el blanco y por último el negro y definitivamente todos estos son mas superiores que suelos no acolchados (Pozo, 1993 ; Garzón y Pozo,1995).

Actualmente se han desarrollado materiales plásticos que permiten seleccionar ciertas longitudes de onda del espectro electromagnético que son más útiles a las plantas, estas se denominan películas fotoselectivas y su desarrollo se basa en que algunas de las radiaciones del espectro solar son benéficas para las plantas, dependiendo del tipo de planta y su estado fenológico. Las diferentes películas según su pigmentación dan lugar a resultados diferentes en los cultivos, así las películas de pigmentación azul promueve el desarrollo vegetativo de las plantas, y las películas de pigmentación roja o anaranjada promueve el desarrollo generativo. Numerosos experimentos han demostrado que dependiendo de la pigmentación o color del acolchado usado, será el incremento sobre la temperatura del suelo y en las alteraciones en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos, debido a la característica de reflejar o permitir el paso de la radiación en las diferentes longitudes de onda, llamado esto calidad de la luz. Los tres fotoreceptores que se sabe afectan la fotomorfogénesis de las plantas son: Fitocromo, que absorbe la luz azul, rojo, y rojo-lejano, Criptocromo que absorbe la luz azul y ultravioleta (320 a 450 nm), y el foto-receptor UV-B, que absorbe la radiación UV (280 a 320 nm). Así al cambiar la composición espectral lumínica se puede modificar el desarrollo de la planta, en

algunos casos para incrementar el rendimiento y calidad de la producción agrícola (Decoteau, 1988; Weiss, 1995).

Se ha encontrado que en el cultivo de tomate con acolchado plástico rojo se tuvo un incremento del 20 por ciento respecto al acolchado negro, mientras que en el cultivo de la papa los mejores rendimientos fueron con plástico blanco, incrementándose en un 25 por ciento comparado con películas de color rojo, azul, amarillo y con suelo desnudo (Kasperbauer y Hunt, 1988)

En otro estudio con películas fotoselectivas en el cultivo de tomate, la mayor producción se observó con el acolchado rojo, siguiéndole el acolchado negro y después el blanco, y las producciones mas bajas fueron con el acolchado plateado (Decoteau, 1988).

Otros materiales plásticos que se han venido desarrollando últimamente son las películas degradables. Los estudios realizados en el campo de la degradación, son los que más eco han encontrado en los plásticos de interés en la agricultura, y sobre todo en cultivos bajo acolchado (Acosta, 1979).

Uno de los mayores problemas que origina el acolchado de suelos es la retirada de las películas del campo una vez terminado el ciclo del cultivo. Como estos plásticos están en su mayoría rotos y desperdigados por el suelo su recogida resulta muy costosa, por lo que el agricultor decide dejarlos en el campo para que se degraden poco a poco con el tiempo, pero su destrucción es lenta. Esto provoca un problema de tipo mecánico principalmente al obstruir labores como siembra, escarda

etc. y de contaminación visual, pero no de contaminación por residuos tóxicos (Robledo y Martín 1988).

Un campo adecuado de aplicación de los plásticos degradables, señalan los proveedores de aditivos, es el de las películas protectoras para la agricultura, con un mercado estimado de 60 millones de kg anuales en los E.U.A. El director de Plastigone Technologies afirma que mas de 4.3 millones de kg de películas degradables fueron consumidas por los agricultores durante 1989, como una forma de elevar la productividad y evitar la necesidad de eliminar la película usada, lo cual podría suponer un costo aproximado de 260 pesos/ha, estos costos pueden incrementarse rápidamente, dependiendo del número de hectáreas, proximidad del lugar donde se van a enterrar o centros de reciclado y la disponibilidad de maquinaria y mano de obra (Wilder, 1990; Garthe y Kowal, RCL - 15 s/f).

### **Problemática del Uso Masivo de Plásticos**

Rara es la actividad humana en la que los plásticos no hayan incidido o incidan de una forma muy especial en la solución de problemas específicos y esto es especialmente cierto en el campo de la agricultura donde la necesidad de asegurar la subsistencia de un número cada vez más elevado de seres humanos hacen necesario tanto el desarrollo de las áreas dedicadas a los cultivos como la protección de los productos alimenticios almacenados y distribuidos. Por este motivo, el desarrollo de los plásticos en la agricultura ha sido espectacular en el transcurso de los últimos años y está creciendo de una manera acelerada. Se puede citar como ejemplo ilustrativo que en Francia durante los últimos 20 años la superficie reservada al maíz

se ha multiplicado por cinco, el rendimiento por hectárea se ha multiplicado por dos y la producción global por 10 y esto gracias al cultivo con acolchado (Acosta, 1979 ; Gilead, 1978 ; Robledo y Martin, 1988 ; Wilder, 1990).

Sin embargo no todas son ventajas, el plástico que se emplea en la agricultura puede originar y de hecho origina un problema ecológico, ya que una vez que ha cumplido su misión, la mayor parte de las veces queda abandonado en la misma tierra durante largos períodos de tiempo, produciendo principalmente contaminación del paisaje. El problema se agrava aún más en el cultivo con acolchado donde las áreas de aplicación pueden ser muy extensas y el plástico queda disperso o abandonado en las tierras haciéndose algunas veces imposible y otras antieconómica su recogida y eliminación (Acosta, 1979 ; Gilead, 1978 ; Robledo y Martin, 1988 ; Wilder, 1990).

La destrucción total de los plásticos es lenta, ya que mucho de este queda enterrado después de que se realizan las labores de cultivo y no vuelve a salir a la superficie hasta que no se prepara nuevamente la tierra y está expuesto de nuevo a las radiaciones solares, y debido también a que los plásticos son materiales no muy fácilmente degradables si no tienen inductores de la degradación (Acosta, 1979 ; Gilead, 1978 ; Robledo y Martin, 1988 ; Wilder, 1990).

Como los plásticos en la agricultura contribuyen grandemente al problema de los desechos sólidos, particularmente en áreas con uso masivo de éstos, por ejemplo en E.U.A. para 1987 se usaron anualmente 1475 millones de kg en esta área, en 1991, se consumieron 101 millones de kg de polietileno de baja densidad en la industria agrícola y específicamente de 55 a 70 millones de kg aproximadamente se

usaron en acolchado de vegetales. El quemado en el campo y el enterrado del plástico en el suelo no son opciones muy buenas para deshacerse de ellos en muchas áreas, por lo tanto el rehuso y la disminución del peso molecular del plástico, son métodos más viables para reducir la cantidad de material desechado. El reciclado, incineración y la degradación in situ parecen ser las tecnologías más promisorias para deshacerse de los desechos (Hemphill, 1993; Garthe and Kowal RCL-15 s/f)

La tendencia hacia la degradabilidad está adquiriendo un gran impulso debido a la legislación que fuerza a una disminución de la cantidad de plásticos en las basuras sólidas. Dominado por una creencia extendida de que los plásticos son de algún modo más contaminantes que materiales como el papel, que es el principal componente de los residuos sólidos. Las leyes buscan una prohibición de los plásticos que no se degraden de forma inocua en el ambiente (Wilder, 1990, Garthe and Kowal RCL - 15 s/f )

Los estudios realizados en el campo de la fotodegradación, son los que más eco han encontrado en los plásticos de interés en la agricultura, y sobre todo en los cultivos bajo acolchado. La aplicación de plásticos agrícolas fotodegradables, solucionarían en buena medida la contaminación ambiental a que se hacía referencia anteriormente, y evitaría el problema de la recogida antieconómica de los mismos, ya que una vez cumplido su cometido, el plástico se desintegraría y bastaría con arar la tierra, para que los restos desaparecieran, con el consiguiente aporte de materia orgánica al suelo, que siempre es beneficiosa (Acosta, 1979).

## **Opciones Para Evitar la Acumulación Ambiental Causada por los Plásticos**

### **Enterrado**

Muchos agricultores entierran sus plásticos usados, sin embargo la cantidad de espacio de suelo disponible está limitada debido a que el uso de éste para el enterrado de los desechos plásticos está estrictamente regulado por leyes y por la percepción negativa del público a esta práctica. En adición a este problema, el volumen de los plásticos hace difícil su transportación al lugar de enterrado y los gastos se pueden elevar (Garthe and Kowal C-16 s/f)

### **Quemado en el campo**

Otro metodo común para manejar los plásticos usados es quemarlos en el propio campo. Un problema con esta práctica es la posible liberación de substancias tóxicas hacia el ambiente (Garthe and Kowal C-16 s/f)

### **Incineración**

La incineración se define como el proceso de reducción de los residuos combustibles a residuos inertes, mediante la combustión controlada a altas temperaturas, con el consecuente desprendimiento de gases y residuos no combustibles o cenizas. A finales de los 80 y principio de los 90s, se dio a conocer el proceso de incineración, como una tecnología más para la eliminación de residuos,

siendo esta capaz de lograr una reducción de los desechos en un 80 por ciento en peso y un 90 por ciento en volumen (Sánchez et al., 1995).

Los plásticos pueden ser incinerados para producir calor y electricidad, ambos como plásticos puros o como parte de mezclas de desechos. La incineración de plásticos puros produce arriba de 46,083 BTU/kg (  $4.64 \times 10^7$  J / kg ), cerca o igual a la energía contenida en la gasolina. La incineración de todas las películas para invernadero usadas anualmente en los E.U.A. pueden producir la energía equivalente de 1,135,000 lt de gasolina (Hemphill, 1993). Se presenta a continuación el Cuadro 2.1 de los valores caloríficos de diversos materiales, para hacer notar la importancia de los valores caloríficos de los materiales plásticos.

Cuadro 2.1. Valores caloríficos de diversos materiales orgánicos y poliméricos. \*CIQA 1995

Material	Valor Calorífico Btu/lb	Polímeros	Valor Calorífico Btu/lb
Carbón	12,000	Polietileno	18,900
Periódico	8,000	Polipropileno	18,850
Madera	6,700	Poliéster	17,800
Varios	4,500	PVC	9,400

\* Fuente: Sánchez et al., 1995

Sin embargo también esto tiene problemas, muchas plantas con poder de incineración no tienen la ingeniería para convertir a poder usable el calor generado por la incineración de materiales con alta energía, y por otro lado muchos plásticos pueden ser incinerados, pero la gente puede percibir que la combustión del plástico

produce gases tóxicos como dioxinas y furanos que son el tema de gran controversia actual en cuanto a la incineración de los plásticos. Agregado a esto, el efecto de pesticidas residuales sobre la seguridad para quemar las películas de acolchado no ha sido determinada completamente y además muchas películas de acolchado, presentan el problema de que llevan residuos de partículas del suelo que pueden incrementar la producción de cenizas en el incinerador. Estas características negativas en los desechos plásticos agrícolas hacen mas difícil su aceptación para la incineración, ya que por ejemplo en Penssylvania, E.U.A. se requiere de un permiso especial que permita aceptar desechos plásticos agrícolas, los cuales están típicamente etiquetados como desechos " residuales " por el Departamento de Recursos Ambientales. Estos problemas con el manejo de plásticos para acolchado, puede algunas veces hacer que el costo de su disposición exceda el beneficio de su uso. Para balancear el beneficio y costo, muchos productores, educadores y miembros de la industria han expresado un creciente interes en los plásticos para acolchado degradables (Hemphill, 1993 ; Garthe and Kowal C -16 s/f ; Sánchez et al., 1995).

### **Reciclado**

Muchos productores y usuarios de plásticos para agricultura están avocados en el reciclado como la alternativa más deseable para deshacerse de los desechos plásticos. Una revisión de las posibilidades del reciclado reportan que en Finlandia, el mayor colector comercial de plásticos usados en la agricultura y el mayor constructor de plásticos, va directamente a los campos a recoger el material, y entonces lo separa en tipos de material y por colores, los lava , los seca y luego los

reprocesa en productos por medio de extrusor. Se reconoce que la resina reprocesada no es de igual calidad que la resina virgen, pero arriba del 15 por ciento del material reciclado puede ser combinado con material virgen y fabricar productos aceptables para la agricultura y los plásticos moldeados por inyección pueden contener arriba del 50 por ciento de material reciclado (Hemphill, 1993).

Aunque la posibilidad para reciclar el plástico para acolchado se está incrementando, obstáculos significativos para el reciclado son los altos costos de la recolección y reprocesado, el alto nivel de contaminación, las variaciones estacionales en la cantidad de plástico desechado y la necesidad del mercado final. También puede ser difícil tener acceso a las compañías que pueden aceptar el material usado para reciclarlo y la localización de las plantas que reciclan desechos plásticos de acolchados (Garthe and Kowal, C-16 s/f)

Para que el reciclado sea un proceso económicamente rentable, deberá cubrir el costo total de la recolección, selección y recuperación de los plásticos residuales. El costo de la colección y selección, son generalmente limitados a la comunidad o al sector público, mientras que los costos de recuperación son soportados por el sector privado. Debido a la tecnología que actualmente se está llevando a cabo, la suma de estos costos, es generalmente más alta que aquellos generados al compararse con materiales vírgenes; a no ser que los costos que implica el procesado de estos materiales vírgenes sean muy elevados (Sánchez *et al.*, 1995).

La contribución de los materiales plásticos a la corriente de desechos sólidos municipales de Europa, se estima en un 7.4 por ciento en peso y un 15 a 20 por

ciento en volumen, y el volumen de plásticos-postconsumo reciclado en la Comunidad Europea pronostica que tendrá un crecimiento de 1.53 millones de ton en 1993 a 2.39 millones en 1996. Este rápido crecimiento se atribuye a la tendencia observada de 1990 a 1993 donde el volumen de plástico residual se incrementó de 712 mil ton al doble en 1993. De estos plásticos reciclados, el polietileno de baja y alta densidad son los que representan el mayor volumen, y son precisamente estos los más utilizados en la agricultura (Sánchez et al., 1995).

Los países Europeos que han participado más fuertemente en el reciclado de plásticos son: Alemania ( 694,000 ton ), Italia ( 268,000 ton ), Francia ( 196,000 ton ), Países Bajos ( Luxemburgo, Bélgica ) ( 168,000 ton ) y Reino Unido ( 163,000 ton ). Mientras tanto en E.U.A en 1991, se reciclaron aproximadamente 390 millones de kg de plásticos residuales, de esta cantidad los plásticos residuales de embalaje representan tres cuartas partes ( 303 millones de kg ) y son principalmente provenientes de plásticos de botellas y jugos (Sánchez et al., 1995).

En México, la principal fuente de desechos plásticos son los que provienen del hogar con un 67 por ciento, seguido por la industria con un 20 por ciento y un 13 por ciento de residuos comerciales. El consumo para 1993 de plásticos fue de aproximadamente 1,270,000 ton y para este mismo año, únicamente se registró un reciclado de materiales plásticos de 200,000 ton. que equivale al 15 por ciento del consumo total y cuyas fuentes provienen principalmente de los propios transformadores de plástico, con desechos no contaminados (Sánchez et al., 1995).

A continuación, se presenta el Cuadro 2.2 en donde se expresa cual es el destino que actualmente se le da a los desechos plásticos en la Comunidad Económica Europea, Estados Unidos de Norteamérica y Japón.

Cuadro 2.2. Comparación en el manejo de los desechos plásticos en diferentes Países en 1990. \* CIQA 1995

Disposición	Japón	US	Europa
Reciclado %	12	3	8
Enterrado %	23	80	64
Incineración %	65	17	29
Total	100	100	100

\* Fuente: Sánchez *et al.*, 1995

### Películas Degradables

Las restricciones en E.U.A. sobre la acumulación de plásticos en los campos, la prohibición de quemarlos en los campos, los costos de remoción y costos de ventas, han hecho de las películas degradables una alternativa comercialmente atractiva, en relación con el plástico convencional no degradable. Aunque las películas degradables se han reportado hace mucho tiempo, hasta hace solamente unos cinco años que los productores tienen esperanza en su uso (Harry y Murry, 1991).

Generalmente, muchos materiales pueden degradarse en diferentes tiempos. La diferencia entre producto degradable y no degradable es que los degradables están diseñados para ser menos resistentes a la descomposición. Este es un singular

regreso de tecnología de la industria del plástico, la cual estuvo muchos años trabajando para formular plásticos durables, inertes, impermeables a los gases y agua y resistentes a los ataques químicos y microbianos, propiedades estas que tradicionalmente previenen al plástico de la degradación. La teoría detrás de los plásticos degradables está basada en la flexibilidad del material plástico, la cual es causada por largas cadenas de carbón e hidrógeno llamadas polímeros. Si estas cadenas de polímeros son reducidas en tamaño, entonces el material plástico puede perder su fuerza y se vuelve frágil, y eventualmente se degrada en productos sencillos tales como bióxido de carbono y agua. Básicamente, la degradación de los polímeros puede efectuarse por dos métodos de degradación: fotodegradación y biodegradación (Pozi et al., 1975 ; Garthe and Kowal, RCL-15 s/f).

### **Películas Fotodegradables**

El proceso de fotodegradación es derivado de el efecto de que todos los plásticos tienen irregularidades moleculares las cuales absorben luz ultravioleta ( uv ). Cuando son expuestas a ciertas cantidades de luz solar, estas irregularidades causan que el material plástico se degrade. En el proceso de fotodegradación, esta degradación que está ocurriendo naturalmente es acelerada por la adición de componentes sensitivos a la luz llamados promotores, típicamente monóxido de carbón o vinil cetona. El promotor es inyectado a intervalos dentro de la cadena del polímero, donde la luz del sol es absorbida por el material y convertida a energía. Esta energía de la luz del sol rompe la larga cadena del polímero haciéndolas más cortas, para que posteriormente estas cadenas cortas se biodegraden bajo un período de tiempo. Estudios han indicado que un 95 por ciento de las propiedades se pierden

después de que los materiales fotodegradables han sido expuestos a la luz directa del sol por un año. (Garthe and Kowal, RCL-15 s/f)

La fotodegradación puede causarse introduciendo grupos carbonilos, los cuales absorben radiaciones cercanas a la longitud de onda de 300 nm, y estos son sensibilizados por la radiación solar o atmosférica, pero no por la luz visible (Pozi et al., 1975).

La energía derivada del espectro UV de la luz del sol, es posible de iniciar una reacción fotoquímica de ciertos complejos estabilizadores metalo-orgánicos, por el cual la transición del ion metal es producida. Esta es la causa de una reacción catalítica en cadena con la matriz del polímero, esto acelera la reducción del peso molecular por rompimiento de la cadena, causando una rápida y total degradación de los productos plásticos y finalmente de los mismos polímeros. Es interesante notar que el proceso es iniciado por una reacción fotoquímica, sostenida por una reacción termoquímica y soportada y aumentada por procesos de biodegradabilidad (Gilead, 1990).

Así pues, un polietileno se tiene que estabilizar para evitar las pérdidas de sus propiedades, en aquellas aplicaciones en donde está expuesto al sol, si al contrario se desea que el polietileno se degrade mas rápidamente, hay que acelerar las reacciones de oxidación y degradación, agregándole catalizadores a la formulación (Baum y White, 1988 ; Bresseur, 1977).

El interés y los objetivos de las investigaciones sobre películas fotodegradables, se han centrado en la producción de una película que tenga las características ópticas y térmicas exigidas por los cultivos, poseer así mismo las propiedades mecánicas deseables para una película agrícola, debe ser fotodegradable, con velocidad de degradación controlada y conocida, y además debe tener un precio atractivo desde el punto de vista económico, de tal forma que no grave el costo de la producción agrícola (Acosta, 1979).

Cabe señalar que cualquier tipo de película agrícola, incluyendo las fotodegradables no son aplicables por regla general, en cualquier parte del mundo o región, ya que la vida efectiva de un determinado material plástico, depende de la radiación solar recibida, y especialmente del microclima específico de la región donde se va a aplicar, por esta razón, se hace imprescindible que las investigaciones en este campo, deban dirigirse a resolver el problema específico de cada cultivo en cada región (Acosta, 1979).

Otros investigadores desarrollaron una película de polietileno fotodegradable a la que llamaron "ONO", capaz de desintegrarse en pequeños fragmentos después de un período determinado de uso en condiciones ambientales. Esta propiedad de la película la hace capaz de ser usada en la agricultura donde la degradación de la película es técnicamente necesaria, dependiendo del período vegetativo de los cultivos (Borodulina *et al.*, 1984).

## **Películas Biodegradables**

Otro aprovechamiento para acelerar el rompimiento de los plásticos es la biodegradabilidad, se encontró que los productos formados de la oxidación de los polímeros, son continuamente removidos por ciertos microorganismos, ya que algunos polímeros de bajo peso molecular son atacados microbiológicamente, causando una reducción total del material polimérico en productos finales simples como agua y bióxido de carbono (Pozi et al., 1975).

El proceso de biodegradación es menos entendido que el proceso de fotodegradación. Un polímero natural, tal como almidón o azúcar, es agregado al material plástico. Este polímero natural causa que el material se rompa cuando es expuesta a un ambiente orgánico apropiado. Las dos formas de biodegradación son macrodegradación y microdegradación. La macrodegradación es causada por el consumo del material plástico por animales o insectos. La microdegradación es causada por el consumo de el material por microorganismos, tales como hongos, bacterias y levaduras. Típicamente la biodegradación se refiere al consumo por microorganismos tal como puede ocurrir por cualquiera de los siguientes metodos:

- \* **Rompimiento biofísico:** El crecimiento celular causa daños mecánicos a la cadena del polímero.

- \* **Rompimiento bioquímico:** Una sustancia producida por el microorganismo actua sobre la cadena del polímero.

\* Ataque enzimático directo: Microorganismos liberan una enzima que ataca la cadena del polímero, causando que la cadena se vuelva quebradiza y se rompa.

El proceso de biodegradación generalmente toma más tiempo para completarse que la fotodegradación, sin embargo ambos, fotodegradación y degradación química necesitan posteriormente ser reducidas por biodegradación para poder descomponerse dentro de productos naturales sencillos (Garthe and Kowal, RCL-15 s/f).

Los plásticos pueden ser hechos de biopolímeros, o almidón puede ser incorporado dentro de la base de poliolefinas de la película, se ha desarrollado un proceso para convertir los desechos de alimento tales como almidón de maíz y papa en polímeros de ácido poliacético. El uso de estos materiales en la agricultura ofrece promesas de un producto que es rápidamente y totalmente biodegradable, aunque el actual alto costo del material limita su amplio uso en la agricultura (Bosignore *et al.*, 1990).

Los compuestos a base de almidón de maíz para polietileno, se biodegradan en medios biológicamente activos. La ruptura está activada por el consumo microbial de los gránulos de almidón y, a continuación, auxiliado por aditivos prodegradantes y autooxidativos, se produce la ruptura de la cadena polimérica en segmentos suficientemente pequeños, para el posterior consumo por parte de los microorganismos. Estos materiales se degradan en menos de 10 semanas, y son irreconocibles como plásticos en ocho meses (Wilder, 1990).

Una de las primeras películas plásticas biodegradables usadas para acolchado, se ha reportado como una de las tres mejores películas degradables, y según los estudios que se han realizado con este material, se ha encontrado que desempeña las mismas funciones que otros plásticos degradables y no degradables, y en adición a las funciones como acolchado plástico, esta película al exponerse a la luz del sol directa, de acuerdo con un predeterminado tiempo, se rompe en pequeñas partículas inofensivas, las cuales se biodegradan a humus, bióxido de carbono y agua. Algo importante en la formulación de estos materiales, es que no usan sales de metales pesados para controlar el rango de rompimiento, usan el FDA que es un aditivo orgánico aprobado no contaminante. Algunos de los principales beneficios que estos materiales proporcionan son: el control del crecimiento del coquillo (*Cyperus rotundus* L.), una maleza que causa serios problemas en los acolchados tradicionales opacos ya que los perfora y los levanta, y otro es el incremento de los rendimientos en los cultivos de calabacita, sandía, melón y tomate (Harry y Murry, 1991).

### **Acolchado de Suelos con Películas Degradables**

Varios estudios se han realizado con películas degradables con resultados diferentes, sin embargo en Florida los plásticos degradables son muy populares, en donde los productores no les interesa tener un doble cultivo en el mismo acolchado. Así mismo se han reportado resultados satisfactorios con el uso de acolchados degradables en la producción de fresa, pimiento y melones en el sur de California. Acolchados plásticos degradables también se desempeñaron aceptablemente para melones, bajo las condiciones del noreste de Florida y en Kansas (Hemphill, 1993).

Sin embargo algunos autores han establecido que el rango de degradación de un producto dado difiere con la intensidad de la radiación solar , la temperatura , lluvia viento, latitud, estación del año y el cultivo. Esto crea problemas para los usuarios por que el producto puede degradarse más rápido de lo deseado o más despacio, dependiendo de la localidad, estación y sistema de cultivo. Otros problemas incluyen el rompimiento longitudinal entre las perforaciones para el trasplante o directamente abajo de la superficie, en donde esta colocada la cinta de riego y esto es atribuido al excesivo calentamiento donde la película está en contacto con la cinta de riego. Los plásticos degradables no han sido perfeccionados para cada una de las localidades y aplicaciones, considerando que el comportamiento de las películas va a depender de las condiciones de cada lugar, sin embargo estos materiales pueden jugar un papel importante en muchas áreas de producción, particularmente en aquellas en donde el reciclado aun no es una alternativa viable (Hemphill y Clough, 1990; Hemphill, 1993; Taber, 1991 ; Garthe y Kowal, C-16 s/f) .

