

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



Evaluación de Tres Niveles de Humedad en el Suelo en el Cultivo de Chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.) bajo Condiciones de Acolchado Plástico y Riego por Goteo

Por:

ALEJANDRO JOSÉ BUSTAMANTE DÁVILA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Irrigación

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Evaluación de Tres Niveles de Humedad en el Suelo en el Cultivo de Chile
Anaheim (*Capsicum annuum* L.) bajo Condiciones de Acolchado Plástico y Riego
por Goteo

PRESENTADA POR:

ALEJANDRO JOSÉ BUSTAMANTE DÁVILA

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Presidente del Jurado

M.C. Luis E. Ramírez Ramos

Asesor

Asesor

Dr. Juan P. Munguía López

Dr. Marco A. Bustamante García

Asesor

Ing. Tomás Reyna Cepeda

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

M.C. Luis E. Ramírez Ramos

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2004.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a **DIOS** por permitirme llegar hasta este punto de mi vida y haberme ayudado a sortear toda clase de obstáculos y pruebas para culminar mi carrera.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, mi **ALMA TERRA MATER**, por otorgarme el privilegio del conocimiento de la profesión más noble y humana: la agronomía.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada, por permitirme desarrollar mi trabajo de tesis.

Al Dr. Juan P. Munguía López ya que sin su ayuda, paciencia y orientación el desarrollo del presente trabajo no hubiera sido posible.

Al M. C. Luis Edmundo Ramírez Ramos por su siempre disposición y apoyo a través de mi transcurso en la especialidad de Irrigación.

Al Dr. Marco A Bustamante García por su apoyo, consejos y orientación durante el presente trabajo.

Al Ing. Tomás Reyna Cepeda por su ayuda brindada para la realización de este trabajo.

A todos los académicos que con su aportación de conocimientos, disciplina y fe en mi ayudaron a mi formación personal y que serían imposibles de mencionar.

A todos mis amigos y compañeros con los que he pasado grandes momentos de mi vida, gracias por brindarme su amistad y por el apoyo brindado en el transcurso escolar. Es imposible colocar todos sus nombres aquí, pero están escritos en mi mente para siempre.

DEDICATORIA

Con mucho amor, a mis padres:

Dr. Marco Antonio Bustamante García
Sra. Nora Nelly Davila de Bustamante

Por el apoyo y paciencia para mi y para todos mis hermanos, el cual nos han brindado constantemente hasta ahora, así como la constante lucha para hacer de nosotros mejores personas.

A mis hermanos:

Marco A.
Marcela

Daniel
Andrés

Melissa
Nora N.

Por quienes siempre he tenido el deseo de superación y a quienes quiero tanto por los lazos fraternales que nos unen, y en gratitud por todos esos momentos de alegría que hemos pasado juntos.

A mis abuelos:

Antonio
Ninfa

José (+)
Socorro

Que tantos días de alegría, amor, cariño me han regalado, además de la sabiduría y disciplina que han dejado a través de mis padres.

De manera muy especial le dedico este trabajo a mi tía la M. C. Leticia Alejandra Bustamante García (+) quien fue de gran apoyo durante mi estadía en la escuela; así como para mi desarrollo personal y espiritual.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pag.
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	4
HIPÓTESIS	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
GENERALIDADES DEL CULTIVO	5
Origen del cultivo	5
Importancia económica	5
Clasificación taxonómica	9
Morfología	9
Requerimientos climáticos y edáficos	10
ACOLCHADO DE SUELOS, EFECTOS Y BENEFICIOS	11
Efecto del acolchado sobre la humedad del suelo	12
Efecto del acolchado sobre la temperatura del suelo	13
Efecto del acolchado sobre la fertilidad	13
Efecto del acolchado de suelos en la actividad microbiana	14
Supresión de labores y control de malezas	15
Producción de cosechas tempranas	16
Incremento en el rendimiento	17
Eficiencia en el uso del agua	17
MATERIALES UTILIZADOS PARA EL ACOLCHADO DE SUELOS	18
Películas convencionales	19
Películas con características especiales	20
RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN CON ACOLCHADO PLÁSTICO	22
RIEGO POR GOTEO	24
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL RIEGO POR GOTEO	25
Ventajas	25
Desventajas y Limitaciones	26
FERTILIZACIÓN	27
FERTIRRIGACIÓN	30
RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN CON DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD	32
RESISTENCIA ESTOMÁTICA	34
MATERIALES Y MÉTODOS	36
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SITIO EXPERIMENTAL	36
CLIMA	36

SUELO	36
DISEÑO EXPERIMENTAL Y ARREGLO DE LOS TRATAMIENTOS	37
ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO	38
Producción de plántula	38
Preparación del terreno	39
Instalación del sistema de riego	39
Acolchado de camas	40
Riego de preplantación	41
Transplante	41
Fertilización	41
Manejo del cultivo	41
VARIABLES EVALUADAS	42
Índice de área foliar	42
Peso de materia seca	43
Resistencia estomática	43
Rendimiento del fruto	44
Eficiencia en el uso del agua	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR	45
PESO DE MATERIA SECA	47
Tallos	47
Área Foliar	49
Flores	51
Frutos	52
RESISTENCIA ESTOMÁTICA	54
RENDIMIENTO DEL FRUTO	59
EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA	63
CONCLUSIONES	67
RESUMEN	68
BIBLIOGRAFÍA	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Descripción	Pag.
2.1	Comportamiento de las exportaciones de hortalizas de México durante los ciclos 1992-1995 en millones de dólares.	6
2.2	Comportamiento de la producción de chile en Coahuila durante el período de 1989-1993.	7
2.3	Superficie de siembra de chile verde en México para temporada 1996-97.	8
3.1	Descripción de los tratamientos en estudio.	37
3.2	Distribución de tratamientos bajo el diseño experimental en campo.	38
4.1	Valores obtenidos de la prueba de medias DMS en las mediciones de índice de área foliar en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	46
4.2	Valores obtenidos de la prueba de medias DMS en las mediciones de peso seco de los tallos en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	48
4.3	Valores obtenidos de la prueba de medias DMS en las mediciones de peso seco de las hojas en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	50
4.4	Valores obtenidos de la prueba de medias DMS en las mediciones de peso seco de las flores en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	51
4.5	Valores obtenidos de la prueba de medias DMS en las mediciones de peso seco de los frutos en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	53
4.6	Promedios diarios de los valores de resistencia estomática a los 32 días después del trasplante en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 (CIQA 2003).	54
4.7	Comportamiento de la cosecha en cuanto a rendimiento en los diferentes cortes a lo largo del ciclo del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	59
4.8	Comparación de medias de rendimiento (ton/ha) en la cosecha de diferentes tratamientos para el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	61
4.9	Rendimientos en ton/ha y kg/surco, volumen de agua aplicada a los surcos y eficiencia en el uso del agua para diferentes tratamientos en la cosecha del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Descripción	Pag.
4.1	Comportamiento de la relación entre índice de área foliar y días después del trasplante en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	46
4.2	Acumulación de materia seca de los tallos en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	49
4.3	Acumulación de materia seca de las hojas en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	50
4.4	Acumulación de materia seca de las flores en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	52
4.5	Acumulación de materia seca de los frutos en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	53
4.6	Comportamiento de la resistencia estomática presente en hojas del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 a capacidad de campo con acolchado metalizado en relación a la radiación fotosintéticamente activa presentada a diferentes horas del día (CIQA 2003).	55
4.7	Comportamiento de la resistencia estomática presente en hojas del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 a capacidad de campo sin acolchado plástico en relación a la radiación fotosintéticamente activa presentada a diferentes horas del día (CIQA 2003).	55
4.8	Comportamiento de la resistencia estomática presente en hojas del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 a 33% AHD con acolchado metalizado en relación a la radiación fotosintéticamente activa presentada a diferentes horas del día (CIQA 2003).	56
4.9	Comportamiento de la resistencia estomática presente en hojas del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 a 33% AHD sin acolchado plástico en relación a la radiación fotosintéticamente activa presentada a diferentes horas del día (CIQA 2003).	56
4.10	Comportamiento de la resistencia estomática presente en hojas del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 a 50% AHD con acolchado metalizado en relación a la radiación fotosintéticamente activa presentada a diferentes horas del día (CIQA 2003).	57
4.11	Comportamiento de la resistencia estomática presente en hojas del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 a 50% AHD sin acolchado plástico en relación a la radiación fotosintéticamente activa presentada a diferentes horas del día (CIQA 2003).	57
4.12	Relación entre días después del transplante y rendimiento en toneladas por hectárea en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	60
4.13	Rendimiento total en toneladas por hectárea para el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	62
4.14	Rendimiento acumulado total en toneladas por hectárea en relación con los días después del transplante en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	63
4.15	Eficiencia en el uso del agua para los diferentes tratamientos en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).	65

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el chile es la tercera hortaliza de importancia en México, precedida únicamente por la papa y el tomate. Dicha importancia, se origina porque el chile ocupa el 15.3 por ciento de la superficie cosechada entre las principales hortalizas y genera el 11.7 por ciento del volumen total hortícola. En 1992 la superficie nacional sembrada de chile fue de 105,000 ha, cosechándose 95,000 presentándose esta diferencia ocasionada por problemas de virosis y bacterias. El consumo per capita del chile es de 25 kg anuales.

En México, este cultivo hortícola ocupa un lugar de suma importancia por ser parte de la dieta diaria de los mexicanos, por tanto, este producto se consume de varias maneras, en fresco, procesado, en salsas, aderezos, condimentos, en polvo, etc. En México existe una gran diversidad de chiles de diferentes tipos en cuanto a forma, sabor, color, tamaño y pungencia.

Consultando las estadísticas del comercio internacional se puede apreciar que hay productos que en una sola temporada pueden triplicar sus precios, como ha sucedido en diferentes años con el tomate, tomate verde, el chile, la calabacita y el chícharo. De los productos perecederos, solo por concepto de chile, México generó exportaciones en 1992 de 113 millones de dólares, de los cuales 64 millones correspondieron a los chiles pimientos y el resto a los distintos tipos de chiles, en 1993 exportó 134.6 millones de dólares, en 1994 exportó 142.6 millones de dólares y en 1995 exportó 175.7 millones de dólares, de los cuales 108.6 millones fueron para pimientos y 67.1 millones fueron para los diferentes tipos de chile entre los que se encuentran el jalapeño, el Anaheim, el caribe y el serrano entre otros (Randolph, 1996).

El impacto generado por los constantes cambios climatológicos a través del tiempo está impulsando cada día más el desarrollo de la agricultura protegida. La implementación de las técnicas de plasticultura, entre las que se encuentran el acolchado de suelos, la cual consiste en cubrir las camas ó surcos con películas plásticas, y la fertirrigación, responden a la necesidad de dar solución a problemas nutrimentales, así como también al manejo eficiente de los recursos naturales (agua y suelo) que permitan incrementar los rendimientos y mejorar la calidad de los productos.

Las regiones chileras se ven afectadas por diversos problemas entre los cuales uno de los más serios es la proliferación de malezas, que además de ser hospederas de plagas y enfermedades, compiten con el cultivo por agua y nutrimentos, por lo que una posible solución para su control es el acolchado de suelos, que además provoca la obtención de cosechas tempranas y mejora la calidad de la producción.

Actualmente el material plástico mas utilizado es el polietileno, y el acolchado es la técnica mas ampliamente conocida. Se menciona que la superficie de acolchados en México ha crecido tan rápidamente que es difícil establecer una estadística.

Entre los distintos tipos de películas para acolchado encontramos desde las tradicionales películas negras y transparentes hasta las películas fotoselectivas. La selección del color básicamente depende del objetivo para el cual se está usando y tiene que ver la época del año y la altura sobre el nivel del mar. Para entender las principales funciones de los colores del acolchado en el suelo y la planta tenemos que conocer el efecto de la temperatura y la cantidad de energía lumínica que puede ser captada, reflejada o transmitida a través del plástico, las cuales varían según el color y conocer su influencia en el desarrollo de las plantas. Las ventajas que ofrecen los acolchados plásticos sobre los cultivos de hortalizas son: evitar la evaporación del agua de la superficie del suelo, protección al frío,

control de malezas, se incrementa la productividad, induce precocidad en la cosecha, control de plagas y enfermedades.

Los acolchados plásticos afectan principalmente el microclima superficial del suelo, modificando la cantidad de radiación de la superficie, afectando fuertemente la temperatura superficial del suelo y, al eliminar la evaporación del agua, aumenta el contenido de humedad del suelo en la zona radicular, en consecuencia influye en el crecimiento y productividad de las plantas. El efecto positivo del acolchado en relación al régimen hídrico del suelo, está determinado tanto por la cantidad de agua disponible como por su distribución en el perfil superior del suelo, como el agua se acumula en los estratos más superficiales debido a la capilaridad que responde a la mayor temperatura existente en las capas más superficiales del suelo, el sistema radicular se desarrollará en sentido horizontal, habiendo un incremento en el número de raicillas con lo que la planta asegura una mayor absorción de agua y sales minerales, para un mejor desarrollo (Guarriente, 1983).

Investigaciones han mostrado que la tecnología, producción y calidad de ciertos cultivos pueden ser favorecidas por el efecto del acolchado. Así mismo, se ha demostrado que la calidad de la radiación reflejada de ciertos acolchados puede tener un efecto directo sobre el crecimiento de la planta.

Los acolchados pueden transmitir, absorber o reflejar parte de la radiación incidente a cierta longitud de onda; algunos pueden transmitir la radiación a una longitud de onda mientras que otras la absorben o reflejan. El color del acolchado plástico determina su comportamiento de energía radiante y su influencia sobre el microclima alrededor del cultivo. La respuesta de las plantas al acolchado está influenciado por la interacción y la calidad de la luz reflejada en su superficie y por la capacidad de cada color para incrementar la temperatura del suelo.

En forma comercial se utilizan cinco tipos básicos de acolchados de

plástico: negro, transparente, aluminio, blanco/negro y aluminio/negro. El plástico negro inhibe el crecimiento de maleza y calienta el suelo; el transparente proporciona un medio ambiente más caliente al suelo, y el blanco/negro proporciona temperaturas más frías al suelo que el negro y transparente, y una cierta cantidad de superficie reflectiva que beneficia al control de insectos vectores de enfermedades, al igual que el aluminio.

Las investigaciones con diferentes tipos de acolchados plásticos, realizadas hasta la fecha, han trabajado con un nivel de humedad único, lo cual no permite conocer la relación agua–aire que debe existir en el suelo acolchado para que los rendimientos del cultivo sean máximos, por este motivo, tratamos de encontrar cual de los niveles de humedad es el apropiado para obtener estos resultados.

Los objetivos e hipótesis planteados para el presente trabajo fueron los siguientes:

OBJETIVOS.

1. Evaluar la interacción entre tres niveles de humedad y tres películas plásticas para acolchado de suelos en el desarrollo y rendimiento del cultivo de chile Anaheim, variedad TMR – 23.
2. Determinar la interacción entre nivel de humedad y película plástica que tenga mayor efecto en el uso eficiente del agua de riego.

HIPÓTESIS.

➔ A mayor cantidad de agua aplicada y con una película metalizada se incrementará el desarrollo, rendimiento y eficiencia en el uso del agua de riego del chile Anaheim Cv. TMR 23, por lo que se piensa que habrá diferencia estadística entre tratamientos.

REVISIÓN DE LITERATURA

GENERALIDADES DEL CULTIVO

Origen del Cultivo

El origen del género *Capsicum* se ubica en América, sin embargo para ubicar el sitio exacto hay discrepancia entre los diferentes autores. Algunos, ubican su origen en América del Sur, en la región de los Andes y de la cuenca alta del Amazonas, que comprende: Perú, Bolivia, Argentina y Brasil. Por su parte, Casseres, (1981) ubica su origen en América tropical, donde ha sido cultivado desde épocas muy remotas, ya que se han encontrado restos prehistóricos en Ancón y Huasca Prieta, Perú, en donde estuvo ampliamente distribuida y se piensa que de ahí paso a México, aunque se sugiere que México también pudo haber sido un centro de origen independiente, ya que aquí se encuentra una gran diversidad de variedades (Valadez, 1996).

Importancia Económica.

La importancia económica de esta hortaliza radica en las divisas que genera, ya que México el principal país proveedor de este producto para Estados Unidos y Canadá, en los ciclos de Invierno-Primavera (durante los meses de Noviembre ó Mayo) que es cuando en esos países no hay producción de chile. Además con el ingreso de los países al Tratado del Libre Comercio, México está generando un flujo de mas de 50 millones de toneladas de hortalizas, con un crecimiento anual superior al 5 %.

Los principales estados productores de chile son: Sinaloa, Sonora, Veracruz, Chiapas y Nayarit, aunque Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán, Yucatán, Aguascalientes y San Luis Potosí también lo producen pero en menor escala. La producción de chile en México se encuentra bastante diseminada y las zonas productoras se distinguen de acuerdo al tipo de chile que producen, así por ejemplo, el chile de los tipos Ancho, Mulato y Pasilla se siembran en el Bajío, Aguascalientes, Zacatecas y Jalisco; el tipo Serrano en Nayarit, Veracruz, San Luis Potosí, Coahuila y Nuevo León; los chiles de exportación dulces (Bell) y picantes (Anaheim, Caribe, Fresno, Cayenne y Hungarian) se siembran en Sinaloa, Nayarit, Sonora y Baja California; los de tipo Mirasol en Aguascalientes, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas, mientras que el Jalapeño se siembra en los estados de Veracruz, Oaxaca y Chihuahua

Cuadro 2.1. Comportamiento de las exportaciones de hortalizas de México durante los ciclos 1992-1995 en millones de dólares.

Productos	AÑOS			
	1992	1993	1994	1995
Tomates	133.1	304.2	315.4	406.0
Cebollas	93.8	90.3	115.7	166.4
Pepinos	65.3	79.9	102.8	107.7
Pimientos	64.0	89.8	97.0	108.6
Chiles	49.0	44.8	45.6	67.1
Calabacitas	50.8	79.3	63.3	71.8
Espárragos	27.4	323	28.7	37.1
Berenjenas	11.9	11.4	-----	20.0
Ajos	11.3	11.0	10.3	20.4
Otros	23.6	27.6	25.6	44.0
Total	530.2	770.4	804.4	999.7

Fuente: Randolph (1996) Producción y Comercialización de Hortalizas

En Coahuila, la zona chilera se localiza en el centro y sur del estado (cuadro 2.2), destinándose casi la totalidad de la producción al mercado nacional, básicamente al mercado de abastos de Monterrey, N.L., de donde es distribuido principalmente al Distrito Federal

Cuadro 2.2. Comportamiento de la producción de chile en Coahuila durante el período de 1989-1993.

Año	Superficie (ha)		Rendimiento (ton/ha)	PMR \$/ton
	Sembrada	Cosechada		
1989	484	454	7.447	1,239
1990	487	426	11.692	623
1991	493	365	9.060	2,138
1992	643	579	9.948	1,453
1993	485	475	11.442	2,055

Fuente: SARH P.M.R. (Precio Medio Rural)

En México existe una gran diversidad de tipos de chile en cuanto a forma, sabor, color, tamaño y pungencia, así por ejemplo, el chile serrano ocupa el primer lugar con más de 11,000 hectáreas localizadas principalmente en Sinaloa, Veracruz, Chiapas y Tamaulipas. El pimientito o chile bell ocupa 9,000 hectáreas de producción en los estados de Sinaloa, Sonora y Baja California. El jalapeño está incrementando su superficie con las nuevas variedades de ciclo corto y gran tamaño, y se espera una producción de aproximadamente 100,000 toneladas en las 7,000 hectáreas destinadas a su cultivo. Las variedades especiales, entre las que se encuentra el chile pasilla o chilaca, Aguascalientes y Jalisco tienen una superficie de más de 1,500 hectáreas. Otras variedades especiales son el chile poblano o mulato con 1,900, el mirasol o guajillo con 1,850 y el chile habanero con aproximadamente 400 hectáreas en la península de Yucatán.

En resumen, la superficie de siembra de chiles verdes sigue aumentando con incrementos constantes en las regiones del Centro, principalmente en Guanajuato, Jalisco y Michoacán, mientras que la producción de chile seco se concentra en los estados de Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí y Guanajuato.

