

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



**Evaluación de Cubiertas de Polietileno de Colores en el Desarrollo de  
Plántulas de Brócoli (*Brassica oleracea* var *italica* L.) y Lechuga  
(*Lactuca sativa* L.)**

**Por:**

**María Guadalupe Raya Rodríguez.**

***T E S I S***

**Presentada Como Requisito Parcial Para  
Obtener el Título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Noviembre, 2000.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**Evaluación de Cubiertas de Polietileno de Colores en el Desarrollo de  
Plántulas de Brócoli (*Brassica Oleracea var italica* L.) y Lechuga  
(*Lactuca sativa* L)**

**TESIS**

**Presentada por:**

**María Guadalupe Raya Rodríguez**

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador  
Como Requisito Parcial para Obtener el Titulo de:  
Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

---

**Dr. Valentín Robledo Torres**  
**Presidente del Jurado Calificador**

---

**Dr. Adalberto Benavides Mendoza**  
**Asesor**

---

**M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos**  
**Asesor**

---

**Ing. Elyn Bacopulos Telles**  
**Asesor**

---

**MC. Reynaldo Alonso Velasco**  
**COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA**  
**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.**  
**Noviembre, 2000.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

A **Dios** de todo corazón por darme la oportunidad de vivir, y estar a mi lado en todo momento, cuando más lo necesite me acompaño a todas partes, en los ratos de tristeza, soledad, preocupación y sobre todo en mis alegrías, guiándome con su mano en este camino de la vida. Concediéndome el poder de la bondad.

### **A mis asesores.**

Al **Dr. Valentín Robledo Torres**. Por brindarme un rato de su valioso tiempo y por gran paciencia que me tuvo, su gran sencillez y ánimos de seguir adelante en esta vida.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza**. Por su amistad y colaboración académica para este trabajo.

Al **M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos**. Por que siempre nos brinda su amistad sin condición alguna, y que sin su apoyo no hubiese podido terminar este trabajo.

Al **Ing. Elyn Bacopulos Telles**: Por su participación profesional en la elaboración de este trabajo

Al **M.C. Bañuelos Herrera Leobardo**. Quien siempre nos dio su amistad desinteresadamente, dentro y fuera de esta institución.

A los **Ingenieros del Departamento de Horticultura** y toda la gente que coladora en él, ya que siempre me brindaron un poco de su sabiduría en la formación de esta mi carrera, y a todos con quienes conviví en este tiempo que viví en la Universidad, les doy mil gracias y Dios los bendiga a cada uno de ellos.

Ami **Alma Terra Mater** Por ser una institución noble que nos brinda un gran apoyo para lograr nuestros objetivos y alcanzar la meta con que llegamos todos aquí.

A mis **compañeros de la generación 88 y 89**, por la amistad que me brindaron durante este tiempo.

## **DEDICATORIAS.**

### **CON PROFUNDO AMOR Y RESPECTO A MIS PADRES.**

**Sr. Juan Raya Rodríguez y Sra. María Elena Rodríguez de Raya.**

Que me brindaron la vida, y por haberme dado siempre un ejemplo de trabajo, dedicación y honradez, al igual que por todo sus esfuerzos y sacrificios, y la confianza que depositaron en mí y sobre todo por que siempre están conmigo espiritualmente dándome ánimos para seguir adelante. **Mil Gracias.**

A mis Hermanos **Ing. Margarito y Lic. Silvia Raya Rodríguez**

A ustedes hermanos no tengo palabras cómo agradecer todo lo que me han dado, ya que pusieron toda su fe en mi para seguir adelante y llegar hasta donde estoy ahora, después de todo lo que paso en mi trabajo, y aun así confiaron en mi.

**Los Quiero Mucho Hermanos.**

**A mis hermanos y sus esposas.** Por estar apoyándome siempre.

Juan Manuel y Elvira,

Leopoldo y Yolanda,

Margarito y Yesenia,

José Luis y Maricela.

A **José, Jesús, María** A ustedes hermanos por que siempre me decían animo tu puedes salir hacia delante, por que el fracaso es de los tontos. **Los Quiero Mucho.**

A **mis sobrinos:** Kimberly, Leelany, Cindy, Susy, Juan Luis, José Luis(junior), Yesenia (nena), Lupita\* , Wrayyan, Monse y Nery . Por que ustedes han devuelto la alegría de la inocencia a nuestras casas y por que son las pequeñas semillas que seguirán adelante.

Para toda la **Familia Raya Rodríguez**, pero especialmente a la **Sra. María del Carmen** por brindarme parte de su cariño, y a su hija **Claudia** que la consideramos como una hermana. Al Igual que al **Ing. José Raya** y su Esposa **Maricela** Pantoja.

A Mis **Grandes Amigos.** Ana Laura, Jorge Navarrete, Jorge Zamarripa, Edgardo(hp), Rossy A, Mario M, Rene O., Erika Vidal, Hernán, Kalusha, Cecilio, Edith y Gaby\*, Maribel y Gilberto\*. Por que siempre están conmigo en las buenas y en las malas y por brindarme el tesoro más grande de su vida su amistad.

A mi **Prima la Ing. Gabriela Tafoya R.** Que me soporto todo el tiempo que vivimos juntas y por que estuvo ahí para darme su consejo cuando más la necesite.

Al **Ing. José Gabriel Martínez Estrada**. Por que me hizo vivir los momentos más hermosos de esta vida, haciendo surgir los sentimientos más bellos y humildes que pueden existir en este planeta, el "amor". Y haciéndome comprender y tomar las cosas con seriedad y responsabilidad, solo me queda decirte amor **TE AMO**.