En la parte oeste del Estado de Oregon E.U.A. se evaluaron tres formulaciones de plástico fotodegradable opaco, dos formulaciones de plástico transmisor de infrarrojo y se compararon con plástico no degradable y con suelo desnudo, en la producción de melón y tomate. En la parte Este de Oregon se evaluaron cinco formulaciones: tres fotodegradables y dos biodegradables en los cultivos de pimiento, tomate y sandía. Los resultados mostraron que todas las películas incrementaron la media de temperatura del suelo, comparadas con el suelo desnudo, la película transmisora de radiación infrarrojo incrementó mas la temperatura del suelo que la película no degradable y que las foto y biodegradables. Todas las películas tuvieron buen control sobre las malezas, en las dos regiones que se

evaluaron. Los plásticos degradables se rompieron en pequeños trozos, por lo que al final del ciclo del cultivo se pudieron incorporar al suelo sin causar problemas. Sin embargo los acolchados bajo pimiento se degradaron mas rápidamente que bajo los demás cultivos, y finalmente los acolchados tuvieron mas efecto sobre la producción y precosidad en melones que en los otros cultivos, aunque las diferencias de producción entre los acolchados fue pequeña y no significativa, si fueron superiores que en suelo desnudo (Hemphill y Clough, 1990).

Por otro lado se evaluaron cuatro formulaciones de plástico fotodegradable para acolchado de suelo en melón cv. Magnum 45, melón dulce cv. Honeybrew y sandía cv. Mirage, estos se compararon a tres plásticos convencionales: Embozado negro, Embozado transparente y Embozado coextruido negro/blanco, todos con riego por goteo. Los resultados mostraron que no hubo diferencias estadísticas entre los diferentes acolchados para rendimiento. El desempeño de los plásticos fotodegradables fue igual al de los acolchados convencionales bajo las condiciones de alta radiación solar de Kansas E.U.A. El rango de degradación fue satisfactorio con dos de las películas degradables y no hubo problemas con la degradación completa al final del ciclo de cultivo. Las otras dos películas degradables duraron más tiempo íntegros y estos materiales pueden ser requeridos por lo tanto para ciclos mas largos de cultivo, sin embargo estas formulaciones no presentaron problemas para limpiar el campo y volver a sembrar. La eliminación de costos, por remover y limpiar el plástico al final del cultivo, es realmente una ventaja de los materiales degradables (Lamont y Marr, 1990).

Se hizo una evaluación de los efectos de la radiación solar y los sistemas de cultivo hortícolas, sobre la pérdida de las propiedades de las películas plásticas fotodegradables. Acolchado plástico transparente fotodegradable fue evaluado en dos estaciones de crecimiento y se encontró que la velocidad de degradación de las películas dependió de la época del año. Aunque una película específica fue recomendada para una determinada área en función de la radiación solar, el sistema de cultivo también afectó la duración del material. Se encontró que la pérdida de las propiedades físicas de las películas están altamente relacionadas con el tiempo de exposición de éstas y con la radiación solar acumulada. Sin embargo, la radiación solar resultó ser mejor predictor de la degradación de las películas que el tiempo de exposición (Taber, 1991).

El país que mas éxitos ha cosechado con acolchados fotodegradables ha sido Israel, utilizando como agente productor de grupos carbonilos en las cadenas de polietileno de baja densidad, los fotoactivadores organometálicos desarrollados por el profesor Scott (Acosta, 1979).

En los campos de Israel, se han usado continuamente acolchados con plástico fotodegradable por cerca de 15 años, no presentando en absoluto acumulación de residuos plásticos (Gilead, 1990).

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Localización y Características del Area Experimental.**

#### **Localización**

La investigación se desarrolló en el ciclo primavera verano de 1994 en el Campo Experimental del INIFAP de la Laguna, en la ciudad de Matamoros, Coahuila, ubicado en el km 15+00, margen derecho de la carretera Torreón - Saltillo. Esta es una zona agrícola localizada entre los paralelos 24° 30' y los 27° latitud norte y entre los 102° y 104° 40' de longitud oeste, con una altura sobre el nivel medio del mar de 1120m (CAELALA 1984).

#### **Climatología**

El clima según la clasificación de W. Koeppen, es seco desértico, con lluvias en el verano y temperatura caliente. La temperatura media anual es de 21 °C con una media para el mes más caluroso de 27 ° C .

La precipitación promedio es de 190 milímetros anuales. De acuerdo a las lluvias registradas en la estación agrometeorológica del Campo Experimental del INIFAP de la Laguna, se observa que el período de máxima precipitación es en los

meses de Agosto y Septiembre, sin embargo se han presentado algunas lluvias intensas en los meses de Mayo, Junio y Julio (CAELALA 1984).

### **Suelos e Hidrología**

Los suelos de la región pertenecen al gran grupo Aridisole Suborden Argids. Los suelos del Campo Experimental del INIFAP de la Laguna pertenecen a la serie coyote que se encuentra localizada en el centro de la Comarca Lagunera y domina una superficie aproximada de 95000 ha, se caracteriza por tener suelos de textura de media a pesada, mal estructurados, pobres en materia orgánica y profundos.

La principal fuente de abastecimiento de agua de la Región Lagunera es el río Nazas, controlada por las Presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, otra fuente de abastecimiento son los escurrimientos del Río Aguanaval, los cuales son muy irregulares. La tercera fuente se compone de aguas subterráneas, la cual está en veda debido principalmente a la sobre explotación de los mantos freáticos, la cual es superior a su recarga (CAELALA 1984).

### **Diseño Experimental**

El trabajo consistió en la evaluación agronómica en el cultivo de melón híbrido Laguna y de cuatro tipos de películas degradables: una fotodegradable negra y una fotodegradable transparente, así como una fotobiodegradable negra y una fotobiodegradable transparente, las cuales se compararon con películas negra y transparente convencionales y todas estas comparadas a un testigo no acolchado.

El diseño experimental que se utilizó fue un bloques al azar, con un arreglo de tratamientos bifactorial, teniendo un total de siete tratamientos y cuatro repeticiones, en donde los factores considerados son :

**Factor A: origen de la película plástica, con tres niveles**

**A<sub>1</sub> Fotodegradable**

**A<sub>2</sub> Fotobiodegradable**

**A<sub>3</sub> Convencional**

**Factor B: color de la película con dos niveles**

**B<sub>1</sub> Negra**

**B<sub>2</sub> Transparente**

**Se evaluó además un testigo único sin acolchado.**

**Los tratamientos resultantes fueron los siguientes:**

**Acolchado con película fotodegradable negra ( FN ) ( A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> )**

**Acolchado con película fotodegradable transparente (FT) ( A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> )**

**Acolchado con película fotobiodegradable negra ( FBN ) ( A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> )**

**Acolchado con película fotobiodegradable transparente (FBT) ( A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> )**

**Acolchado con película convencional negra ( NC ) ( A<sub>3</sub>B<sub>1</sub> )**

**Acolchado con película convencional transparente ( TC ) ( A<sub>3</sub>B<sub>2</sub> )**

**Sin acolchado de suelo ( SA )**

El procedimiento para analizar los resultados es por medio de análisis de varianza para bloques al azar y para factorial, a una significancia mínima de 0.05, y

pruebas de rango múltiple, utilizando la prueba de Tukey. Para algunas variables los resultados se presentan gráficamente.

## **Materiales, Herramientas y Equipos Utilizados**

### **Materiales y Herramientas**

Semilla de melón " Híbrido Laguna "  
 Cinta de riego por goteo " T- Tape "  
 Polietileno fotodegradable, fotobiodegradable y convencional negro y transparente de 37.5 micras de espesor ( calibre 150 )  
 Estacas de madera  
 Manguera Lay-Flat de 2"  
 Válvulas  
 Urea  
 Superfosfato triple de calcio  
 Insecticidas  
 Fungicidas  
 Palas y Azadones  
 Raffia  
 Cinta métrica  
 Forcípula

### **Equipos**

Tractor con arado y rastra  
 Electrobomba T5  
 Estufa de secado  
 Báscula  
 Balanza granataria  
 Equipo de filtrado  
 Aspersora  
 DataLogger " LI-1000 " de LI-COR  
 Microvoltímetro HR-33T de WESCOR  
 Sensores de radiación " LI 200SA " de LI-COR  
 Termopares tipo " PST-55-30 " marca WESCOR  
 Refractómetro ATAGO N1  
 Máquina de tracción universal modelo " 43K1 serie 4301 " de INSTRON  
 Dispersor de neutrones marca Trolex

## Establecimiento del Experimento

### Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó a fines del mes de febrero de 1994 y consistió en barbecho profundo, y rastreo cruzado.

### Trazo del Experimento

Se realizó el 9 de marzo de 1994, y este consistió primero en marcar lo largo y ancho del experimento por medio de un cordel, sobre este, se marcó el ancho y largo de las camas y de los pasillos por medio de estacas de madera y cordón de rafia. El tamaño del lote experimental y los marcos de plantación son los siguientes:

Área experimental	2360 m <sup>2</sup>
Área de la parcela	75.6 m <sup>2</sup>
Área de la parcela útil	39.2 m <sup>2</sup>
Camas a	2.8 m
Distancia entre hileras	0.9 m
Distancia entre plantas	0.30 m
Ancho de acolchado	1.10 m
Largo de cama	9.0 m
Densidad de plantación	23800 plantas/ha.

## **Fertilización**

Se realizó el 10 de Marzo, la fórmula de fertilización que se aplicó es la que se maneja en la región de la Laguna para el cultivo de melón, la cual es 100: 80: 00 kg / ha de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente y esta se aplicó en una sola dosis al momento de la siembra, no se fertilizaron etapas de aplicación del nitrógeno, por que se trató de hacer la fertilización lo más apegado a los métodos usados en la región donde se desarrolló el trabajo. El fertilizante se deposito a una profundidad aproximada de 5 cm y separado 10 cm de donde se sembró la semilla. Como fuente de nitrógeno se usó urea y como fuente de fósforo se usó superfosfato de calcio triple.

## **Sistema de riego**

La instalación del sistema de riego se realizó el 10 de marzo, y el sistema de riego que se utilizó fue por goteo, para lo cual se usó cinta de riego T-Tape con goteros a 20 cm y con un gasto de 500 lt/h/100m, trabajando a una presión de 8 PSI. Se puso una línea de cinta de riego por cada línea de plantas, y ésta se conectó por medio de tubing y conectores del tipo omni a la línea de distribución secundaria y ésta, a la vez, a la línea principal. Para determinar la frecuencia y lámina de riego, se realizaron muestreos de humedad en el suelo con un Dispensor de Neutrones marca Trolex .

## **Acolchado de suelo**

Esta práctica se realizó el 11 y 12 de marzo, y consistió en la colocación sobre el área de siembra, de película negra y transparente fotodegradable, fotobiodegradable y convencional con un ancho de 1.5 m y calibre 150, el ancho de la parte acolchada fue de 1m y sobre esta parte se realizó la siembra del melón a doble hilera. Después de colocado el plástico, se procedió a perforar este a la distancia establecida con un tubo de 2 pulgadas de diámetro, el cual previamente era calentado, esto permite sellar la perforación y evitar el corrimiento de rupturas en esta parte.

## **Siembra**

La siembra se realizó el 22 de marzo y esta se hizo en seco, depositando dos semillas por golpe a una profundidad aproximada de 2 a 3 cm, para después hacer un aclareo cuando las plantas tenían de cuatro a cinco hojas verdaderas y dejar solo una planta. El cultivar utilizado fue el híbrido Laguna, con características de tolerancia a cenicilla polvorienta y tamaño de fruto mediano. Después de sembrado se inició el riego hasta alcanzar humedad total en la parte sembrada.

## **Labores Realizadas**

Las labores realizadas al cultivo fueron en general deshierbes en las parcelas no acolchadas y en los pasillos, acomodo de guías y control fitosanitario, estas se realizaron según lo necesitó el cultivo y con material adecuado como azadones y

plaguicidas específicos para los problemas de plagas y enfermedades que se presentaron o se querían prevenir.

### **Variables Evaluadas**

#### **Fenología**

- \* emergencia ( tomada cuando más del 80 por ciento hubo emergido )
- \* aparición de la segunda hoja verdadera
- \* inicio de flor masculina
- \* inicio de flor femenina
- \* inicio de fructificación ( al tamaño de una nuez )
- \* inicio a cosecha
- \* final de cosecha

El criterio para algunas de las variables anteriores fue cuando mas del 50 por ciento de la población presentó la característica.

#### **Rendimiento**

- \* producción total ( ton/ha y número de frutos/ha )
- \* producción de exportación ( ton/ha y número de frutos/ha )
- \* producción nacional ( ton/ha y número de frutos/ha )
- \* rezaga ( ton/ha y número de frutos/ha )

La clasificación de la producción, fue con base en las normas establecidas en el manual presentado por Contreras (1967 )

## Calidad de Fruto

- \* grados brix ( medido con un Refractómetro ATAGO N1 )
- \* espesor de pulpa
- \* diámetro polar
- \* diámetro ecuatorial
- \* peso de fruto
- \* firmeza de fruto ( medido con un penetrómetro )

Las variables anteriores, a excepción de las que se menciona con que fueron evaluadas, se determinaron por medio de balanza granataria, cinta métrica, regla y forcípula. Estas variables se determinaron en cada corte, muestreándose para ello cuatro frutos por tratamiento los cuales fueran representativos del total cosechado cada vez

## Materia Seca

- \* hoja
- \* pecíolo
- \* guía
- \* flor

Para determinar materia seca, se muestrearon plantas en cuatro etapas de desarrollo del cultivo, sacándose tres plantas por parcela en tres repeticiones, y éstas se separaron en hojas, pecíolo, guías y partes reproductivas, se colocaron por separado en bolsas de papel estraza, las cuales se secaron en una estufa a 70°C, y posteriormente se les determinó el peso seco en una balanza granataria.

Con los pesos secos se procedió a realizar un análisis de crecimiento del cultivo, siguiendo la metodología descrita por Hunt (1982).

### **Coefficiente de Partición de Biomasa ( CPB )**

Utilizando la ecuación:

$$CPB = \frac{w_i}{W}$$

CPB = Coeficiente de partición de biomasa

$w_i$  = Peso seco del componente

W = Peso seco total

### **Tasa de Crecimiento Relativo.**

Representado por las siglas ( TCR )( RGR ) ( R )

Para lo cual se utilizó la ecuación:

$$R_{1-2} = \frac{\log_e W_2 - \log_e W_1}{t_2 - t_1}$$

R = Tasa de crecimiento relativo

$\log_e$  = Logaritmo natural

$W_2$  = Peso seco del componente en el tiempo dos (g)

$W_1$  = Peso seco del componente en el tiempo uno(g)

$t_2$  = Tiempo dos

$t_1$  = Tiempo uno

Unidades de medida =  $\text{g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$  ó  $\text{mg g}^{-1} \text{ día}^{-1}$

### Tasa de Asimilación Neta

Representado por las siglas ( TAN ) ( NAR ) ( E ) ( ULR )

Ecuación utilizada:

$$E_{1-2} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \cdot \frac{\log_e LA_2 - \log_e LA_1}{LA_2 - LA_1}$$

E = Tasa de asimilación neta

$W_1$  = Peso seco total en el tiempo uno

$W_2$  = Peso seco total en el tiempo dos

$t_1$  = Tiempo uno

$t_2$  = Tiempo dos

$\log_e$  = Logaritmo natural

$LA_1$  = Área foliar en el tiempo uno

$LA_2$  = Área foliar en el tiempo dos

Unidades de medida =  $\text{g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$  ó  $\text{g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$

### Razón de Área Foliar

Representado por las siglas ( RAF ) ( LAR ) ( F )

Utilizando la ecuación:

$$F_{1-2} = \frac{(LA_1 / W_1) + (LA_2 / W_2)}{2}$$

**F** = Razón de área foliar

**LA<sub>1</sub>** = Área foliar en el tiempo uno

**LA<sub>2</sub>** = Área foliar en el tiempo dos

**W<sub>1</sub>** = Peso total en el tiempo uno

**W<sub>2</sub>** = Peso total en el tiempo dos

Unidades de medida =  $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$  ó  $\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$

### **Razón de Peso Foliar**

Representado por las siglas ( RPF ) ( LWR )

Ecuación utilizada

$$LWR = \frac{(LW_1 / W_1) + (LW_2 / W_2)}{2}$$

**LWR** = Razón de peso foliar

**LW<sub>1</sub>** = Peso seco foliar en el tiempo uno

**LW<sub>2</sub>** = Peso seco foliar en el tiempo dos

**W<sub>1</sub>** = Peso seco total en el tiempo uno

**W<sub>2</sub>** = Peso seco total en el tiempo dos

Unidades de medida = Adimensional

### **Área Foliar Específica**

Representado por las siglas ( AFE ) ( SLA )

Ecuación utilizada:

$$SLA = \frac{LAR}{LWR}$$

SLA = Área foliar específica

LAR = Razón de área foliar

LWR = Razón de peso foliar

Unidades de medida =  $\text{cm}^2\text{g}^{-1}$  o  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$

### Área Foliar

Se determinó con base en el peso seco de hojas, por medio de una ecuación establecida por Arellano ( 1993 ), para el híbrido de melón Laguna. Para determinar la ecuación, se muestrearon hojas en diferentes tiempos, a las cuales se les determinó el área foliar en un medidor de área foliar y posteriormente se les determinó para determinarles el peso seco y después por medio de regresión se obtuvo la ecuación:

Ecuación para determinación de área foliar del melón híbrido " Laguna "

$$Y = A + B (x)$$

$$Y = 0.008824 + 180.2316 ( x )$$

donde:

Y = Área foliar en  $\text{cm}^2$

A = Constante de regresión

B = Coeficiente de regresión

x = Peso de materia seca de hoja en g

Coeficiente de determinación  $r^2 = 1$

### **Radiación Incidente Total**

Determinada por medio de sensores del tipo PYRANOMETER de LI-COR CO. y almacenada en un equipo DATA-LOGGER LI-1000 de LI-COR CO. La radiación se obtuvo diariamente y durante las 24 horas del día, iniciando desde el día en que se instaló la película de acolchado hasta que se retiró el cultivo del campo.

### **Temperatura del Suelo**

En todos los tratamientos se determinó la temperatura del suelo a tres profundidades: 5 cm, 15 cm y 25 cm y en tres fases del desarrollo del cultivo, las cuales fueron: aparición de la primera hoja verdadera ( cero por ciento de cobertura del plástico ), etapa de floración (50-70 por ciento de cobertura del plástico) y etapa de fructificación (100 por ciento de cobertura del plástico). Las determinaciones de temperatura, se hicieron con un Microvoltímetro de Punto de Rocío modelo "HR-33T" marca WESCOR Y Termopares del tipo "PST-55-30" marca WESCOR.

### **Propiedades Físico-Mecánicas de las Películas**

Se determinaron durante todo el ciclo del cultivo las propiedades físico-mecánicas de las películas plásticas ( por ciento de elongación ) para determinar su degradación, para lo cual se tomaron, aproximadamente cada 15 días muestras de películas de cada uno de los tratamientos, y se llevaron a analizar a los laboratorios

de Polímeros del Centro de Investigación en Química Aplicada ( CIQA ). Las determinaciones se hicieron en una máquina de tracción universal modelo 43K1 serie 4301 de INSTRON.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados y discusión se presentan y analizan basados en un diseño de bloques al azar con arreglo bifactorial. Para la mayoría de las variables se presentan cuadros de comparación de medias resultado del análisis de varianza para bloques al azar en donde se incluyen todos los tratamientos (tratamientos con acolchado de suelo: con películas fotodegradables, fotobiodegradables y convencionales y tratamiento en suelo desnudo) y para algunas de las variables se presentan también cuadros de comparación de medias resultado del análisis factorial, en donde solo se incluyen los tratamientos acolchados en dos factores: factor A origen de la película (fotodegradable, fotobiodegradable y convencional) y factor B color de la película (transparente y negra).

Para las variables como temperatura de suelo, radiación y degradación de las películas plásticas no se hicieron análisis de varianza, y los resultados se presentan en figuras donde se muestra el comportamiento de éstas.

Algunas de las variables como las fenológicas, se agruparon presentando los resultados de cada una de ellas y la discusión se realiza para todas en conjunto, para evitar ser muy repetitivo en la discusión, ya que se observan comportamientos muy similares y se atribuye esto a los mismos efectos del acolchado.

## **Variables Fenológicas**

### **Emergencia**

Los resultados de emergencia muestran que hubo cinco días de adelanto en los acolchados con respecto al suelo desnudo, pero no hubo diferencia entre acolchados, en los acolchados a los cuatro días después de siembra se tenía más del 50 por ciento de emergencia, mientras que en el suelo desnudo esto ocurrió hasta los nueve días después de siembra (d.d.s.) (Cuadro 4.1).

### **Aparición de la Segunda Hoja Verdadera**

La aparición de la segunda hoja verdadera ocurrió a los 14 d.d.s. para los acolchados y a los 18 para el suelo desnudo (sin acolchado), esto da una ganancia de cuatro días a favor de los acolchados, pero entre las diferentes películas no se presentaron diferencias (Cuadro 4.1).

### **Floración**

La floración en los tratamientos acolchados se presentó a los 36 d.d.s., no habiendo diferencias entre los distintos acolchados, mientras que en el tratamiento sin acolchado se presentó a los 42 días, esto representa un adelanto en la floración en favor de los acolchados de seis días con respecto al suelo desnudo (no acolchado) (Cuadro 4.1).

### **Frutos al Tamaño de una Nuez**

En cuanto a inicio a fructificación, esta se evaluó cuando más del 50 por ciento de las plantas hubieron presentado frutos al tamaño de una nuez, observándose (Cuadro 4.1) que en los tres tratamientos con acolchados transparentes, independientemente de que fueran degradables o convencionales y en el acolchado con película negra convencional, esto ocurrió a los 43 d.d.s., en los dos acolchados negros degradables a los 46 días y en el tratamiento sin acolchado a los 50 días, representando esto un adelanto de siete y cuatro días en los acolchados con respecto al no acolchado.

### **Inicio a Cosecha**

El inicio de la cosecha se presentó a los 77 d.d.s. para todos los tratamientos de acolchado y a los 80 días para el suelo desnudo, dando esto tres días de precocidad para los tratamientos acolchados, con respecto al tratamiento sin acolchado (Cuadro 4.1).

### **Fin de Cosecha**

El final de cosecha se presentó para todos los tratamientos evaluados a los 95 d.d.s., durante este período, se dieron nueve cortes para los acolchados y ocho para el suelo desnudo (Cuadro 4.1).

**Cuadro 4.1. Variables fenológicas evaluadas en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y no acolchado. CELALA. 1994.**

Trat	Emergencia	Aparición	Floración	Fruto al	Inicio a	Fin de	Número
	en Días	de 2a hoja verdadera		tamaño de una nuez	cosecha	cosecha	de cortes
d. d. s.							
TC	4	14	36	43	77	95	9
FT	4	14	36	43	77	95	9
FBT	4	14	36	43	77	95	9
NC	4	14	36	43	77	95	9
FN	4	14	36	46	77	95	9
FBN	4	14	36	46	77	95	9
SA	9	18	42	50	80	95	8

En cuanto a variables fenológicas, se puede apreciar que el comportamiento de todos los tratamientos acolchados, ya sean fotodegradables, fotobiodegradables y convencionales fue igual entre si o muy similar, pero diferentes al tratamiento no acolchado, presentando mayor precocidad los acolchados con respecto a suelo sin acolchar en todas las variables mencionadas anteriormente, y lo cual se traduce finalmente en un adelanto en la cosecha, pero principalmente en una concentración de la producción en los primeros cortes, ya que para el quinto corte en los tratamientos acolchados transparentes se había cosechado el 60 por ciento (28 ton/ha) de la producción total, en los acolchados negros el 55 por ciento (22 ton/ha) y en el tratamiento de suelo desnudo solo el 29 por ciento (7.7 ton/ha), y esto refleja en gran medida el efecto de los acolchados en la precocidad, representando esto una

gran ventaja ya que al salir al mercado antes que los cultivos tradicionales (sin acolchado), se pueden alcanzar mejores precios en la venta de la cosecha y por lo tanto, con mayores ganancias para el agricultor (Figura 4.1). Esta precocidad en el cultivo acolchado se puede atribuir en parte al mayor calentamiento en los suelos acolchados, ya que las temperaturas que se registraron en éstos, fueron significativamente mayores a las registradas en suelo desnudo, al respecto Maiero et al., ( 1987 ) mencionan que la precocidad en la producción de melón se puede incrementar por medio del acolchado plástico, con beneficios en aumento de rendimiento temprano y mayor calidad en la producción y esto puede ser atribuido principalmente al mayor calentamiento del suelo.

Así mismo es importante que las películas degradables hayan tenido un desempeño igual al obtenido con las películas convencionales, ya que estas pueden ser utilizadas, con la ventaja de una degradación más rápida y menor contaminación del ambiente. Estos resultados concuerdan con los presentados por Hemphill y Clough (1990), ya que ellos mencionan que los acolchados tienen en general efecto sobre el adelanto en cosecha de melones con respecto a suelo desnudo, pero las diferencias entre los acolchados degradables y convencionales es pequeña y no significativa.

de hojas que el tratamiento no acolchado, con diferencias entre 1.7 a 2.7 gramos más (17 a 27 por ciento).

En el muestreo a los 44 d.d.s. se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos tanto para hojas, como para guías, pecíolos y flores. La comparación de medias para todos los tratamientos (Cuadro 4.2), muestran que los tratamientos acolchados superan en peso seco de hojas al no acolchado con 168 por ciento en el valor mínimo y con 286 por ciento en el máximo. En peso seco de guías, los acolchados tienen de 229 a 322 por ciento más de peso seco que el tratamiento no acolchado. En peso seco de pecíolos, los porcentajes de incremento de los acolchados con respecto al no acolchado son de 50 a 91 y en flores los incrementos van desde 16 a 46 por ciento. Sin embargo en el segundo muestreo si se observaron diferencias entre los acolchados para el factor A, origen de la película (Cuadro 4.3), y para las interacciones AB para la variable peso seco de hojas, encontrándose que para el factor A los mayores pesos secos se obtienen con las películas convencionales, siendo estadísticamente igual a las fotobiodegradables y diferentes a las fotodegradables, pero entre las fotodegradables y las fotobiodegradables no existe diferencia.