Cuadro 2.3. Superficie de siembra de chile verde en México para la temporada 1996-97.

Otoño-Invierno			Primavera-Verano		
Estado	Superficie	Producción	Estado	Superficie	Producción
Sinaloa	14,600	173,280	Chihuahua	13,850	207,654
Veracruz	7,345	51,415	Zacatecas	12,985	110,375
Sonora	3,392	39,008	Guanajuato	9,875	88,875
Chiapas	3,264	29,702	San Luis P.	5,750	49,450
Nayarit	2,865	33,234	Michoacán	3,985	40,647
Guanajuato	2,338	14,495	Durango	2,765	23,779
Tamaulipas	1,865	20,142	Puebla	2,448	23,256
B.C.S.	1,587	19,865	Campeche	1,654	16,878
Jalisco	1,345	12,775	Coahuila	1,158	15,054
Totales	38,601	393,916	Totales	54,386	575,968

Fuente: De Santiago (1996), Programación de la siembra de chiles verdes: Temporada 96-97.

El Chile es un cultivo de gran importancia en México y de mayor consumo popular, especialmente en estado fresco, aunque también se consume en procesado en forma de salsas, polvo y encurtidos. Además, es un cultivo socialmente importante ya que requiere de gran cantidad de mano de obra durante todo su ciclo, aproximadamente de 130 a 150 jornales/ha, según la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Sin fecha.

Clasificación Taxonómica

El chile se clasificado de la siguiente manera:

- ↳ Reino --» Vegetal
 - ↳ División --» Tracheophyta
 - ↳ Subdivisión --» Pteropsida
 - ↳ Clase --» Angiospermae
 - ↳ Subclase --» Dicotyledonae
 - ↳ Orden --» Solanaceales
 - ↳ Familia --» Solanaceae
 - ↳ Género --» Capsicum
 - ↳ Especie --» annum
- ↳ Nombre común --» Chile

Morfología

Valadez (1996) menciona que el chile es una planta anual en zonas templadas y perenne en las regiones tropicales. La altura promedio de la planta es de 60 cm pero varía según el tipo y/o especie de que se trate. El chile tiene el sistema radicular moderadamente extenso, además se menciona que el sistema de raíces llega a profundidades de 0.70 a 1.20 m y lateralmente hasta 1.20 m, encontrándose la mayoría de las raíces a una profundidad entre 5 y 40 cm.

El tallo principal es erecto, leñoso en su base y muy ramificado, siendo éstos herbáceos y de color verde oscuro. Las hojas son alternas, lanceoladas, planas, brillantes, de dimensiones variables, pecioladas, enteras y de forma ovoide alargada (Valadez, 1996).

Las flores son sencillas, de color blanco, pecioladas y aparecen en las axilas de las hojas. Las semillas son planas y en forma de disco. El fruto es una baya muy variable en tamaño, forma y grosor de la carne, interiormente es hueco con divisiones en número variable que puede ser de dos a cuatro.

Requerimientos Climático y Edáficos.

Los requerimientos climáticos favorables para el cultivo del chile son climas calurosos, en los que la temporada de crecimiento es larga y con pocos peligros de heladas, su humedad relativa óptima es entre 50 y 70 por ciento, posee cierta tolerancia a la sequía y es una planta que soporta contenidos de sal desde 2560 hasta 6400 ppm, desarrollándose mejor en suelos desde ligeros hasta pesados, prefiriendo los limo-arcilloso profundos, con buen drenaje, los suelos arcillosos no son recomendables debido a que pueden retener bastante humedad y pueden provocar asfixia en las raíces. Tolera ciertas condiciones de acidez y crece bien a pH de 6.8 a 5.5. (Valadez, 1994).

La temperatura ambiente para su desarrollo es de 18 a 26 °C durante el día, mientras que por la noche su temperatura óptima es de 15 a 18 °C, deteniendo su crecimiento a temperaturas menores de 10 °C. Altas temperaturas provocan la caída de flores y/o frutos (Valadez, 1994).

Para que la planta tenga un desarrollo óptimo, es necesario que el suelo tenga una temperatura adecuada debido a que el calor del suelo no solamente permite realizar las funciones vitales de las raíces de las plantas, sino que además permite el desarrollo de la vida microbiana que influye en la degradación de los compuestos minerales y de la materia orgánica de los suelos. Debido a esto, la solubilidad de las sales del suelo es óptima en determinadas temperaturas (Serrano, 1990).

La temperatura del suelo requerida para la germinación de las semillas de chile es de 15 °C como mínima, la máxima es de 35 °C y la óptima es de 29 °C, por otro lado, Lorenz y Maynard (1988) señalan que si las temperaturas del suelo se encuentran entre 0 y 10 °C no hay germinación, mientras que a 15°C las semillas tardan 25 días en germinar, a los 20 °C tardan 13 días, de 25 a 30 °C

tardan ocho días, en tanto que a los 35 °C la germinación empieza a los nueve días y a 40 °C o más la semilla no germina.

La temperatura promedio mensual del suelo para el mejor crecimiento del cultivo se encuentra en el rango óptimo de 21 a 29 °C, siendo la mínima de 18 °C y la máxima de 35 °C, según lo reportado por Lorenz y Maynard (1988).

En lo referente al suelo, el chile se debe sembrar en suelos sueltos, ligeros y bien abonados, no se recomienda en los suelos arcillosos, aunque estén bien abonados ya que la retención de agua propicia la aparición de enfermedades fungosas.

Valadez, (1996) reporta que el chile se desarrolla en diferentes suelos, desde los suelos ligeros (arenosos), hasta los pesados (arcillosos), prefiriendo los limo arenosos y arenosos. Además, se menciona que el chile prefiere terrenos sueltos, profundos, frescos y bien labrados, ricos en Materia Orgánica y en los cuales no haya posibles estancamientos de agua.

ACOLCHADO DE SUELOS, EFECTOS Y BENEFICIOS

El acolchado de suelos es la técnica más simple de aplicación de plásticos en la agricultura, éstos vinieron a sustituir procedimientos más antiguos como el empajado. Esta técnica es practicada desde hace muchos años por los agricultores con la finalidad de proteger a los cultivos y a los suelos de la acción de los agentes atmosféricos. Actualmente se utiliza el acolchado de suelos con películas plásticas en una gran diversidad de cultivos hortícolas, así como en cultivos ornamentales y algunos frutales.

Según la naturaleza de los materiales utilizados (residuos vegetales, productos de origen mineral como la arena, papel alquitranado y láminas de

aluminio) ofrecían además otras ventajas como la opacidad a la luz solar que impedía el desarrollo de las malas hierbas, la absorción del calor del sol por el suelo protegido y su posterior liberación durante la noche constituía un medio de defensa para la planta contra las bajas temperaturas nocturnas, influyendo de esta manera en un aumento en el rendimiento, así como precocidad en las cosechas (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Anteriormente, el poco conocimiento de la técnica del acolchado propició, en cierto grado, un crecimiento limitado de la misma, aunque en nuestro país existen notables superficies y cultivos que son susceptibles de utilizar esta técnica.

En la actualidad, las películas plásticas han desplazado a los materiales anteriores y su difusión se ha incrementado con el transcurso de los años, por lo que prácticamente es conocida universalmente y ha sido adoptada en horto, flori y fruticultura por las posibilidades que ofrece de resolver muchos problemas relativos al ambiente que en el pasado difícilmente eran atacados, tales como la hostilidad del terreno y clima.

Efecto del Acolchado sobre la Humedad del Suelo

Debido a que el plástico actúa como una barrera impermeable al vapor de agua y a los líquidos, impide de este modo la liberación del vapor de agua del suelo conservando así la humedad del mismo, evitando su compactación, además mantiene la humedad a disposición de las plantas para que sea utilizada en su metabolismo.

El efecto positivo del acolchado con relación al régimen hídrico del suelo está determinado tanto por la cantidad de agua disponible bajo la cobertura como también por su distribución en el perfil del terreno.

Como el agua se acumula en los estratos más superficiales debido a la capilaridad que responde a la mayor temperatura existente en las capas más

superficiales del suelo, el sistema radicular se desarrollará en sentido horizontal, habiendo un incremento en el número de raicillas con lo que la planta asegura una mayor absorción de agua y sales minerales (Guarriente, 1983).

Efecto del Acolchado sobre la Temperatura del Suelo

El efecto ideal del acolchado sobre la temperatura del suelo debe ser una reducción en los desequilibrios térmicos a que está sometido, esto quiere decir que debe incrementar la temperatura cuando el ambiente climático sea frío y reduciría cuando la insolación sea tan fuerte, que pueda obstaculizar la actividad vegetativa normal de la planta bajo cultivo. Obviamente no se pueden obtener todos estos efectos con un solo tipo de material plástico, por lo que es necesario escoger el tipo de película más adecuado para cada situación específica.

La modificación de la temperatura del suelo está en función del tipo de acolchado que se utilice. Durante el día, el plástico transmite al suelo los $W m^{-2}$ recibidos del sol, mientras que por la noche detiene en cierto grado, el paso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera. Para que el efecto del acolchado sobre la temperatura del suelo sea relevante se necesitan superficies acolchadas suficientemente amplias, por lo que la anchura mínima del acolchado no deber ser menor de un metro. (Robledo y Martín, 1988)

Efecto del Acolchado sobre la Fertilidad

Al influir el acolchado sobre la temperatura y humedad del suelo operan sobre la naturaleza físico-química del suelo, actuando del mismo modo sobre la flora microbiana, en las reacciones bioquímicas y químicas del terreno, promoviendo así la nitrificación y generando una mayor disponibilidad de los nutrientes en el suelo para que éstos sean aprovechados por las plantas.

Los valores óptimos de temperatura para asegurar una buena nitrificación varían según sean los terrenos (más sueltos o más compactos) entre los 25 y 45 °C, además de necesitarse una saturación hídrica del 50 al 60 por ciento, mientras

que para terrenos desnudos se necesitan contenidos hídricos del 60 al 80 por ciento. Estos límites de temperatura y humedad son fácilmente logrados por medio del acolchado, quedando el abono nítrico a disposición de la planta y cuando se le suministra el agua de riego, la percolación, que es causa de fuertes pérdidas de abonos nítricos por lavado, es reducida al mínimo (Robledo y Martín, 1988)

Con el aumento de temperatura y la humedad óptima que se consigue bajo el acolchado de suelos, se incrementa el desarrollo de los microorganismos que trabajan en beneficio de la fertilidad del suelo por lo que hay mayor cantidad disponible de fósforo asimilable en las capas superiores del suelo (Serrano, 1990), en cambio, a temperaturas frías hay una lenta liberación del nitrógeno y del fósforo de la materia orgánica del suelo o causa una baja asimilación de fósforo y potasio por las plantas (Tisdale y Nelson, 1988).

Efecto del Acolchado de Suelos en la Actividad Microbiana

La actividad de la microflora del suelo está condicionada por el estado físico, la humedad y temperatura, que son factores que pueden ser influenciados por el acolchado.

Esta actividad microbiana, principalmente durante el proceso de transformación de las sustancias orgánicas, favorece la producción de anhídrido carbónico bajo la cubierta plástica, observándose un incremento hasta de 4 veces con respecto al producido en terrenos descubiertos, asimismo durante este proceso hay liberación de nutrimentos al hacerse más disponibles para las plantas, las formas asimilables de los elementos nutritivos (Guarriento, 1983).

Supresión de Labores y Control de Malezas

Con la aplicación del acolchado se logran suprimir labores como las escardas y los aporques. Si los objetivos de estas prácticas son la eliminación de las malas hierbas presentes en el cultivo, así como remover la capa superficial del suelo además de arrimarle tierra a las plantas para contribuir a la aireación del

suelo y conservar la humedad, con la barrera que presentan los acolchados plásticos, la maleza o no se desarrolla o lo hace débilmente y al mismo tiempo al evitar la liberación del vapor del agua de riego permite conservar la humedad del suelo evitando que se formen las costras que impiden el buen desarrollo de las raíces (Ilic, 1992).

Se ha afirmado también que los herbicidas bajo acolchado son más efectivos, debido a que el incremento en la humedad del suelo provoca una mejor distribución del material activo, además de no permitir la lixiviación del herbicida (Robledo y Martín, 1988).

Actualmente, algunos autores entre los que se encuentran Benoit y Ceustermans (1992) le dan un enfoque ecológico a la utilización del acolchado ya que con ello se reduce el uso de herbicidas para la eliminación de malezas, con lo que se evita la contaminación atmosférica así como la contaminación del suelo y del agua al ser lixiviado el herbicida aplicado, esto también significa un ahorro económico en lo que respecta al costo del material químico así como el ahorro en mano de obra al suprimirse las aplicaciones de los herbicidas.

La utilización de plástico negro para acolchado de suelos proporciona un buen control de malezas alrededor de las plantas cultivadas. En ciertos casos, cuando el uso de herbicidas no es efectivo para el control de malezas, la aplicación de esta técnica proporciona una respuesta favorable a este problema.

El acolchado de suelos con polietileno (PE) negro provee cierto efecto herbicida que ayuda a eliminar casi totalmente las malezas a excepción del "coquillo". Este efecto se debe a la impermeabilidad del plástico a la luz, lo que impide que las malezas realicen su actividad fisiológica, por lo tanto, con esta práctica, se evita el uso frecuente de herbicidas que permiten el crecimiento de malezas no selectivas a estos agroquímicos.

Cuando se utilizan materiales opacos se impide el crecimiento de malezas y por lo tanto disminuye la competencia que tienen con las plantas por el agua y los nutrientes. El crecimiento y desarrollo de las malezas que se originen debajo de los plásticos dependerá considerablemente del color de los mismos, esto quiere decir de su permeabilidad a la luz.

En algunos materiales que no son totalmente opacos aparece la maleza en mayor o menor cantidad, sin embargo muchas veces no llega a desarrollarse plenamente ya que el plástico termina por sofocarla a consecuencia de las altas temperaturas y la humedad que se genera debajo del mismo.

Las películas que se pueden utilizar para este fin son las negras, aluminizadas o de colores, siempre y cuando sean totalmente opacas al paso de la radiación solar (Ibarra y Rodríguez, 1991). Por su parte Weiss (1995) menciona que las películas que reducen la luz azul y roja, pero no así la radiación rojo lejana e infra-roja son empleadas para controlar el crecimiento de malezas sin reducir la temperatura del suelo.

Producción de Cosechas Tempranas

Un suelo acolchado proporciona a la planta mejores condiciones para su desarrollo, lo que se traduce en adelanto de cosecha y por consiguiente en mayores beneficios económicos debido a que los productos salen al mercado antes de que éste se sature, logrando así un mejor precio del producto, asegurando el contacto del productor con el comprador así como la venta de sus productos en el mercado antes de que empiece la principal estación en el mercado.

Esta anticipación a cosecha puede variar, dependiendo del cultivo y de la estación de crecimiento, desde tres hasta 28 días (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Incremento en el Rendimiento

El incremento en la producción mediante el uso del acolchado de suelos oscila entre un 20 y 200 por ciento con respecto a los métodos convencionales del cultivo (Ibarra y Rodríguez, 1991)

En estos casos, el rendimiento extra provocará también costos extra en labores como son cosecha, empaque, transporte y acarreo, pero este costo adicional es pagado con el incremento de producción, por lo que el productor puede amortizar con ello los costos de inversión.

Eficiencia en el Uso del Agua

Munguia (1983) menciona que el uso del acolchado de suelos es una técnica que incrementa significativamente la eficiencia en el uso del agua por el control de la evaporación directa del suelo, y reduce la incidencia de malas hierbas favoreciendo al cultivo con mayor disponibilidad de agua y nutrientes.

Salgado (1986) observó que en el cultivo de chile pimiento morrón de los cultivares Lady Bell y David, acolchados con polietileno negro opaco obtuvieron una eficiencia en el uso del agua de 3.318 kg/m³ y 3.282 kg/m³ de agua aplicada de diferencia en relación a sus testigos respectivamente.

Narro (1985) señala que el cultivo de chícharo con el acolchado de suelos incrementa la eficiencia en el uso del agua por el cultivo hasta en 2.19 y 1.77 kg/m³, utilizando polietileno opaco y polietileno transparente respectivamente, comparado con el testigo cuya eficiencia fue de 0.75 kg/m³ de agua utilizada, así mismo, menciona que la eficiencia en el uso del agua se incremento hasta en un 42.34 por ciento al suministrar el agua en base al abatimiento de la humedad disponible comparado con la eficiencia obtenida en el calendario de riego preestablecido.

MATERIALES UTILIZADOS PARA EL ACOLCHADO DE SUELOS

Entre los más utilizados se encuentran el PE de baja densidad, el PE lineal de baja densidad y el PVC. El PE es el plástico por excelencia para usos agrícolas debido a lo favorable de su relación calidad/precio comparado con las relaciones correspondientes frente a otros plásticos más costosos. Una de sus principales características, debido a la menor densidad que posee, es que es el que pesa menos por unidad de superficie. Es un derivado de la hulla y del petróleo, por lo que una característica para reconocerlo con facilidad es que cuando se quema, arde con facilidad, dando una llama viva y desprendiendo un olor a cera. Entre las características que se buscan en todos los plásticos, se debe de observar que cumplan con los objetivos esperados como son el incremento de la temperatura, el control de malezas, etc., así como que cumplan su período de uso predeterminado por su formulación en buenas condiciones y además que sea fácil de transportar, manejar e instalar (Rodríguez e Ibarra, 1991).

En resumen, se puede concluir que la elección del polietileno por los agricultores se debe tanto a su menor precio, como a la facilidad de adquisición en el invernadero en las medidas y características deseadas, así como por su buen comportamiento térmico y su gran resistencia al desgarre (Robledo y Martín, 1988).

Otro de los materiales es el PVC que procede de derivados del petróleo como son el acetileno y etileno, es un material rígido por lo que es necesario añadirle plastificantes con el objeto de obtener láminas flexibles. Posee mayor poder de difusión que el PE así como mayor retención del calor nocturno (80 a 90 por ciento) por lo que no permite que se origine la inversión térmica.

Este tipo de material proporciona un mayor efecto de abrigo, pero su principal inconveniente, debido a su mayor densidad, es que su costo en comparación con el PE es mucho mayor, además de que fijan bastante el polvo en

su superficie, lo que impide el paso de los rayos solares y otro gran inconveniente es su poca resistencia al desgarre una vez iniciado éste. El reconocimiento del PVC plastificado es fácil, pues al quemarlo produce vapores o humos de ácido clorhídrico, que además de ser tóxico, irritan las mucosas de la nariz y garganta (Rodríguez e Ibarra, 1991).

La mayor experiencia en el empleo de este tipo de películas está basada casi en su totalidad en el desarrollo de cultivos protegidos en Japón, los agricultores de este país lo han estado utilizando por más de cuatro décadas (desde 1951) tanto para cubiertas de Invernaderos y túneles, así como para acolchados a pesar de existir otros productos para las mismas aplicaciones (Bueno, 1984).

Películas Convencionales

Las películas comúnmente utilizadas para acolchar son las negro opaco y las transparentes o incoloras. Las películas negro-opaco absorben todas las radiaciones solares, tanto luminosas como térmicas, transmitiendo solo parte de estas últimas por conducción a la capa superficial del terreno y por la noche el calor emerge del terreno acolchado con película negra más lentamente que cuando se ha recubierto con película transparente o cuando el suelo está desnudo. Debe tenerse en cuenta que en algunos casos la película negra se sobrecalienta debido a que absorbe rayos infrarrojos cortos y este excesivo calor puede quemar las partes vegetales que estén en contacto con las películas, así como también una irradiación excesiva puede dañar a las plantas jóvenes recién trasplantadas. La opacidad del plástico negro con respecto a las radiaciones visibles impide la fotosíntesis de las malezas, lo que ocasiona que éstas no se desarrollen impidiendo así una competencia con la planta por agua y nutrimentos.