Para las interacciones AB en cuanto a color de las películas, fue mejor la  $A_3B_1$  (convencional negra) con 87.0 g de hoja que la  $A_3B_2$  (convencional transparente) con 63.5 g (Figura 4.2), y según el origen de la película fue mejor la combinación  $A_3B_1$  (convencional negra) que la  $A_2B_1$  (fotobiodegradable negra) y que la  $A_1B_1$  (fotodegradable negra), con 87, 62 y 60 g respectivamente (Figura 4.2). Para pesos secos de guías y pecíolos no existe diferencia para el factor A ni para el B, (Cuadro

4.3) pero si para la interacción AB en peso seco de guías y pecíolos, siendo para peso seco de guías mejor la combinación  $A_3B_1$  (convencional negra) con 58.3 que la  $A_3B_2$  (convencional transparente) con 45.5g (Figura 4.3) y para peso seco de pecíolos la  $A_3B_1$  (convencional negra) que la  $A_3B_2$  (convencional transparente) con 19.7 y 15.5g de peso seco respectivamente (Figura.4.4 ).

En estas dos primeras evaluaciones de materia seca, los tratamientos que mejor respuesta tuvieron fueron los de acolchado convencional negro (CN) y fotobiodegradable transparente (FBT) y el que menor respuesta presentó, fue el no acolchado.

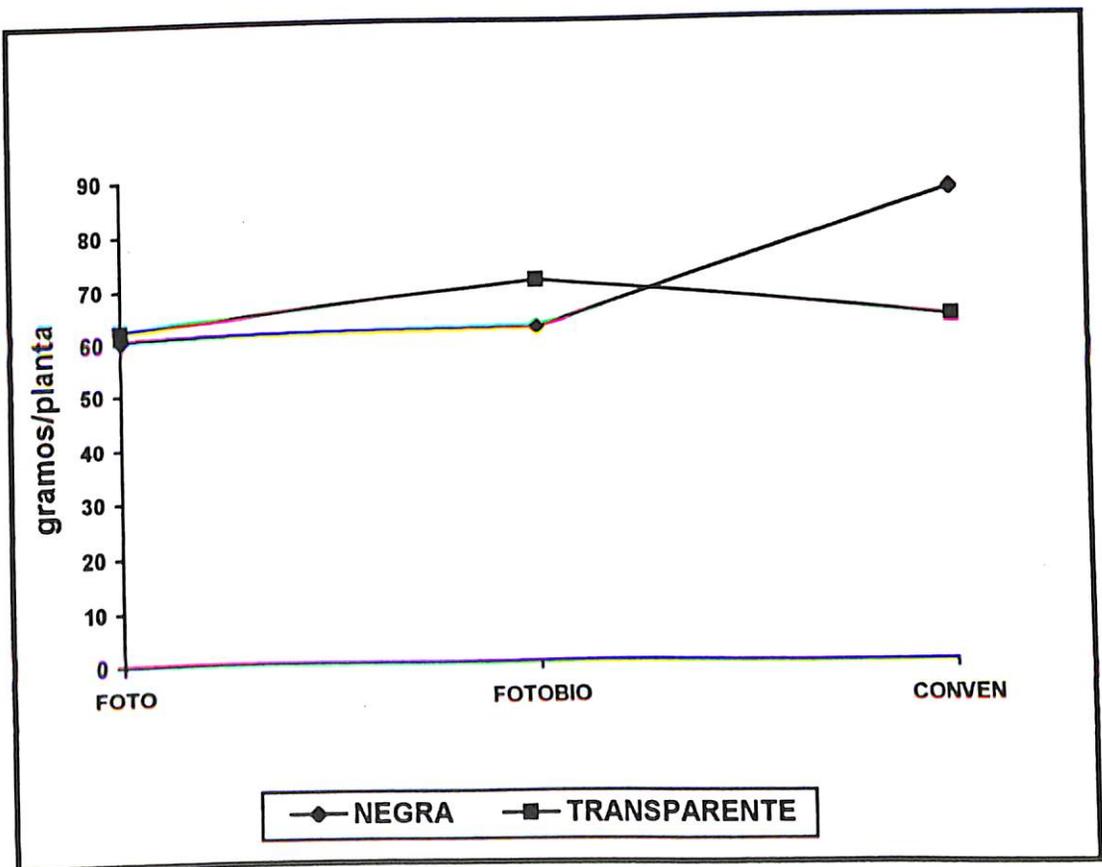
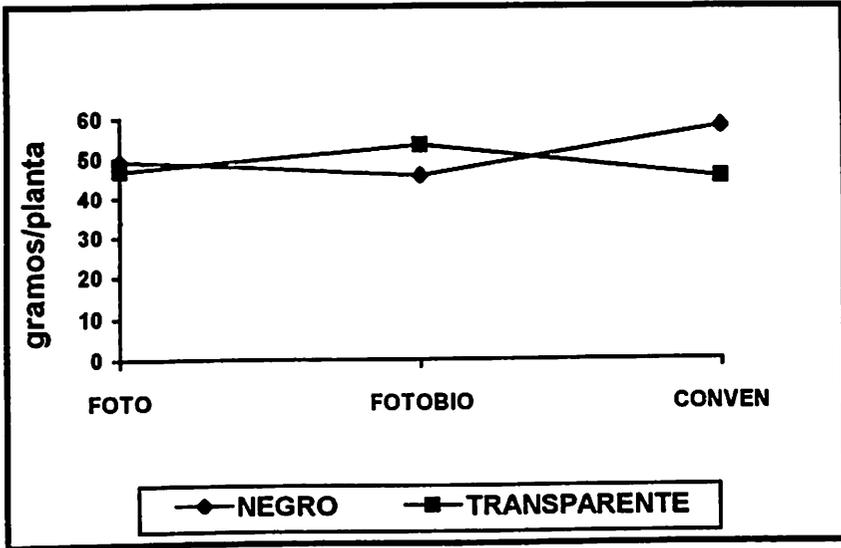
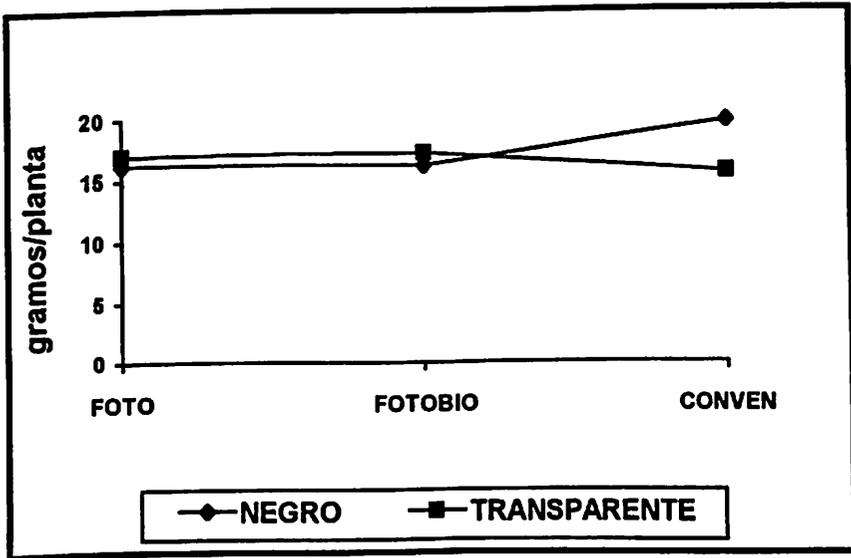


Figura 4.2. Peso seco de hojas a los 44 días después de siembra en función de la interacción tipo de acolchado - color: CELALA 1994



**Figura 4.3. Peso seco de guías a los 44 días después de siembra, en función de la interacción tipo de acolchado - color: CELALA 1994**



**Figura 4.4. Peso seco de pecíolos a los 44 días después de siembra, en función de la interacción tipo de acolchado - color: CELALA 1994.**

En el último muestreo de materia seca, realizado a los 64 d.d.s., solo se encontró diferencia significativa para peso seco de hojas, no así para peso seco de guías, pecíolos ni flores cuando se hizo el análisis de varianza para todos los

tratamientos (bloques al azar), la comparación de medias (Cuadro 4.2) muestran nuevamente que todos los tratamientos acolchado son estadísticamente iguales entre si, y diferentes al no acolchado, y las ganancias en peso de los acolchados con respecto al no acolchado van desde 68 a 138 por ciento más. Aunque para peso seco de guías, pecíolos y flores no se presenta significancia estadística, se puede observar en la comparación de medias que todos los tratamientos acolchados tienen mayores pesos secos que el no acolchado (Cuadro 4.2).

Por otro lado los resultados de los análisis de varianza y la comparación de medias (Cuadro 4.3) para los factores A (origen de la película) y B (color de la película) no muestran significancia para ninguna de las variables de peso, indicando esto que el comportamiento de las diferentes películas sobre el cultivo es igual. En este último muestreo, los tratamientos que habían tenido mayores pesos de materia seca en los muestreos anteriores (CN y FBT), fueron de los que tuvieron menor peso, y por el contrario los tratamientos acolchados que en los muestreos anteriores habían sido de los más bajos (FN y CT), en esta etapa acumularon más materia seca.

En las Figuras 4.5, 4.6 y 4.7 se muestran los resultados de los análisis de regresión para el comportamiento de peso seco de hojas, guías y pecíolos con respecto al tiempo, en un tratamiento representativo de acolchado de suelos y en el tratamiento de suelo desnudo, y en el Cuadro A1, A2 y A3 se pueden observar los coeficientes de determinación y las ecuaciones de predicción para peso seco de hojas, guías y pecíolos, para todos los tratamientos evaluados. Las ecuaciones de predicción son válidas para el período de los 27 a los 64 d.d.s.

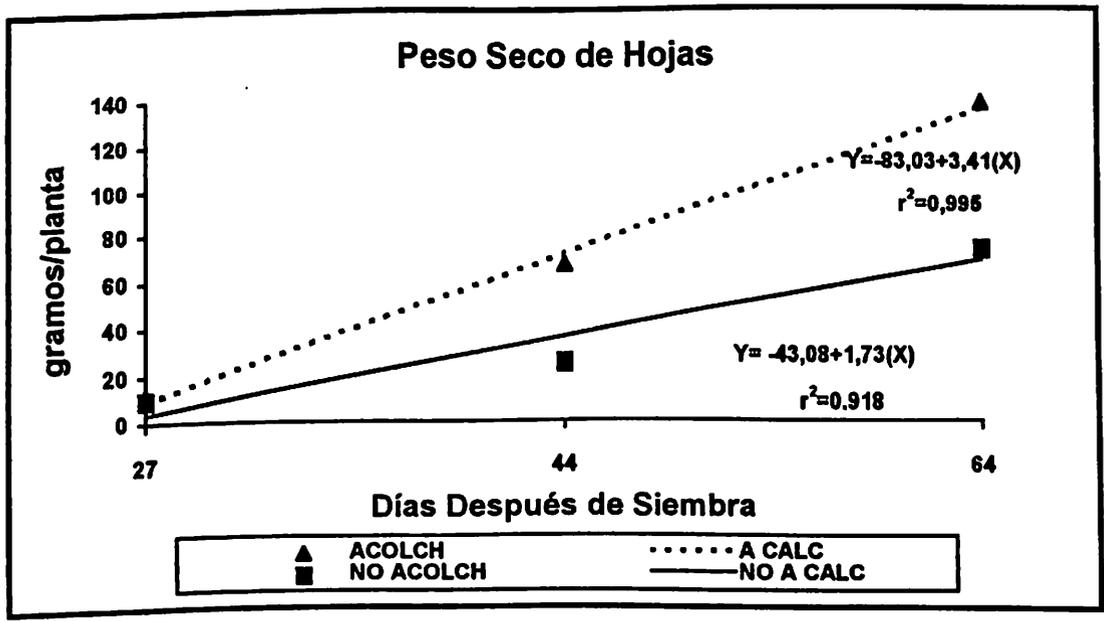
Se puede observar que tanto para hojas, guías y pecíolos el aumento de materia seca con respecto al tiempo en los acolchados y en el no acolchado tiene un comportamiento lineal, con un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) cercano a 1, pero sin embargo las diferencias en aumento de peso seco entre los acolchados y el suelo desnudo son muy diferentes como lo demuestran los coeficientes de regresión (razón de cambio de "y" por cada unidad de "x"). Así para peso seco de hojas (Figura 4.5), el acolchado tiene un coeficiente de regresión de 3.41g/día con un  $r^2$  de 0.995, mientras que en el no acolchado es de 1.73g/día con un  $r^2$  de 0.918. Para peso seco de guías (Figura 4.6), el coeficiente de regresión del acolchado es de 2.49g/día con un  $r^2$  de 0.993 y para el no acolchado es de 1.22g/día con un  $r^2$  de 0.846. Finalmente para peso seco de pecíolos (Figura 4.7), el coeficiente de regresión es de 0.589g/día con un  $r^2$  de 0.999 y para el no acolchado es de 0.398g/día con un  $r^2$  de 0.804. Estos resultados muestran que la capacidad para producción de materia seca en los tratamientos acolchados es de aproximadamente el doble que en el tratamiento en suelo sin acolchar.

**Cuadro 4.2. Comparación de medias de materia seca de melón con diferentes tratamientos de acolchados y sin acolchar. CELALA 1994.**

Trat.	Materia Seca ( g /planta)										
	a los 27 d.d.s.			a los 44 d.d.s.				a los 64 d.d.s.			
	Hojas	Guías	Pecío- -los	Hojas	Guías	Pecío- -los	Flo- res	Hojas	Guías	Pecío- -los	Flo- res
CN	12.7 a	10.2	10.0	87.0 a	58.3 a	19.7 a	13.0ab	128.0ab	87.7	31.8	12.6
FBT	12.4 a	10.3	10.0	71.1ab	53.5 a	17.2 a	11.4ab	139.1ab	79.7	33.1	13.2
CT	11.8 a	10.1	10.0	63.5 b	45.5 a	15.5 a	11.4ab	150.9 a	86.0	35.7	14.0
FBN	11.9 a	10.1	10.0	62.3 b	45.8 a	16.1 a	10.5ab	137.9ab	102	34.6	14.1
FN	11.8 a	10.0	10.1	60.5 b	49.4 a	16.2 a	12.4ab	175.6 a	96.6	40.0	13.6
FT	11.7ab	10.0	10.0	62.1 b	46.8 a	17.0 a	13.2 a	123.8ab	77.4	30.1	12.5
SA	10.0 b	10.0	10.0	22.5 c	13.8 b	10.3 b	9.0 b	73.6 b	54.4	24.4	12.2
Sig.	*	NS	NS	**	**	**	**	*	NS	NS	NS
C.V.	3.6	1.5	0.8	12.7	12.6	10.7	9.9	19.6	20.5	15.6	9.8
Tukey 0.05	1.77			22.36	16.1	4.9	4.18	74.53			

**Cuadro 4.3. Comparación de medias para peso seco de hojas, pecíolos y guías en el cultivo de melón con acolchados degradables y convencionales, negros y transparentes, en diferentes etapas del cultivo. CELALA 1994**

Fuente de Variación	Peso seco de hojas ( g/planta )			Peso Seco de Pecíolos ( g/planta )			Peso seco de guías ( g/planta )		
	d. d. s.								
	27	44	64	27	44	64	27	44	64
Factor A									
A <sub>1</sub>	11.77	61.33 b	149.73	10.07	16.65	35.08	10.00	48.10	87.03
A <sub>2</sub>	12.20	66.75ab	138.51	10.02	16.69	33.89	10.25	49.70	91.21
A <sub>3</sub>	12.25	75.25 a	139.50	10.00	17.66	33.79	10.17	51.93	86.91
Factor B									
B <sub>1</sub>	12.16	69.97	147.18	10.05	17.40	35.48	10.13	51.19	95.70
B <sub>2</sub>	11.98	65.57	137.97	10.01	16.61	33.03	10.15	48.62	81.07
Significancia	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	3.8	11.8	19.9	0.85	9.9	15.2	1.6	11.1	20.2
Tukey 0.05		12.75							



**Figura 4.5. Datos ajustados y observados para peso seco de hojas en plantas de melón acolchadas y no acolchadas, con respecto al tiempo. CELALA 1994**

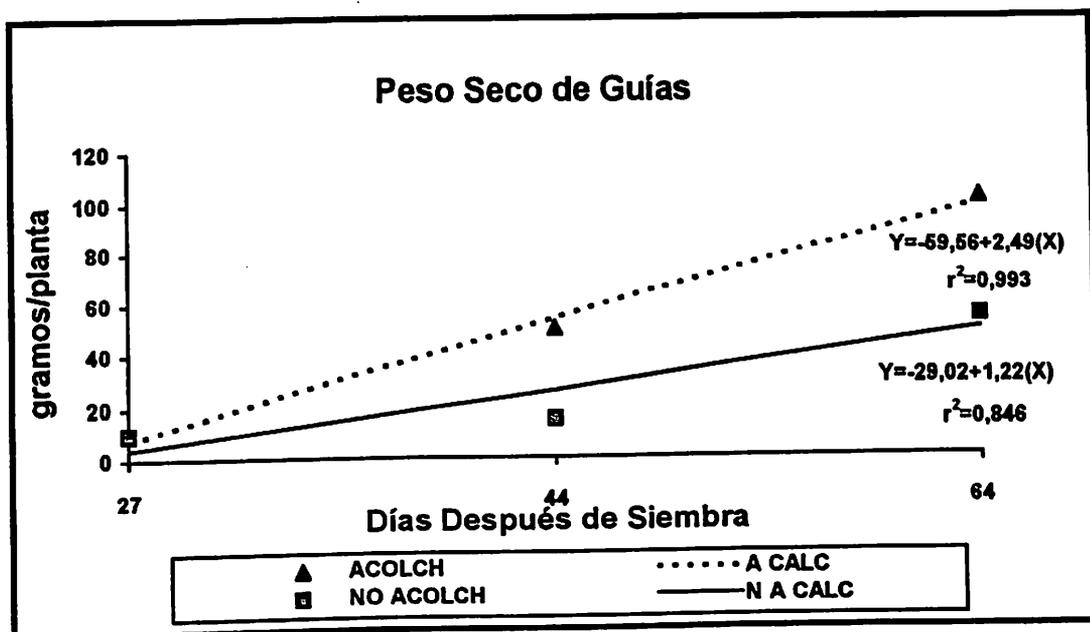


Figura 4.6. Datos ajustados y observados para peso seco de guías en plantas de melón acolchadas y no acolchadas, con respecto al tiempo. CELALA 1994.

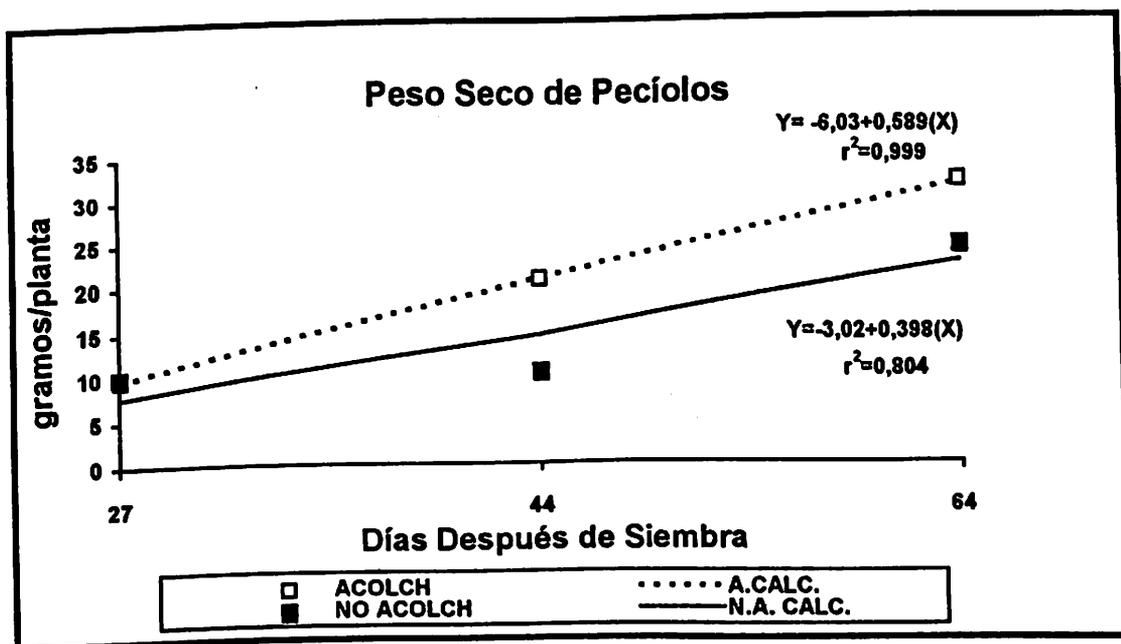


Figura 4.7 Datos ajustados y observados para peso seco de pecíolos en plantas de melón acolchadas y no acolchadas, con respecto al tiempo. CELALA 1994.

Generalmente en producción de materia seca, todos los tratamientos acolchados presentaron un comportamiento similar independientemente de que fueran convencionales o degradables, así mismo el color del plástico no tuvo una influencia clara sobre esta variable, aunque se observa una tendencia de los acolchados negros a acumular más materia seca que los transparentes. Sin embargo, al comparar a los diferentes acolchados con el tratamiento no acolchado, existe una gran diferencia en la cantidad de materia seca producida por las plantas en los tratamientos acolchados que en las de suelo no acolchado y esta diferencia es a favor de los tratamientos acolchados. Estos resultados de alta producción de materia seca en los tratamientos acolchados comparado al suelo desnudo cobra gran importancia si se toma en cuenta que según Hunt (1982) el rango de producción de materia seca es un importante índice de productividad en la agricultura, y sugiere que la producción total está controlada por la eficiencia de las hojas del cultivo como productoras de materia seca y por el follaje del cultivo mismo, de ahí que se suponga que según los resultados de producción de materia seca obtenidos en este trabajo, la productividad en los diferentes tratamientos acolchados es muy parecida y a su vez es mucho mayor que en el tratamiento no acolchado.

### Area Foliar

Los resultados de área foliar e índice de área foliar, muestran que existen diferencias significativas entre tratamientos a los 27 d.d.s., altamente significativa a los 44 días después de siembra y significativa a los 64 d.d.s. (Cuadro 4.4). La comparación de medias para todos los tratamientos, indican que en el primer muestreo todos los tratamientos acolchados, ya sean convencionales, fotodegradables

o fotobiodegradables negros o transparentes presentan un índice de área foliar y área foliar muy similar, pero los tratamientos acolchados si difieren del tratamiento no acolchado, presentando éstos valores mayores entre 17 a 27 por ciento (Cuadro 4.4) .

En el segundo muestreo (44 d.d.s.), el acolchado convencional negro (CN) es el que tiene el valor más alto de índice de área foliar y área foliar, siendo estadísticamente igual al tratamiento fotobiodegradable transparente (FBT) pero diferente a los demás tratamientos acolchados, el incremento en área foliar e índice de área foliar del tratamiento CN con respecto al acolchado que presentó el valor más bajo (FN) fue de 48 por ciento. Por otro lado el tratamiento FBT es estadísticamente igual a los demás acolchados, y todos los tratamientos acolchados superan significativamente al no acolchado. Los incrementos de los acolchados con respecto al no acolchado son desde 169 a 286 por ciento (Cuadro 4.4).

En la última determinación (64 d.d.s.), el cuadro de comparación de medias (Cuadro 4.4) muestra nuevamente que todos los tratamientos acolchados son estadísticamente iguales entre si, pero solamente los tratamientos fotodegradable negro (FN) y convencional transparente (CT) superan estadísticamente al tratamiento no acolchado. Independientemente de que algunos tratamientos acolchados sean iguales estadísticamente al suelo desnudo, la comparación de medias muestra que todos los acolchados tienen un mayor índice de área foliar y área foliar (Cuadro 4.4), y los incrementos van desde un 68 hasta 138 por ciento más.

Los resultados del análisis de regresión para área foliar en un tratamiento representativo con acolchado de suelo y en el tratamiento sin acolchar ( Figura 4.8 ), muestran una tendencia lineal con respecto al tiempo, válido de los 27 hasta los 64

**Cuadro 4.4. Comparación de medias para índice de área foliar y área foliar en el cultivo de melón con los diferentes tratamientos evaluados. CELALA 1994.**

Tratamiento	Índice de Area Foliar			Area Foliar ( cm <sup>2</sup> )		
	Días después de siembra					
	27	44	64	27	44	64
CN	0.54 a	3.73 a	5.49 ab	2288.9a	15680.1a	23075.6ab
FBT	0.54 a	3.04 ab	5.96 ab	2243.9a	12820.4ab	25076.2ab
FBN	0.51 a	2.67 b	5.91 ab	2153.7a	11240.4b	24853.9ab
FN	0.51 a	2.59 b	7.53 a	2135.7a	10916.0b	31654.7a
CT	0.50 a	2.72 b	6.47 a	2126.7a	11444.7b	27208.9a
FT	0.50 ab	2.66 b	5.35 ab	2108.7ab	11192.4b	22318.7ab
SA	0.43 b	0.96 c	3.15 b	1802.3b	4055.2c	13271.0b
Sig.	*	**	*	*	**	*
C.V:	3.57	12.75	19.4	3.6	12.7	19.6
Tukey 0.05	0.0750	.9575	3.162	319.6	4030.8	13433.7

d.d.s., y con un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) cercano al uno. Pero sin embargo al igual que en producción de materia seca, el incremento en el área foliar en el acolchado de suelos y en el tratamiento sin acolchar son muy diferentes, y así lo demuestra el coeficiente de regresión (razón de cambio de "y" por cada unidad de "x"), la cual es de 615.4 cm<sup>2</sup>/día en el acolchado con un  $r^2$  de 0.995, mientras que en el suelo sin acolchar es de 314.3 cm<sup>2</sup>/día, con un  $r^2$  de 0.918. Las ecuaciones de predicción y el coeficiente de determinación para área foliar con relación al tiempo, las cuales son válidas para el período de los 27 a los 64 d.d.s. se presentan en el Cuadro A4.

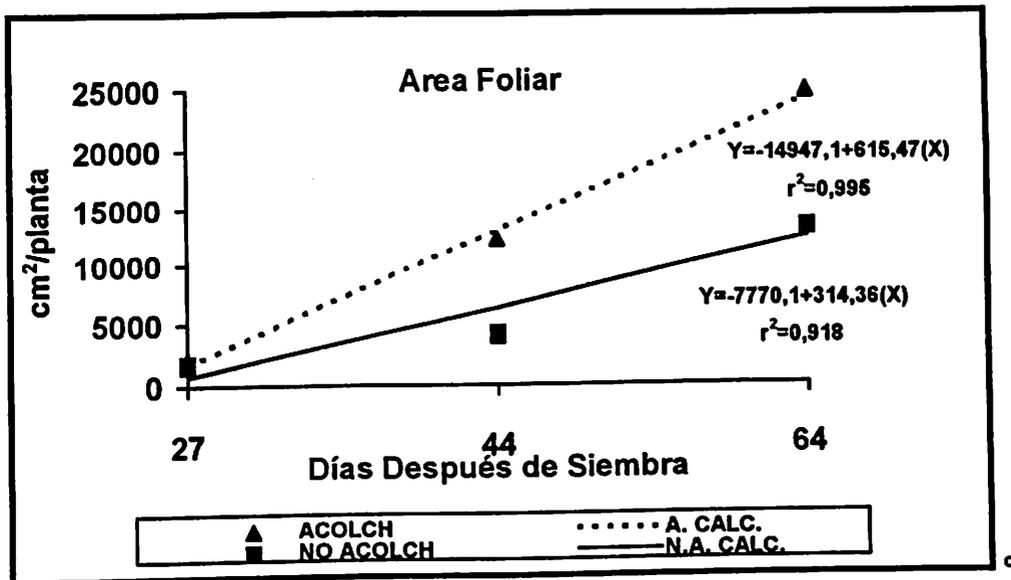


Figura 4.8. Datos ajustados y observados para área foliar en plantas de melón acolchadas y no acolchadas, con respecto al tiempo. CELALA 1994.

Los valores de índice de área foliar y área foliar en todos los tratamientos se van incrementando con respecto al tiempo, pero generalmente entre los diferentes acolchados no existe diferencia significativa a excepción del segundo muestreo en donde el acolchado convencional negro fue diferente a la mayoría de los demás acolchados, esto significa que el que la película sea convencional o degradable el área foliar y por lo tanto el índice de área foliar, no se modifica en forma substancial, pero si modifica en forma considerable si se trata de un tratamiento no acolchado, ya que en este el índice de área foliar y el área foliar es significativamente menor que en cualquiera de los tratamientos acolchados.

Al respecto, Hunt (1982) menciona que el índice de área foliar ha sido un valor considerable como índice de la capacidad productiva de un área de vegetación, y por lo tanto en acuerdo con Hunt la capacidad productiva de los cultivos bajo acolchado, independientemente del tipo de película sería mayor que la capacidad del cultivo en

suelo desnudo. Hunt (1982) dice que el índice de área foliar está muy relacionado al tiempo de plantación del cultivo y a su subsecuente fenología y que el índice de área foliar es en general más fácil de manipular por que es mas estrechamente dependiente de las condiciones ambientales y régimen de manejo del cultivo y que además el índice de área foliar es mas importante en la determinación de la tasa de crecimiento del cultivo que la eficiencia productiva de sus hojas. También este autor demostró que la duración del área foliar fue un factor mas importante en determinar la producción final que la media de tasa de asimilación neta. Y que obviamente una gran posibilidad para alta producción ocurre cuando un substancial índice de área foliar coincide con las condiciones de mediados del verano, en donde la tasa de asimilación neta es máxima.

El uso de acolchado de suelos modifica las condiciones de crecimiento del cultivo, por ejemplo la temperatura del suelo se incrementa, hay mayor disponibilidad de agua para el cultivo y mayor disponibilidad de nutrimentos en el suelo, estas pueden ser algunas de las causas que están provocando que el índice de área foliar sea mayor en los diferentes tratamientos acolchados con respecto a suelo desnudo en acuerdo con Hunt (1982) el cual demostró que el óptimo índice de área foliar para producción de materia seca en *Trifolium subterraneum* estuvo muy influenciado por el nivel de radiación solar recibido, por la temperatura y por el régimen de agua y nutrimentos minerales del cultivo.

En índice de área foliar al igual que en materia seca, se puede ver que aquellos tratamientos acolchados que en los dos primeros muestreos presentaron mayor índice de área foliar (CN y FBT), también obtuvieron mayor contenido de

materia seca, pero en la última evaluación su índice de área foliar fue menor así como su contenido de materia seca, por el contrario los de menor índice de área foliar al inicio (FN y CT) también tuvieron menor contenido de materia seca, pero finalmente fueron los mejores, con mayor índice de área foliar y mayor contenido de materia seca. Lo anterior indica que efectivamente existe una correlación fuerte entre el índice de área foliar y la producción de materia seca y que las condiciones ambientales influyen en la expresión del cultivo. Esto se comprueba al realizar las correlaciones, en donde se obtiene un coeficiente de correlación ( $r$ ) de 0.999 en todos los tratamientos evaluados, y lo cual se puede observar en las Figura A1 y A2.

### Coeficiente de Partición de Biomasa

Los análisis de varianza para partición de biomasa indican que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos para casi todas las variables y fechas de muestreo, solamente para pecíolos a los 27 d.d.s. la diferencia es solamente significativa y para tallos a los 64 días después de siembra no se encontró significancia (Cuadro 4.5).

Se puede observar en la comparación de medias para los muestreos realizados a los 27, 44 y 64 d.d.s., que todos los tratamientos acolchados son iguales entre si y diferentes al tratamiento no acolchado, tanto para hojas como para guías y pecíolos. Los resultados indican que el patrón de partición de la biomasa de las plantas es diferente para los acolchados y no acolchado, independientemente del origen del plástico o del color del plástico. En las plantas de los tratamientos acolchados la proporción de materia seca de hojas es mayor que en plantas del

tratamiento no acolchados, y en las plantas de tratamiento no acolchado la proporción de peso seco de pecíolos y guías tiende a ser mayor que en los acolchados.

**Cuadro 4.5. Comparación de medias para coeficiente de partición de biomasa en el cultivo de melón en los tratamientos de acolchados y sin acolchado. CELALA 1994.**

Trat.	Coeficiente de Partición de Biomasa								
	a los 27 d.d.s			a los 44 d.d.s.			a los 64 d.d.s.		
	Hojas	Guías	Pecíolo	Hojas	Guías	Pecíolo	Hojas	Guías	Pecíolo
CN	0.38 a	0.31 b	0.30 b	0.49 a	0.33 a	0.11 b	0.49ab	0.33	0.12 b
FBT	0.38 a	0.31 b	0.30 b	0.46 a	0.35 a	0.11 b	0.52 a	0.30	0.12 b
FBN	0.37 a	0.32 b	0.31 b	0.46 a	0.34 a	0.12 b	0.47ab	0.35	0.12 b
FN	0.37 a	0.31 b	0.32 ab	0.43 ab	0.36 a	0.12 b	0.54 a	0.29	0.12 b
FT	0.37 a	0.31 b	0.31 ab	0.44 ab	0.33 a	0.12 b	0.51ab	0.32	0.12 b
CT	0.37 a	0.32 b	0.31 ab	0.47 a	0.33 a	0.11 b	0.52 a	0.30	0.12 b
SA	0.33 b	0.33 a	0.33 a	0.40 b	0.25 b	0.18 a	0.45 b	0.33	0.15 a
Sig.	**	**	*	**	**	**	**	NS	**
C.V.	1.9	0.90	1.62	4.22	6.59	8.56	4.79	7.03	5.81
Tukey 0.05	0.0295	0.0119	0.0212	0.0545	0.0615	0.0308	0.0685		0.0210

Un aspecto que se puede observar y que ocurre en todos los tratamientos, es que la proporción de hojas se va incrementando con respecto al tiempo, siendo de alrededor de un 37 por ciento a los 27 d.d.s. hasta un 50 por ciento aproximadamente a los 64 d.d.s. lo que significa que la partición de biomasa no es constante sino que se va modificando probablemente en función de la demanda del cultivo. Así mismo dentro de los acolchados se observa que en aquel donde inicialmente la proporción de hojas fue mayor (CN) al final fue de los que presentó menor proporción de hojas con respecto a los demás acolchados, y por el contrario los tratamientos acolchados con menor proporción de hojas al inicio (CT y FN) finalmente tuvieron mayor peso seco de hojas.

En partición de biomasa de la parte aérea de las plantas, la proporción de guías es el que se mantiene más constante durante el desarrollo del cultivo, manteniéndose en alrededor de un 31 a 35 por ciento, lo que quiere decir que las mayores variaciones se establecen entre hojas y pecíolos, pero con resultados totalmente contrarios, ya que mientras la proporción de peso de hojas se hace mayor con el tiempo, la proporción en pecíolos disminuye, indicando esto que la cantidad de hojas y probablemente el tamaño de la hoja se va incrementando y por lo tanto el índice de área foliar es mayor como ya se observó en el Cuadro 4.4. Como el índice de área foliar es un indicador de mayor productividad en el cultivo como ya se mencionó anteriormente, al haber mayor relación de hojas en un cultivo acolchado con respecto a uno en suelo desnudo, entonces es de esperarse un mayor rendimiento, y como el comportamiento en partición de biomasa y proporción de hojas es similar en los diferentes acolchados, entonces su rendimiento será parecido.

### **Tasa de Crecimiento Relativo**

La tasa de crecimiento relativo se evaluó para dos períodos, de los 27 a los 44 y de los 44 a los 64 d.d.s., los resultados de los análisis de varianza muestran diferencias altamente significativas para hojas y guías y significativas para pecíolos durante el primer período y significativas para hojas y guías y no significativas para pecíolos en el segundo período. En la comparación de medias para el período de 27 a 44 d.d.s. (Cuadro 4.6) se puede ver que todos los tratamientos acolchados son iguales entre si y diferentes al testigo en la tasa de crecimiento relativo de hojas y guías, encontrándose que los acolchados superan a los no acolchado en 97 a 147 por ciento mas en hojas y de 539 a 643 por ciento en guías. En tasa de crecimiento

relativo de pecíolos, todos los tratamientos acolchados son iguales entre si, pero solamente el acolchado convencional negro (CN) supera significativamente al tratamiento no acolchado, aunque los valores muestran que la diferencia en crecimiento relativo entre la mayoría de los acolchados y el no acolchado es bastante marcada, ya que se tienen incrementos sobre éste de 268 en el mínimo hasta 526 por ciento en el máximo.

La comparación de medias para el período de 44 a 64 d.d.s. indican que para hojas, los acolchados siguen siendo estadísticamente iguales entre si, y nuevamente el acolchado CN es el único tratamiento acolchado diferente estadísticamente al tratamiento no acolchado, solamente que en este período la tasa de crecimiento relativo del acolchado CN fue la menor de todos los tratamientos y la mayor para el no acolchado, todos los tratamientos acolchados presentaron menor tasa de crecimiento relativo en este período que el cultivo en suelo desnudo, siendo superados con valores desde 10 hasta 67 por ciento. En tasa de crecimiento relativo de guías, los tratamientos acolchados CT, FN y FBN son iguales al tratamiento no acolchado, y los demás acolchados son estadísticamente diferentes, encontrándose también que el no acolchado en este período tuvo mayor tasa de crecimiento relativo que todos los tratamientos acolchado, con rangos superiores de 42 a 71 por ciento. En tasa de crecimiento relativo de pecíolos, no hay diferencia estadística entre los tratamientos, aunque para esta fecha, el tratamiento sin acolchado presentó mayor tasa de crecimiento relativo también (Cuadro 4.6)

**Cuadro 4.6. Comparación de medias de tasa de crecimiento relativo en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y sin acolchado. CELALA 1994.**

Trat.	Tasa de Crecimiento Relativo ( mg . g <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )					
	de los 27 a los 44 d.d.s			de los 44 a los 64 d.d.s.		
	Hojas	Guías	Pecíolos	Hojas	Guías	Pecíolos
CN	116.2 a	101.1 a	39.5 a	19.2 b	20.2 b	23.6
FBT	103.0 a	94.9 a	30.8 ab	32.7 ab	19.7 b	31.9
CT	101.4 a	89.2 a	23.2 ab	43.0 ab	32.0 ab	41.4
FN	100.7 a	97.4 a	30.3 ab	53.1 ab	33.2 ab	45.0
FBN	99.5 a	90.9 a	30.1 ab	38.7 ab	39.4 ab	37.5
FT	92.7 a	87.0 a	29.6 ab	34.6 ab	25.0 b	28.5
SA	46.9 b	13.6 b	6.3 b	59.5 a	68.4 a	42.9
Sig.	**	**	*	*	*	NS
C.V.	8	11.6	22.6	17.2	19.3	14.9
Tukey	31.7	39.6	29.1	35.11	37.5	

### Tasa de Asimilación Neta

Igualmente que en tasa de crecimiento relativo, la tasa de asimilación neta se determinó para los períodos de 27 a 44 y de 44 a 64 d.d.s., los análisis de varianza indican una diferencia altamente significativa entre tratamientos para el período de 27 a 44 d.d.s. y significativa para el de 44 a 64 d.d.s., la comparación de medias (Cuadro 4.7) muestra que para el primer período, todos los tratamientos acolchados son estadísticamente iguales entre si pero diferentes al tratamiento no acolchado, siendo la tasa de asimilación neta muy superior en los tratamientos acolchados. La máxima diferencia en tasa de asimilación neta en este período entre los tratamientos acolchados es de alrededor de un 10 por ciento, obteniendo el valor más alto el acolchado CN y el mínimo el CT, pero entre los acolchados y el suelo desnudo los rangos de superioridad van de un 109 a un 132 por ciento, lo cual es muy significativo.

En el segundo período (44 a 64 d.d.s.), hay tres tratamientos acolchados que son estadísticamente iguales al tratamiento no acolchado, y estos son. FN, FBN y CT y los demás acolchados son diferentes, sin embargo nuevamente se observa que en este período, el tratamiento que tiene la tasa de asimilación neta más alta es el tratamiento no acolchado, con alrededor de 37 por ciento más que los acolchados iguales a éste estadísticamente, y superando con 69 por ciento al tratamiento acolchado que menor tasa de asimilación neta tuvo (CN) (Cuadro 4.7).

**Cuadro 4.7. Comparación de medias de tasa de asimilación neta en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y sin acolchado. CELALA 1994.**

Tratamiento	Tasa de Asimilación Neta ( $\text{g/m}^2 \text{ día}^{-1}$ )	
	de los 27 a los 44 d.d.s.	de los 44 a los 64 d.d.s.
CN	12.16 a	2.15 b
FN	11.99 a	4.81 ab
FBT	11.50 a	3.00 b
FT	11.32 a	3.24 b
FBN	11.24 a	4.41 ab
CT	10.99 a	4.11 ab
SA	5.24 b	7.03 a
Significancia	**	*
C.V.	9.2	16
Tukey 0.05 =	4.1	3.66

En lo que respecta a tasa de crecimiento relativo y tasa de asimilación neta el comportamiento de los tratamientos acolchados y del no acolchado es muy diferente, observándose que hay un desfase en la actividad de las plantas bajo plástico, acelerándose ésta en los períodos iniciales del cultivo con respecto a las plantas en suelo desnudo, y disminuyendo esta actividad en los acolchados, cuando en las plantas del no acolchado apenas se va incrementando. Así mismo dentro de los

mismos tratamientos acolchados, aquellos tratamientos que en el primer período (27 a 44 d.d.s.) tuvieron mayor tasa de crecimiento relativo y tasa de asimilación neta tanto para hojas como para guías y pecíolos como el FBT y más marcadamente en el CN, en el segundo período (44 a 64 d.d.s.) su tasa de crecimiento relativo y asimilación neta disminuyó apreciablemente, y por el contrario los tratamientos en los que inicialmente las tasas de crecimiento fue baja, en el segundo período fueron los que la presentaron más alta, y en ese caso se encuentra el tratamiento no acolchado, CT, FN y FBN. Esto concuerda perfectamente con el comportamiento de índice de área foliar y producción de materia seca en los mismos tratamientos, y muy probablemente la tasa de crecimiento relativo y la tasa de asimilación neta estuvieron determinados por el índice de área foliar, lo cual a su vez influyó en el contenido de materia.

Esto en cierta forma indica que algunos de los tratamientos acolchados inducen a una mayor precocidad que otros, por lo que se acelera su crecimiento, pero al mismo tiempo más pronto decae y probablemente esto no sea lo más beneficioso para el cultivo, ya que en el momento en que requiera mayor energía disponible para soportar las demandas de la fructificación no tenga la suficiente que el fruto requiera afectando negativamente el rendimiento o la calidad. Al respecto, Hunt (1978) menciona que la disminución o valores negativos de tasa de crecimiento relativo y tasa de asimilación neta declinan en magnitud de la proximidad de la madurez del cultivo, mientras que el índice de área foliar normalmente se incrementa. Y Watson (1947) demostró que la duración del área foliar fue un factor más importante en determinar la producción final que la media de tasa de asimilación neta, pero que el potencial para una alta producción se da cuando un substancial índice de área foliar coincide con las condiciones de mediados de verano, en donde la tasa de asimilación

netas es máxima debido a una combinación de alta radiación solar, alta temperatura y longitud del día largo. Como en los acolchados las condiciones de temperatura son mayores que en suelo desnudo, probablemente sea uno de los factores que marcan el incremento en la productividad ya que la longitud del día y la cantidad de radiación solar es la misma para todos los tratamientos.

Por otro lado Gregory (1918) sugirió que la tasa de asimilación neta por unidad de área foliar puede ser un índice mejor del crecimiento, que la tasa de crecimiento relativo. Pero en este caso se puede prestar a confusión, debido a que tanto la tasa de asimilación neta como la de crecimiento relativo en el tratamiento no acolchado al final del cultivo fue mayor que en cualquiera de los tratamientos acolchados, pero la cantidad de materia seca y el índice de área foliar fue todo lo contrario, lo que demuestra que efectivamente la tasa de crecimiento relativo y tasa de asimilación neta son un indicador del estado de madurez del cultivo pero no de la productividad del mismo.

### Razón de Area Foliar

En lo que respecta a razón de área foliar, se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos en las evaluaciones realizadas durante los períodos de 27 a 44 y 44 a 64 d.d.s. y la comparación de medias (Cuadro 4.8) muestra que en el período de 27 a 44 d.d.s. los tratamientos CN, FBT, CT y FBN son los que tienen las medias más altas de razón de área foliar y son estadísticamente iguales, pero solamente el CN es diferente a los tratamientos FT y FN, por lo que prácticamente todos los acolchados son iguales, sin embargo la mayoría de los acolchados superan

estadísticamente al tratamiento no acolchado y esta diferencia en razón de área foliar entre acolchados y sin acolchar va de un ocho a un 20 por ciento.

La razón de área foliar en el período de 44 a 64 d.d.s. se incrementa en todos los tratamientos en alrededor de 10 a 19 por ciento con respecto al primer período , pero en este segundo período todos los tratamientos acolchados son estadísticamente iguales, y diferentes al no acolchado, y los incrementos en razón de área foliar de los acolchados con respecto al no acolchado son del orden de 10 a 15 por ciento (Cuadro 4.8).

Se puede observar en los tratamientos acolchados que los incrementos mayores en razón de área foliar entre un período y el otro se dan en aquellos tratamientos que en el primer período fueron los mas bajos (FT y FN) y el menor incremento en el tratamiento que presentó mayor razón de área foliar inicialmente (CN). Por otro lado al hacer la comparación entre acolchados y no acolchado, se puede decir que los tratamientos acolchados tienen mayor capacidad para fotosintetizar que el no acolchado, ya que tienen mayor área disponible para esto, y esto de alguna manera tiene que repercutir en la capacidad de las plantas para producir fruto o en la calidad del mismo.

### **Razón de Peso Foliar**

En razón de peso foliar se observa exactamente el mismo comportamiento de los tratamientos que en razón de área foliar. Se pueden ver diferencias altamente significativas entre los tratamientos en los dos períodos evaluados (27 a 44 y de 44 a

64 d.d.s.) y las comparaciones de medias (Cuadro 4.8) indican nuevamente que en el primer período el acolchado CN es estadísticamente superior al FN y FT, pero igual a los acolchados FBT , FBN y CT. Además, los tratamientos acolchados superan al no acolchado en los dos períodos. Los porcentajes de incremento entre un período y el otro son iguales que los ocurridos en razón de área foliar y los mayores y menores porcentajes de incremento se dan en los mismos tratamientos que para la variable anterior, lo que significa que estas dos variables están íntimamente relacionadas para este caso y una depende de la otra.

### **Area Foliar Específica**

El área foliar específica se determinó dividiendo la razón de área foliar entre la razón de peso foliar, lo cual nos indica el espesor de las hojas de los diferentes tratamientos. Los resultados de la comparación de medias establece que el espesor de las hojas de todos los tratamientos, en los dos períodos evaluados (27 a 44 d.d.s. y 44 a 64 d.d.s.) aparentemente es igual, por lo tanto se pensaría que el espesor no varía con el estados de desarrollo de las plantas (Cuadro 4.8). En este caso se diría que los tratamientos acolchados no parecen tener influencia alguna, independientemente del origen de las películas o de su color. Sin embargo, puede haber error dado que como el área foliar se determinó en base al peso seco de las hojas y no como una medida directa, se puede estar encubriendo el espesor real de la hoja y se tendría que tomar con reservas estos resultados.

Lo que se puede observar en las variables anteriores en donde está involucrada la hoja, es que en general las plantas de los tratamientos acolchados

sean fotodegradables, fotobiodegradables o convencionales e independientemente del color del plástico tienen siempre mayor follaje que las plantas de suelo desnudo, hablando de mayor área foliar y mayor proporción de hojas, pero no del espesor de éstas el cual es igual en acolchados y no acolchado, y esto es muy significativo si suponemos que la hoja es la responsable de proporcionar la energía que la planta requiere para todos los procesos fisiológicos que en ella ocurren, y al tener por lo tanto mayor capacidad de generación de energía, también hay mayor disponibilidad para la planta y su potencial productivo por lo tanto puede ser mayor.

**Cuadro 4.8. Comparación de medias en las variables evaluadas en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y sin acolchado. CELALA 1994.**

Trat.	Razón de Área Foliar ( $\text{cm}^2\text{g}^{-1}$ )		Razón de Peso Foliar		Área Foliar Específica ( $\text{cm}^2\text{g}^{-1}$ )	
	Días Después de Siembra					
	27 - 44	44 - 64	27 - 44	44 - 64	27 - 44	44 - 64
CN	80.14 a	88.38 a	0.44 a	0.49 a	180.49	180.36
FBT	76.61 ab	88.78 a	0.42 ab	0.49 a	180.68	180.44
CT	76.55 ab	89.40 a	0.42 ab	0.49 a	180.54	180.60
FBN	75.28 ab	84.31 a	0.42 ab	0.47 a	180.52	180.53
FN	73.49 b	87.65 a	0.41 b	0.48 a	180.56	180.72
FT	72.33 bc	85.81 a	0.40 bc	0.47 a	180.37	180.65
SA	66.65 c	76.78 b	0.37 c	0.42 b	180.62	180.65
Significancia	**	**	**	**		
C.V.	2	2.9	2.05	2.91		
Tukey 0.05	6.39	7.16	0.0352	0.0396		

Jarvis y Jarvis (1964) trabajando con una especie de conífera y con girasol bajo condiciones controladas, presentaron que en comparación con girasol la baja tasa de crecimiento relativo de las coníferas fue debido más a una baja razón de área foliar, que a una baja tasa de asimilación neta. Pero esto no concuerda con los

resultados encontrados en este trabajo, ya que la baja tasa de crecimiento relativo en los tratamientos evaluados coinciden más con una baja tasa de asimilación neta que con baja razón de área foliar o de peso foliar y esto más bien puede estar relacionado con la eficiencia de la hoja o con el llamado potencial fotosintético, (área foliar y su duración en el tiempo), debido al estado de madurez del cultivo. Estos autores, mencionan también que la menor naturaleza frondosa del *Pinus silvestris* en comparación con el girasol, se debe casi totalmente a la relativamente gran densidad de las agujas del pino y difícilmente a toda la variación en razón de peso foliar la cual presentó una pequeña diferencia en favor del pino. Esto quiere decir que la razón de peso foliar es muy alta en el pino, debido a que la hoja es muy gruesa y pesada y no por que tenga más follaje. Por el contrario, en las plantas de melón de los diferentes tratamientos evaluados hablando de los diferentes tipos acolchados o de suelo no acolchado, la razón de área foliar (cantidad de follaje) está totalmente determinada por la razón de peso foliar (proporción de hojas en peso) y no por el área foliar específica (grosor de la hoja), ya que el área foliar específica es exactamente igual en todos los tratamientos.

Tanto la razón de área foliar como la razón de peso foliar se incrementan con el tiempo en forma proporcional una con respecto a la otra en todos los tratamientos, aunque estas siempre son mayores en los tratamientos acolchados con respecto al no acolchado, y prácticamente no existe diferencia entre los acolchados degradables y los convencionales, ni el color del plástico parece tener influencia sobre ellas. En cuanto al área foliar específica ésta aparentemente se mantiene constante, no observándose variación en función del tiempo.