Las películas transparentes, en cambio, dejan pasar todos los rayos solares de la banda visible y los rayos infrarrojos cortos son absorbidos por el terreno, el cual se calienta. El fuerte calentamiento del terreno producido durante el día, se

contrasta con un enfriamiento bastante rápido durante la noche o en períodos nublados, esta variación térmica bastante marcada puede influir negativamente sobre la producción. Cuando la radiación solar es fuerte, causa una considerable evaporación del agua del suelo, creándose una condensación en la cara inferior del plástico lo que provoca una disminución en la radiación solar reflejada. El paso de los rayos visibles permite también un desarrollo excesivo de malezas, que cuando son controladas debidamente, la película puede ser utilizada con éxito en todos los tipos de cultivo. Como la película transparente no absorbe calor más que en una mínima parte, no se corre el riesgo de quemar las partes de la planta que entren en contacto con ella (Guarriente, 1983).

Películas con Características Especiales

En los últimos años las tendencias en investigación con materiales plásticos para uso agrícola se han enfocado a la búsqueda de nuevos materiales con el fin de optimizar rendimientos y eficiencia de los cultivos. Es a través de estas investigaciones que la industria polimérica ha introducido en las formulaciones de las películas para la agricultura diferentes aditivos como pigmentos (colores), pigmentos de interferencia que causan múltiple reflexión dando un efecto de brillo, filtros solares selectivos absorbentes y selectivos fluorescentes, así como también se han reducido los espesores de las películas para acolchado con el fin de abaratar los costos de las mismas. (Daponte y Verschaeren, 1994). Otro tipo de aditivos son los de tipo degradantes que se introducen en las cadenas poliméricas y mediante diversos procesos son capaces de iniciar la degradación de las películas.

Entre este tipo de películas con características especiales se encuentran las películas de bajo espesor, las películas degradables como lo son las fotodegradables y las biodegradables, las películas de liberación controlada y las películas fotoselectivas.

Una película fotoselectiva debe proporcionar al menos los mismos

beneficios que las películas convencionales, además de reflejar ciertas longitudes de onda que promuevan distintos efectos sobre la planta según sea el tipo de material que se esté utilizando.

Las propiedades ópticas tales como la reflectancia y la transmitancia de las películas foselectivas pueden verse afectadas por diversos factores como son, la condensación del agua, la presencia de materias extrañas y también por los procesos fotooxidativos inducidos por el envejecimiento (Flores, 1996).

La reflectancia de las películas foselectivas puede no ser afectada por los cambios estructurales en el polímero, debido a que la reflexión se lleva a cabo en la superficie del material mediante múltiples reflexiones internas, de manera que la luz no penetra a través de la película, sin embargo la luz transmitida si podría sufrir cambios debido a los reacomodos en la estructura del polímero (Orona, 1994).

Entre las propiedades mecánicas que se esperan que tengan las películas foselectivas son: que tengan un calibre uniforme y exacto, las resistencias físicas apropiadas tales como la resistencia al impacto, resistencia a la tensión, porcentaje de estiramiento tanto en dirección largo como ancho y resistencia al rasgado (Orona, 1994).

Los pigmentos y aditivos tienen un papel muy importante en la elaboración de la película, ya que si no tienen la calidad exacta, una correcta y uniforme dispersión, la película no cumplirá con los fines esperados debido a que tendrá áreas sin soporte perfecto de aditivos y/o pigmentos que es donde se inician las fallas, ya sea en la durabilidad de la película o en sus efectos de transmisión de calor.

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN CON ACOLCHADO PLÁSTICO

Munguia (1983) cita, que trabajando en el cultivo de espinaca utilizando la práctica de acolchado, el numero de riegos se redujo en promedio de 1.3 en comparación con el testigo, además con el acolchado se incremento la producción en un 53% y la fecha del primer corte se adelanto 22 días respecto al testigo.

Ibarra y Rodríguez (1983) evaluaron en un periodo de dos años el comportamiento de chile Pimiento Cv. "Yolo Wonder" bajo acolchado con tres tipos de películas plásticas, polietileno transparente de 40 micras, polietileno negro de 40 micras y polietileno negro opaco de 175 micras; utilizando una densidad de población de 52,632 plantas por hectárea y la formula de fertilización 120-60-00. Respecto a inicio de floración en el primer año esta variable se adelanto 20, 14 y 15 días para polietileno transparente de 40 micras, polietileno negro de 40 micras y polietileno negro opaco de 175 micras de espesor; lo anterior en relación al testigo el cual inicio la floración a los 72 días. En días a inicio de cosecha se notaron diferencias entre tratamientos acolchados, sin embargo todos ellos produjeron 28 días antes respecto al testigo. En rendimiento total el acolchado de polietileno negro opaco de 175 micras de espesor supero a los demás tratamientos ofreciendo una producción de 42.45 ton/ha. El incremento registrado de cada uno de los tratamientos es como sigue: 95.6, 66.6 y 52.4% para acolchado de polietileno negro opaco de 175 micras, acolchado de polietileno negro de 40 micras y acolchado de polietileno transparente de 40 micras respectivamente. En el ensayo del año siguiente, el polietileno transparente de 40 micras superó a todos los tratamientos en producción total, siendo esta de 52.83 ton/ha con un incremento de 110.67% respecto al testigo.

Decoteau y Friend (1991) reportan que la producción de tomate se ve impactada al utilizar el acolchado de colores, ya que en sus investigaciones apreció una mayor producción con el acolchado color rojo, seguido del acolchado negro, después del acolchado blanco, mientras que las producciones más bajas fueron bajo el plástico plateado.

Linares (1993) reporta que al evaluar películas fotoselectivas de PVC en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) utilizó los colores: verde, rojo, amarillo y azul reportando en sus resultados que con la película blanca se obtienen los mejores resultados en los parámetros de diámetro de tallo, longitud de planta, precocidad y rendimiento total.

Lara (1993) al trabajar con películas fotoselectivas para acolchado en el cultivo de pimiento morrón reporta que en cuanto a altura de planta, se puede observar un mayor desarrollo y/o crecimiento más acelerado en la longitud de los tallos, principalmente en el acolchado de color azul, en el cual los tallos obtuvieron un promedio de 30.8 cm de longitud, seguido por el amarillo con 30.4, el acolchado verde con 29.8, el rojo y el blanco con 29.3, y el negro con 28.9 cm respectivamente, en comparación con el testigo que registró una altura de 23.8 cm.

Flores (1996) Reporta que al evaluar películas fotoselectivas de PE y películas convencionales en el cultivo de chile Anaheim con colores para las de películas de PE (blanco, amarillo, azul, verde, rojo, café y negro y de las convencionales (gris-humo, blanco-opaco y rosa) reporta el mayor rendimiento en el PEBC con 52.988 ton/ha, quedando en segundo lugar el PVC blanco-opaco con 47.813 ton/ha.

Camacho (1997) menciona que los acolchados fotoselectivos indujeron a las plantas a obtener un mayor rendimiento en la producción, y que las mejores películas fueron la blanca y la azul (procesadas en CIQA) y de las comerciales, el mejor comportamiento se reportó con los colores blanco, plata, amarillo y negro.

RIEGO POR GOTEÓ.

Rojas y Briones (1990) define al riego por goteo como la aplicación artificial

del agua al suelo en forma lenta pero frecuente y en pequeñas cantidades dirigidas directamente a la zona radicular de las plantas a donde llega a través de emisores o goteras de 2 a 10 LPH con flujo gradual y uniforme. El agua aplicada se distribuye en el perfil del suelo describiendo un patrón de humedecimiento ovoide llamado Bulbo de Mojado cuyo contorno se extiende más lateral que verticalmente en suelos arcillosos, mientras que en suelos arenosos se presenta más alargado en forma vertical que horizontal. Por otra parte dado que la aplicación es intermitente permite mantener el suelo en condiciones óptimas de humedad durante el desarrollo del cultivo.

El aporte de agua de la planta se realiza más suavemente: se evita la compactación y el encostramiento en la superficie de la tierra y se obtiene mejor ascenso capilar y aireación constante de los suelos.

Vuelvas (1995) indica que el manejo adecuado del riego tiene como objetivos el de maximizar las eficiencias y minimizar los requerimientos de mano de obra y capital. El riego por goteo puede eliminar pérdidas por escurrimiento y minimizar las pérdidas por percolación cuando se compara con el riego por surcos (superficial) y en general se asume que las pérdidas por evaporación son menores cuando el riego es localizado.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL RIEGO POR GOTEO.

Ventajas

Vuelvas (1995) menciona que los beneficios potenciales del riego por goteo son:

- ✓ Es de fácil operación y permite además el uso de suelos arenosos.
- ✓ El agua es aplicada con laminas pequeñas.
- ✓ El área de humedecimiento es pequeña lo que ayuda a reducir las pérdidas por percolación.

- ✓ Se reducen las actividades de labranza en comparación con el riego superficial y el de aspersión.
- ✓ Se reduce el uso de energía debido a la baja presión y los bajos usos de agua, lo que permite utilizar gastos pequeños.
- ✓ Se tiene una aplicación precisa de nutrimentos y reguladores de crecimiento ya que estos son aplicados en la zona de la raíz lo que les permite ser más eficientes.
- ✓ Los pesticidas pueden ser aplicados a través de las líneas de goteo para controlar enfermedades, malezas, insectos y nemátodos.
- ✓ Es posible hacer aplicaciones de agroquímicos y cosechar todo el tiempo.
- ✓ El riego por goteo es compatible con la cubierta de plástico.
- ✓ Debido a los riegos tan frecuentes las sales se encuentran en solución por lo que es posible usar agua salina que en otros sistemas de riego no es recomendable.
- ✓ Acelera la maduración, se obtienen mayores rendimientos y calidad del cultivo como resultado de una mejor nutrición de la planta y debido a que en el sistema de riego por goteo las plantas no se estresan.
- ✓ Hay generalmente un mejor control de las malezas dado que el crecimiento se reduce únicamente al área donde se tiene el humedecimiento.
- ✓ Existen oportunidades de mejorar las prácticas en el manejo del cultivo sobre todo en el arreglo topológico y en el uso de altas densidades de plantas.
- ✓ La nivelación del terreno no es un aspecto crítico como en el caso del sistema de riego por surcos.
- ✓ Es posible tener multicultivos y por lo tanto reducir las prácticas culturales, lo que conlleva a un gran ahorro de mano de obra.
- ✓ Permite utilizar suelos arenosos.

Desventajas y Limitaciones

Este método como cualquier otro presenta problemas que en algunas ocasiones es imposible su establecimiento, dentro de estas limitaciones Vuelvas (1995) y Rojas (1990) mencionan a las siguientes:

- ✗ Alto costo de inversión inicial.

- ✗ El problema de taponamiento de los emisores es uno de los más serios que se obtiene en este tipo de sistemas.
- ✗ Altos costos de mantenimiento y éste es indispensable, ya que de no realizarse puede provocar el taponamiento de los emisores y afectar los rendimientos si no se detecta el problema y se corrige a tiempo.
- ✗ Hay una acumulación de sales cerca de las plantas lo cual afecta la distribución del agua y el desarrollo de las raíces.
- ✗ El material utilizado como tuberías, goteras, etc., deben ser resistentes a altas presiones y a factores climáticos y naturales.
- ✗ Las sustancias químicas y fertilizantes que se apliquen deben ser solubles y no deben reaccionar con el material de la tubería.
- ✗ No se utiliza en cultivos sembrados al voleo. Dificulta el uso de maquinaria por sus líneas.
- ✗ Se requiere de personal capacitado para manejar el sistema.

Como se mencionó anteriormente el riego por goteo proporciona ventajas que dan al agricultor ganancias redituables, si esta técnica se combina con otras técnicas de plasticultura como el acolchado de suelos y la fertirrigación, los beneficios serán mayores, para ilustrar lo anterior, a continuación se presentan trabajos con riego por goteo en combinación con el acolchado de suelos.

Mediante el uso de acolchado de suelos, el agua aplicada en cada uno de los riegos queda a disposición de las plantas por un mayor lapso de tiempo, esto es muy importante, ya que al reducir la evaporación, el agua del suelo queda a entera disposición de las plantas para su absorción y traslocación hacia el interior de las mismas evitándose así pérdidas mayores.

Gómez (1994) menciona en su trabajo de investigación con películas fotoselectivas en el cultivo de calabacita, que al relacionar la producción con la cantidad de agua aplicada, observó que el mayor aprovechamiento se registró en la parcela de acolchado rojizo con 89.5 kg de fruto por metro cúbico de agua

aplicada que equivale a un 84 por ciento de eficiencia con respecto al testigo, que produjo 49 kg de fruto.

FERTILIZACIÓN

Rodríguez (1992) señala que los fertilizante son los elementos nutritivos que se suministran a las plantas para completar las necesidades nutrimentales de su crecimiento y desarrollo. En las soluciones del suelo, además de los fertilizantes disueltos en forma iónica, existen pequeñas cantidades de otros elementos ácidos, procedentes del estiércol y de los restos de materia orgánica en proceso de mineralización.

Los fertilizantes son los elementos nutritivos que se suministran a las plantas para completar las necesidades nutrimentales de su desarrollo y crecimiento. El propósito básico de utilizar éstos es el de suplementar las reservas de nutrimentos del suelo para asegurarse de que la nutrición no limite el crecimiento del cultivo ni su rentabilidad (Rodríguez, 1982).

Tisdale y Nelson (1988) indican que el nitrógeno tiene vital importancia para la nutrición de la planta y para ser absorbido por la mayoría de ellas (excepto las leguminosas), debe estar en forma diferente, que la del nitrógeno elemental. Las formas más comúnmente asimiladas por las plantas son los iones de nitrato (NO_3) y el amonio (NH_4). La urea (NH_2CONH_2) puede ser también absorbida por las plantas.

Las plantas son generalmente capaces de utilizar cualquiera de las dos formas iónicas del nitrógeno. En cultivos en arena o en soluciones nutritivas algunas especies de plantas logran buenos crecimientos con la forma amoniacal, mientras otras especies lo hacen mejor con el nitrato.

Un adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosos crecimientos vegetativos y un intenso color verde. Cantidades excesivas de nitrógeno pueden, bajo ciertas condiciones, prolongar el período de crecimiento y retrasar el de madurez. Para un buen crecimiento de las plantas es de vital importancia la fertilización, ya que la mayoría de los macronutrientes y en especial el nitrógeno, son fundamentales para un rápido crecimiento en la primera etapa de desarrollo, además de que es el responsable de promover el desarrollo de los tallos y hojas. La mayoría de los estudios realizados han mostrado que al utilizar el acolchado de los suelos, éste induce a las plantas a tener mayor altura.

Cuando son usados en conjunción con otros elementos nutritivos en buen programa de cultivo, los fertilizantes nitrogenados incrementan grandemente el rendimiento de las cosechas. En consecuencia los beneficios de los agricultores serán también mayores. Cuando las plantas soporten deficiencias de nitrógeno se vuelven raquílicas y amarillas. Este amarillamiento ó clorosis aparece primeramente en las hojas inferiores, las hojas superiores permanecen verdes. En caso de grave deficiencia de nitrógeno las hojas se vuelven marrones y mueren.

El fósforo, junto con el nitrógeno y el potasio, se clasifica como un elemento nutritivo mayor. Sin embargo, en la mayoría de las plantas se encuentra en menores cantidades que el nitrógeno y el potasio. El fósforo es rápidamente movilizado en las plantas y cuando se presenta una deficiencia, el elemento contenido en los tejidos más viejos es transferido a las regiones activas meristemáticas. El fósforo es un elemento esencial y constituyente en los procesos de transferencia de energía tan vitales para la vida y el crecimiento (Tisdale y Nelson, 1988).

El potasio es absorbido como ion K^+ y se encuentra en los suelos en cantidades variables, pero la fracción cambiante o en forma asimilable para las plantas del total del potasio es generalmente pequeña. El fertilizante potásico es añadido a los suelos en forma de sales solubles tales como cloruro potásico,

sulfato potásico, nitrato potásico, y sulfato potásico magnésico. Las necesidades de la planta de este elemento son más bien altas. Cuando el potasio está presente en pequeñas cantidades aparecen en la planta síntomas característicos de deficiencia que reducen grandemente el rendimiento de los cultivos, en ocasiones, fuertes reducciones de rendimiento pueden aparecer sin que aparezcan síntomas de deficiencia, fenómeno conocido como hambre oculta y no es exclusivo del elemento potasio. La deficiencia de potasio se asocia con una disminución de la resistencia de la planta a las enfermedades.

El potasio es un elemento móvil que se traslada a los tejidos meristemáticos jóvenes cuando ocurre una deficiencia. Como resultado de esto, los síntomas de deficiencia aparecen al principio en las hojas más bajas de las plantas anuales, progresando hacia la parte superior a medida que se incrementa la gravedad de la deficiencia. La fotosíntesis decrece con una insuficiencia de potasio, mientras al mismo tiempo la respiración puede incrementarse. Esto reduce seriamente la formación de carbohidratos y por consiguiente el crecimiento de la planta (Tisdale y Nelson, 1988).

Gómez (1994) reporta que al comparar la eficiencia en el uso de fertilizantes entre tratamientos con y sin acolchado encontró que el acolchado rojo tuvo la mayor eficiencia con 82% con respecto al testigo, el amarillo y el negro que presentaron un 65%, el blanco/negro mostró una eficiencia del 48%, el transparente 44% y el grabado 39% en comparación con el testigo.

FERTIRRIGACIÓN.

Consiste en dar el abono disuelto en el agua de riego, distribuyéndolo uniformemente, para que, prácticamente cada gota de agua contenga la misma cantidad de fertilizante. Mediante esta técnica se da el alimento en óptimas condiciones para que se pueda aprovechar inmediatamente y no tenga que pasar un tiempo más o menos largo en disolverse y alcanzar la profundidad de las

raíces.

El riego por goteo no debe considerarse solamente como un sistema de aportación de agua, sino como un medio de suministro de soluciones nutritivas. La fertirrigación debe ser continua y equilibrada. Conviene recordar que si bien la mayoría de las moléculas neutras y algunos iones, entran en la raíz atravesando la membrana por un transporte pasivo, motivado por un gradiente de concentración positivo, la mayoría de los iones lo hacen selectivamente aún con gradientes de concentración negativos.

La planta toma de la solución del suelo cada elemento en las cantidades que lo necesita, sin que uno sustituya a otro porque se halle en mayor concentración. Según esto, parece que sería suficiente que los elementos necesarios estuviesen presentes en la solución, a un nivel mínimo, sin necesidades de guardar un cierto equilibrio químico, de forma que si la concentración de un elemento aumenta, desplaza e insolubiliza a los elementos antagónicos, pudiendo quedar algunos por debajo de las disponibilidades mínimas necesarias.

La incorporación de los abonos disueltos en el agua no es característica exclusiva del riego localizado, pues es frecuente en riego por aspersión e incluso, en otros métodos convencionales al aplicar nitrógeno. El problema fundamental de la fertirrigación, desde el punto de vista de manejo, reside en evitar que la incorporación de abonos, a través de la red de goteo, provoque obstrucciones en los conductos de riego, incidiendo en la uniformidad de los emisores, o pueda dañar los elementos metálicos de la red.

Los fertilizantes a emplear deben ser muy solubles, compatibles en caso de mezclas (que no reaccionen entre sí, provocando precipitados), compatibles con el agua de riego y que no corroan los materiales de la red de riego (por pH muy alto o bajo); en una red de riego se debe evitar, si es posible, los metales en aquellos

elementos en contacto con el agua, utilizando materiales plásticos resistentes a la corrosión.

El nitrógeno es el nutriente que menos problema de incorporación plantea en forma de urea o nitrato. Su movilidad es muy alta, mientras que en forma amoniacal es mejor retenido en suelo. El fósforo incorporado en el agua, como fosfato biamónico o monoamónico puede plantear problemas si el agua contiene calcio, ya que se formará un precipitado (fosfato tricálcico) que obstruirá los conductos quedando el fósforo no utilizable para el cultivo, por lo que es necesario hacer una corrección mediante la incorporación de ácido.

El potasio en general tiene buena solubilidad y no debe plantear problema de incorporación. En todo caso, en el manejo de fertirrigación es conveniente constatar los problemas de solubilidad y precipitación de los abonos a usar antes de su empleo.