## Rendimientos

Los resultados de rendimiento se presentan de acuerdo a su calidad.

### Exportación

Después de realizar el análisis de varianza y la prueba de medias correspondiente para los tratamientos, se encontró que estos presentaron diferencias significativas para rendimiento de exportación, en donde el mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento de acolchado con película convencional transparente y el mas bajo rendimiento con el tratamiento no acolchado. Entre los tratamientos acolchados no hubo diferencias significativas, sin embargo los tratamientos con películas transparentes convencionales, fotobiodegradable y fotodegradables presentaron los mas altos rendimientos en esta calidad con aproximadamente 7 ton/ha. Las películas negras fotodegradables, fotobiodegradables y convencional, presentaron rendimientos promedio de 4 ton/ha, y finalmente el tratamiento que menor rendimiento alcanzó en esta calidad fue, el de suelo desnudo con 1.6 ton/ha (Cuadro 4.9). El incremento en el rendimiento de exportación en las películas transparentes fue de 75 por ciento con respecto a las negras y 337 por ciento con respecto al suelo desnudo, y el incremento de las películas negras con respecto a suelo desnudo de 150 por ciento.

Al realizar el análisis de varianza para los factores: A (origen de la película) y B (color de la película) se observó que no hubo diferencia significativa para el factor A, comportándose igual las películas fotodegradables, fotobiodegradables y

convencionales, pero para el factor B se encontró que los acolchados transparentes favorecen más el rendimiento de exportación que los acolchados negros (Cuadro 4.10). De lo anterior se puede observar que los acolchados transparentes, independientemente del tipo de formulación presentaron mejor desempeño que las películas negras, entre las cuales al igual que en las transparentes, no hubo influencia de la formulación.

### Nacional

El análisis de varianza para rendimiento nacional muestra que hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos, y la comparación de medias establece que el mejor tratamiento fue la película fotobiodegradable transparente con 23.2 ton/ha y el tratamiento más pobre fue el no acolchado con 6.3 ton/ha. Los resultados muestran que no se presenta diferencia significativa entre los acolchados, y haciendo la comparación entre los diferentes acolchados y el suelo desnudo, se puede observar un incremento en la producción por efecto de acolchado desde 138 hasta 267 por ciento (Cuadro 4.9).

Sin embargo al hacer el análisis factorial entre las diferentes películas, se encontró que hay diferencias significativas para el factor A (origen de la película) y para el factor B (color de la película), encontrándose que las películas fotobiodegradables producen mas rendimiento de calidad nacional que las fotodegradables y las convencionales, y las películas transparentes sobresalen sobre las negras (Cuadro 4.10).

## Rezaga

El análisis de varianza para esta calidad no mostró diferencia significativa entre tratamientos al analizarlo en bloques al azar (Cuadro 4.9), ni cuando se hizo el análisis factorial (Cuadro 4.10) por lo que se considera que el acolchado de suelos independientemente de si es degradable o convencional, negro o transparente, en este caso no influyó ni positiva ni negativamente sobre el rendimiento de calidad pachanga. Pero se puede observar que el porcentaje de fruto de pachanga con respecto al total es alto en todos los tratamientos, aunque en el tratamiento no acolchado es aún mayor, ya que representa aproximadamente un 70 por ciento del total de su rendimiento, y esto significa entre un 20 y 30 por ciento más de rendimiento de pachanga que los tratamientos acolchados.

El alto porcentaje de fruto de pachanga en todos los tratamientos, se puede atribuir en parte a las mismas características del cultivar, ya que el fruto no tiene mucha firmeza y fácilmente se mancha y daña la cubierta en contacto con el suelo y el plástico, y debido a esto su calidad disminuye.

## Rendimiento Total

Para rendimiento total, el análisis de varianza detectó diferencia altamente significativa entre tratamientos (Cuadro 4.9), encontrándose que los mejores tratamientos fueron los de las películas: fotobiodegradable transparente, convencional transparente y la fotodegradable negra con 49.3, 44.9 y 43.2 ton/ha respectivamente, aunque la diferencia con respecto a los demás tratamientos acolchados fue muy poca

y estadísticamente no significativa, lo que demuestra que las películas tanto fotodegradables como fotobiodegradables presentan la misma influencia sobre el cultivo que las películas convencionales, como se puede ver en el Cuadro 4.10 donde se presenta la comparación de medias del análisis factorial y no se observa diferencia estadística para el factor A (origen de la película) ni para el factor B (color de la película), aunque las películas transparentes tienden a tener mayor rendimiento que las negras.

Sin embargo, la diferencia en rendimiento total entre los tratamientos acolchados y el suelo desnudo (no acolchado) es muy grande, representando aumentos desde 49 por ciento en el acolchado con plástico negro convencional hasta 88 por ciento en el acolchado con plástico fotobiodegradable transparente (Cuadro 4.9), representando esto mayores ganancias económicas para los agricultores que usan las tecnologías de acolchado de suelos, aunado a que los volúmenes mayores de la cosecha en los tratamientos acolchados se concentran antes que en el tratamiento no acolchado (Figura 4.1).

**Cuadro 4.9. Comparación de medias de rendimiento en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y sin acolchado. CELALA 1994.**

Tratamiento	Rendimiento ( ton/ha )			
	Exportación	Nacional	Rezaga	Total
CT	7.7 a	16.0 a	21.2	44.9 a
FBT	7.0 ab	23.2 a	19.1	49.3 a
FT	6.4 ab	17.6 a	17.5	41.5 ab
FN	4.8 ab	15.2 ab	23.1	43.2 a
FBN	4.4 ab	17.3 a	19.2	41.0 ab
CN	3.9 ab	14.9 ab	18.5	37.4 ab
SA	1.6 b	6.3 b	18.4	26.3 b
Significancia	*	**	NS	**
C.V.	29.7	14.9	11.6	16.4
Tukey 0.05	5.6	9.6		15.5

El que el plástico para acolchado de suelos sea fotodegradable, fotobiodegradable o convencional, no parece tener demasiada importancia sobre el rendimiento del cultivo de melón, pero si parece influir la coloración del plástico no tanto en el rendimiento total sino en la calidad del rendimiento, ya que en los tratamientos con acolchados transparentes la producción de exportación y nacional fue mayor que en los acolchados negros, los que proporcionalmente tuvieron mayor rendimiento de pachanga. Así mismo al hacer la comparación entre el rendimiento de los tratamientos acolchados con el tratamiento en suelo desnudo, se tienen diferencias altamente significativas, en favor de los acolchados tanto en cantidad como en calidad de la producción.

**Cuadro 4.10. Comparación de medias para rendimiento de melón con acolchados degradables y convencionales, negros y transparentes. CELALA 1994.**

Fuente de Variación	Rendimiento ( ton / ha )			
	Exportación	Nacional	Pachanga	Total
Factor A				
A <sub>1</sub>	5.6	16.4 ab	20.3	42.4
A <sub>2</sub>	5.7	20.3 a	19.1	45.2
A <sub>3</sub>	5.8	15.5 b	19.8	41.2
Factor B				
B <sub>1</sub>	4.4 b	15.8 b	20.2	40.5
B <sub>2</sub>	7.0 a	18.9 a	19.3	45.3
Significancia	*	*	NS	NS
C.V.	21.5	18.4	12.4	15.1
Tukey 0.05	2.1	A 4.1; B 2.78		

Al establecer una relación entre el rendimiento y algunos índices de productividad mencionados anteriormente, se encontró que efectivamente los tratamientos que mayor rendimiento total alcanzaron (FBT, CT y FN) fueron aquellos que tuvieron un índice de área foliar mayor y que obtuvieron mayor contenido de

materia seca al final del cultivo, y en los cuales la tasa de asimilación neta y la tasa de crecimiento relativo no decayó tan drásticamente. Al hacer la comparación de rendimiento entre los diferentes tratamientos acolchados y su relación con los indicadores de productividad, se puede observar que el tratamiento que menor rendimiento alcanzó (CN) también fue el que presentó al final del ciclo menor índice de área foliar, menor producción de materia seca y su tasa de crecimiento relativo y de asimilación neta fue la mas baja de todos. Sin embargo en este tratamiento al inicio, hasta los 44 días después de siembra todos los indicadores antes mencionados presentaron los valores más altos, lo que significa que las plantas en este tratamiento llegaron muy rápido a la madurez y decayeron, no pudiendo soportar la demanda de la fructificación en el momento en que esta era requerida, Tal vez este rápido decaimiento fue causado por algunas enfermedades virósicas que se presentaron en todo el experimento, afectando el follaje del cultivo y pudieron haber afectado a este tratamiento mas que a los otros, y no por la naturaleza del tratamiento mismo.

Si se hace la comparación entre los tratamientos acolchados en general con el tratamiento en suelo desnudo, se puede ver claramente, que el bajo rendimiento en el tratamiento no acolchado está asociado con un índice de área foliar muy bajo y con una producción de materia seca significativamente menor que en cualquiera de los tratamientos acolchados, además la razón de área foliar y de peso foliar también son menores en este tratamiento que en los acolchados. Por otro lado, los valores de tasa de crecimiento relativo y tasa de asimilación neta además de estar desfasados en relación con los de los tratamientos acolchados, nunca fueron tan altos como los de los acolchados.

materia seca al final del cultivo, y en los cuales la tasa de asimilación neta y la tasa de crecimiento relativo no decayó tan drásticamente, Al hacer la comparación de rendimiento entre los diferentes tratamientos acolchados y su relación con los indicadores de productividad, se puede observar que el tratamiento que menor rendimiento alcanzó (CN) también fue el que presentó al final del ciclo menor índice de área foliar, menor producción de materia seca y su tasa de crecimiento relativo y de asimilación neta fue la mas baja de todos. Sin embargo en este tratamiento al inicio, hasta los 44 días después de siembra todos los indicadores antes mencionados presentaron los valores más altos, lo que significa que las plantas en este tratamiento llegaron muy rápido a la madurez y decayeron, no pudiendo soportar la demanda de la fructificación en el momento en que esta era requerida, Tal vez este rápido decaimiento fue causado por algunas enfermedades virosas que se presentaron en todo el experimento, afectando el follaje del cultivo y pudieron haber afectado a este tratamiento mas que a los otros, y no por la naturaleza del tratamiento mismo.

Si se hace la comparación entre los tratamientos acolchados en general con el tratamiento en suelo desnudo, se puede ver claramente, que el bajo rendimiento en el tratamiento no acolchado está asociado con un índice de área foliar muy bajo y con una producción de materia seca significativamente menor que en cualquiera de los tratamientos acolchados, además la razón de área foliar y de peso foliar también son menores en este tratamiento que en los acolchados. Por otro lado, los valores de tasa de crecimiento relativo y tasa de asimilación neta además de estar desfasados en relación con los de los tratamientos acolchados, nunca fueron tan altos como los de los acolchados.

Por otro lado, al buscar la razón de la influencia de los acolchados transparentes sobre la calidad de la producción, no se encuentra en los índices de productividad mencionados anteriormente, ya que no existe una tendencia de superioridad de estos en los acolchados transparentes, por lo que se piensa que puede haber otros factores que están influenciando la calidad en el rendimiento, pero que estos no se ven reflejados en los índices de productividad, y uno de estos factores podría ser el calentamiento del suelo, el cual según los resultados de las evaluaciones de temperatura del suelo es mas alto en los tratamientos acolchados, especialmente en los acolchados transparentes. Al respecto Salisbury y Ross (1969) mencionan que de la energía almacenada como calor en el suelo dependerá la velocidad de los procesos fisiológicos más importantes para la planta como : absorción de agua, traslocación de nutrimentos, respiración de la planta y producción de sustancias hormonales de crecimiento y desarrollo. Argall y Stewart (1991) mencionan que para un máximo rendimiento de fruto grande, el acolchado transparente es el apropiado.

Maiero et al., (1987) menciona que la precocidad en la producción de melón, se puede incrementar por medio del acolchado plástico, con beneficios en aumento de rendimiento temprano y mayor calidad en la producción y estos pueden ser atribuidos principalmente por mayor calentamiento del suelo. Según Taber (1993) el rendimiento de melón en fecha temprana utilizando plástico transparente fue el doble que con plástico negro y cuatro veces que el rendimiento en suelo desnudo y esto es en parte debido a las ganancias de temperatura que se obtienen con los diferentes plásticos. Asi mismo Hemphill y Clough (1990) al trabajar con plásticos degradables, plásticos trasmisores de infrarrojo, plásticos convencionales y suelo desnudo en los

cultivos de melón, tomate, pimiento y sandía en el estado de Oregon, encontraron que las diferencias en producción entre los diferentes acolchados fue pequeña y no significativa, pero con respecto a suelo desnudo fueron superiores.

### Número de Frutos y Peso Promedio de Fruto

Los resultados del análisis de varianza para número de frutos muestran que no existen diferencias significativas entre tratamientos en frutos de exportación. Sin embargo, se puede observar que los tratamientos acolchados transparentes ya sean convencionales o degradables son los que tienen mayor número de frutos, seguidos por los tratamientos acolchados negros y finalmente el no acolchado que es el que menor número de frutos de esta calidad presentó, los incrementos son de alrededor de 43 a 84 por ciento en los transparentes con relación a los negros y de 34 por ciento en los negros con respecto al no acolchado (Cuadro 4.11).

En lo que se refiere a rendimiento nacional, estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, pero los diferentes tratamientos acolchados son iguales entre si y distintos solo al tratamiento no acolchado, los tratamientos acolchados superan al no acolchado en alrededor de 150 por ciento mas de frutos de esta calidad (Cuadro 4.11).

Para número de frutos de pachanga, los análisis de varianza no muestran diferencias significativas entre tratamientos, observándose que todos los tratamientos tienen similar número de frutos en esta categoría (Cuadro 4.11).

En número de frutos totales, también se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, sin embargo todos los tratamientos acolchados independientemente del origen del plástico y del color son iguales entre si, pero los tratamientos FBT, FN, CT y FBN superan al tratamiento no acolchado. Los incrementos en número de frutos totales de los acolchados con respecto al suelo desnudo son de entre 34 y 52 por ciento aproximadamente (Cuadro 4.11).

En peso promedio por fruto, el análisis de varianza y la comparación de medias muestran que no existen diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las calidades (Cuadro 4.11). El peso promedio en fruto de exportación es similar entre los diferentes tratamientos, lo que significa que los frutos son mas o menos del mismo tamaño, y que el acolchado de suelos no influye en este aspecto. En fruto de calidad nacional y de pachanga, los pesos promedio de los frutos en todos los tratamientos son muy similares, independientemente de que no estén acolchados o que el acolchado sea fotodegradable, fotobiodegradable o convencional y de que sea negro o transparente. Si se saca el peso promedio de frutos totales, se puede observar una ligera tendencia de los acolchados transparentes a tener mayor peso que los frutos de los acolchados negros y a su vez el tratamiento no acolchado es el que presenta menor peso promedio de frutos totales comparados con los acolchados.

Al hacer el análisis de varianza en forma factorial, se encontró que para número de frutos de exportación y nacional, existen diferencias significativas, no así para frutos de pachanga y frutos totales (Cuadro 4.12). Para frutos de exportación, existen diferencias solo en el factor B (color del plástico), observándose que el mejor color para producir fruto de exportación es el transparente. Y para fruto nacional

existe diferencia tanto en el factor A (origen de la película) en donde la mejor es la fotobiodegradable, como en el factor B (color de la película), siendo nuevamente las películas transparentes en donde se produce más fruto de calidad nacional.

**Cuadro 4.11. Comparación de medias de número de frutos por hectárea y peso promedio de fruto, en diferentes tratamientos de acolchados y no acolchado. CELALA 1994.**

Trat.	Numero de Frutos por Hectárea				Peso Promedio por Fruto ( kg )			
	Exp.	Nac.	Pach.	Total	Exp.	Nac.	Pach.	Total
FT	3721	12602 a	20739	36994 ab	1.69	1.37	0.82	1.09
FN	2826	10288 a	26709	39721 a	1.74	1.47	0.86	1.08
FBT	4859	16420 a	20665	41943 a	1.50	1.40	0.91	1.17
FBN	2693	12130 a	22293	37122 a	1.67	1.43	0.86	1.10
CN	2441	12007 a	22456	36913 ab	1.59	1.22	0.91	1.01
CT	4831	11747 a	22650	39252 a	1.59	1.36	0.91	1.14
SA	1938	4650 b	21905	27538 b	1.65	1.35	0.84	0.95
Sig.	NS	**	NS	**	NS	NS	NS	NS
CV	21.7	14.13	14.28	10.93	8.9	7.8	15.3	10.7
Tukey		25.10		37.07				

**Cuadro 4.12. Comparación de medias para número de frutos de melón con acolchados degradables y convencionales, negros y transparentes. CELALA 1994.**

Fuente de Variación		Número de Frutos / ha			
		Exportación	Nacional	Pachanga	Total
Factor A					
	A <sub>1</sub>	3275	11451 b	23660	38389
	A <sub>2</sub>	3782	14279 a	21481	39545
	A <sub>3</sub>	3646	11882 ab	22555	38088
Factor B					
	B <sub>1</sub>	2663 b	11480 b	23780	37925
	B <sub>2</sub>	4473 a	13596 a	21352	39423
Significancia		*	*	NS	NS
C.V.		22.6	16.2	14.6	10.8
Tukey 0.05 =		A 2642; B 1769			

Generalmente, tanto para número de frutos, como para peso promedio por fruto, el que las películas sean fotodegradables, fotobiodegradables o convencionales no tiene mucha influencia, sin embargo para obtener mayor número de frutos de exportación y nacional, existe influencia si la película es negra o es transparente, obteniéndose mejores resultados con las películas transparentes que con las negras. Probablemente como ya se había mencionado antes, el mayor grado de calentamiento en el suelo con las películas transparentes provoca alteraciones en el contenido de humedad del suelo y en la disponibilidad de los nutrientes, reflejándose en la respuesta de rendimiento y calidad de la fruta. Al parecer, los indicadores de productividad como índice de área foliar, producción de materia seca, tasa de crecimiento relativo y tasa de asimilación neta no son indicadores de mayor producción de frutos y mayor calidad de los frutos en los tratamientos acolchados transparentes, ya que no existe una relación directa entre estos y la cantidad y calidad de frutos producidos, por lo que se piensa que el mayor grado de calentamiento del suelo provocado por los acolchados transparentes influye en otra forma para que esto

ocurra. Al respecto, Taber (1993) menciona que el rendimiento de melón en fecha temprana utilizando plástico transparente fue el doble que con plástico negro y cuatro veces que el rendimiento en suelo desnudo, y esto es en parte debido a las ganancias de temperatura que se obtienen con los diferentes plásticos y por otro lado Lamont y Marr (1990) mencionan que el desempeño de los plásticos fotodegradables en rendimiento de melón y sandía fue igual al de acolchados convencionales.

Por otro lado, se puede observar que todos los tratamientos tienen elevado número de frutos de pachanga en relación al número de frutos totales, aunque esta proporción es aun mayor en el tratamiento no acolchado, se habla de alrededor de un 50 a 60 por ciento de fruto de pachanga con respecto al total en los tratamientos acolchados y de un 80 por ciento en suelo desnudo, siendo esto una proporción muy alta. Esto se puede deber en parte a las características del mismo cultivar, el cual tiene una cáscara muy sensible al manchado y pudrición según se pudo observar, y esto automáticamente reduce la calidad del fruto. El que en los tratamientos acolchados el número de frutos de rezaga sea menor también puede deberse en parte al plástico que cubre el suelo, ya que Brown y Glover (1987) mencionan que el plástico actúa como una barrera de separación entre el suelo y el fruto, evitando el contacto directo con éste, obteniéndose así excelente calidad y buena presentación comercial.

## Variables de Calidad de la Fruta.

### Diámetro Polar y Ecuatorial

Los análisis de varianza en bloques al azar para diámetro ecuatorial muestran, que hay diferencia estadística significativa entre tratamientos pero solo para las evaluaciones realizadas en el tercer y sexto corte, en donde el mejor tratamientos fue el FT y el peor el no acolchado en el tercer corte y en el sexto corte los mejores fueron el FBT y FBN y el peor el CT. En el octavo corte y en la media total no hay diferencia estadística entre los tratamientos.(Cuadro 4.13)

En diámetro polar, los análisis muestran que solo hubo diferencia estadística significativa en la evaluación realizada en el corte número tres, en donde los mejores tratamientos fueron el FT y el FBT y el peor el no acolchado. Para las evaluaciones realizadas en el corte sexto, octavo y en la media total no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 4.13)

Al realizar el análisis de varianza de diámetro ecuatorial para los factores A (origen de la película) y B (color de la película), encontramos que solo hay diferencias significativas en el quinto corte para el factor B, en donde el mayor diámetro ecuatorial se presenta en las películas transparentes, y para la interacción AB en el octavo corte, siendo mejor combinación la  $A_2B_1$  (fotobiodegradable negra) que la  $A_2B_2$  (fotobiodegradable transparente) (Figura 4.9), mejor la  $A_3B_2$  (convencional transparente) que la  $A_3B_1$  (convencional negra) (Figura 4.9) y mejor la  $A_3B_2$  (convencional transparente) que la  $A_1B_2$  (fotodegradable transparente) y que la  $A_2B_2$

(fotobiodegradable transparente) (Figura 4.9). En diámetro polar, no existen diferencias significativas para ninguno de los factores en las diferentes evaluaciones realizadas (Cuadro 4.14).

**Cuadro 4.13. Comparación de medias de diámetro ecuatorial y polar en fruto de melón con diferentes tratamientos de acolchados y sin acolchado, en diferentes etapas de la cosecha. CELALA 1994.**

Trat.	Diámetro Ecuatorial ( cm )				Diámetro Polar ( cm )			
	Número de corte				Número de corte			
	3 <sup>er</sup>	6 <sup>o</sup>	8 <sup>o</sup>	Media total	3 <sup>er</sup>	6 <sup>o</sup>	8 <sup>o</sup>	Media total
FT	14.37 a	13.75 ab	12.57	13.07	16.47 a	15.45	13.57	15.35
FBT	14.00 ab	14.77 a	11.02	13.50	16.47 a	16.42	13.57	15.48
CT	13.87 ab	13.42 b	13.07	13.39	15.67 ab	15.52	14.97	15.27
FBN	13.80 ab	14.95 a	12.62	13.05	15.35 ab	16.62	14.20	15.35
CN	13.50 ab	13.85 ab	11.15	13.03	15.67 ab	16.22	13.32	15.06
FN	13.45 ab	13.82 ab	12.42	13.19	15.45 ab	15.82	14.57	15.12
SA	12.95 b	13.85 ab	12.32	12.96	14.55 b	15.35	14.10	14.72
Sig.	*	**	NS	NS	*	NS	NS	NS
C.V.	4.0	3.8	7.7	5.5	5.2	4.3	7.6	2.7
Tukey	1.295	1.2472			1.90			

En diámetro polar y ecuatorial nuevamente se observa que el comportamiento de los diferentes tratamientos acolchados en cuanto a origen de la película es el mismo, no observándose que influya si el material es degradable o convencional, pero si se puede ver una ligera tendencia de superioridad en cuanto a los diámetros si la película es transparente, con respecto a la negra, y en esto nuevamente como ya se había mencionado el mayor grado de calentamiento en el suelo puede ser la causa de dicha respuesta.

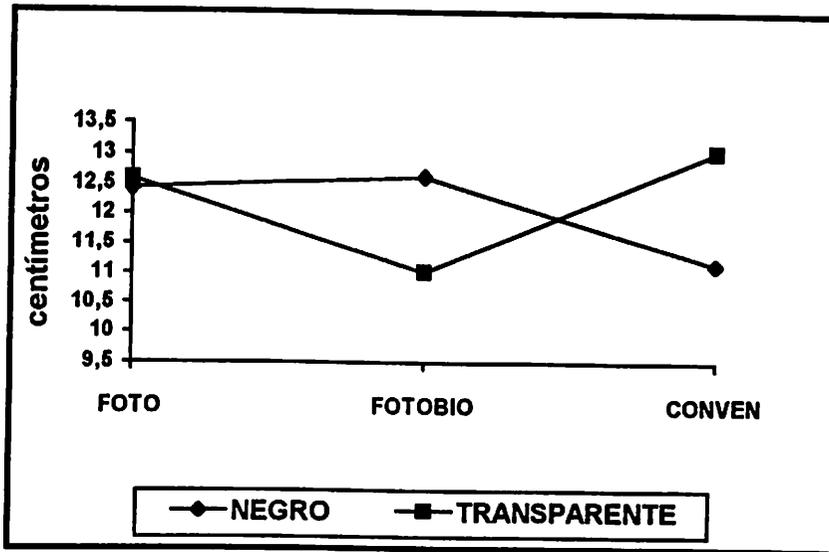


Figura 4.9. Diámetro ecuatorial del fruto de melón en el octavo corte, en función de la interacción tipo de acolchado - color: CELALA 1994.

Cuadro 4.14. Comparación de medias para diámetro ecuatorial en frutos de melón con acolchados degradables y convencionales, negros y transparentes. CELALA 1994.

Fuente de Variación	Diámetro Ecuatorial ( cm )				Diámetro Polar ( cm )			
	Número de corte				Número de corte			
	2°	5°	8°	Media total	2°	5°	8°	Media total
Factor A								
A <sub>1</sub>	13.78	13.69	12.49	13.13	16.08	15.16	14.07	15.23
A <sub>2</sub>	13.77	13.32	11.82	13.28	15.86	15.44	13.88	15.41
A <sub>3</sub>	13.38	13.62	12.11	13.21	15.28	15.00	14.15	15.17
Factor B								
B <sub>1</sub>	13.53	13.16 b	12.06	13.09	15.65	14.84	14.03	15.18
B <sub>2</sub>	13.76	13.93 a	12.22	13.32	15.83	15.56	14.04	15.36
Significancia	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	5.4	5.9	8.2	5.9	7.1	6.7	8.3	2.5
Tukey 0.05		0.699						

Al hacer la comparación entre los diferentes tratamientos acolchados y el suelo desnudo, si se observa una ligera tendencia a ser mayores los diámetros polares y ecuatoriales en los frutos de los tratamientos acolchados con respecto al no acolchado, y esto es mas notorio al inicio de la cosecha, en donde probablemente si influya en el tamaño del fruto que los índices de área foliar y la producción de materia seca sean mayores en los tratamientos acolchados que en suelo desnudo, ya que esto indica un mayor desarrollo de las plantas, teniendo por lo tanto mayor cantidad de energía para soportar las demandas del fruto. Así mismo al final de la cosecha los diámetros de los frutos disminuyen, pudiendo haber una relación entre la disminución del tamaño de los frutos con las disminuciones de las tasas de crecimiento relativo y de asimilación neta, lo cual es indicativo de la maduración y senescencia de la planta, y por consecuencia menor disponibilidad de energía para las demandas de los frutos y menor tamaño de estos.

Arellano (1993) y Martínez (1994) mencionan que con el uso de acolchados negros en el cultivo de melón, los diámetros polares y ecuatoriales fueron mayores de 1 cm a 2 cm con relación al tamaño de los frutos en suelo no acolchado, por lo que el uso de los acolchados según ellos incrementa la calidad del fruto.

### **Grados Brix**

Los análisis de varianza para las evaluaciones realizadas de esta variable en los cortes tercero, sexto y octavo muestran que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, sin embargo, para la media total si se encontró diferencia altamente significativa, en donde los tratamientos con más alto contenido

de azúcar fueron el FBN y CN y el tratamiento que menor contenido presentó fue el no acolchado, se observa que entre los diferentes tratamientos acolchados no hay diferencias significativas. Entre los tratamientos acolchados y el suelo desnudo existe diferencia en el contenido de azúcar de entre 1 a 1.5 de grados brix (Cuadro 4.15).

**Cuadro 4.15. Comparación de medias de grados brix en fruto de melón en los tratamientos evaluados, en diferentes etapas de la cosecha. CELALA 1994.**

Tratamiento	Grados Brix			
	3er corte	6° corte	8° corte	Media Total
CT	9.15	8.50	6.57	7.81 ab
FBT	9.25	9.25	5.70	7.98 ab
FT	9.40	8.00	7.42	8.20 ab
FN	8.22	7.75	8.22	8.24 ab
FBN	9.62	9.25	6.50	8.66 a
CN	9.72	9.00	7.50	8.73 a
SA	6.80	8.37	6.15	7.05 b
Significancia	NS	NS	NS	**
C.V.	15.5	15.5	19.2	6.9
Tukey 0.05				1.31

Los análisis de varianza para los factores A (origen de la película) y B (color de la película), muestran que para las evaluaciones realizada en los cortes segundo, quinto y octavo, no existen diferencias significativas para el factor A ni para el factor B en el contenido de azúcar, pero para la media total si se encuentra que hay diferencia significativa para el factor B, encontrándose que existe mayor contenido de azúcar en los acolchados negros que en los transparentes (Cuadro 4.16)

Se observa nuevamente, que igual que en las demás variables el origen de las películas no parece influir en los contenidos de azúcar en los frutos, pero si afecta en cierta medida el color de las películas, encontrándose que generalmente en los

acolchados negros los frutos tienen más grados brix que en los transparentes y más aun que en los no acolchados.

**Cuadro 4.16. Comparación de medias para grados brix en frutos de melón con acolchados degradables y convencionales, negros y transparentes. CELALA 1994.**

Fuente de Variación	Grados Brix			
	2°	5°	8°	Media Total
Factor A				
A <sub>1</sub>	8.97	9.47	7.82	8.22
A <sub>2</sub>	9.85	7.87	6.10	8.32
A <sub>3</sub>	9.35	9.12	7.03	8.27
Factor B				
B <sub>1</sub>	9.67	9.20	7.40	8.54 a
B <sub>2</sub>	9.10	8.44	6.56	8.00 b
Significancia	NS	NS	NS	*
C.V.	13.6	16.2	19.7	7.3
Tukey 0.05				0.524

También se puede observar, que aunque no existen diferencias significativas entre los tratamientos para las evaluaciones realizadas en los diferentes cortes, los frutos de los tratamientos acolchados generalmente presentan mayor cantidad de grados brix que los frutos del tratamiento en suelo desnudo, y esto es más notorio en el tercer corte, en donde las diferencias son de 1.5 hasta casi 3 grados brix de diferencia a favor de los acolchados. Los contenidos de azúcar se mantienen hasta el sexto corte en los acolchados, y en el no acolchado se incrementa substancialmente, para luego decaer alrededor de 2 grados brix los contenidos de azúcar en todos los tratamientos en los últimos cortes. En cierto modo esto nos indica que si existe un desfase en el desarrollo de las plantas en suelo acolchado con respecto a las de suelo desnudo, alcanzando éstas su maduración antes que en las plantas de suelo

desnudo, y que el mayor índice de área foliar y mayor contenido de materia seca en los tratamientos acolchados puede ser un factor importante, ya que tiene mayor capacidad para producir fotosintatos y responder a las demandas de los frutos, traduciéndose esto en mayor contenido de azúcares, y como en las plantas del suelo no acolchado el desarrollo es más lento, y tiene menor capacidad fotosintética, se ve reflejado en frutos de menor calidad. Según Tanaka y Yamaguchi (1984) se ha notado que la fotosíntesis de una hoja declina con la edad, la translocación de productos fotosintéticos de la hoja se acelera cuando ésta alcanza su máxima expansión, con la edad, la translocación se torna más lenta debido a que las hojas más jóvenes llegan a ser la fuente principal para el punto de crecimiento. Probablemente la disminución del contenido de azúcar y la menor calidad en general de los frutos en todos los tratamientos en las últimas cosechas, se deba a la senescencia de las hojas y poca o nula producción de hojas nuevas debido al estado avanzado del desarrollo del cultivo, por lo que la velocidad de fotosíntesis en la unidad de área foliar disminuye al grado de que no puede sostener la demanda de los frutos y del cultivo en general.

Estudios realizados por Arellano (1993) en el cultivo de melón con acolchado negro, encontró que hubo 1.3 más grados brix en los tratamientos acolchados que en el no acolchado, lo que concuerda con los resultados encontrados en este trabajo. En lo que no se encuentra total explicación es como influye el acolchado negro para que el contenido de azúcar del fruto sea mayor que en el acolchado transparente. Probablemente pudiera ser que como en el acolchado transparente la temperatura es más alta que en el acolchado negro, la respiración también es mayor y por lo tanto el gasto de energía también, teniendo por lo tanto menor acumulación de azúcares. Al respecto, Tanaka y Yamaguchi (1984) mencionan que en el arroz, las temperaturas

que exceden un cierto límite pueden acelerar las pérdidas respiratorias y traducirse en una disminución en el rendimiento de grano. O que en el acolchado transparente por las mismas temperaturas más elevadas, la velocidad de absorción de agua es mayor que en el acolchado negro, teniendo por lo tanto más agua disponible para acumular en los frutos, pero diluyendo los azúcares, de ahí que en los acolchados transparentes hubiera frutos de mayor tamaño pero menor contenido de azúcar. Sobre este aspecto Salisbury y Ross (1969), mencionan que de la energía almacenada como calor en el suelo, dependerá la velocidad de procesos fisiológicos importantes como absorción del agua, traslocación de nutrimentos y respiración de la planta. Tomando en cuenta los efectos que los colores de los acolchados plásticos tienen sobre los diferentes aspectos de calidad en los frutos de melón, se tendría que tomar en cuenta las preferencias del mercado al cual se tiene contemplado enviar la producción. Si las preferencias son de frutos de mayor tamaño pero con menor contenido de azúcar, entonces sería conveniente la utilización de acolchados transparentes, pero si ese sector del mercado prefiere frutos más dulces, aunque no sean tan grandes, entonces el color del plástico para acolchado debería ser de color negro.

### Grosor de pulpa

Para esta variable se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos solamente en las evaluaciones realizadas en el octavo corte, sin embargo la prueba de medias utilizada, en este caso Tukey no declara diferencias entre los tratamientos cuando en realidad existen. Se puede observar que al igual que en grados brix los frutos de los tratamientos acolchados tienden a tener mayor grosor

de pulpa que los frutos en suelo desnudo aunque no existan diferencias significativas entre los tratamientos, sobre todo al inicio de las cosechas, ocurriendo así mismo una disminución en los últimos cortes (Cuadro 4.17).

**Cuadro 4.17. Comparación de medias de grosor de pulpa en fruto de melón con diferentes tratamientos de acolchados y sin acolchado, en diferentes etapas de la cosecha. CELALA 1994.**

Tratamiento	Grosor de Pulpa ( cm )			
	3er corte	6° corte	8° corte	Media Total
CT	3.45	3.00	3.30 a	3.14
FBT	3.20	3.60	2.62 a	3.25
FT	3.35	3.37	2.77 a	3.25
FN	3.40	3.35	2.85 a	3.26
FBN	3.37	3.50	3.40 a	3.33
CN	3.37	3.12	2.67 a	3.22
SA	2.90	3.12	3.02 a	3.01
Significancia	NS	NS	*	NS
C.V.	8.0	9.4	12.3	5.0
Tukey 0.05			0.8483	

En el análisis de los factores A (origen de la película) y B (color de la película), se observa que existe diferencia significativa solo en la evaluación realizada en el quinto corte para el factor B y la interacción AB, y en el octavo corte para la interacción AB. En el quinto corte para el factor B se encuentra que los frutos de los acolchado negros tienen mayor grosor de pulpa que los de los transparentes, siendo además esta tendencia en todas las evaluaciones aun y cuando no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 4.18), y en cuanto a las interacciones, tuvieron mayor grosor de pulpa los frutos de la combinación  $A_2B_2$  (fotobiodegradable transparente) que los de la  $A_2B_1$  (fotobiodegradable negra) (Figura 4.10), y fueron mejores también los de la combinación  $A_2B_2$  (fotobiodegradable transparente), que los

de  $A_1B_2$  (fotodegradable transparente) y  $A_3B_2$  (convencional transparente) (Figura 4.10).

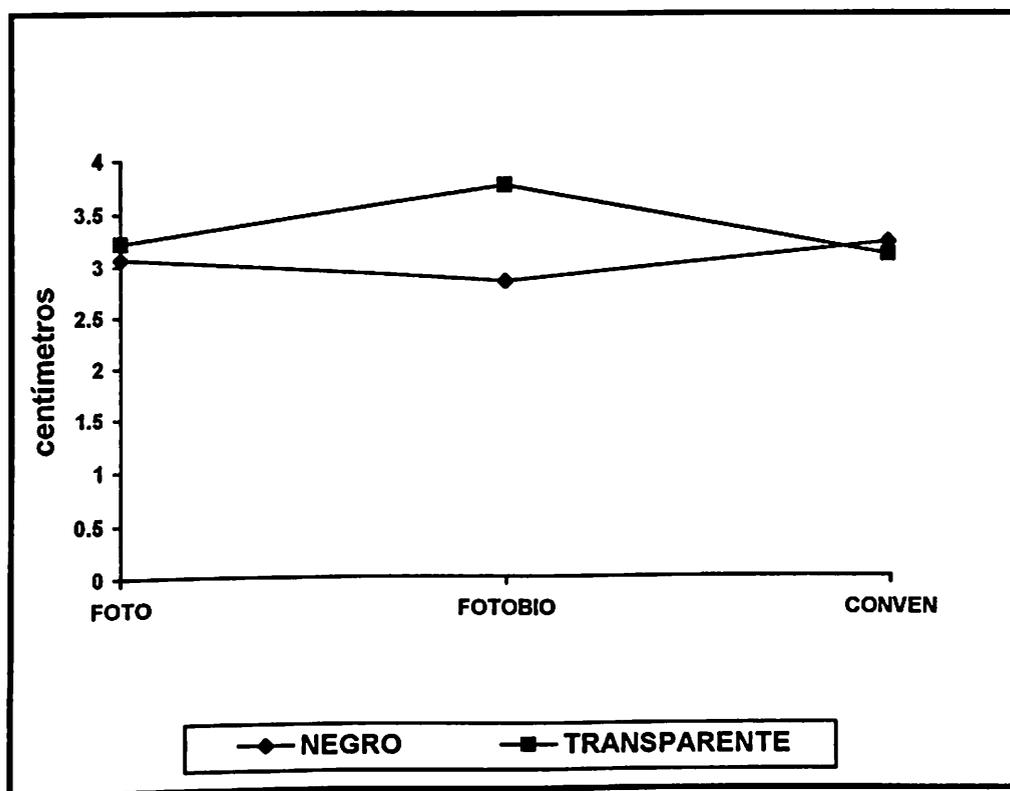


Figura 4.10. Grosor de pulpa del fruto de melón en el quinto corte, en función de la interacción tipo de acolchado - color: CELALA 1994.

Para el octavo corte, según el color de la película, la combinación  $A_2B_1$  (fotobiodegradable negra) fue mejor que la  $A_2B_2$  (fotobiodegradable transparente) (Figura 4.11), la combinación  $A_3B_2$  (convencional transparente) superó a la  $A_3B_1$  (convencional negra) (Figura 4.11). Según el origen de la película, la combinación  $A_2B_1$  (fotobiodegradable negra) fue igual a la  $A_1B_1$  (fotodegradable negra) y superó a la  $A_3B_1$  (convencional transparente) (Figura 4.11) y la combinación  $A_3B_2$  (convencional transparente) fue igual que la  $A_1B_2$  (fotodegradable transparente), pero mejor que la  $A_2B_2$  (fotobiodegradable transparente) (Figura 4.11).

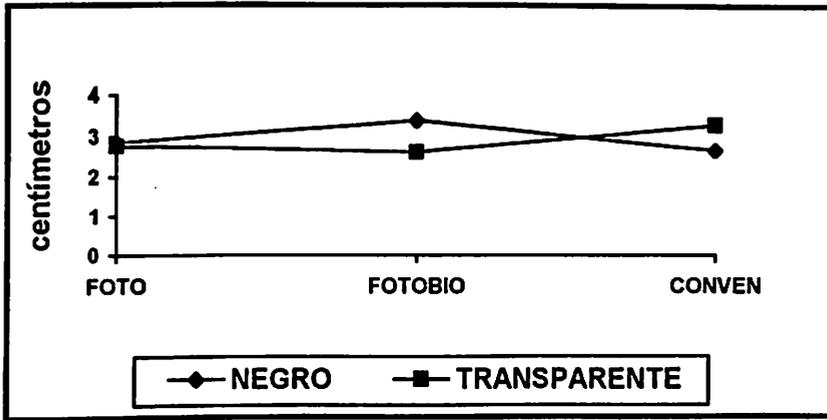


Figura 4.11. Grosor de pulpa del fruto de melón en el octavo corte, en función de la interacción tipo de acolchado - color: CELALA 1994.

Nuevamente como se ha venido observando en todas las variables, no afecta si las películas son fotodegradables, fotobiodegradables o convencionales, lo que es bueno, ya que es uno de los resultados que se esperaba y que permitirá el uso de las películas degradables con los mismos efectos de un a película convencional.

Cuadro 4.18. Comparación de medias para grosor de pulpa en frutos de melón con acolchados degradables y convencionales, negros y transparentes. CELALA 1994

Fuente de Variación	Grosor de Pulpa			
	Número de corte			
	2°	5°	8°	Media Total
Factor A				
A <sub>1</sub>	3.46	3.15	2.81	3.26
A <sub>2</sub>	3.32	3.31	3.01	3.29
A <sub>3</sub>	3.47	3.16	2.98	3.18
Factor B				
B <sub>1</sub>	3.50	3.36 a	2.97	3.27
B <sub>2</sub>	3.33	3.05 b	2.90	3.21
Significancia	NS	*	NS	NS
C.V.	13.0	10.5	12.2	5.2
Tukey 0.05		0.295		

El comportamiento en el grosor de la pulpa es exactamente igual al de grados brix, por lo que se puede pensar que son dos variables que responden a los mismos factores y son afectados de igual manera con el uso de acolchado de suelo. Cano (1990) menciona que la calidad del fruto de melón aumenta a medida que se incrementa el espesor de la pulpa, dado que esta es la parte comestible del fruto. Entonces si los acolchados independientemente del tipo de película que sea provocan un incremento en el grosor de la pulpa, automáticamente la calidad de los frutos de acolchado es mayor que la de suelo desnudo.

### Temperatura del Suelo

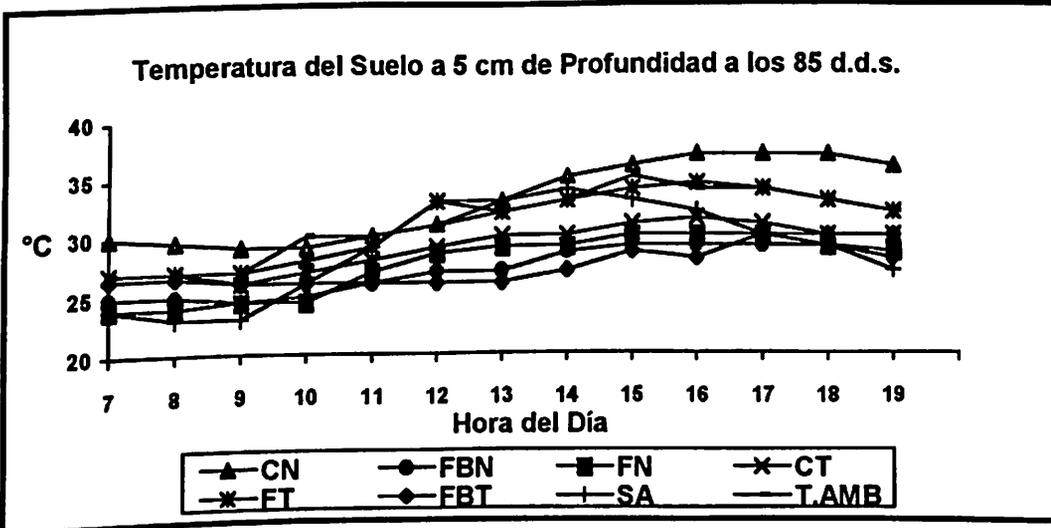
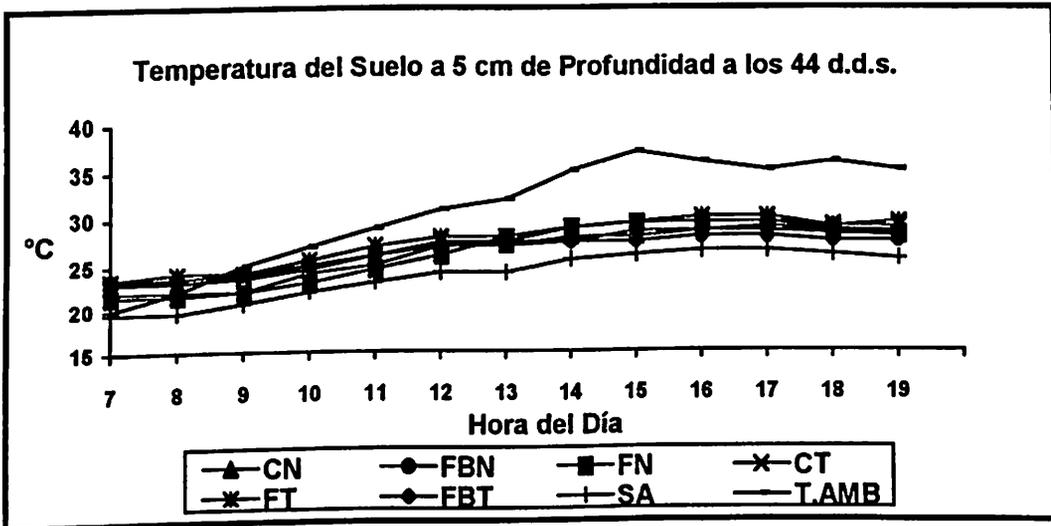
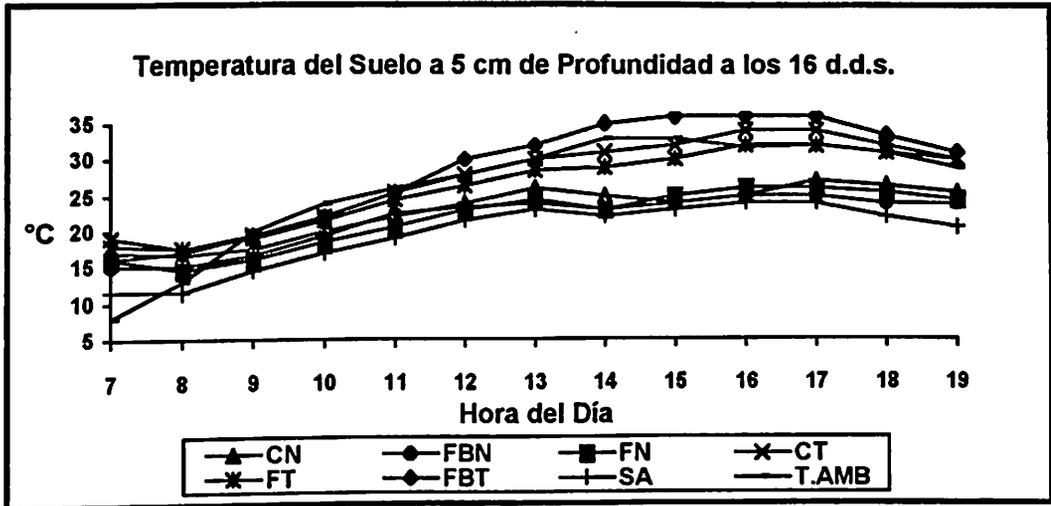
Una de las variables que permitiría evaluar el desempeño de las películas foto y fotobiodegradables es la temperatura del suelo. Como ya se mencionó en la revisión de literatura, uno de los efectos importantes de los acolchados es el incremento de la temperatura del suelo, en base a esto se esperaría que dichas películas al momento de degradarse no perdieran este efecto de calentamiento del suelo mientras el cultivo lo necesite, por tal razón se realizaron evaluaciones de la temperatura del suelo en tres ocasiones a través del ciclo de cultivo y a partir de las siete de la mañana hasta las siete de la noche y a tres profundidades del suelo. La primera fecha de evaluación fue el 8 de abril, en la cual el comportamiento de las películas transparentes superó a los tratamientos con acolchado negro con ganancias aproximadamente de 5 °C, y con respecto al no acolchado hasta con 10 °C a las tres, cuatro y cinco de la tarde para la profundidad de 5 cm, cabe mencionar que en esta profundidad es donde se reportan las mayores fluctuaciones de temperatura.

Para la profundidad de 15 cm se observa el mismo comportamiento, pero la diferencia de temperatura es menor alcanzando aproximadamente 2 a 3 °C más que las negras, y 6 °C más que el no acolchado, entre las tres y cuatro de la tarde.