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN CON DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD

Rubalcaba (1987) menciona que los mejores rendimientos en ajo se obtuvieron con niveles bajos de humedad aprovechable durante el período de formación del bulbo combinado con niveles altos de humedad aprovechable durante el crecimiento y desarrollo de los bulbos; se reporta que los dos mejores fueron: 40-70 y 20-70 % de humedad aprovechable con rendimientos de 8.944 y 8.693 ton/ha respectivamente. En cuanto al índice de eficiencia en el uso del agua, el mejor tratamiento fue el 20-70% de humedad aprovechable con una eficiencia en el uso del agua de 1.167 kg/cm³/ha.

Martínez (1994) al trabajar con acolchado y diferentes niveles de humedad en el cultivo de maíz reporta que en cuanto a altura de planta, se observó que en los tratamientos sin acolchar no existe diferencia estadística con 186.4 cm, y con

los tratamientos acolchado-60% AHA y acolchado-80% AHA, se presenta un incremento de 26.7 y 19.7 por ciento respectivamente. En cuanto a índice de área foliar se observa igualdad estadística entre los tratamientos acolchado-80% AHA y testigo-60% AHA con un valor de 9.3 que comparado con el tratamiento acolchado-60% AHA se observa un incremento del 37 por ciento el cual así mismo presenta un incremento del 71.8 por ciento en comparación al testigo-80% AHA. El diámetro de tallos y la longitud de mazorcas fueron estadísticamente igual al utilizar los tratamientos acolchado-80% AHA, testigo-60% AHA y testigo-80% AHA con 3 cm y 16.9 cm respectivamente y comparados se tiene un incremento del 17.6 por ciento para diámetro de tallos y de 42.1 por ciento para longitud de mazorca al aplicar al tratamiento acolchado-60% AHA. El diámetro de mazorcas se incrementó por efecto del acolchado mostrando igualdad estadística entre tratamientos acolchado-80% AHA y testigo-60% AHA con 6 cm y se tiene un incremento de 15.2 por ciento al aplicar el tratamiento acolchado-60% AHA y una reducción de 16.2 por ciento al aplicar el tratamiento testigo-80% AHA. En producción de maíz, los tratamientos sin acolchar son similares estadísticamente con 3 ton/ha y comparadas se tiene un incremento del 164 por ciento al aplicar el tratamiento acolchado-60% AHA y un 79.5 por ciento al aplicar el tratamiento acolchado-80% AHA. Entre tratamientos acolchados se observa un incremento del 57.2 por ciento al utilizar el factor 60% AHA comparado con el factor 80% AHA que tuvo una producción de 5.6 ton/ha.

González (1991) al trabajar con tres regímenes de humedad en tres sistemas de cultivo en tomate reporta que el mayor rendimiento y calidad de exportación se obtuvo regando al 80% de AHA durante la fase de floración-fructificación del cultivo, observándose que si se riega por arriba o por debajo de dicho nivel, se reduce la calidad y rendimiento. En los sistemas de cultivo de acolchado y estacado se aumentó dicha calidad respecto al sistema tradicional de piso, aunque en lo económico, el estacado no se justificó ya que el beneficio obtenido se redujo en un 15 por ciento, mientras que en el acolchado el beneficio fue 5.8% mayor respecto al sistema de piso.

Cano (1985) cita que en su trabajo de evaluación de tensiones de humedad en dos etapas fenológicas en el cultivo de tomate el rendimiento más alto se presentó en el tratamiento que estuvo sometido a la tensión menor de 0.6 Atm durante todo el desarrollo del cultivo en comparación a las otras tensiones (3.0 y 8.0 atm). Se encontró que las diferencias entre tratamientos se debieron principalmente a tamaño y peso del fruto, parámetros que disminuyeron conforme aumentaron las tensiones a que se sometieron los tratamientos.

Ruvalcaba (1986) al evaluar el efecto de la lámina de riego por goteo sobre la dinámica de crecimiento y calidad de fruto de durazno reporta que en los parámetros de calidad de fruta se encontró mayor diámetro de fruta al aplicar mayor cantidad de agua en precosecha (120 cm), contrario a el contenido de azúcar (°Brix) donde se obtuvo el mayor valor (14.33) en el tratamiento que recibió 40 cm de lámina de agua. En los parámetros de crecimiento vegetativo se encontró que tanto la madera podada en verano, como el diámetro del tronco en postcosecha, tienden a incrementarse con la cantidad de agua aplicada. Para longitud de brotes se obtuvo mayor crecimiento en el tratamiento con 84 cm de lámina aplicada en precosecha. Se encontró una mayor correlación de °Brix como una función del agua aplicada y del rendimiento en función del diámetro del fruto.

RESISTENCIA ESTOMÁTICA

Nobel (1991) define la resistencia estomática como el proceso mediante el cual los estomas se cierran y no permiten la entrada y salida de los gases, como el vapor de agua, impidiendo su flujo desde el interior de las hojas hacia la atmósfera o lo inverso del proceso.

La resistencia estomática en los diversos cultivos es de gran importancia ya que un aspecto fisiológico de las plantas, es que parte del agua suministrada al cultivo a través de los riegos es transpirada, a través de los estomas, como parte

de un proceso de termorregulación.

El funcionamiento de los estomas puede ser afectado por la temperatura proveniente de los acolchados plásticos, los cuales al ser irradiados por la radiación solar se calientan y reflejan parte de esa radiación solar o también por otros factores ambientales. El cierre de los estomas es la resistencia de los mismos a la difusión, es provocada principalmente por la falta de luz, el inverso es la conductancia de los estomas, que es provocada por la presencia de luz.

Al parecer la temperatura influye sobre la apertura estomática, pero su efecto no es tan claro como el de la radiación. En general, al incrementar la temperatura se acentúa la abertura de los estomas, mientras el agua no llegue a ser limitante. Esto parece ser un mecanismo protector contra el calentamiento ya que la evaporación del agua transpirada ejerce un efecto refrescante. De acuerdo con esta idea, Los estomas de algunas plantas (en particular las del desierto) se tornan insensibles al CO_2 a temperaturas elevadas. Así pues, la planta se protege contra el recalentamiento, a pesar de la actividad fotosintética. Si así no fuera, los estomas podrían cerrarse ante el calentamiento debido a la elevación del contenido de CO_2 resultante de la respiración excesiva y de la fotosíntesis empeoradora del calentamiento. En el otro extremo de la escala, los estomas de algunas plantas no se abren a temperaturas muy bajas, aun ante la luz intensa.

Zermeño (1994) menciona que en casi todas las plantas la máxima apertura estomática se alcanza con una radiación al rededor de 200 W m^{-2} de onda corta o sea $400 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ de radiación fotosintéticamente activa.

Salisbury y Ross (1991) afirma que también hay otros factores ambientales que actúan sobre los estomas; se cierran cuando la diferencia entre el contenido de vapor del aire y el de los espacios intercelulares supera un nivel crítico. Un gradiente grande tiende a inducir oscilaciones en la apertura y cierre, con una periodicidad aproximada de 30 minutos. Hay estudios que indican que

temperaturas foliares mayores de 30°C, principalmente en plantas mayormente expuestas a la radiación solar, inducen a un cierre estomático. Sin embargo, en algunas plantas las altas temperaturas provocan la apertura de los estomas en vez de su cierre, aumentando la transpiración y reduciéndose de esta forma la temperatura de la hoja.

MATERIALES Y METODOS

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SITIO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se desarrolló en el campo agrícola experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) ubicado en la ciudad de Saltillo, Coahuila, en las coordenadas geográficas de 25° 27' latitud Norte, 101° 02' longitud Oeste del meridiano de Greenwich y con una altitud de 1610 msnm.

CLIMA

De acuerdo a la clasificación de Wilhelm Köeppen, modificada por García (1973) para la República Mexicana, la fórmula climática es BsoK (X') (e)' y se define como seco estepario (Bso), es templado con veranos cálidos cuya temperatura media anual oscila entre los 12 y 18°C y la del mes más caluroso de 18°C (K), con un régimen de lluvia intermedio entre verano e invierno (X'). Extremoso con oscilaciones entre 7 y 14°C. La temperatura y la precipitación media anual son 18°C y 345 mm, respectivamente. Sus meses más lluviosos, son los comprendidos entre junio y septiembre.

SUELO

La caracterización físico-químico del suelo del Campo experimental (CIQA), se considera edafológicamente como un suelo del tipo Xerosol Cálcico de origen aluvial, arcilloso limoso, moderadamente salino (8 a 16 dS/m a 25°C).

A una profundidad de 30 cm, la textura es medianamente pesada, medianamente rico en materia orgánica (2.37), medianamente alcalino, con un pH menor de 7.65, ligeramente salino, con una C.E. menor de 2.57 mmhos/cm, con una capacidad de campo de 29.48%, un punto de marchitez permanente con un valor de 16.02% y densidad aparente de 1.18 g/cm³.

DISEÑO EXPERIMENTAL Y ARREGLO DE LOS TRATAMIENTOS

El presente experimento se estableció bajo un diseño en bloques al azar con un arreglo en parcelas divididas, con el cual se busco evaluar dos factores: 3 niveles de humedad (factor A) interactuando con 3 películas plásticas y un testigo sin acolchar (factor B); dando un total de 12 tratamientos (AxB) de los cuales se realizaron cuatro repeticiones.

Cuadro 3.1 Descripción de los Tratamientos en Estudio

Tratamiento		Descripción
1	a_1b_1	Suelo a Capacidad de Campo - Acolchado Metalizado
2	a_1b_2	Suelo a Capacidad de Campo - Acolchado Blanco
3	a_1b_3	Suelo a Capacidad de Campo - Acolchado Negro
4	a_1b_4	Suelo a Capacidad de Campo sin Acolchar (Testigo)
5	a_2b_1	Suelo a 33% de Abatimiento de la Humedad Aprovechable - Ac Metalizado
6	a_2b_2	Suelo a 33% de Abatimiento de la Humedad Aprovechable - Acolchado Blanco
7	a_2b_3	Suelo a 33% de Abatimiento de la Humedad Aprovechable - Acolchado Negro
8	a_2b_4	Suelo a 33% de Abatimiento de la Humedad Aprovechable sin Acolchar (Test)
9	a_3b_1	Suelo a 50% de Abatimiento de la Humedad Aprovechable - Ac Metalizado
10	a_3b_2	Suelo a 50% de Abatimiento de la Humedad Aprovechable - Acolchado Blanco
11	a_3b_3	Suelo a 50% de Abatimiento de la Humedad Aprovechable - Acolchado Negro
12	a_3b_4	Suelo a 50% de Abatimiento de la Humedad Aprovechable sin Acolchar (Test)

La dimensión del área experimental fue de 1397.5 m². En el cuadro 3.2 se muestra el croquis del arreglo de los tratamientos que conformaron el área experimental.

El análisis estadístico de los resultados fue mediante análisis de varianza, aplicando el arreglo en parcelas divididas. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

Para las variables índice de área foliar, peso seco de tallos, hojas, flores, frutos y rendimiento total se utilizó la comparación de medias, mientras que para resistencia estomática los resultados se presentan gráficamente.

Cuadro 3.2 Distribución de Tratamientos bajo el Diseño Experimental en Campo

a ₁				a ₂				a ₃			
b ₃	b ₂	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₁	b ₄	b ₄	b ₃	b ₁	b ₂
a ₃				a ₂				a ₁			
b ₁	b ₃	b ₄	b ₂	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₄	b ₃	b ₁
a ₁				a ₃				a ₂			
b ₄	b ₂	b ₁	b ₃	b ₁	b ₃	b ₂	b ₄	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁
a ₂				a ₁				a ₃			
b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₃	b ₂	b ₁	b ₄	b ₁	b ₂	b ₄	b ₃

ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

Producción de Plántula

Esta actividad se realizó el 8 de Marzo de 2003, utilizándose charolas de poliestireno de 200 cavidades, las cuales se desinfectaron con PCNB (pentacloronitrobenceno), para que la semilla no tuviera problemas una vez que emergiera y como sustrato, se utilizó Peat Moss. El material vegetativo utilizado fue la semilla de chile Anaheim TMR-23.

Una vez realizada la siembra en las charolas, éstas se colocaron en un

invernadero para producción de plántula, el cual cuenta con sistema de calefacción y ventilación para mantener constante una temperatura mínima de 25°C y una máxima de 35 °C para acelerar la germinación. Las charolas se estibarón durante una semana.

En el transcurso de la siembra hasta el momento del trasplante las actividades realizadas fueron con el objetivo de mantener las condiciones de sanidad y humedad necesarias para que las plántulas crecieran sanas y vigorosas buscando, en lo posible, un buen establecimiento de la plántula.

Preparación del Terreno

Con tiempo previo se realizaron las labores culturales del terreno destinado a la realización del experimento como fueron: rastreo, barbecho con el arado de discos a una profundidad de 30 a 40 cm, posteriormente se realizó un paso de rastra cruzada o doble para tener las condiciones más o menos homogéneas y nivelación del terreno, para después iniciar con la formación de camas.

El trazo del experimento consistió en delimitar el largo y ancho del experimento con estacas y rafia (hilo de polipropileno) que fueron 43 x 32.5 m, dando una superficie de 1397.5 m².

Las camas se espaciaron a 1.8 m, la distancia entre plantas fue de 0.30 m. Cada Unidad Experimental constó de tres camas con una longitud de 5 m, se utilizaron las camas laterales para llevar a cabo las mediciones de peso seco del material vegetativo y se utilizó la cama central como parcela útil para determinar el rendimiento.

Instalación del Sistema de Riego

Una vez que se levantaron todas las camas, se procedió a la instalación del sistema de riego, colocándose las cintas en medio de cada cama, siendo una cinta por cama.

Para la instalación del riego se utilizaron cuatro líneas de suministro de agua controladas por cuatro válvulas y se utilizaron tres válvulas para controlar el riego de cada nivel de humedad en los tratamientos acolchados y una válvula

exclusivamente para controlar el riego de los testigos. A estas líneas se conectaron las cintas mediante un tubing y conectores omni, la cinta de riego fue de la marca Netafim y modelo Streamline 120 F con goteros cada 30 cm para un gasto por gotero de 0.98 litros por hora. Las frecuencias de riegos fueron similares para todas las parcelas, al realizarse diariamente, no así los tiempos de riego, los cuales fueron distintos según el nivel de humedad que se deseara para las parcelas grandes: para la parcela a capacidad de campo se regaba durante un tiempo de dos horas, la parcela a 33% de abatimiento de la humedad aprovechable se regaba durante una hora y media y, por último, a la parcela con un 50% de abatimiento de la humedad aprovechable se le aplicaba un riego durante una hora. En el caso de los tratamientos testigos se implemento una válvula antes de los conectores para los tratamientos a un 33 y 50% de abatimiento de la humedad aprovechable, con el fin de cortar el tiempo de riego, ya que la válvula que se encargaba de estos regaba lo suficiente para satisfacer al tratamiento a capacidad de campo. La válvula de los tratamientos a 50 y 33% de abatimiento de la humedad aprovechable se cerraban a los tres y cinco días de comenzar los riegos, respectivamente.

Acolchado de Camas

Esta practica se realizo en forma manual los días 14 y 15 de mayo consistiendo en la colocación de las películas plásticas sobre las camas, anclando los extremos y laterales con tierra.

Una vez terminado el acolchado, se procedió a la perforación del mismo a lo largo de la cama y en la parte central. Para realizar las perforaciones se utilizo hilo marcado a 30 cm de distancia, el cual se colocó a lo largo de los tratamientos acolchados para ir perforando a la medida indicada en el centro de los mismos, utilizando perforadores manuales de dos pulgadas de diámetro, los cuales se calentaron previamente para poder sellar los bordes de la perforación evitando de esta manera el rasgado de la película en el área de la perforación.

Riego de Preplantación

Este riego se dio dos días antes del trasplante, con él, se logró llevar el suelo hasta capacidad de campo para que tuviera las condiciones óptimas y poder realizar el trasplante el siguiente día.

Trasplante

El trasplante se realizó el 19 de Mayo del 2003, aplicándose previamente PCNB para evitar problemas con enfermedades fungosas, colocándose una planta por hoyo dando un ligero apretón al suelo húmedo alrededor del cepellón.

Después se colocó un tapapié con tierra para evitar el aleteo del plástico y el posterior crecimiento de malezas en el área del trasplante.

Fertilización

Se utilizó la fórmula de fertilización 160-80-80, empleando como fuentes de fertilización el nitrato de amonio, ácido fosfórico y el nitrato de potasio, aplicándose una semana después del trasplante mediante el sistema de riego (Fertirrigación).

Manejo del Cultivo

Fue necesario entutorar el cultivo para dar un soporte extra ya que las plantas que se desarrollan en acolchado y riego por goteo tienen un sistema radicular poco profundo, lo cual puede propiciar que el viento llegara a acamarlas. Para esto, se requirió de estacas de madera, las cuales fueron colocadas entre las diferentes unidades experimentales, y se enterraron sobre la cama. Entre estacas se amarraba una doble línea de rafia, y se colocaba la planta entre las dos líneas, para que tuviera resistencia a la fuerza del viento no importando de donde proviniera.

Se llevó a cabo un control fitosanitario preventivo semanal en la totalidad de los tratamientos, las aplicaciones se hicieron en forma manual con una mochila aspersora de 19 litros de capacidad. Las plagas que más se presentaron durante el ciclo del cultivo fueron el minador, el barrenador del fruto y el pulgón.

En cuanto a enfermedades, los primeros días del cultivo se encontró el estrangulamiento de la planta (*Damping-off*), misma que fue controlada junto con las plagas, con los siguientes agroquímicos: Tecto 60, Ambush 34, Daconil 2878, Diazinon ó Basudín, Biocaptan, Cupertron, Furadan, Gusatión, Lannate, Lucanal, Monitor 600, Pounce, Sevin 80, Thiodan, Trigard, Vydate, Prozycar, Agrimicu, Flonex, se utilizaron diferentes productos para evitar la resistencia de las plagas a los insecticidas.

Se realizaron deshierbes en forma manual en los tratamientos sin acolchado plástico, en los orificios en donde se encontraban las plantas y en los pasillos entre surcos para evitar la competencia de la maleza con las plantas por el agua y nutrientes, así como evitar la contaminación de posibles enfermedades fungosas y propagación de insectos dañinos que pudieran afectar el cultivo.

VARIABLES EVALUADAS

Índice de Área Foliar

Para llevar a cabo esta evaluación se tomó una planta por cada unidad experimental, la cual fue cortada para después separarle las hojas, las cuales fueron evaluadas a través de un medidor de área de la marca LI-COR modelo LI-3100, el cual nos indicaba la superficie que abarcaban las hojas, es decir, el área foliar. Cada planta ocupaba un espacio de 1.8 m x 0.3 m lo cual nos da una superficie de 0.54 m².

El índice de área foliar nos indica cuantas veces el área foliar cubre la superficie ocupada por la planta; así que para obtener este índice, fue necesario dividir el valor del área foliar entre 0.54 m², para cada Unidad Experimental.

De esta forma se realizaron tres evaluaciones dentro del ciclo del cultivo, comenzando a los 32 días después del trasplante y con intervalos de 14 días. Las fechas fueron el 20 de junio, el 4 de julio y el 18 de julio.

Peso de Materia Seca

Para evaluar el peso de la materia seca se tomó una planta por cada unidad experimental, la cual fue cortada para después separarle las partes vegetativas, es decir, los tallos, las hojas, las flores y los frutos, y colocarlas dentro de bolsas de papel las cuales fueron colocadas en una estufa a una temperatura de 75°C durante periodos de tres días o más, hasta obtener un peso constante completamente deshidratados.

Paso seguido fue pesar las bolsas de cada parte vegetativa, y después, eliminar de los valores conseguidos el peso de las bolsas, para así obtener solamente el peso del material vegetativo.

De esta forma se realizaron dos evaluaciones dentro del ciclo del cultivo, comenzando a los 32 días después del trasplante y con un intervalo de 14 días. Las fechas fueron el 20 de junio y el 4 de julio.