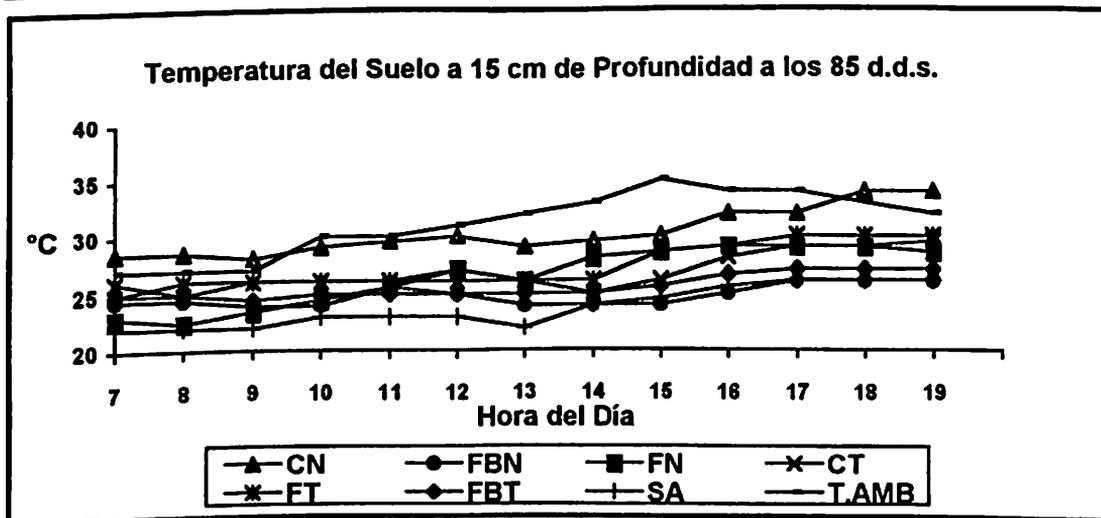
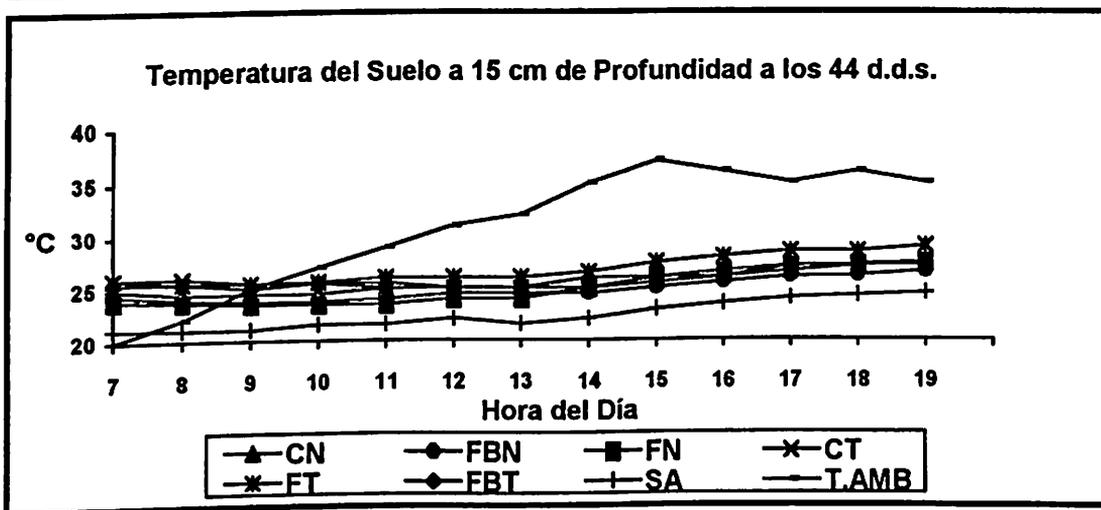
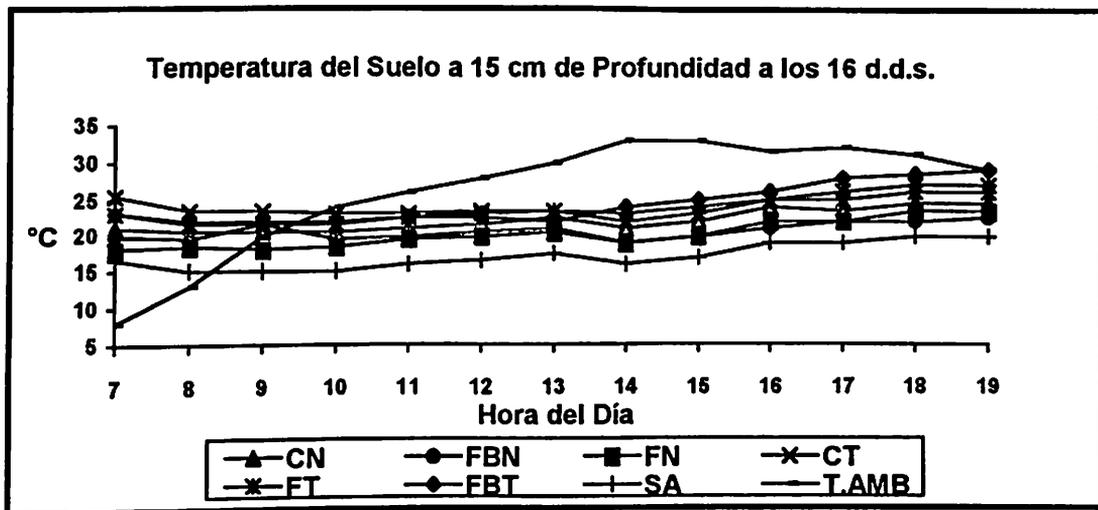
En la profundidad de 25 cm el comportamiento de los tratamientos es de menor incremento de la temperatura del suelo por efecto de las películas evaluadas, pero de todas maneras el incremento de la temperatura es mayor que en el suelo desnudo, se tiene un incremento con respecto a este de entre 2 y 5 °C, siendo las películas transparentes las que causan mayor incremento (Figuras 4.12, 4.15 y 4.18).

Para los dos muestreos siguientes realizados el 6 de Mayo y el 16 de junio, se observó un comportamiento a favor de mayor temperatura en el suelo de los acolchados con respecto al suelo desnudo, para estas evaluaciones ya se tenía el cultivo en cobertura efectiva, por lo que el efecto de color de las películas de acolchado se pierde, pero la tendencia de incrementar la temperatura del suelo se conserva, siendo más marcada en la profundidad de 5 cm y haciéndose menor para la profundidad de 15 y 25 cm. (Figuras 4.13, 4.14, 4.16, 4.17, 4.19, y 4.20).

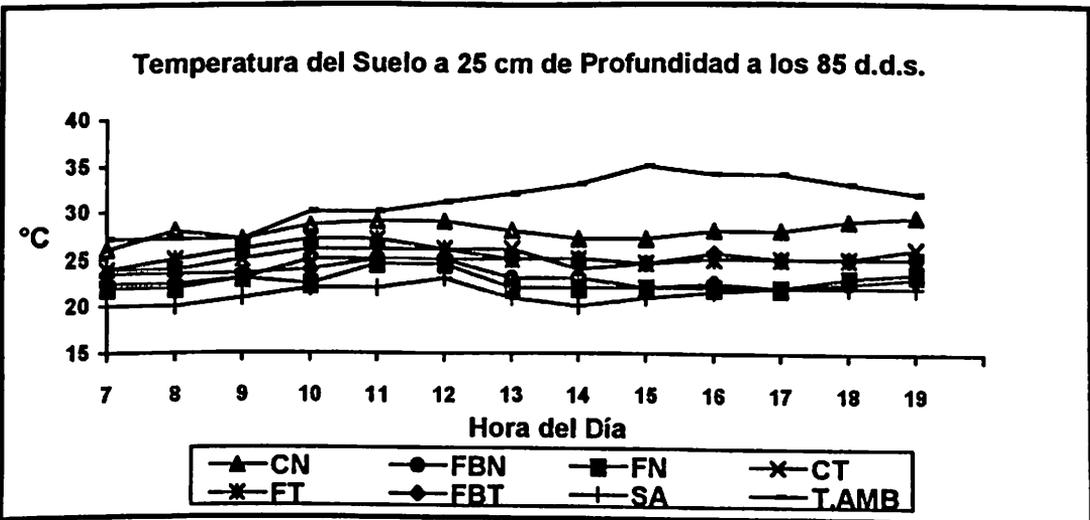
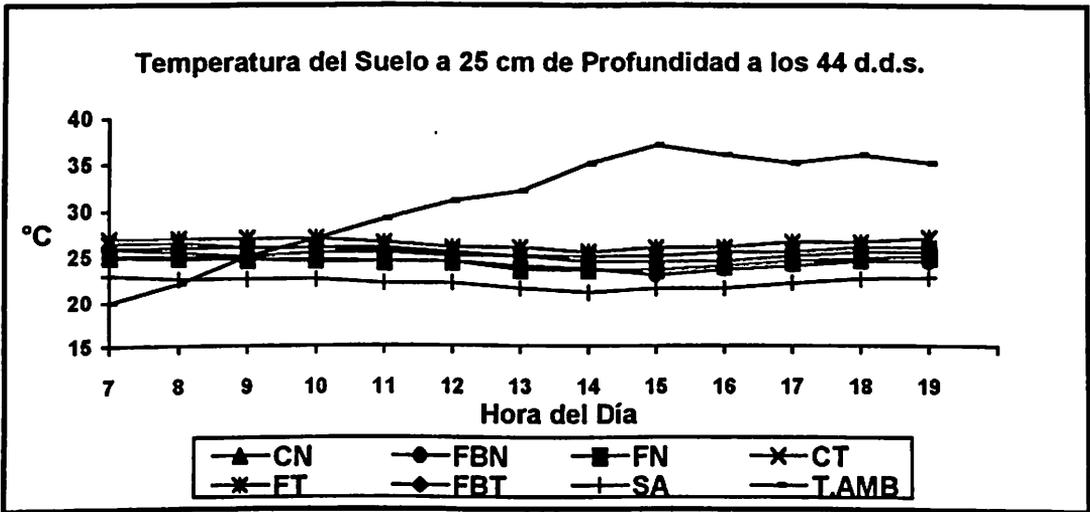
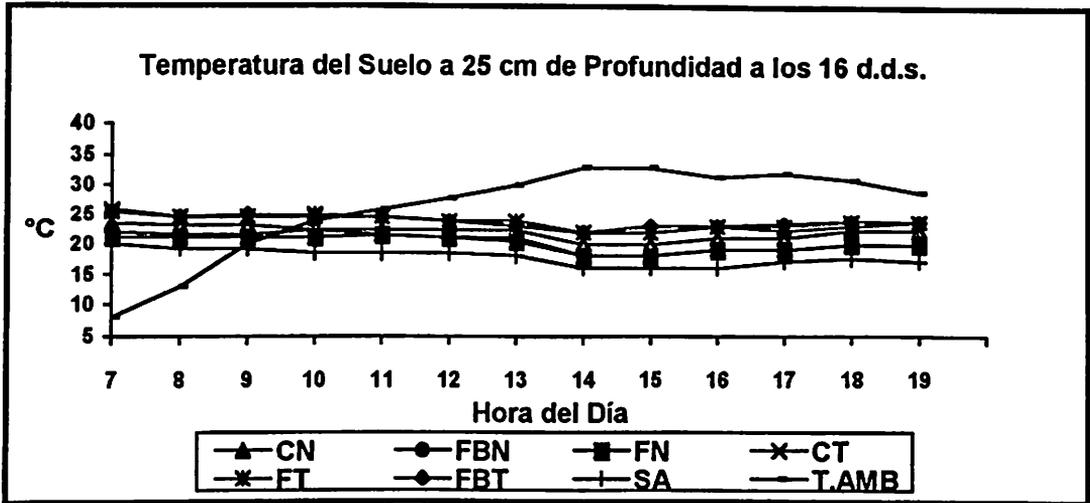
Para poder comparar mejor el incremento de la temperatura por efecto de acolchado, se graficó la temperatura promedio diaria de cada uno de los acolchados para el estrato de 0 a 25 cm de profundidad, en los tres muestreos realizados (Figura 4.21), y se puede observar que en el primer muestreo la mayor temperatura promedio la presentó el acolchado fotobiodegradable transparente, fotodegradable transparente y transparente convencional con un promedio de 24.81 °C, seguido de las películas de color negro en sus tres tipos con 21.21 °C y finalmente el testigo con 18.14 °C. Este



Figuras 4.12, 4.13, 4.14. Temperaturas del suelo a 5 cm de profundidad en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y en suelo desnudo, a los 16, 44 y 85 días después de siembra. CELALA 1994.



Figuras 4.15, 4.16, 4.17. Temperaturas del suelo a 15 cm de profundidad en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y en suelo desnudo, a los 16, 44 y 85 días después de siembra. CELALA 1994.



Figuras 4.18, 4.19, 4.20. Temperaturas del suelo a 25 cm de profundidad en el cultivo de melón con diferentes tratamientos de acolchados y en suelo desnudo, a los 16, 44 y 85 días después de siembra. CELALA 1994.

incremento en la temperatura repercutió en mayor crecimiento de las plantas, y precocidad del cultivo. Para el segundo y tercer muestreo, sigue la misma tendencia en cuanto a colores de película con respecto al testigo, pero la diferencia entre acolchados no es tan marcada, debido a que el cultivo para estas fechas ya había alcanzado la cobertura de todo el plástico, por lo que el efecto de color desapareció. Estos incrementos en la temperatura del suelo en todos los tratamientos acolchados durante todo el ciclo del cultivo se reflejan en el rendimiento y precocidad, ya que todos los acolchados presentaron mayor rendimiento que el testigo y el inicio y volúmenes de cosecha mayores se presentaron antes, ya Maiero *et al.* (1987) mencionó que la precocidad en la producción de melón se puede incrementar por medio del acolchado plástico, con beneficios en aumento de rendimiento temprano y mayor calidad en la producción. Según los resultados en este trabajo, se está suponiendo que los incrementos en la temperatura del suelo provocados por el acolchado, influyen en los incrementos de los índices de área foliar y producción de materia seca, los cuales son importantes indicadores de la productividad en los cultivos, y además modifican los estados de desarrollo del cultivo con respecto a suelo no acolchado.

### **Radiación Solar y Degradación de las películas**

Se cuantificó la cantidad de radiación que se presentó durante todo el ciclo de cultivo, con la finalidad de verificar las formulaciones desarrollada en laboratorio y poder correlacionar la caída de propiedades físico mecánicas de las películas con la cantidad de radiación recibida en el ciclo agrícola, el comportamiento e la radiación promedio diaria se presenta en la Figura 4.22 y la radiación promedio para cada una

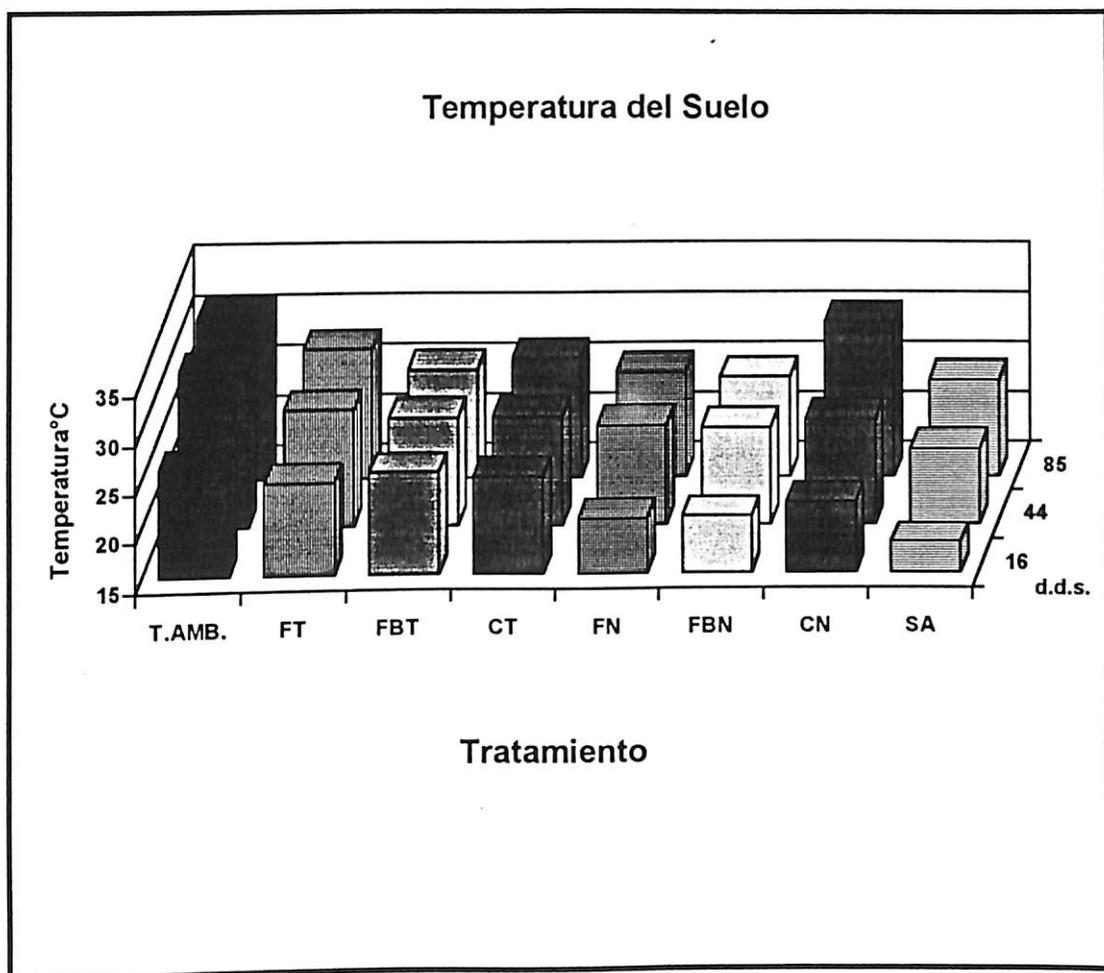


Figura 4.21.- Temperatura promedio del suelo en el estrato de 0 a 25 cm para los diferentes tratamientos con películas de acolchado y suelo desnudo. CELALA 1994.

de las horas del día se presenta en la Figura 4.23 , la cual presenta una tendencia de una curva normal, observándose en ambas gráficas, que la radiación recibida durante el ciclo agrícola es mucho más elevada ( $560 \text{ w/m}^2$ ), que la radiación promedio anual ( $300 \text{ w/m}^2$  aprox.), que es en ocasiones la que se toma en cuenta para la formulación de las películas, pudiendo esto dar información errónea a los formuladores de las películas, y por lo tanto estas no se ajustarían al tiempo de degradación preestablecido.

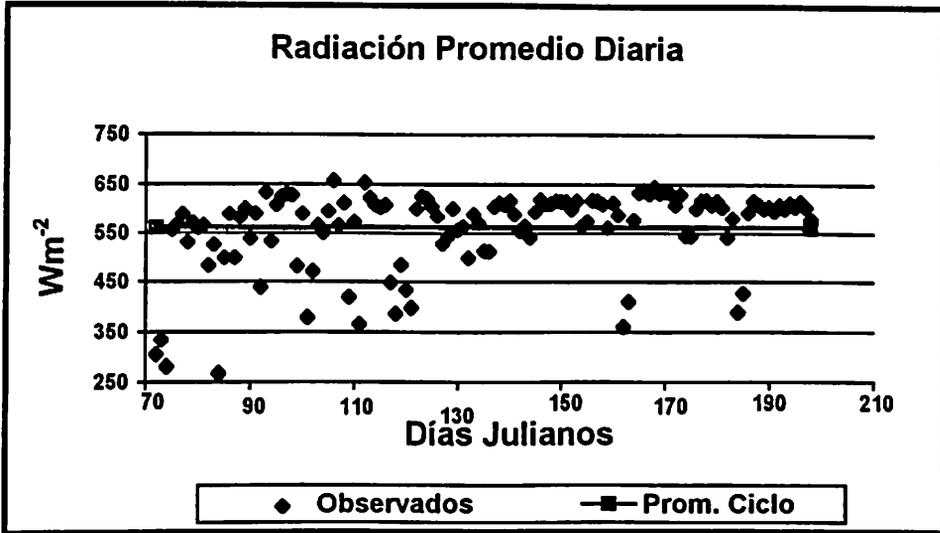


Figura 4.22.- Radiación promedio diaria recibida en la Región de la Comarca Lagunera en el ciclo agrícola Primavera-Verano de 1994. CELALA 1994

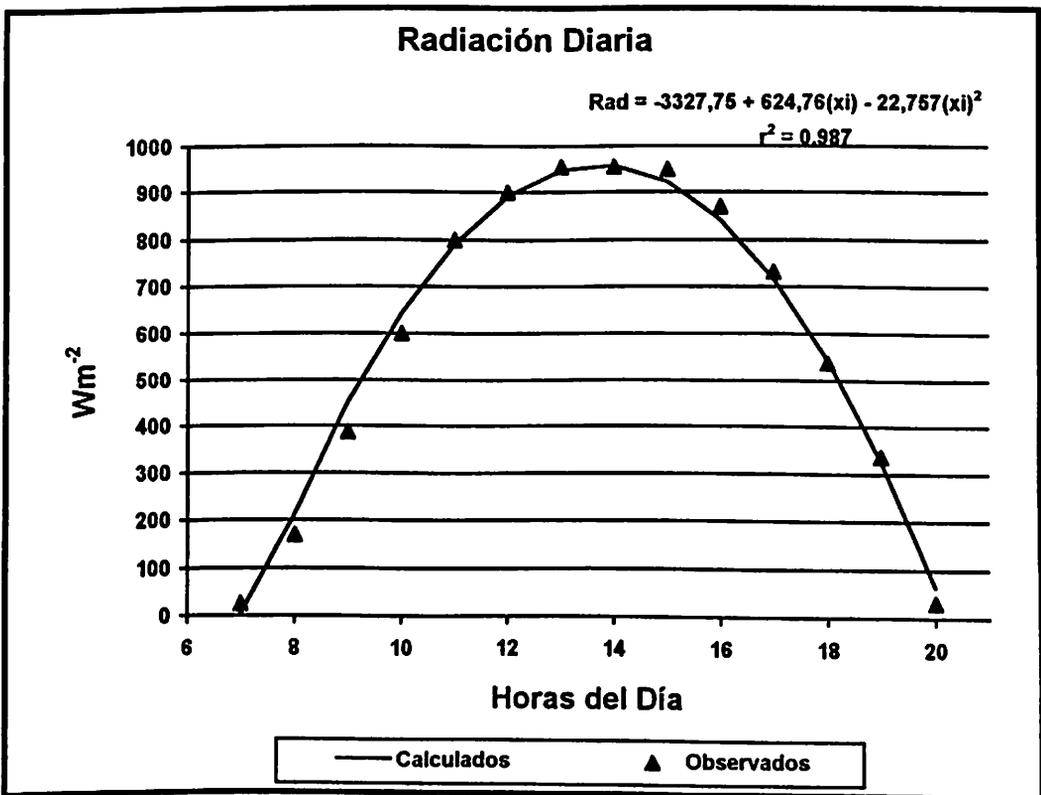
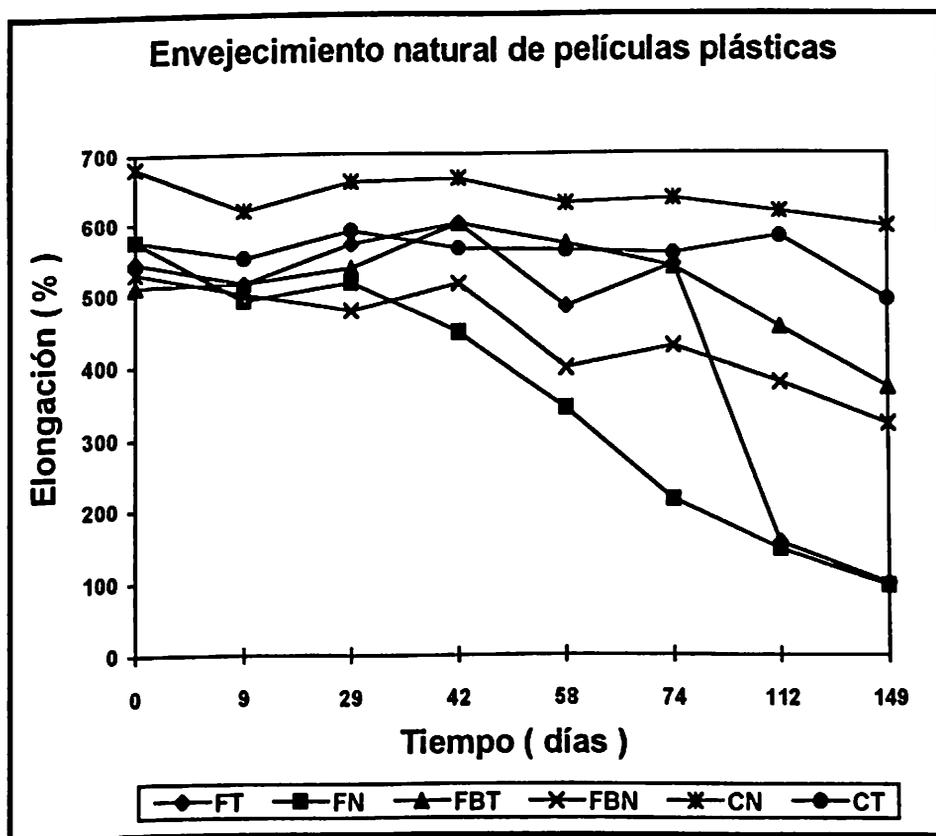


Figura 4.23.- Radiación diaria, recibida en la Región de la Comarca Lagunera en el ciclo agrícola Primavera-Verano de 1994. CELALA 1994.

Aunque la degradación de las películas no llegó al grado de rompimiento en campo al finalizar el cultivo Independientemente de que la radiación solar fue elevada, si se observa (Figura 4.24) que las películas tuvieron diferente nivel de degradación, así se puede ver que las películas fotodegradables, tanto la negra como la transparente alcanzaron una pérdida de propiedades (elongación) de mas del 80 por ciento, indicativo esto de una alta degradación. Las películas fotobiodegradables tuvieron una pérdida entre el 30 y 40 por ciento, y las convencionales de solo 12 a 14 por ciento. El comportamiento de degradación presentado por las diferentes películas era de esperarse, ya que las películas fotodegradables son más afectadas por la radiación solar que las películas fotobiodegradables y las convencionales como tienen aditivos contra la radiación solar son afectadas en menor medida, al respecto Garthe y Kowal (RCL-15 s/f) mencionan que el proceso de biodegradación generalmente toma más tiempo para completarse que la fotodegradación, sin embargo ambos procesos fotodegradación y degradación química necesitan posteriormente ser reducidos por biodegradación para poder descomponerse dentro de productos naturales sencillos.

Se esperaba que la ruptura visual en campo de las películas degradables se diera, por lo que se observa que se requiere aumentar la cantidad de aditivo promotor de la degradación en las formulaciones y lograr que las películas tengan una pérdida de propiedades mas rápida que la presentada, y así un rompimiento visual en campo en las últimas etapas del cultivo. Sin embargo, las condiciones ambientales de la región en el tiempo que se desarrolló el cultivo pudo afectar para que el rompimiento en campo no se diera, ya que al parecer estas tienen una fuerte influencia sobre el rompimiento de los materiales. Taber (1991) menciona que la velocidad de

degradación de las películas depende de la época del año, pero que la radiación solar resulta ser mejor predictor de la degradación de las películas que el tiempo de exposición, y que el sistema de cultivo también afecta la duración. Así mismo Hemphill y Clough (1990), Taber (1991) y Garthe y Kowal (C-16 s/f) han establecido que el rango de degradación de un material dado difiere con la intensidad de la radiación solar, la temperatura, lluvia y viento, latitud estación del año y sistema de cultivo, creando esto un problema para los usuarios por que el material puede degradarse más rápido o más despacio de lo deseado.



**Figura 4.24.** Degradación en campo de películas fotodegradables, fotobiodegradables y convencionales, en el cultivo de melón en Matamoros, Coah. CELALA 1994.