Resistencia Estomática

Para esta variable solamente se deseó evaluar los tratamientos con acolchado metalizado y los testigos sin acolchar para poder observar el efecto de este tipo de plástico en la apertura de los estomas de la planta. Se seleccionaron 3 plantas de manera aleatoria para cada uno de los seis tratamientos que se evaluaron y se tomaron datos de una hoja orientada hacia el norte y de otra orientada hacia el sur. Se utilizó un porómetro modelo AP4 marca Delta-T Devices con el cual se realizó un muestreo, el día 27 de junio, registrándose los datos en la memoria interna del aparato y tomándose las lecturas en intervalos de 1 hora, desde las 8:00 AM hasta las 6:00 PM.

Los tratamientos fueron muestreados con el siguiente orden, de primero a último: metalizado-33% AHA, sin acolchar-50% AHA, sin acolchar-33% AHA, sin

acolchar-CC, metalizado-50% AHA y metalizado-CC. Esto debido al arreglo del experimento.

Rendimiento de Frutos

El primer corte se realizó el 14 de Julio, a los 56 días después del transplante, en todos los tratamientos. Los cortes se realizaron en intervalos diferentes de días, siendo un total de 5 cortes durante el ciclo del cultivo, los siguientes cortes se realizaron los días 28 de Julio, 20 de Agosto, 4 de Septiembre y registrándose el último corte el 25 de Septiembre del 2003 evaluándose la producción en base al peso de los frutos para cada corte y sumándolos para obtener el rendimiento total reportado en Ton/Ha.

Eficiencia en el Uso del Agua

Al dividir los datos de rendimiento total entre el volumen de agua suministrada se obtiene la eficiencia en el uso del agua en kg/m^3 , un dato que nos permite observar como es que el cultivo aprovecha el agua según si el tratamiento es acolchado o no y que tipo de acolchado le fue colocado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

Un método para evaluar la efectividad del acolchado en la promoción del desarrollo de la planta es determinando el IAF, que está íntimamente asociado con la acumulación de materia seca del área foliar. Para llevar a cabo esta medición se realizaron tres evaluaciones en fechas intermedias del ciclo del cultivo, a los 32, 46 y 60 días después del transplante. En el presente estudio un mayor IAF fue indicador de mayor rendimiento, quedando establecido que el acolchado de suelo promueve significativamente el IAF.

Estadísticamente, la comparación de medias de los tratamientos, es decir, la interacción entre los niveles de humedad y el tipo de acolchado (factores A y B), existe una diferencia altamente significativa siendo el mejor de los tratamientos el acolchado blanco con un 33% de abatimiento de la humedad aprovechable, para la primera fecha, el acolchado blanco a capacidad de campo, para la segunda fecha y el acolchado metalizado con un 33% de abatimiento de la humedad aprovechable, para la tercer fecha, como podemos observar en el cuadro 4.1.

Numéricamente, también se muestra una diferencia entre los tratamientos; existe un incremento en comparación al testigo absoluto (sin acolchar-50% AHA) de 157.68, 209.08 y 272.21 por ciento comparado con los tratamientos blanco-33% AHA, blanco-CC y metalizado-33% AHA para las fechas del 20 de junio, 4 de julio y 18 de julio respectivamente.

Cuadro 4.1 Valores obtenidos de la prueba de medias DMS en las mediciones de índice de área foliar en el cultivo de chile

anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Tratamiento	Índice de Área Foliar					
	Días Después del Transplante					
	32		46		60	
CC acolchado metalizado	0.3818	bcd	0.9209	ab	0.7922	bcd
CC acolchado blanco	0.5804	ab	1.0963	a	1.0615	ab
CC acolchado negro	0.2612	cd	0.6019	abc	0.9808	abc
CC sin acolchado	0.3894	abcd	0.6349	abc	0.5205	def
33% AHA acolchado metalizado	0.5468	ab	0.8840	ab	1.0876	a
33% AHA acolchado blanco	0.6035	a	0.9486	ab	1.0346	ab
33% AHA acolchado negro	0.4530	abc	0.8414	abc	0.6704	de
33% AHA sin acolchado	0.2743	cd	0.5639	bc	0.4420	ef
50% AHA acolchado metalizado	0.4730	abc	1.0414	ab	0.9637	abc
50% AHA acolchado blanco	0.3730	bcd	0.8321	abc	0.7131	cde
50% AHA acolchado negro	0.2337	d	0.6513	abc	0.6727	de
50% AHA sin acolchado	0.2342	d	0.3547	c	0.2922	f
Nivel de Significancia	**		**		**	
Valor DMS	0.2159		0.5277		0.2748	

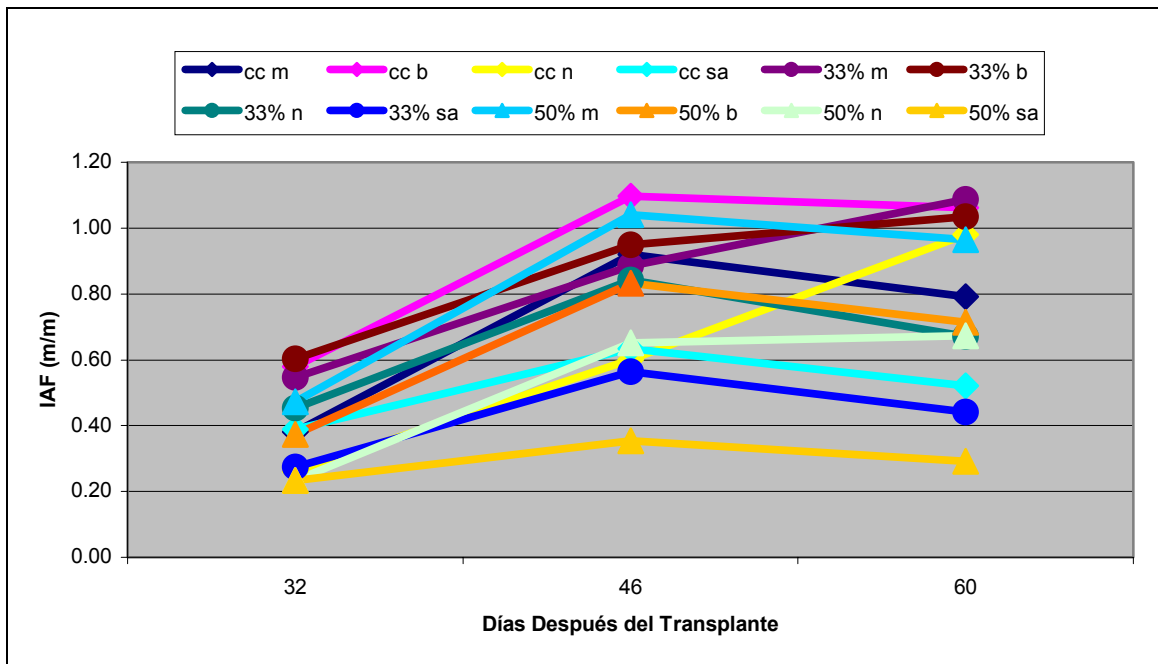


Figura 4.1 Comportamiento de la relación entre índice de área foliar y días después del transplante en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Los resultados observados se asemejan a los reportados por Martínez (1994) en maíz, quien menciona que se obtiene un mayor índice de área foliar con suelo acolchado que sin acolchar, y además se observa que con un 60% AHA se genera mayor follaje que con un 80% AHA.

Estos efectos quizá sean debidos a que los diferentes acolchados afectan la luz ambiental de la planta al alterar la composición de longitudes de onda y la cantidad de radiación reflejada desde la superficie del acolchado al entorno de la planta, por lo que la respuesta de la planta sobre el crecimiento depende en parte de una mayor temperatura del suelo, de un uso más eficiente de nutrimentos y agua. Es probable que el cultivo capte diferentes longitudes ante un mismo ambiente (Decoteau y Friend, 1991).

PESO DE MATERIA SECA

Estas mediciones iniciaron en el mismo momento que el índice de área foliar, es decir, a los 32 días después del transplante. Para esta medición sólo se realizaron dos tomas de datos a los 32 y 46 días después del trasplante como se muestra en los cuadros 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 Dichas mediciones abarcaron todas las partes vegetativas que componen el cultivo, siendo estas los tallos, las hojas, las flores y los frutos.

Tallos

Estadísticamente, el análisis de varianza para las dos fechas de esta variable mostró que comparando las medias de los tratamientos, es decir, la interacción entre los niveles de humedad y el tipo de acolchado (factores A y B), existe una diferencia altamente significativa siendo el mejor de los tratamientos el acolchado blanco a capacidad de campo, para la primera fecha, y el acolchado

metalizado con un 50% de abatimiento de la humedad aprovechable, para la segunda fecha.

Al comparar numéricamente el testigo absoluto (sin acolchar-50% AHA), también se muestra una diferencia entre los tratamientos; existe un incremento de 161.05 por ciento en comparación con el tratamiento blanco-CC y de 81.77 por ciento con el metalizado-50% AHA, observado para las fechas del 20 de junio y 4 de julio respectivamente.

En la figura 4.2 se observan los cambios que presento la planta en cuanto a peso del tallo a las diferentes fechas después del transplante.

Cuadro 4.2 Valores obtenidos de la prueba de medias DMS en las mediciones de peso seco de los tallos en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Peso Seco de los Tallos (gr)		
Tratamiento	Días Después del Transplante	
	32	46
CC acolchado metalizado	11.1978 abcd	36.5750 ab
CC acolchado blanco	16.1982 a	34.9050 abc
CC acolchado negro	6.4925 d	19.8550 d
CC sin acolchado	9.7975 bcd	19.3750 d
33% AHA acolchado metalizado	13.9837 abc	26.1450 bcd
33% AHA acolchado blanco	15.0787 ab	29.3750 abcd
33% AHA acolchado negro	12.0100 abcd	23.7600 bcd
33% AHA sin acolchado	8.6325 cd	17.1600 d
50% AHA acolchado metalizado	10.9680 abcd	39.9075 a
50% AHA acolchado blanco	10.2222 bcd	29.3850 abcd
50% AHA acolchado negro	6.5557 d	25.8825 bcd
50% AHA sin acolchado	6.2050 d	21.9550 cd
Nivel de Significancia	**	**
Valor DMS	5.9259	13.3409

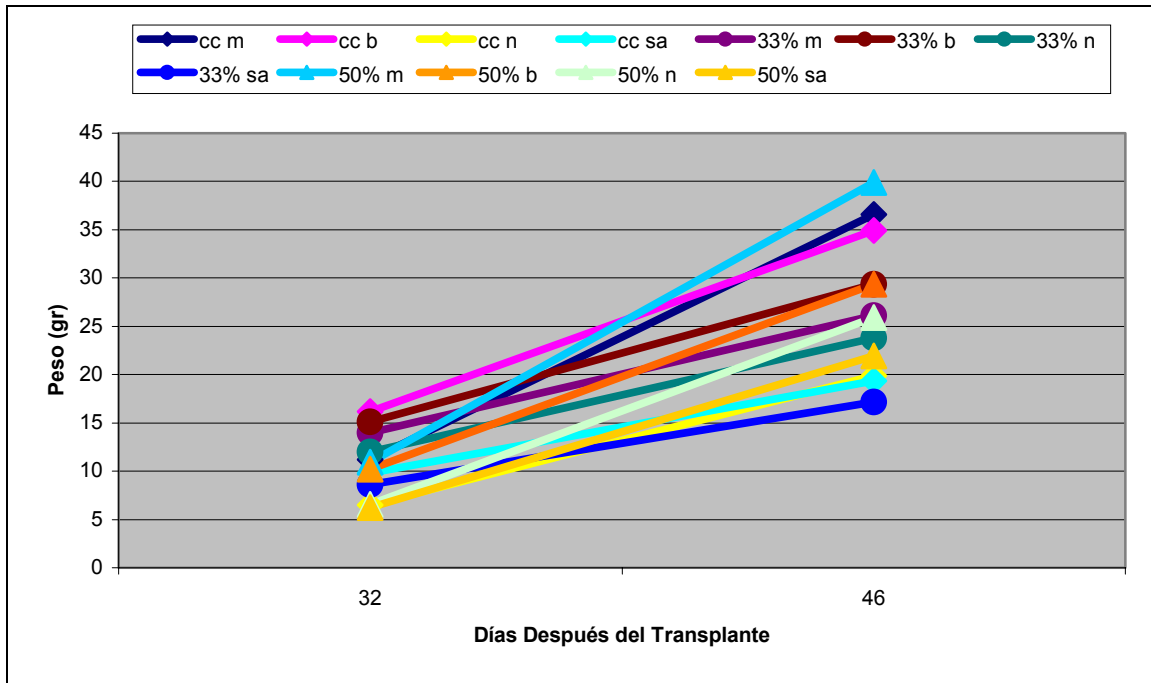


Figura 4.2 Acumulación de materia seca de los tallos en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Área Foliar

El análisis de varianza para las dos fechas de esta variable estadísticamente mostró que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos siendo nuevamente los mejores el acolchado blanco a capacidad de campo, para la primera fecha, y el acolchado metalizado con un 50% de abatimiento de la humedad aprovechable, para la segunda fecha.

Numéricamente se muestra una diferencia entre el mejor tratamiento y el testigo absoluto sin acolchar-50% AHA; existe un incremento de 142.04 por ciento con respecto al blanco-CC y de 166.53 por ciento con el metalizado-50% observado respectivamente a los 32 y 46 días después del transplante. En la figura 4.3 se observan los cambios que presentó la planta en cuanto a peso del área foliar a las diferentes fechas después del transplante.

Cuadro 4.3 Valores obtenidos de la prueba de medias DMS en las mediciones de

peso seco del área foliar en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Tratamiento	Peso Seco del Área Foliar (gr)	
	Días Después del Transplante	
	32	46
CC acolchado metalizado	11.0013 bcd	25.8575 a
CC acolchado blanco	17.0452 a	26.6800 a
CC acolchado negro	7.3197 d	18.7375 ab
CC sin acolchado	11.4862 abcd	18.2900 ab
33% AHA acolchado metalizado	15.1388 abc	27.2525 a
33% AHA acolchado blanco	15.6363 ab	27.3825 a
33% AHA acolchado negro	13.2975 abc	24.9125 a
33% AHA sin acolchado	9.2537 cd	17.8650 ab
50% AHA acolchado metalizado	13.8495 abc	28.3250 a
50% AHA acolchado blanco	10.7847 bcd	26.1600 a
50% AHA acolchado negro	6.6220 d	18.7575 ab
50% AHA sin acolchado	7.0425 d	10.6275 b
Nivel de Significancia	**	**
Valor DMS	5.9325	12.6483

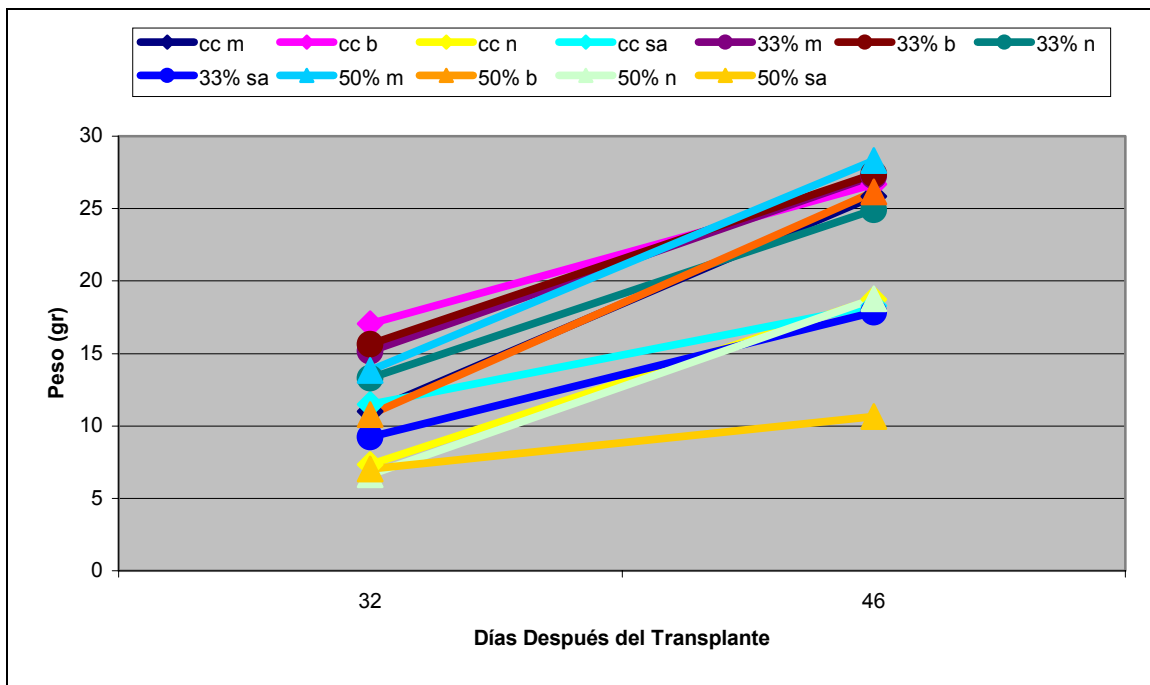


Figura 4.3 Acumulación de materia seca de las hojas en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Flores

Estadísticamente, existe una diferencia altamente significativa siendo el mejor tratamiento para la primera fecha el tratamiento sin acolchar a capacidad de campo, y para la segunda fecha, el acolchado blanco a capacidad de campo.

También se muestra una diferencia numérica entre los mejores tratamientos y el tratamiento testigo absoluto sin acolchar-50% AHA; para las fechas del 20 de junio y 4 de julio existe un incremento observado en los tratamientos sin acolchar-CC y blanco-CC de 10.26 y 946.67 porciento respectivamente.

En la figura 4.4 se observan los cambios que presentó la planta en cuanto a peso de las flores a las diferentes fechas después del transplante.

Cuadro 4.4 Valores obtenidos de la prueba de medias DMS en las mediciones de peso seco de las flores en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Peso Seco de las Flores (gr)		
Tratamiento	Días Después del Transplante	
	32	46
CC acolchado metalizado	0.9755 abc	0.2012 ab
CC acolchado blanco	1.0848 ab	0.3925 a
CC acolchado negro	0.4100 d	0.0533 b
CC sin acolchado	1.1425 a	0.1475 ab
33% AHA acolchado metalizado	0.3775 d	0.1550 ab
33% AHA acolchado blanco	0.1850 d	0.2625 ab
33% AHA acolchado negro	0.3338 d	0.1525 ab
33% AHA sin acolchado	0.5400 cd	0.2275 ab
50% AHA acolchado metalizado	1.1350 a	0.2375 ab
50% AHA acolchado blanco	0.4790 d	0.1085 ab
50% AHA acolchado negro	0.6365 bcd	0.1840 ab
50% AHA sin acolchado	1.0362 ab	0.0375 b
Nivel de Significancia	**	**
Valor DMS	0.4932	0.3152

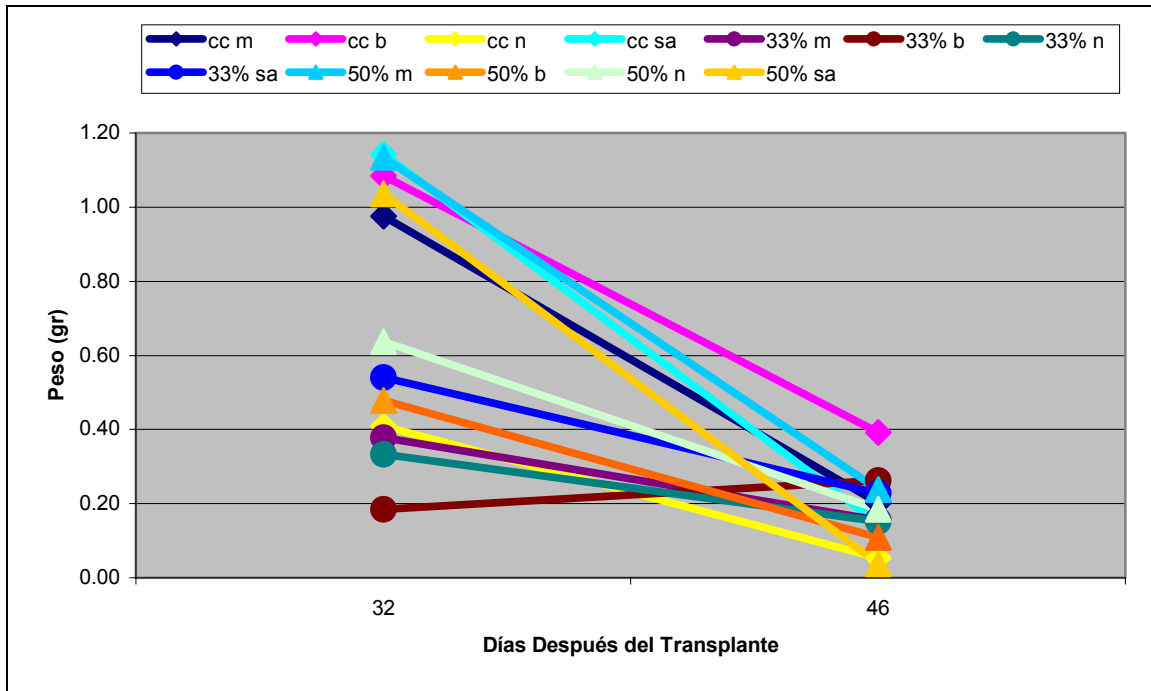


Figura 4.4 Acumulación de materia seca de las flores en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Frutos

Existe una diferencia altamente significativa en el análisis de varianza para las dos fechas de esta variable siendo el mejor de los tratamientos el acolchado blanco con un 50% de abatimiento de la humedad aprovechable, para la primera fecha, y el acolchado metalizado a capacidad de campo, para la segunda fecha.