## **CONCLUSIONES**

**En base a los resultados obtenidos para el cultivar utilizado y para las condiciones agroclimáticas del área de estudio, se establecen las siguientes conclusiones:**

**En precocidad, el desempeño de los acolchados fotodegradables y fotobiodegradables fue igual al de los acolchados convencionales, pero en general las plantas de los acolchados fueron más precoces que las de suelo no acolchado.**

**Los acolchados de suelo promovieron mayor producción de materia seca, un mayor índice de área foliar y mayor tasas de crecimiento relativo y asimilación neta que el suelo desnudo, pero entre los acolchados fotodegradables, fotobiodegradables y convencionales el comportamiento fue similar.**

**Los acolchados de suelo modifican los coeficientes de partición de biomasa del cultivo en relación a suelo desnudo, pero entre los diferentes acolchados el comportamiento es similar.**

**Los rendimientos totales del cultivo bajo los diferentes tipos de acolchado fue muy similar, por lo que se establece que el desempeño de las películas fotodegradables, fotobiodegradables y convencionales es igual, sin embargo, éstas**

superan significativamente al cultivo en suelo no acolchado el cual tuvo rendimientos muy inferiores.

Aunque se observó que el origen de las películas: fotodegradable, fotobiodegradable y convencional no influyó sobre el rendimiento del cultivo, si tuvo influencia el color de las películas, ya que en los acolchados transparentes los rendimientos de exportación fueron significativamente mayores que en los acolchados negros.

Las temperaturas del suelo en los tratamientos acolchados se incrementaron en relación al suelo desnudo, y se atribuye en parte el mayor desarrollo del cultivo y mayores rendimientos en los acolchados a este efecto.

Las temperaturas del suelo bajo los acolchados transparentes fueron mayores que bajo los acolchados negros, y se piensa que estas ganancias de temperatura en los acolchados transparentes influyeron para obtener mayores rendimientos de exportación.

Las variables de calidad de fruto como diámetro polar y ecuatorial, grados brix y grosor de pulpa, fueron ligeramente mayores en los tratamientos acolchados que en el de suelo no acolchado, pero entre los diferentes tipos de acolchados no se observaron diferencias.

Las películas fotodegradables, perdieron sus propiedades físicas (por ciento de elongación) más rápido que las películas fotobiodegradables, y las películas convencionales mantuvieron sus propiedades más estables.

La radiación promedio diaria para los meses en que se realizó el experimento fue mucho mayor que la radiación promedio anual establecida para esa región, sin embargo las películas tanto fotodegradables como fotobiodegradables aunque presentaron degradación, no fue la suficiente como para llegar a romperse en campo en el término del ciclo del cultivo.

## RESUMEN

En el campo experimental del INIFAP de la Laguna en Matamoros, Coahuila, se llevó a cabo el presente trabajo de investigación con la finalidad de comparar el efecto de películas degradables y convencionales para acolchado de suelo sobre el desarrollo, rendimiento y calidad del cultivo de melón. Se utilizó el híbrido "Laguna" como cultivar, y los tratamientos evaluados fueron: acolchado con películas fotodegradables, fotobiodegradables y convencionales, de color negro y transparente para cada tipo de acolchado y un testigo sin acolchado.

El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con un arreglo bifactorial, en donde el origen de las películas (fotodegradable, fotobiodegradable y convencional) fue el factor A y el color de las películas (negras y transparentes) el factor B. Las variables que se evaluaron fueron: Componentes del rendimiento, calidad del fruto, desarrollo del cultivo, temperaturas del suelo, radiación incidente y degradación de las películas plásticas.

Los resultados mostraron que el tratamiento que produjo mayor rendimiento fue el fotobiodegradable transparente (49.3 ton/ha), seguido por el convencional transparente (44.9 ton/ha) y el fotodegradable negro (43.2 ton/ha) y el menor rendimiento se obtuvo en el tratamiento sin acolchado (26.3 ton/ha), por lo que se puede decir que el desempeño de las películas degradables fue igual al de las convencionales.

La calidad en la cosecha se vio afectada por el color del plástico para acolchado, pero no por el origen de éste, así en los acolchados transparentes independientemente de si eran degradables o convencionales el rendimiento de exportación fue mayor en aproximadamente 75 por ciento que en los acolchados negros y 337 por ciento que en el suelo no acolchado. El diámetro ecuatorial y polar así como grados brix y grosor de pulpa fueron ligeramente mayores en los tratamientos acolchados que en el de suelo desnudo.

La productividad del cultivo bajo los diferentes tipos de acolchado fue muy superior a la productividad del cultivo sin acolchado de suelo, así, la producción de materia seca, el índice de área foliar, la tasa de crecimiento relativo, la tasa de asimilación neta, la razón de área foliar etc., fueron casi el doble en las plantas de los acolchados que en las plantas del tratamiento sin acolchar.

Las temperaturas alcanzadas en el suelo de los tratamientos con acolchado, fueron superiores a las del suelo desnudo, sin embargo aquí los acolchados transparentes si superaron a los acolchados negros, al promover mayores incrementos de temperatura, a razón de 2 °C hasta 10 °C más que los acolchados negros a 5 cm de profundidad y a las 7:00hs y 14:00hs respectivamente, y con respecto al suelo desnudo incrementos de 7°C hasta 13°C a las mismas horas del día.

Las películas fotodegradables perdieron mas pronto sus propiedades físicas que las películas fotobiodegradables, aunque ningún de los dos tipos se llegó a desgarrar antes de que el cultivo llegara a su fin. Las películas convencionales conservaron sus propiedades físicas durante todo el ciclo del cultivo.

En general, el desempeño de las películas degradables fue similar al de las convencionales y ambas superaron ampliamente al tratamiento no acolchado. De acuerdo con lo anterior se concluye que las películas para acolchado de suelo fotodegradables y fotobiodegradables tienen el mismo efecto sobre el cultivo de melón que las películas convencionales, pero para obtener mayor calidad en la producción se recomiendan las transparentes para cultivo en fechas tempranas.

## LITERATURA CITADA

- Acosta, J.L. 1979. Plásticos Fotodegradables en Agricultura; Revista de plásticos modernos 38 (278) agosto. pp 205-208. Madrid, España
- Arellano, S. J. 1993. Efecto del Acolchado en el Desarrollo y Producción de Melón (Cucumis melo L. ) Bajo Condiciones de Riego por Goteo y Gravedad. Tesis de Maestría. UAAAN Saltillo, Coahuila, México.
- Argall, J.F., and K.A. Stewart. 1989. Technologies for the Culture of Melons in Marginal Growing Regions. 21TH National Congress of Plastics in Agriculture. University of Florida, Orlando, Florida.
- Argall, J.F., and K.A. Stewart. 1991. The Influence of Mulch/Tunnel Combinations on melon Growth and Development. 23TH National Congress of Plastics in Agriculture. pp 120. Mobile, Alabama.
- Baruch, R. and B. Abraham. 1983. Solar Heation of the Soil Effect on Weed Control and Soil-incorporated Herbicides. Weed Sience. Vol. 31 : pp 819-825. U.S.A.
- Baum, B. and R.A. White. 1988. The Photoactivated Degradation of Polyolefins. Degradation of Polyolefins. pp 45-61. DeBell & Richardson, Inc. Hazardvill Station. Enfield, Connecticut.
- Borodulina, M.Z., T.N. Zelenkova, N.I. Kondrashkina, M.S. Kurzhenkova and I.N. Kotovich. 1984. Photodegradable PE Film for Agriculture: Plasticheskie Massy, No 12. pp 37. Rusia.
- Bosignore, P.V. , P.V. Coleman, W.W. Schertz, T.S. Tsai, and S.P. Tsai. 1990. Potato Peels to Degradable Plastics. 22TH Proc. Natl. Agr. Plastic Congr. pp 230-235. Quebec, Canada.
- Bresseur, G.L. 1977. El Polietileno Fotodegradable, Procedimiento CdF Chimie. Hule Mexicano y Plásticos. No 15. pp 1-3. México.
- Bretones, C.F. 1989. IV Curso Internacional de Horticultura Intensiva en Climas Áridos. Acolchados, Túneles, Invernaderos. Tomo II. curso Internacional de cultivos en Sistema Protegido. Almería, España.
- Brown, J.E. and T.A. Glover. 1987. Economics of Muskmelon Production in Alabama Using Black plastic Mulch and Row Cover. 20TH National Congress of Plastics in Agriculture. pp 198-201. Portland, Oregon.

- Brown, J.E. and M.C. Osborn. 1989. Optimizing Planting Methods for an Intensive Muskmelon Production System. HortScience 24 ( 1 ). pp 149. U.S.A.
- Campo Agrícola Experimental de la Laguna ( CAELALA ). 1984. Guía Para la Asistencia Técnica Agrícola; área de influencia del campo agrícola experimental. Matamoros, Coahuila, México.
- Cano, R.P. 1990. Publicación Especial Número 33 Correspondiente al Día del Melonero. C.I.A.N. Región Laguna. pp 4-5.
- Contreras, M.C. 1967. Instructivo Para la Toma de Datos de melón (H-12). Departamento de Hortalizas. I.N.I.A. - S.A.G. México.
- Decoteau, D. R. 1988. Yield of Tomatoes Affected by Color of Plastic Mulch. The Agri-Plastic Report. Vol. 4, No 7 Sep. National Agricultural Plastic Association. pp 1-3. U.S.A.
- Díaz, A. G y R. H. Lira. 1988. Efecto del Arropado Plástico Sobre Parámetros Físico-Químicos del Suelo y Fisiológicos de las Plantas. "Memorias del Curso", Uso de las Películas de Plástico como Arropado del Suelo para la Producción Agrícola. PRONAPA-SARH. pp 45-69. Gómez Palacio, Dgo.
- García, A. V.M. 1979. Men and Events. México. Plasticulture. N° 41 Marzo. pp 62-67. París, Francia.
- Garnaud, J.C. 1982. Mexico, Organizer of IX th International Congress on Plastics in Agriculture. Plasticulture, N° 56, Dic. pp 2-4. París, Francia.
- Garnaud, J.C. 1983. Men and Events. Petrochemistry and Agriculture: Two Parallel Strategies. Plasticulture, N° 57, Mars. pp 26. París, Francia.
- Garnaud, J.C. 1994. The State of the Art of Plasticulture. Proc. Nat'l Agr. Plastics Congr. 25 th Silver Anniversary. pp 23-27. Kentucky.
- Garthe, J.W. and P.D. Kowal. s/f. RLC-15. Degradable Plastics. Agricultural and Biological Engineering Fact Sheet. Research Technician. PENNSTATE. College of Agricultural Science. Pennsylvania.
- Garthe, J.W. and P.D. Kowal. s/f. C-16. Managing Used Plastic Mulch Film: Degradable Versus Non-Degradable. Agricultural and Biological Engineering Fact Sheet. Research Technician. PENNSTATE. College of Agricultural Science. Pennsylvania.
- Garzón, J.A., y O. C. Pozo. 1995. Impacto de la Plasticultura en el Control de Virus en Hortalizas. Tecnologías Agrícolas con Plásticos. Simposium Internacional 1995. pp. 41-68. León, Guanajuato. México.
- Gilead, D. 1978. A Controlable Photodegradable Polyethylene Film for Agriculture. Inter. J. Polymeric Mater. Vol.6. England.
- Gilead, D. 1990. Photodegradable Films for Agriculture, Polymer Degradation and Stability 0141-4910/90/\$03.50 (c) Elsevier Science Publishers Ltd., England.

- Gregory, F.G. 1918. Physiological Conditions in Cucumber Houses. 3rd Annual Report of the Experimental Research Station. pp 19-28. Cheshunt.
- Harry, C.A. and H.R. Murry. 1991. Field Test of Biolan Degradable Film. 23TH Proc. Nat'l Agr. Plastics Congr. pp 1-10. Mobile, Alabama.
- Hemphill, D.D. and H.G. Clough. 1990. Tomato, Melon and Pepper Production on Degradable and infrared-Trasmiting Mulches in Oregon. Proc. 22TH Nat'l Agr. Plastics Congr. pp 7-12. Quebec, Canada.
- Hempill, D.D. 1993. Agricultural plastics as solid waste: what are the options for disposal. Technology & Product reports. HortTechnology Vol.3 (1). pp 70-72. U.S.A.
- Hunt, R. 1978. Plant Growth Analysis. Studies in Biology No 96. Editor Eduard Arnold. London.
- Hunt, R. 1982. Plant growth curves, the functional approach to plant growth analysis. Editor Edward Arnold. London.
- Jarvis, P. G. and M.S. Jarvis. 1964. Growth Rates of Woody Plants. *Physiologia Plantarum*, 17, pp 654-666. U.S.A.
- Kasperbauer, M. J. and G.P. Hunt. 1988. Tomatoes Prefer Red Mulch, Potatoes Like of white. The Agri-plastic Report. Vol. 3, No 7, May pp. 1-4. National Agricultural Plastic Association. U.S.A.
- Katan, J.A. , A. Grenberg and A. Grinstein. 1976. Solar Heating by Polyethylene Mulching for the Control of Diseases Caused by Soil Borne Pathogens. *Phytopatology* 66 : 683-688. U.S.A.
- Lamont, W.J., and C.W. Marr. 1990. Muskmelon, Honeydews and Watermelons on conventional and Photodegradable Plastics Mulches With Drip Irrigation., 22TH Proc. Nat'l Agr. Plastics Congr. pp 33-39. Quebec, Canada.
- Lamont, W.J., Jr. 1993. Plastic Mulches for the Production of Vegetable Crops. *Hort Technology*. 3 ( 1 ). pp 35-39. U.S.A.
- Mahrer, H. , O. Rawitz, and J. Katan. 1984. Temperature and Moisture Regimes in Soils Mulched with Transparent Polyethylene. *Soil Science Society of America*. 48: 362-367. U.S.A.
- Maroto, B.J.V. 1989. *Horticultura Herbácea Especial*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Martínez, S.J. 1985. Frecuencia de Riego en el Cultivo de Melón ( *Cucumis melo* L. ) por Trasplante con y sin Acolchado con plástico. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah.

- Martínez, F. R. 1994. Evaluación de Dos Formas de Acolchado de Suelo en el Cultivo de Melón ( *Cucumis melo* L. ) Bajo Condiciones de Riego por Goteo y Superficie. Tesis de Licenciatura. UAAAN Saltillo, Coahuila. México.
- Maiero, M. , F.D. Schales and T.J. Ng. 1987. Genotype and Plastic Mulch Effects on Earliness, Fruit, Characteristics, and Yield in Muskmelon. Hortscience 22 ( 5 ) : 945-946. U.S.A.
- Motomochi, B.B. 1995. Men and Events. Plastics in Mexican Agriculture. Plasticulture, N° 106 - 1995 / 2 pp 39-39. París, Francia.
- Pozzi, V., A.E. Silvers and L. Giuffre. 1975. Photodegradable Polyethylene. Journal of Applied Polymer Science. vol. 19. U.S.A.
- Pozo, C. O. 1993. Virosis y Transmisores. Nuevas Tecnologías Agrícolas. Memorias. 1er. Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías Agrícolas. pp 55-85. Manzanillo, Colima. México.
- Quezada, M.R., M.A.C.García V. 1994. Reporte de Actividades Enero-Diciembre. Centro de Investigación en Química Aplicada. 23 pp. Saltillo, Coahuila.
- Reyes, C. J. L., y P. Cano R. 1992. La Polinización del Melón y Otras Cucurbitáceas por la Abeja Melífera. Talleres Gráficos I.N.C.A. Rural, A.C. 51 pp. México.
- Robledo de P. F. , y L. Martín V. 1988. Aplicación de los Plásticos en la Agricultura. 2a ed . Ediciones, Mundi - Prensa, España.
- Sánchez, L. S. , C. González y A. Méndez. 1995. Reciclado de Plásticos. Diplomado en Polímeros. Centro de Investigación en Química Aplicada. 154 pp. Saltillo Coah. México.
- Salisbury, F.B. and C. Ross. 1969. Plant Physiology. Wadsworth Publishing Co. Belmont, Calif.
- Serna, A. R.M. 1996. Influencia de las Películas Fotodegradables Sobre el Cultivo de Melón ( *Cucumis melo* L. ) Bajo Condiciones de Fertirrigación. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Stein, L. , T. Longbrake , M. Braverman , M. Baker , R. Roberts , J. Parson and S. Cotner. 1990. Melons. Texas Commercial Vegetable Growers Guide. The Texas A & M University. pp 5. U.S.A.
- Taber, H.G. 1991. Photodegradable plastic film strength loss as affected by UV radiation and vegetable cropping system. ASP 23:293-298. Alabama.
- Taber, H.G. 1993. Early Muskmelon Production with Wavelength-Selective and Clear Plastic Mulches. HortTechnology. 3 ( 1 ) : 70-80. U.S.A.
- Tanaka, A., J. Yamaguchi. 1984. Producción de Materia Seca, Componentes del Rendimiento y Rendimiento del Grano en Maíz. Colegio de Postgraduados. Tercera Edición. Chapingo, Edo. de México.

- Valadez, L. A. 1994. Producción de Hortalizas. Ed. Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. Cuarta reimpresión, México.
- Watson, D.J. 1947. Comparative Physiological Studies on the Growth of Field Crops. *Annals of Botany*, 11, pp 41-76. U.S.A.
- Weiss, D. 1995. Plastic Greenhouse Covers As Ligth Filter to Control Plant Development. *Tecnologías Agrícolas con Plásticos. Simposium Internacional*, 1995. pp. 93-95. León, Guanajuato.
- Wilder, R. 1990. Degradables ; *Revista de Plásticos Modernos* Número. 408 Junio, Madrid, España.
- Zapata, M. , P. Cabrera, S. Bañón y P. Roth. 1989. *El melón*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

## **APENDICE DE CUADROS**

**Cuadro A1. Ecuaciones de predicción y coeficientes de determinación para peso seco de hojas con respecto al tiempo, en los diferentes tratamientos evaluados. CELALA 1994.**

Tratamiento	Ecuación de Predicción Dominio de la Ecuación 27 < d.d.s. > 64	Coefficiente de Determinación ( $r^2$ )
CN	$y = -62.93 + 3.085 (x)$	0.995
FBT	$y = -79.86 + 3.423 (x)$	0.999
CT	$y = -94.57 + 3.777 (x)$	0.989
FBN	$y = -83.03 + 3.410 (x)$	0.995
FN	$y = -118.32 + 4.46 (x)$	0.966
FT	$y = -70.543 + 3.03 (x)$	0.999
SA	$y = -43.08 + 1.743 (x)$	0.918

**Cuadro A2. Ecuaciones de predicción y coeficientes de determinación para peso seco de guías con respecto al tiempo, en los diferentes tratamientos evaluados. CELALA 1994**

Tratamiento	Ecuación de Predicción Dominio de la Ecuación 27 < d.d.s. > 64	Coefficiente de Determinación ( $r^2$ )
CN	$y = -41.370 + 2.076 (x)$	0.966
FBT	$y = -35.829 + 1.859 (x)$	0.965
CT	$y = -45.076 + 2.050 (x)$	0.999
FBN	$y = -59.564 + 2.490 (x)$	0.993
FN	$y = -53.150 + 2.340 (x)$	0.999
FT	$y = -36.857 + 1.813 (x)$	0.990
SA	$y = -29.022 + 1.224 (x)$	0.918

**Cuadro A3.- Ecuaciones de predicción y coeficientes de determinación para peso seco de pecíolos con respecto al tiempo, en los diferentes tratamientos evaluados.CELALA 1994.**

Tratamiento	Ecuación de Predicción Dominio de la Ecuación 27< d.d.s. > 64	Coefficiente de Determinación ( $r^2$ )
CN	$y = -6.034 + 0.589 (x)$	0.999
FBT	$y = -8.218 + 0.629 (x)$	0.972
CT	$y = -11.270 + 0.703 (x)$	0.927
FBN	$y = -10.026 + 0.672 (x)$	0.945
FN	$y = -14.765 + 0.819 (x)$	0.922
FT	$y = -5.559 + 0.546 (x)$	0.984
SA	$y = -3.027 + 0.398 (x)$	0.804

**Cuadro A4.- Ecuaciones de predicción y coeficientes de determinación para área foliar con respecto al tiempo, en los diferentes tratamientos evaluados. CELALA 1994.**

Tratamiento	Ecuación de Predicción Dominio de la Ecuación 27< d.d.d. > 64	Coefficiente de Determinación ( $r^2$ )
CN	$y = -11347.65 + 556.20 (x)$	0.955
FBT	$y = -14383.20 + 616.96 (x)$	0.999
CT	$y = -17056.67 + 681.11 (x)$	0.989
FBN	$y = -14947.00 + 615.47 (x)$	0.995
FN	$y = -21313.00 + 804.78 (x)$	0.966
FT	$y = -12719.70 + 546.51 (x)$	0.999
SA	$y = -7770.12 + 314.36 (x)$	0.918

## **APENDICE DE FIGURAS**

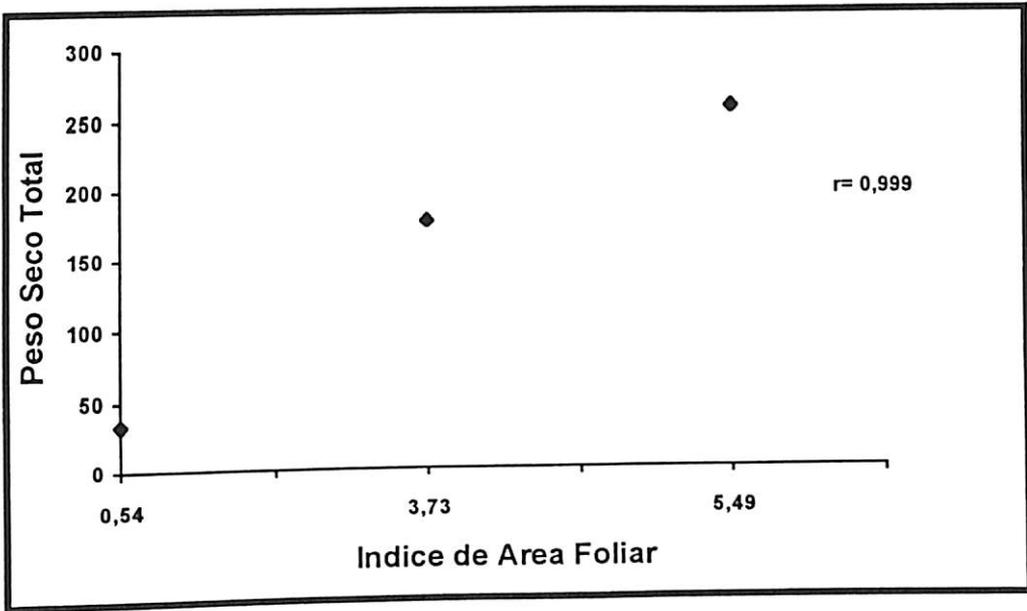


Figura A.1.- Correlación entre peso seco total de la planta e índice de área foliar en plantas de melón con acolchado de suelo. CELALA 1994.

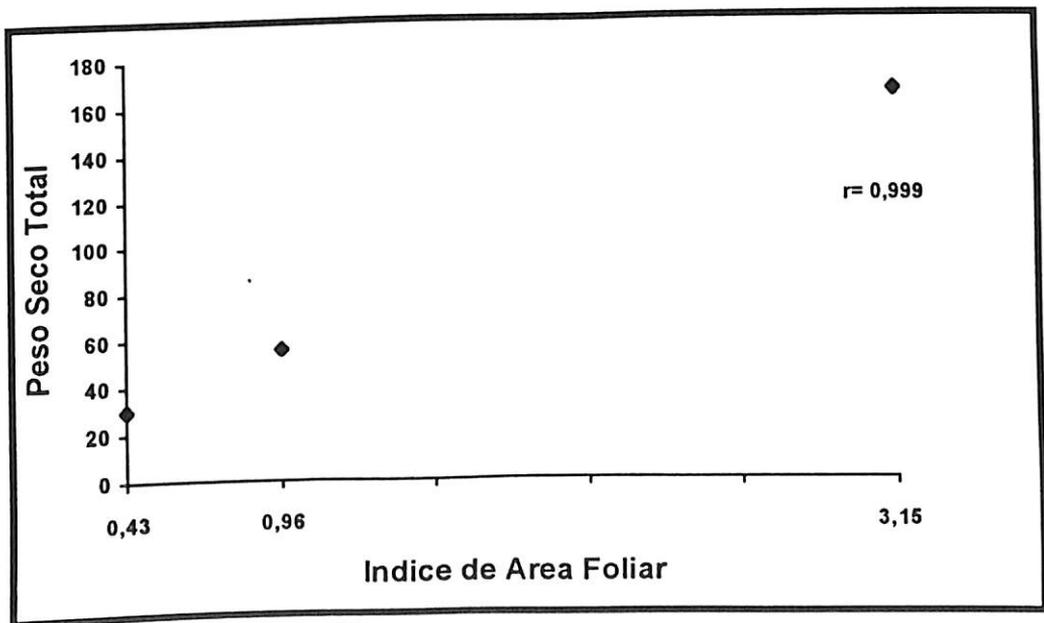


Figura A.2.- Correlación entre peso seco total de la planta e índice de área foliar en plantas de melón en suelo no acolchado. CELALA 1994.

## CROQUIS DE CAMPO

R I t 7	3	1	4	5	2	6
R II t 5	4	2	6	7	1	3
R III t 1	5	6	7	2	3	4
R IV t 5	1	7	6	2	3	4

= Tratamiento

= Fotodegradable transparente ( FT, A1B2 )

= Fotodegradable negro ( FN, A1B1 )

= Fotobiodegradable transparente ( FBT, A2B2 )

= Fotobiodegradable negro ( FBN, A2B1 )

R = Repetición

5= Convencional negro ( CN, A3B1 )

6= Convencional transparente ( CT, A3B2 )

7= Sin acolchado ( SA )

Figura A.3. Croquis del experimento de melón con películas degradables y convencionales