Para los 32 y 46 días después del transplante se muestra una diferencia numérica entre los tratamientos con mejores resultados y el tratamiento testigo absoluto sin acolchar-50% AHA; existe un incremento de 313.78 porciento con respecto al acolchado blanco-50% AHA y 177.54 porciento comparado con el acolchado metalizado-CC observado respectivamente. En la figura 4.5 se observan los cambios que presento la planta en cuanto a peso de los frutos a las diferentes fechas después del transplante.

Cuadro 4.5 Valores obtenidos de la prueba de medias DMS en las mediciones de peso seco de los frutos en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Peso Seco de los Frutos (gr)		
Tratamiento	Días Después del Transplante	
	32	46
CC acolchado metalizado	11.4375 abc	68.3525 a
CC acolchado blanco	16.6852 ab	53.6075 abc
CC acolchado negro	8.2810 bc	46.7675 abc
CC sin acolchado	8.6000 bc	34.4525 bc
33% AHA acolchado metalizado	9.1275 bc	57.6500 ab
33% AHA acolchado blanco	7.3038 c	57.1600 ab
33% AHA acolchado negro	9.9462 abc	55.5350 ab
33% AHA sin acolchado	4.3475 c	31.5700 bc
50% AHA acolchado metalizado	9.3967 bc	66.0300 a
50% AHA acolchado blanco	17.9893 a	65.3500 a
50% AHA acolchado negro	10.3700 abc	42.8325 abc
50% AHA sin acolchado	5.9100 c	24.6275 c
Nivel de Significancia	**	**
Valor DMS	8.5865	30.0802

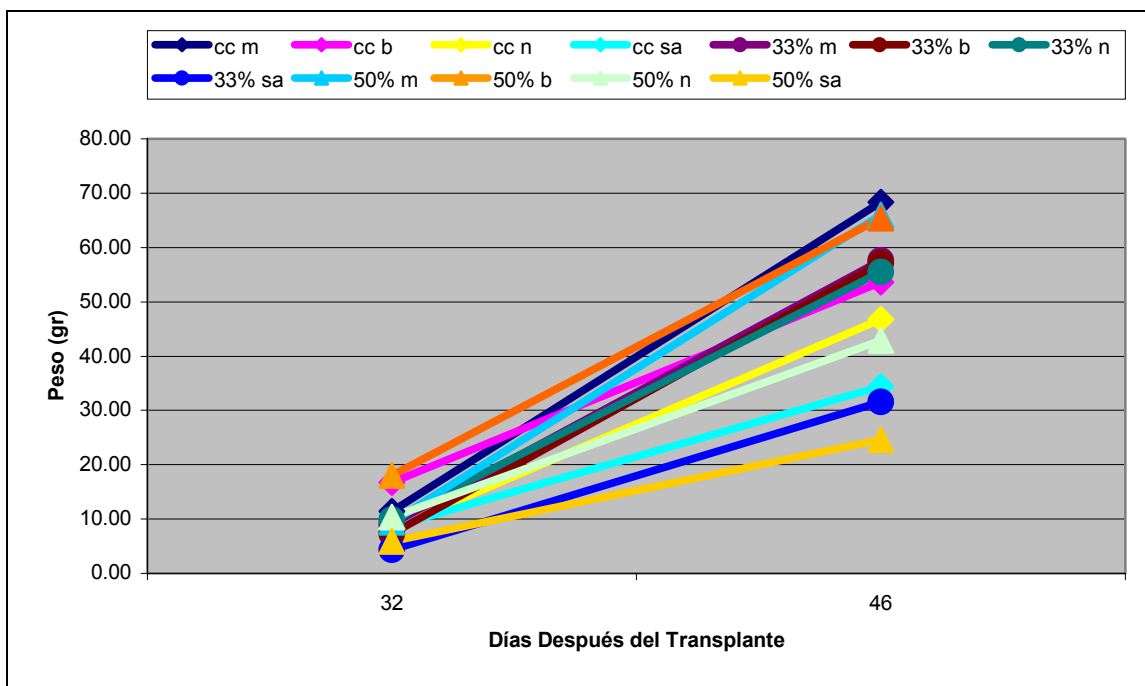


Figura 4.5 Acumulación de materia seca de los frutos en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Los resultados obtenidos para peso de materia seca demuestran que existe un mayor crecimiento vegetativo en los tratamientos acolchados, mayormente en

los blancos y los metalizados, probablemente a que se promueve una mayor fotosíntesis debido a la radiación reflejada por dichos plásticos, lo cual genera un desarrollo acelerado del cultivo.

RESISTENCIA ESTOMÁTICA

La resistencia estomática se evaluó a los 32 días después del trasplante. Para esta variable solamente fueron muestreados los niveles b_1 y b_4 del factor acolchado de suelos y los 3 niveles de abatimiento de la humedad aprovechable, para poder observar el efecto que el acolchado metalizado tiene sobre la apertura estomática de las hojas del cultivo de chile Anaheim. El cuadro 4.6 muestra que las hojas del norte del tratamiento sin acolchar-33% AHA fueron las que demostraron una mayor resistencia a la apertura de estomas y el tratamiento metalizado-33% AHA fue el que demostró mayor resistencia en las hojas del sur. El menor valor para las hojas del norte es el del tratamiento sin acolchar-50% AHA, y para las hojas del sur fue el tratamiento sin acolchar-CC. Para el promedio entre ambas hojas el tratamiento con mayor resistencia fue sin acolchar-33% AHA, mientras que el que presento mayor conductancia fue sin acolchar-50% AHA.

Cuadro 4.6 Promedios diarios de los valores de resistencia estomática a los 32 días después del trasplante en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 (CIQA 2003).

Resistencia Estomática (s/cm)			
Tratamiento	Orientación de la Hoja		Promedio
	Norte	Sur	
Metalizado-CC	1.78	1.39	1.58
Sin Acolchar-CC	1.81	0.95	1.38
Metalizado-33% AHA	1.58	1.66	1.62
Sin Acolchar-33% AHA	2.56	0.99	1.79
Metalizado-50% AHA	2.10	1.46	1.78
Sin Acolchar-50% AHA	1.56	1.19	1.37

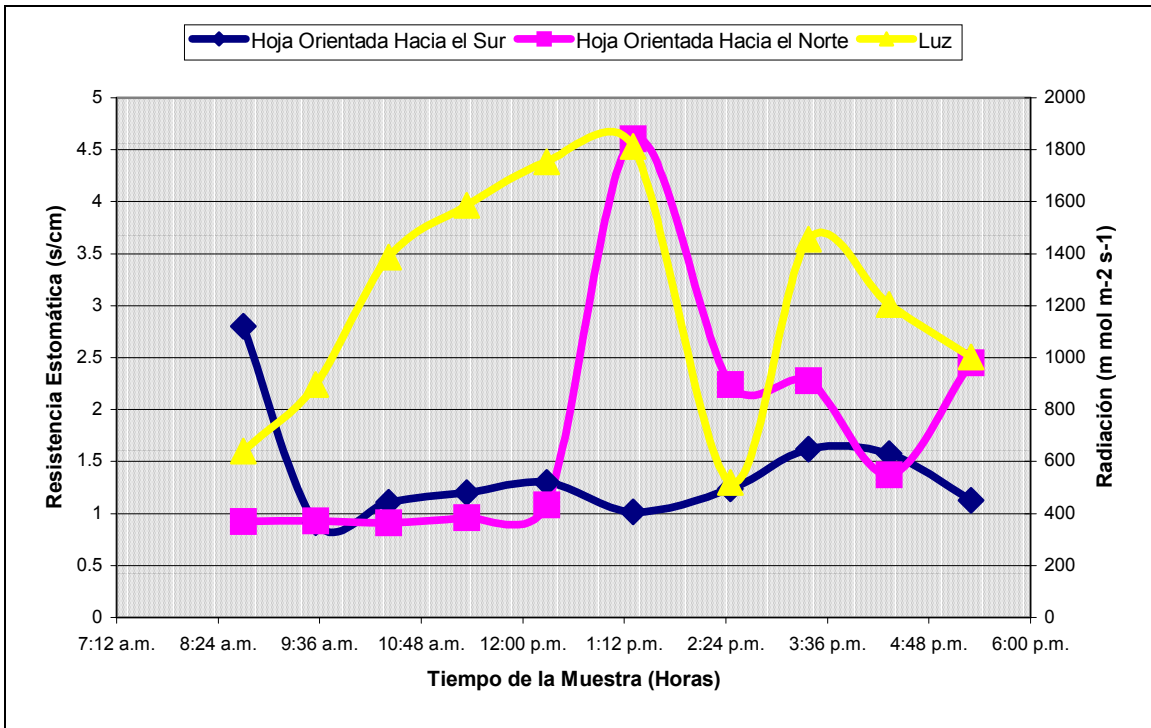


Figura 4.6 Comportamiento de la resistencia estomática presente en hojas del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 a Capacidad de Campo con Acolchado Metalizado en relación a la intensidad de luz presentada a diferentes horas del día (CIQA 2003).

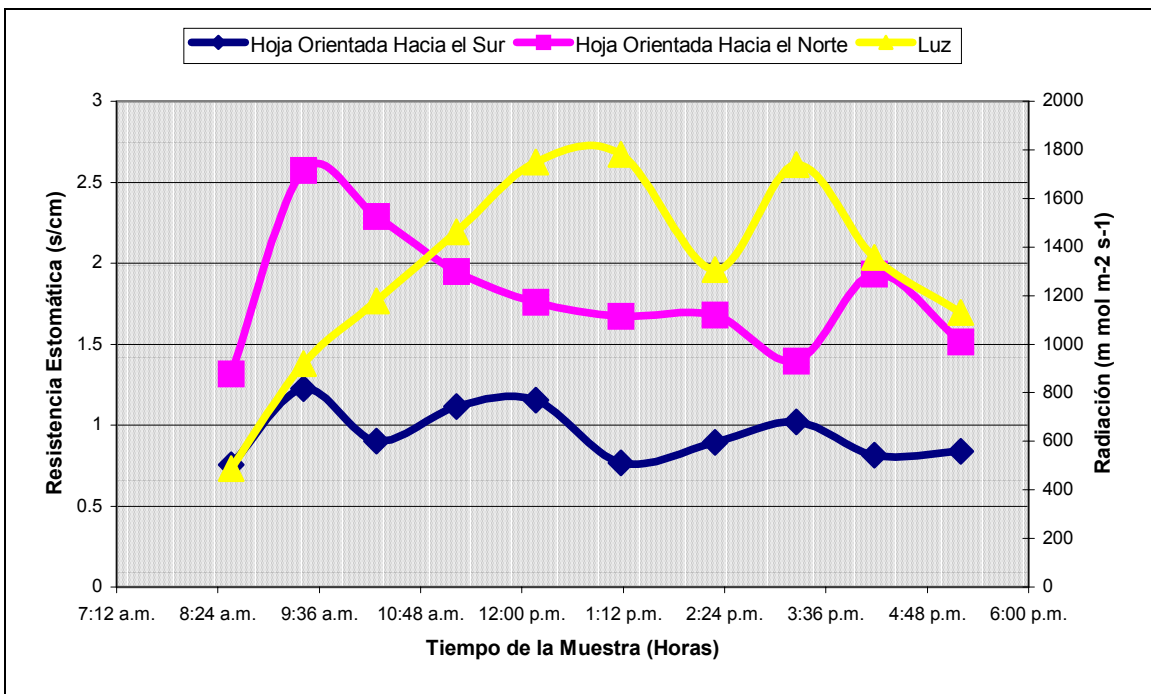


Figura 4.7 Comportamiento de la resistencia estomática presente en hojas del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 a Capacidad de Campo sin Acolchado Plástico en relación a la intensidad de luz presentada a diferentes horas del día (CIQA 2003).

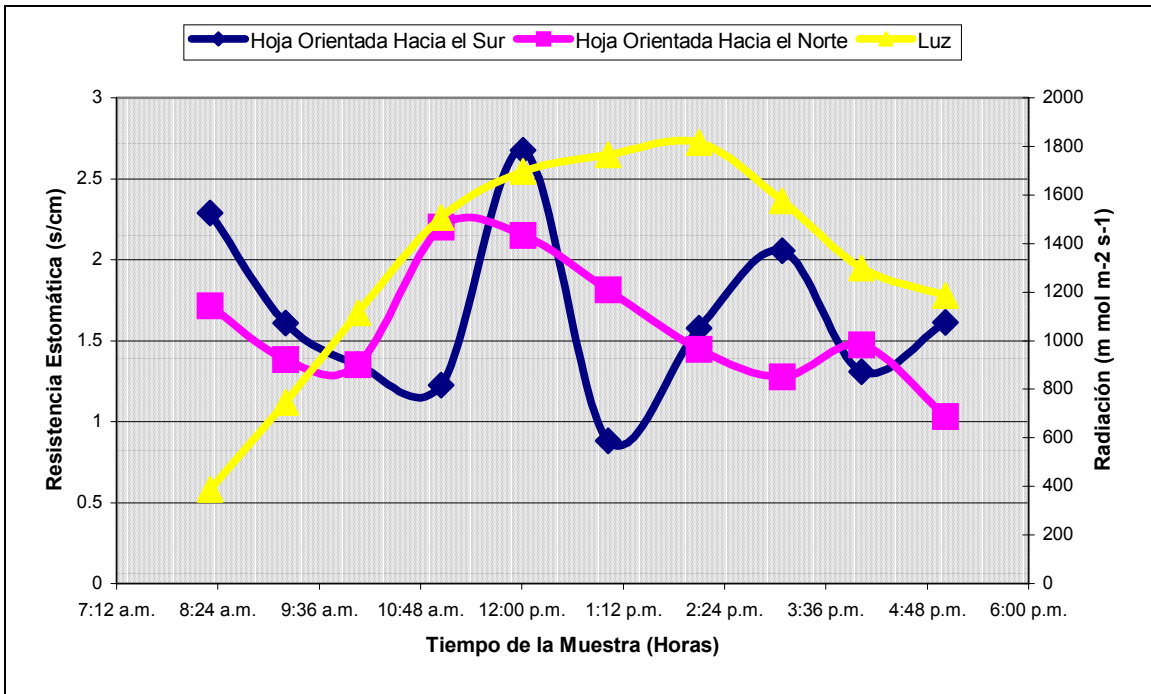


Figura 4.8 Comportamiento de la resistencia estomática presente en hojas del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 a 33% AHA con Acolchado Metalizado en relación a la intensidad de luz presentada a diferentes horas del día (CIQA 2003).

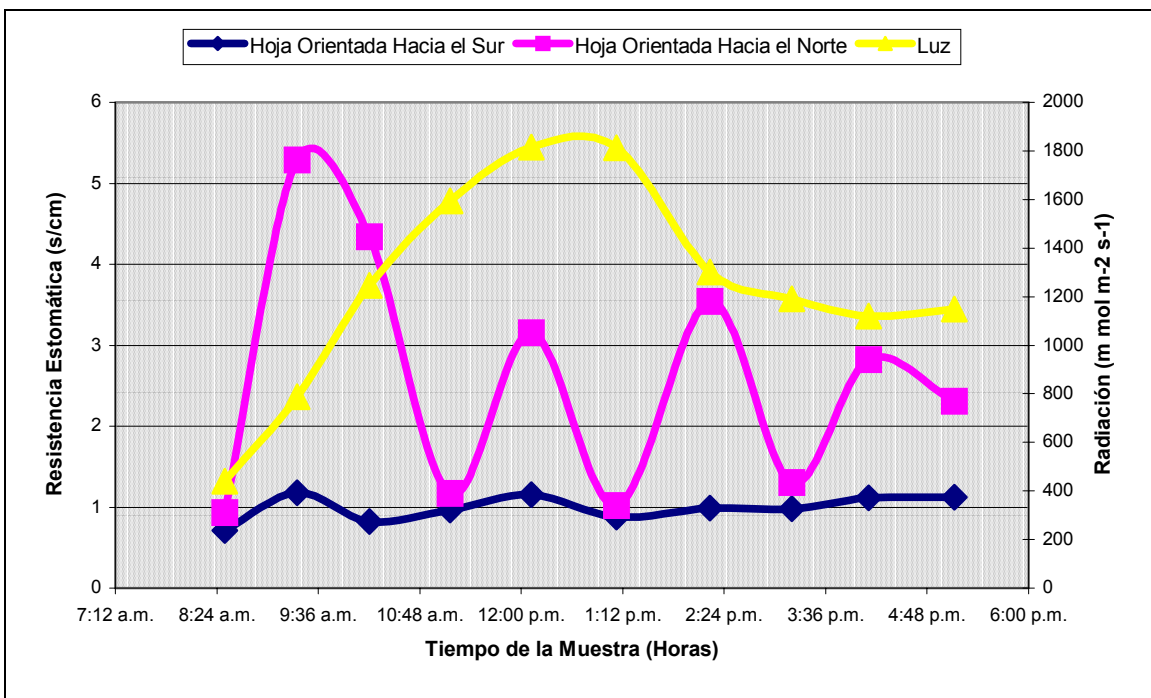


Figura 4.9 Comportamiento de la resistencia estomática presente en hojas del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 a 33% AHA sin Acolchado Plástico en relación a la intensidad de luz presentada a diferentes horas del día (CIQA 2003).

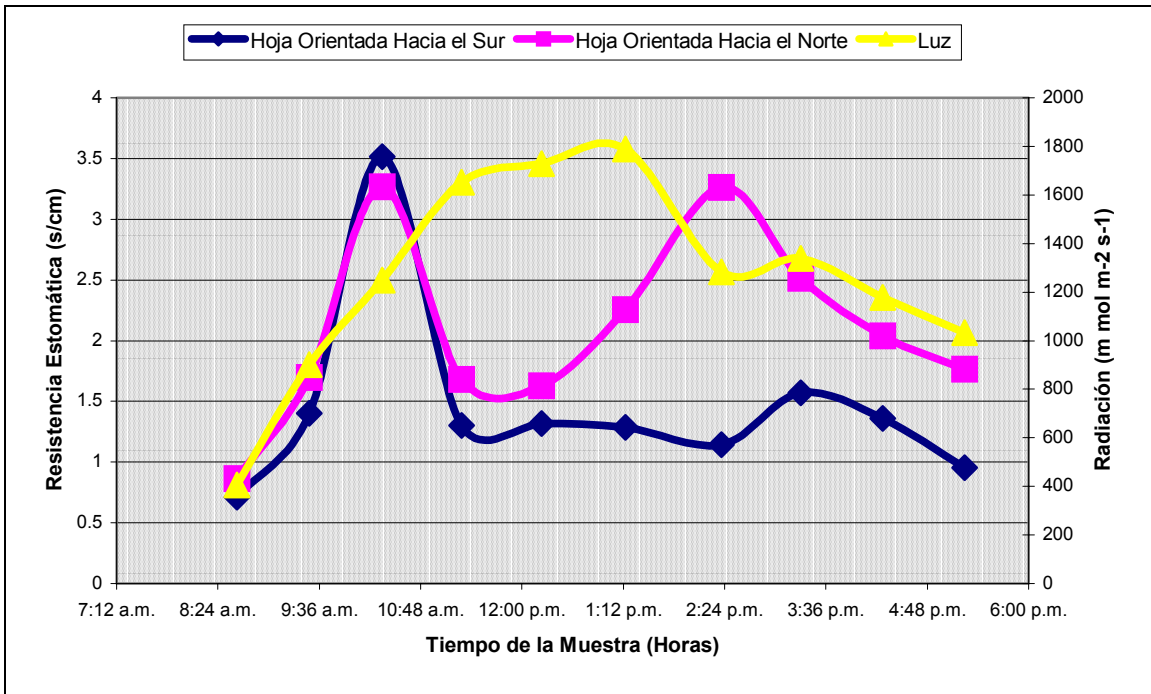


Figura 4.10 Comportamiento de la resistencia estomática presente en hojas del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 a 50% AHA con Acolchado Metalizado en relación a la intensidad de luz presentada a diferentes horas del día (CIQA 2003).

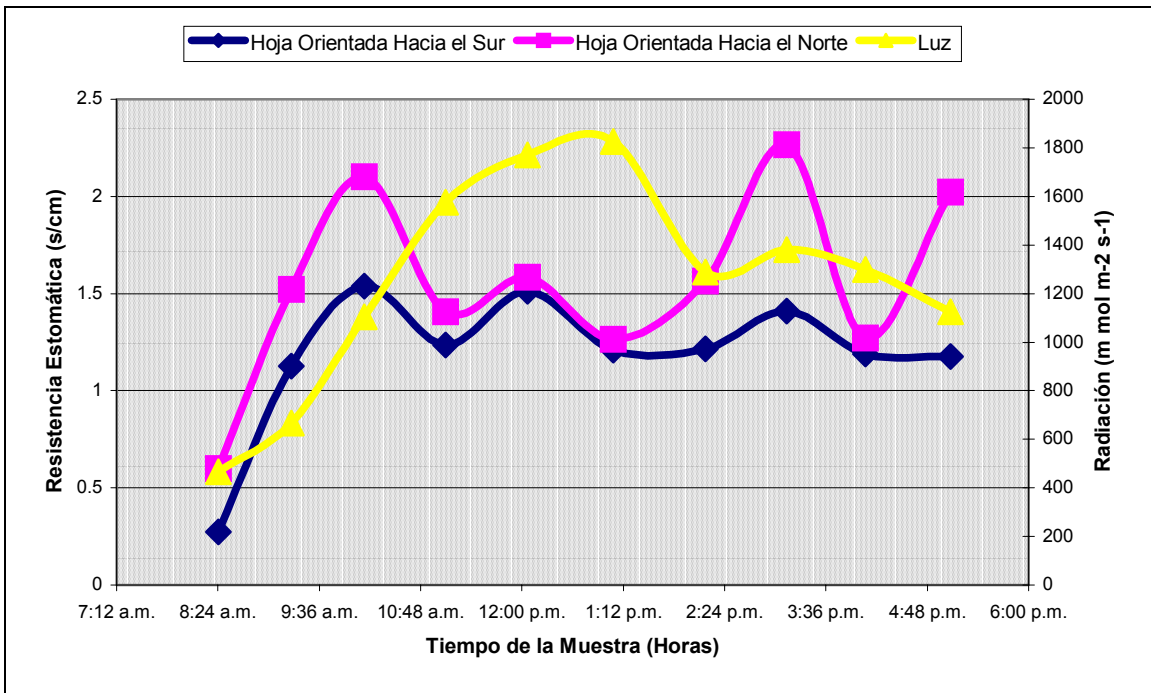


Figura 4.11 Comportamiento de la resistencia estomática presente en hojas del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 a 50% de AHA sin Acolchado Plástico en relación a la intensidad de luz presentada a diferentes horas del día (CIQA 2003).

Las figuras 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 y 4.11 muestran el comportamiento de la resistencia estomática de una hoja orientada hacia el norte y de otra orientada hacia el sur a través del tiempo, así como la radiación fotosintéticamente activa que se presentó al momento de muestrear, en la cual se muestra una variación en algunas gráficas debido a presencia de nubes durante el día.

A través de las gráficas se puede observar como las hojas orientadas hacia el sur contaban con menor resistencia estomática que las orientadas al norte, esto puede ser debido a que como el cultivo se encontraba geográficamente localizado en el hemisferio norte, las hojas orientadas hacia el sur recibían una mayor cantidad de radiación a través del día.

Al realizar el muestreo, el valor máximo de radiación se registro alrededor de las 13 horas para todos los tratamientos; para ese tiempo, el mayor valor de resistencia estomática lo presento el tratamiento metalizado-CC, lo cual puede ser ocasionado por la temperatura de la hoja, ya que el acolchado metalizado refleja mayor radiación lo cual puede provocar mayor temperatura en la hoja y mayor exposición de radiación, lo cual, según Salisbury y Ross (1991), puede inducir a un cierre de estomas. Para este tiempo, el menor valor de resistencia estomática lo presento el tratamiento sin acolchar-CC, al igual que a lo largo del día, lo cual se puede deber a la gran disponibilidad de agua con la que contaba el tratamiento y al no contar con acolchado, la temperatura del cultivo pudo ser menor que la de los tratamientos que si contaban con cobertura metalizada.

Estos datos son muy difíciles de interpretar en cuanto al efecto del acolchado y los niveles de humedad debido a que es posible que los valores hayan sido influenciados por otros factores como intensidad del viento, temperatura del aire, humedad relativa del aire, así como otros, por lo que se recomienda llevar a cabo estudios más detallados en los cuales se lleven a cabo mediciones durante el desarrollo del cultivo y del microclima a su alrededor.

RENDIMIENTO DEL FRUTO

En el cuadro 4.7 se presentan los datos de rendimiento del fruto de chile Anaheim, se realizaron un total de cinco cortes. El primero se efectuó a los 56 días después del transplante; la recolección se realizó en forma manual. De acuerdo con el cuadro de rendimiento por corte en ton/ha es notable que existe gran variación en cuanto al rendimiento máximo de los tratamientos según el número de corte, sin embargo, en la suma total de los rendimientos se puede observar que el tratamiento con acolchado blanco y 33% de abatimiento de la humedad aprovechable es el que supera al resto de los tratamientos, asegurándolo en un 99% al realizar el análisis de varianza. También, si se compara numéricamente, se puede observar una alta diferencia entre los tratamientos: de un 228.63% en contra del testigo absoluto sin acolchar–50% AHA, de 148.71% en contra del testigo sin acolchar–33% AHA, de 118.26% en contra del testigo sin acolchar–CC, así como una diferencia de 24.13% comparado con su contraparte acolchado blanco–50% AHA y de 5.74% comparado con su contraparte acolchado blanco–CC.

Cuadro 4.7 Comportamiento de la cosecha en cuanto a rendimiento en los diferentes cortes a lo largo del ciclo del cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Tratamiento	Rendimiento (Ton/Ha)					
	Días Después del Transplante					Total
	56	70	93	108	129	
CC acolchado metalizado	8.78	9.39	7.44	3.42	3.28	32.31
CC acolchado blanco	9.56	9.42	7.87	3.64	3.43	33.91
CC acolchado negro	6.39	4.08	7.30	3.44	4.92	26.15
CC sin acolchado	4.19	4.26	2.70	1.93	3.35	16.43
33% AHA acolchado metalizado	10.06	7.88	6.55	5.42	3.84	33.69
33% AHA acolchado blanco	9.01	9.34	5.18	7.74	4.58	35.86
33% AHA acolchado negro	9.00	6.89	4.88	4.84	5.29	30.90
33% AHA sin acolchado	3.00	3.52	2.24	2.91	2.74	14.42
50% AHA acolchado metalizado	10.86	7.49	6.93	2.87	2.25	30.39
50% AHA acolchado blanco	9.43	7.47	5.95	3.27	2.77	28.89
50% AHA acolchado negro	7.07	5.92	5.85	3.98	5.48	28.29
50% AHA sin acolchado	2.16	2.14	1.85	2.15	2.61	10.91

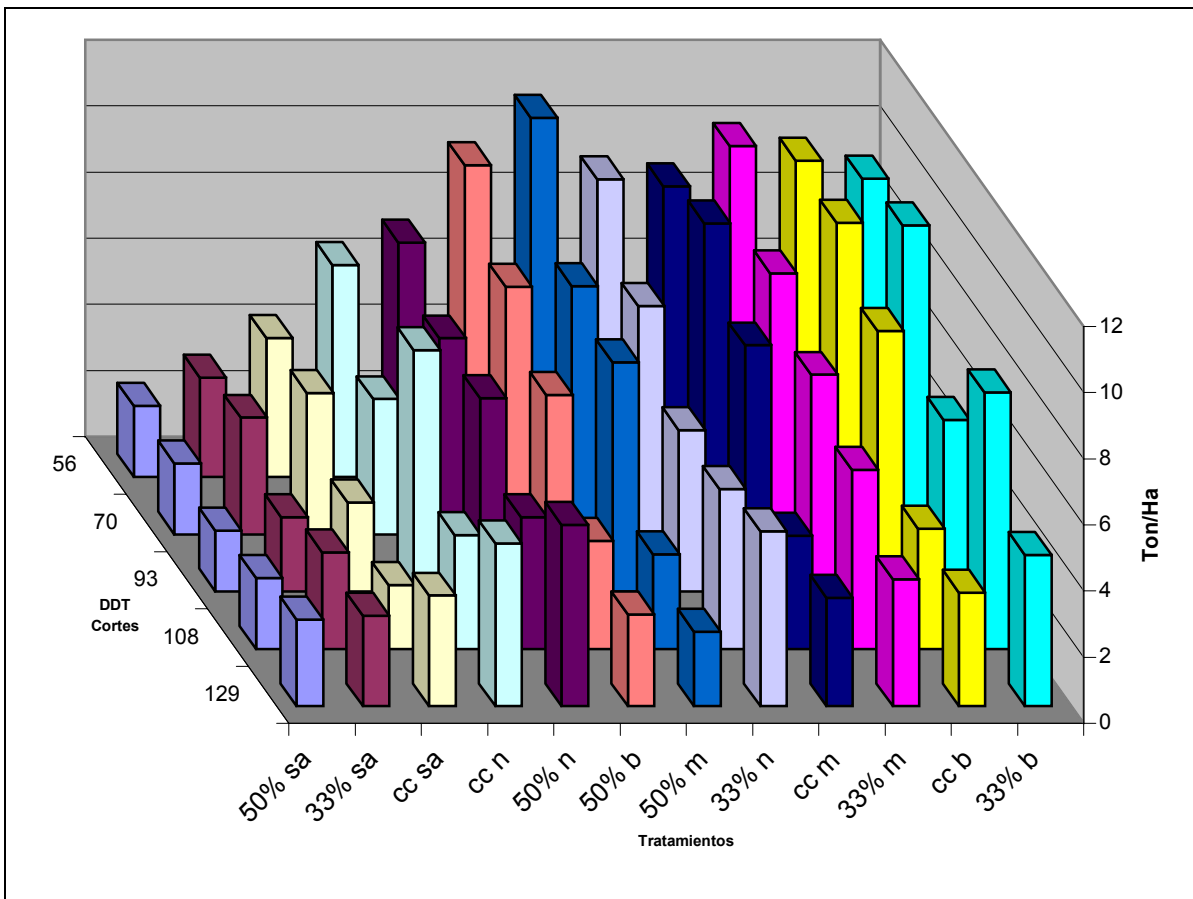


Figura 4.12 Rendimiento por corte en toneladas por hectárea en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Realizando la comparación entre los rendimientos totales de los tratamientos por medio de la comparación de medias DMS se observa una diferencia altamente significativa entre tratamientos; numéricamente el mejor de los tratamientos es el acolchado blanco con un 33% de abatimiento de la humedad aprovechable con un rendimiento acumulado final de 35.857 ton/ha, aunque estadísticamente es similar a otros cinco tratamientos y el peor observado es el tratamiento sin acolchar a un 55% de abatimiento de la humedad aprovechable con un rendimiento acumulado final de 10.911 ton/ha (cuadro 4.8).

Cuadro 4.8 Comparación de medias de rendimiento (ton/ha) en la cosecha de diferentes tratamientos para el cultivo de chile anaheim Cv. TMR

**23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado.
(CIQA 2003).**

Tratamiento	Rendimiento Total (Ton/Ha)
CC acolchado metalizado	32.310 ab
CC acolchado blanco	33.910 ab
CC acolchado negro	26.147 c
CC sin acolchado	16.428 d
33% AHA acolchado metalizado	33.689 ab
33% AHA acolchado blanco	35.857 a
33% AHA acolchado negro	30.897 abc
33% AHA sin acolchado	14.417 d
50% AHA acolchado metalizado	30.394 abc
50% AHA acolchado blanco	28.886 bc
50% AHA acolchado negro	28.294 bc
50% AHA sin acolchado	10.911 d
Nivel de Significancia **	
Valor DMS 5.9793	

Estadísticamente existen seis tratamientos considerados como los que producen mejores rendimientos, siendo estos: metalizado-CC, blanco-CC, metalizado-33% AHA, blanco-33% AHA, negro-33% AHA y metalizado-50%, los cuales muestran rendimientos mayores a las 30 toneladas por hectárea, pero menores a las 36 toneladas por hectárea. Esto es debido a que el suelo acolchado proporciona a la planta mejores condiciones para su desarrollo, que se traducen en mayores rendimientos como consecuencia de un adelanto de cosecha (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Se puede observar como los tratamientos acolchados blanco y metalizado con un 33% de abatimiento de la humedad aprovechable superan considerablemente a sus contrapartes a capacidad de campo y grandemente a los tratamientos con un 50% de abatimiento de la humedad aprovechable. No así el acolchado negro, el cual presenta los mayores rendimientos con un 33% de abatimiento de la humedad aprovechable y los menores rendimientos estando el suelo a capacidad de campo (Figuras 4.13 y 4.14).

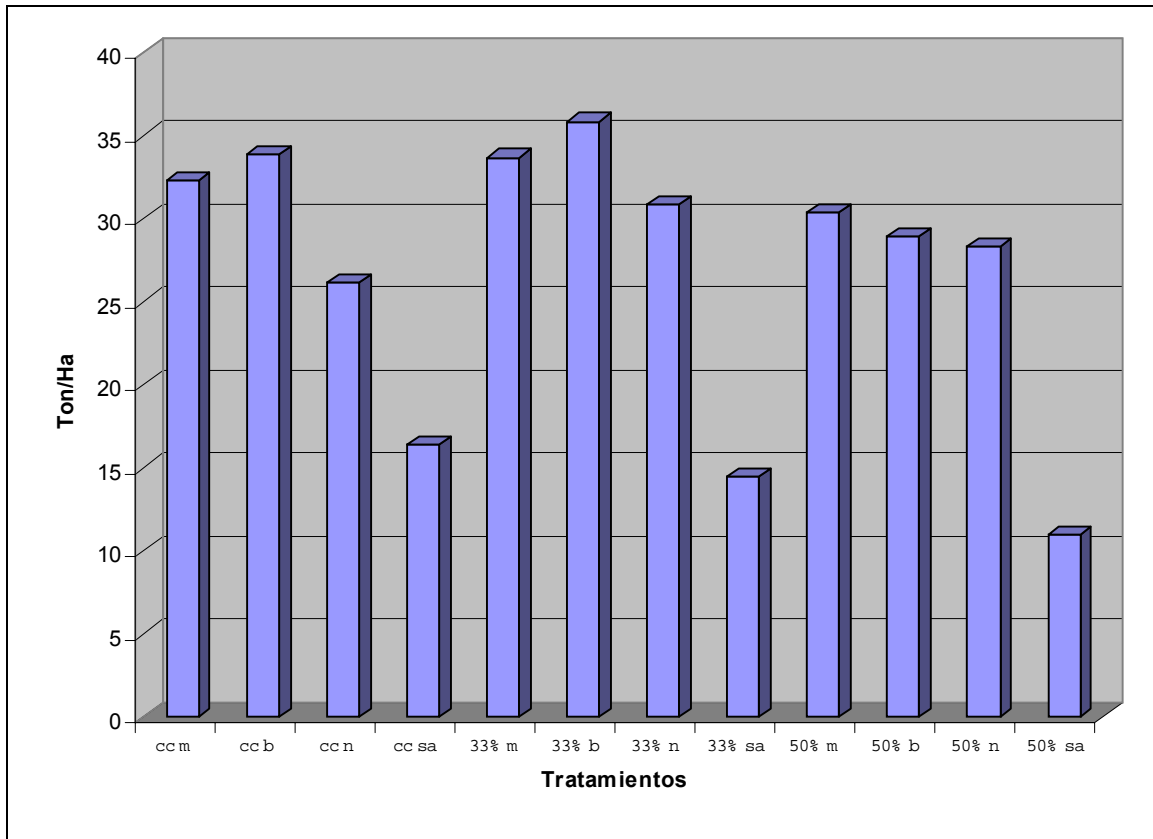


Figura 4.13 Rendimiento total en toneladas por hectárea para el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Además, se puede observar que en todos los casos, los testigos, o tratamientos sin acolchar, fueron los que demostraron menores rendimientos que los tratamientos con acolchado plástico, y únicamente en estos, la cantidad de agua influye directamente en el rendimiento del cultivo, obteniéndose los mayores rendimientos al aportarse mayor cantidad de agua.

En la figura 4.14 se puede observar como, a través del tiempo, los tratamientos acolchados cuentan con diferentes valores, pero siguen una tendencia similar; así mismo, los tratamientos sin acolchar cuentan con valores diferentes con una tendencia similar, pero distinta a la tendencia de los tratamientos acolchados.

Los resultados obtenidos en este trabajo, cuyo mejor tratamiento fue el blanco-33%, coinciden con los reportados por Linares (1993), quien registró los mayores rendimientos de sandía con acolchado blanco, al igual que Lara (1993) con el mismo tipo de película logra los mayores rendimientos en el cultivo de pimiento morrón con una producción media de 11.34 ton/ha, igualmente Flores (1996) en su trabajo con películas fotoselectivas reporta un rendimiento de 52.988 ton/ha con polietileno blanco para el cultivo de chile Anaheim.

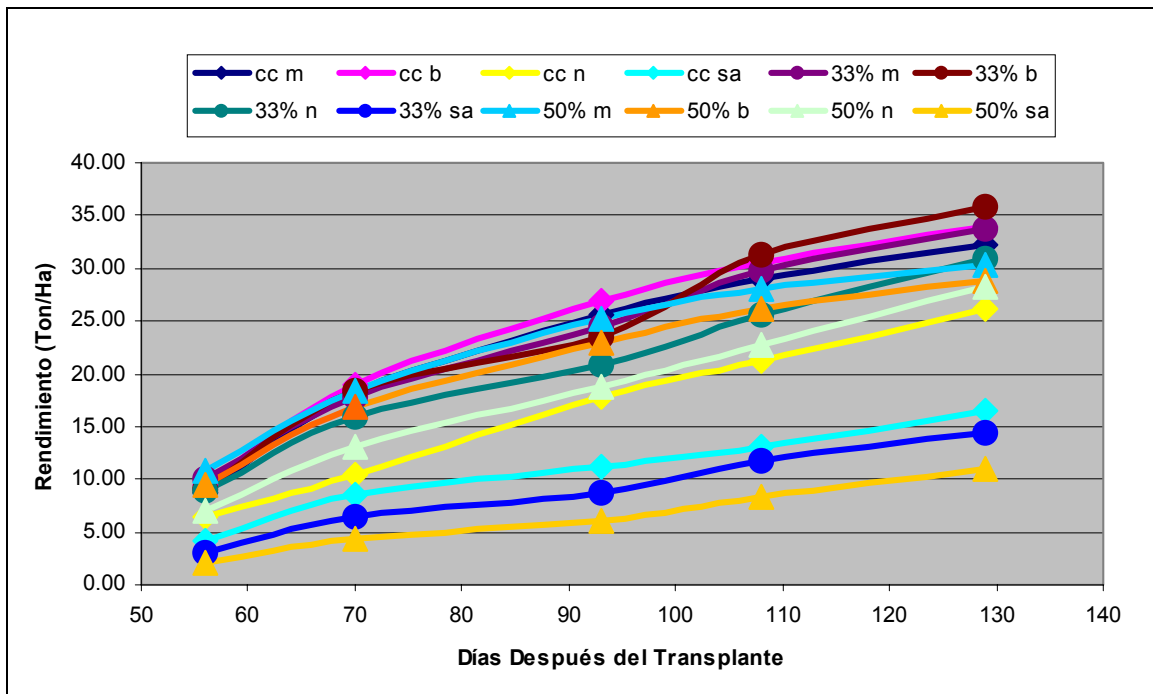


Figura 4.14 Rendimiento acumulado total en toneladas por hectárea en relación con los días después del transplante en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

Para cada tratamiento, el cuadro 4.9 muestra los valores de rendimiento en toneladas por hectárea; además, señala el volumen de agua aplicado en metros cúbicos, así como los valores de eficiencia en el uso del agua, los cuales se

obtienen al dividir el rendimiento obtenido para cada tratamiento entre el volumen de agua que le fue aplicado a dicho tratamiento.

Cuadro 4.9 Rendimientos en ton/ha y kg/surco, volumen de agua aplicada a los surcos y eficiencia en el uso del agua para diferentes tratamientos en la cosecha de el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado. (CIQA 2003).

Tratamientos	Rendimiento (Ton/Ha)	Volumen de Agua (m ³ /Ha)	Eficiencia Uso Agua (Kg/m ³)
CC acolchado metalizado	32.310	4,682	6.901
CC acolchado blanco	33.910	4,682	7.242
CC acolchado negro	26.147	4,682	5.584
CC sin acolchado	16.428	4,682	3.509
33% AHA acolchado metalizado	33.689	2,341	9.593
33% AHA acolchado blanco	35.857	2,341	10.211
33% AHA acolchado negro	30.897	2,341	8.798
33% AHA sin acolchado	14.417	4,013	4.311
50% AHA acolchado metalizado	30.394	3,512	12.983
50% AHA acolchado blanco	28.886	3,512	12.339
50% AHA acolchado negro	28.294	3,512	12.086
50% AHA sin acolchado	10.911	2,676	5.437

Se puede observar que en la eficiencia en el uso del agua de riego el mejor tratamiento fue el acolchado metalizado a un 50% de abatimiento de la humedad aprovechable con una eficiencia de 12.983 kg/m³, seguido del blanco-50% AHA con una eficiencia de 12.339 kg/m³, el negro-50% AHA con una eficiencia de 12.086 kg/m³ y el tratamiento blanco-33% AHA con una eficiencia de 10.211 kg/m³ el cual también cuenta con mayor rendimiento que los demás tratamientos.

La figura 4.15 muestra la eficiencia en el uso del agua sobre el rendimiento acumulado para el cultivo de chile Anaheim, en ella se puede observar como los tratamientos acolchados con un 50% de abatimiento de la humedad aprovechable superan considerablemente a sus contrapartes con un 33% de abatimiento de la humedad aprovechable y grandemente a los tratamientos a capacidad de campo,

demostrando que, bajo condiciones de acolchado plástico y riego por goteo, la eficiencia en el uso del agua disminuye conforme se aumenta el volumen de agua aplicada ya que se satura el espacio poroso del suelo afectando la relación agua-aire que debe existir para el desarrollo óptimo de la planta.

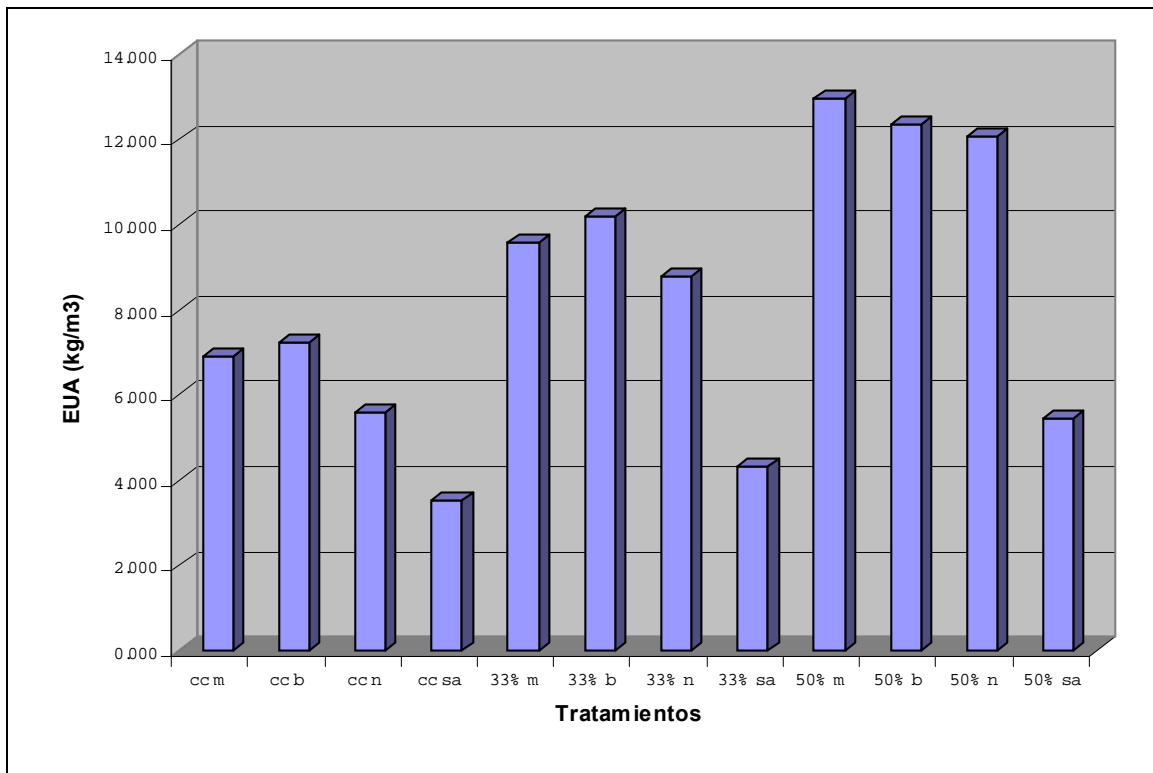


Figura 4.15 Eficiencia en el uso del agua para los diferentes tratamientos en el cultivo de chile anaheim Cv. TMR 23 con diferentes niveles de humedad y color de acolchado (CIQA 2003).

Para los tratamientos testigo sin acolchar, se observa que la eficiencia en el uso del agua también fue mayor para la parcela con un 50% de abatimiento de la humedad aprovechable, seguido de la parcela con un 33% de abatimiento de la humedad aprovechable y por último la parcela a capacidad de campo; esto puede ser considerado como un efecto del riego por goteo.

Se observa que los tratamientos acolchados mostraron una mayor eficiencia en el uso del agua que los testigos, esto, es debido en parte a que el

plástico actúa como una barrera impermeable al vapor de agua, impidiendo la liberación del agua del suelo, conservando así la humedad y manteniéndola a disposición de las plantas para que efectúen su transpiración y el adecuado transporte de los elementos nutritivos (Guariento, 1983).

Para observar la eficiencia de la técnica del acolchado de suelo en cuanto al uso del agua en el cultivo, podemos deducir que si el plástico impide la liberación del vapor de agua del suelo, conservando y manteniendo la humedad a disposición de las plantas, con los resultados obtenidos en este trabajo concluimos que el tipo de plástico también influye, ya que el mejor tratamiento en rendimiento fue el blanco-33% AHA y en cuanto a eficiencia en el uso del agua fue el metalizado-50% AHA.

CONCLUSIONES

- ➔ La hipótesis planteada de que a mayor nivel de humedad y con acolchado plástico metalizado se incrementaría el desarrollo y rendimiento del cultivo de chile Anaheim es falsa, si se toma en cuenta que el desarrollo del cultivo fue similar par los tratamientos acolchados y que los mejores rendimientos se dieron con un nivel de humedad a 33% de abatimiento de la humedad aprovechable y en mayor cantidad para el acolchado blanco.

- ➔ Los valores de IAF fueron indicadores de producción alta, así mismo, su contribución en todos los tratamientos acolchados fueron superiores en magnitud al testigo absoluto.

- ➔ La totalidad de los tratamientos acolchados registró una anticipación a la producción de frutos mostrada en el peso seco de los frutos, significando que las condiciones de humedad no tuvieron influencia en la precocidad del cultivo.

- ➔ En cuanto a rendimiento fueron mejores los tratamientos acolchados con 33% AHA siendo el mejor tratamiento el blanco-33% AHA con 35.857 ton/ha y en cuanto a eficiencia en el uso del agua los mejores tratamientos fueron los acolchados a 50% AHA, demostrando que el acolchado plástico incrementa la eficiencia en el uso del agua; el mejor tratamiento para eficiencia en el uso del agua fue el metalizado-50% AHA.

RESUMEN

Se estableció el cultivo de chile Amaheim bajo condiciones de acolchado y fertirriego en el ciclo Primavera – Verano de 2003, con el objeto de estudiar dos factores de la producción: tres tipos de películas plásticas y tres niveles de humedad, resultando en doce tratamientos que fueron sorteados bajo un diseño de bloques al azar con un arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones.

Las camas se espaciaron a 1.8 m con una distancia entre plantas de 0.3 m, obteniéndose 25,640 plantas por hectárea. El sistema de riego fue por goteo, determinándose la frecuencia y lámina de riego según el factor humedad, dosificándose en la tubería de riego la aplicación de nutrimentos a partir de la fecha del trasplante hasta el final del ciclo vegetativo.

El mayor valor de IAF lo registró el tratamiento blanco–CC con 1.10, registrando también el mayor peso seco del área foliar con 6.025 gramos por planta, siendo el segundo lugar, en cuanto a rendimiento, entre los tratamientos con acolchado de suelo con un 33.910 ton/ha. Lo que indica que un mayor valor de IAF y peso seco del área foliar influyen a una mayor producción.

Para conocer el efecto de la película metalizada, se hizo un muestreo de resistencia estomática a los tratamientos metalizados y a los testigos, registrándose lecturas durante diez horas el día 27 de junio. En este muestreo, el valor máximo de radiación se registro alrededor de las 13 horas para todos los tratamientos; para ese tiempo, el mayor valor de resistencia estomática lo presento el tratamiento metalizado–CC, y el menor valor el tratamiento sin acolchar–CC. Sin embargo, estos valores no sirvieron de indicadores, ya que debería existir una relación directa a menor resistencia mayor rendimiento.

El tratamiento blanco–33% AHA registró el mayor rendimiento con 35.857 ton/ha, lo que significa un incremento de 21.440 ton/ha (148.71%) con respecto al testigo de su nivel de humedad y 24.946 (228.63%) con respecto al testigo absoluto.

El mayor valor de uso eficiente de agua fue de 12.983 kg/m³ y lo registró el tratamiento metalizado–50% AHA superando al testigo absoluto (5.437 kg/m³) en un 138.79%.

En acuerdo con el estudio realizado y la información bibliográfica revisada, se sugiere un estudio con especial énfasis en la calidad de la radiación reflejada por los tratamientos acolchados, así como un monitoreo diario de la temperatura y humedad del suelo y el ambiente a través del ciclo vegetativo del cultivo para una información más confiable de su efecto sobre el cultivo del chile. La consideración de estos factores y su correlación con el rendimiento pueden establecer el efecto de las películas sobre la productividad del cultivo de chile y quizá de otros cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Benoit, F. and Ceustermans N. 1992. Ecological Vegetables with Plastics. Revista Plasticulture. No. 95./992/3. Belgium.
- Bidwell, R. G. S. 1993. Fisiología Vegetal. AGT Editor, S.A. Progreso 202, Planta Alta. México, D.F. Pag. 350 – 361.
- Blanco, F. L. C. 2000. Efecto de diferentes tiempos de acolchado plástico en la temperatura del perfil superior del suelo y su relación con el desarrollo y rendimiento del chile Anaheim. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Bueno, A. J. 1984. Filmes de PVC para usos agrícolas. Revista de Plásticos Modernos. Número 333. Marzo. España.
- Burgueño, H. 1997. La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. Curso preparado para Banco de México – FIRA. Valle de Santiago, Guanajuato, México. Vol. 1-3. 1ª edición.
- Cadahia, C. L. 1998. Fertirrigación cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi – Prensa. España.
- Camacho, J. F. 1997. Evaluación de películas plásticas fotoselectivas en el cultivo de chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.) var. TMR-23. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Cano, G. M. A. 1985. Respuesta del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) a tres tensiones de humedad en dos etapas fenológicas. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Casseres, E. 1981. Producción de Hortalizas. 3ª Edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- Daponte, F. T. L. and Verschaeren P. 1994. New photoselective films to use in horti- and agriculture. 13th International Congress of CIAPA (Comité International des Plastiques en Agriculture), 8-11 March, 1994. Verona, Italia.

- De Santiago, J. 1996. Programación de la Siembra de Chiles Verdes. Revista Productores de Hortalizas. Publicaciones Periódicas. pp. 8 – 9.
- De Santiago, J. y Randolph, A. 1996. Agricultura protegida. Perspectivas mundiales. Revista Productores de Hortalizas. Publicaciones Periódicas. pp. 12 – 14.
- Decoteau, D. R. and Friend H. 1991. Plant responses to wave length selective mulches and row covers: a discussion of light effects on plants. 23rd National Agricultural Plastic Congress. American Society for Plasticulture. Edited by James E. Brown. Sep. 29 – Oct. 3, 1991. Mobile, Alabama.
- Flores, V. J. 1996. Caracterización agronómica de películas fotoselectivas para acolchado en el cultivo de chile Anaheim con fertirrigación. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Chapingo, México.
- Gómez, L. R. F. 1994. Efecto de las películas plásticas fotoselectivas para acolchado de suelos en calabacita *Cucúrbita pepo* L. cv. Zucchini Gray. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- González, J. A. 1991. Efecto de tres regímenes de humedad en tres sistemas de cultivo en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Guarriente, M. 1983. El acolchado en diversas situaciones agroclimáticas. IX Congreso Internacional de Agricultura con Plásticos. 6-12 de Noviembre. 1983. Guadalajara, Jalisco.
- Hortalizas Flores y Frutas. 1992. Comercio Nacional: Saladette, chile, melón, y sandía, negocios calientes. No. 2, Febrero 28, 1992. Editorial Año Dos Mil, S.A. México.
- Ibarra, J. L. y Rodríguez, P. A. 1983. Acolchado de cultivos agrícolas. Manual de Agroplásticos 1. CIQA. Saltillo, Coahuila, México.
- Ibarra, J. L. y Rodríguez P. A. 1991. Acolchado de suelos con películas plásticas. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México. D.F.

- Ilija, P. 1992. Control efectivo de malezas en el valle de San Joaquin. Revista Hortalizas, Frutas y Flores. No. 2. Febrero 28. 1992. Editorial Año Dos Mil, S.A. México.
- Lara, Z. M. A. 1993. Efecto de las películas fotoselectivas de plásticos para acolchados de suelos en el cultivo de pimiento morrón *Capsicum annuum* L. cv. Yolo Wonder. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Linares, M. J. E. 1993. Efectos de películas fotoselectivas de plástico para acolchado de suelos en el cultivo de sandía *Citrullus lanatus* T. cv. Charleston Gray. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Lorenz, A. O. and Maynard D. N. 1988. Knott's handbook for vegetable growers. Third Edition. A Wiley-Interscience Publication. U.S.A.
- Maltos, M. R. 1988. Cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) bajo acolchado de suelos y tres niveles de fertilización. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Martínez, R. J. 1994. Acolchado de suelos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) AN-430R con dos niveles de abatimiento de la humedad aprovechable del suelo. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Munguía, L. J. P. 1983. El acolchado de suelos y la práctica del riego en el cultivo de la espinaca (*Spinacea oleracea*) var. Viroflay. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Narro, C. A. 1985. El acolchado de suelos en el cultivo de Chicharo (*Pisum sativum* L.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Nobel, P. S. 1991. Physicochemical and Environmental Plant Physiology. Department of Biology, University of California, Los Angeles. Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, Los Angeles, California, USA. Pags. 373-411, 478-479.
- Norma, S. C. 1980. Estudio fenológico y relación con el rendimiento y calidad del chile pasilla cv. Apaseo (*Capsicum annuum* L. var. Longum) bajo diferentes láminas de riego y su frecuencia de aplicación en la región de Celaya Guanajuato. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

- Orona, V. F. 1994. Efecto de pigmentos sobre la fotooxidación de películas de PELBD/PEBD. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ciencias Químicas. Saltillo, Coahuila. México.
- Ramírez, B. J. F. 1998. Evaluación de dos dosis de fertirrigación para dos cultivares de chile (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de acolchado plástico. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Randolph, A. 1996. Producción y Comercialización de Hortalizas. Revista Productores de Hortalizas. Publicaciones periódicas. Pp. 14 – 17.
- Robledo, P. F. y Martín, V. L. 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura. 2da edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Rodríguez, P. A. 1982. Uso de plástico en acolchamiento de suelos, para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), chile (*Capsicum annuum* L.) y maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Licenciatura. UACH. México.
- Rojas, P. L., Briones, S. G. 1990. Sistemas de Riego. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Rubalcava, L. J. 1987. Efecto de tres niveles de humedad aprovechable sobre el rendimiento y calidad del ajo (*Allium sativum* L.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Ruvalcaba, V. L. 1986. Efecto de la lamina de riego por goteo sobre la dinámica de crecimiento y calidad de fruto de Durazno Cv. 'Flordagold'. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Salgado, V. J. 1986. Evaluación de cinco cultivares de chile pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) bajo el sistema de acolchado plástico. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Salisbury, F. B. y Ross, C. W. 1991. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana, México, D.F. Pag. 80-83.
- Serrano, C. Z. 1990. Técnicas de Invernadero. PAO. Suministros Gráficos, S.A. Sevilla, España.
- Tisdale, L. S. y Nelson, W. L. 1988. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. 1ª Edición en Español. Editorial UTHEA. México.
- Torres, B. J. A. 1999. Relación entre los cambios en los componentes del balance de energía y la resistencia estomática en melón por efecto del

acolchado plástico. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Valadez, L. A. 1994. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa. Grupo Noriega Editores. 1ª edición. México, D.F.

Vázquez, H. H. 2001. Efecto de diferentes tiempos de acolchado plástico en el consumo de la humedad del suelo y su relación con el desarrollo y rendimiento del chile Anaheim. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Vilmorin, D. F. 1977. El cultivo del pimiento. Ed. Diana, México, D.F.

Vuelvas C. A., Díaz de L. T. Y Arreola T. J. M. 1995. Perspectivas del riego presurizado en la agricultura del bajío. Memorias del Simposium Internacional. León, Guanajuato México.

Weiss, D. 1995. Cubiertas de plástico para invernaderos como filtro lumínico para controlar el desarrollo vegetativo. Memorias del Simposio Internacional de Tecnologías Agrícolas con Plásticos. León, Guanajuato. 5-7 de Octubre. 1995.

Wraith, J. M. and Ferguson, A. H. 1994. Soil Temperature Limitation to Water use by Field – Grown Winter Wheat. Agronomy Journal. 86:974 – 979 Montana State University

Zermeño, A. 1994. The Effect of Advection of Heat and Saturation Deficit on The Energy Balance of a Vegetated Surface. Tesis de Doctorado. Utah State University; Logan, Utah, USA. Pag. 1-10. USA.