Al **Ing. Francisco Javier Najera Vargas**. Por su gran comprensión y amistad que me brindo, en estos casi cinco años de conocernos. Gracias Javier.

**Para usted que se tomo la molestia de abrir esta tesis esperando que la información contenida sea de gran utilidad.**

**GRACIAS.**

## INDICE GENERAL

	Pag.
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIAS.....</b>	<b>III</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>IX</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
<b>Brócoli.....</b>	<b>4</b>
<b>Lechuga.....</b>	<b>8</b>
<b>Factores que Afectan el Crecimiento de la Planta.....</b>	<b>14</b>
Radiación solar.....	14
Características de radiación.....	15
Ambiente lumínico – energético global.....	16
<b>Características de los Diferentes Entornos de Radiación.....</b>	<b>17</b>
.....Dosel de vegetación natural.....	17
.....Dosel de cultivo.....	21
Dosel de un Invernaderos.....	22
Material para la cubierta del invernadero.....	22
Iluminación suplementaria.....	22
Respuesta morfológica de las plantas en condiciones de campo.....	24
Morfología foliar.....	24
Relación biomasa aérea/subterránea (s/b).....	24
Estomas, otras estructuras epidérmicas y anatomía de las plantas.....	25
Anatomía foliar.....	25
<b>Temperatura.....</b>	<b>26</b>
Influencia de temperatura sobre los procesos fisiológicos de las plantas.....	26
<b>Generalidades de los Acolchados.....</b>	<b>27</b>
<b>Acolchados Plásticos.....</b>	<b>29</b>
<b>Efectos de los Acolchados del Suelo.....</b>	<b>29</b>
Acción de la acolchado sobre el control de malezas.....	30
Acción del acolchado sobre de la humedad del suelo.....	31
Acción del acolchado sobre la temperatura del suelo.....	32

<b>Rentabilidad de los Acolchados.....</b>	<b>34</b>
<b>Ventajas de los Acolchados de Suelos.....</b>	<b>35</b>
Producción de cosechas tempranas.....	35
Incremento de la producción .....	36
Suspensión de labores.....	40
Ahorro de agua.....	40
<b>Otras Ventajas del Acolchado de Suelos.....</b>	<b>41</b>
<b>Clases de Plásticos.....</b>	<b>43</b>
<b>Características de plásticos para acolchado.....</b>	<b>43</b>
Duración de los plásticos.....	43
Espesores de los plásticos para los acolchados.....	44
Ancho de los plásticos.....	44
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
<b>Localización Geográfica.....</b>	<b>45</b>
<b>Características de Área Experimental.....</b>	<b>45</b>
Clima.....	45
Suelo.....	46
Viento.....	46
Vegetación.....	46
<b>Materiales.....</b>	<b>47</b>
<b>Diseño Experimental.....</b>	<b>47</b>
<b>Variables Evaluadas.....</b>	<b>48</b>
Longitud de raíz.....	48
Longitud de hojas.....	48
Peso fresco de hojas y raíz.....	48
Peso seco de hojas y raíz.....	48
<b>Trabajo Bajo Estudio.....</b>	<b>49</b>
<b>Desarrollo de Trabajo.....</b>	<b>49</b>
Preparación de sustrato para siembra.....	49
Llenado de charolas.....	49
Instalación de cubiertas plásticas y perforaciones.....	50
Preparación de semilla y de la siembra.....	50
Preparación de los contenedores.....	50
Colocado de las charolas en los contenedores.....	50
Toma de temperaturas.....	50
Lavado de raíces.....	51
Pesado de material.....	51
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>52</b>
<b>Longitud de Raíz.....</b>	<b>52</b>
<b>Longitud de Hojas.....</b>	<b>55</b>
<b>Peso Fresco de Hojas.....</b>	<b>58</b>
<b>Peso Seco de Hojas.....</b>	<b>61</b>
<b>Peso Fresco de Raíz.....</b>	<b>64</b>

<b>Peso Seco de Raíz.....</b>	<b>67</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>71</b>

## INDICE DE CUADROS.

- Cuadro1: Análisis de varianza para longitud de raíz a los 30 y 45 días después de siembra en el cultivo de brócoli desarrollado en cubiertas de polietileno de colores.....52**
- Cuadro2: Análisis de varianza para longitud de raíz a los 30 y 45 días después de siembra en el cultivo de lechuga desarrollado en cubiertas de polietileno de colores.....54**
- Cuadro 3: Análisis de varianza para longitud de hojas a los 30 y 45 días después siembra en el cultivo de brócoli desarrollado en cubiertas de polietileno de colores.....56**
- Cuadro 4: Análisis de varianza para la variable longitud de hojas en dos periodos de muestreo en el cultivo de lechuga desarrollado en cubiertas de polietileno de colores.....57**
- Cuadro 5: Análisis de varianza para la variable peso fresco de hojas en dos periodos de muestreo en el cultivo de brócoli desarrollado en cubiertas de polietileno de colores.....59**
- Cuadro 6: Análisis de varianza para la variable peso fresco de hojas en dos períodos de muestreo en el cultivo de lechuga desarrollado en cubiertas de polietileno de colores.....60**
- Cuadro 7: Análisis de varianza para la variable peso seco de hojas en dos periodos de muestreo en el cultivo de brócoli desarrollado en cubiertas de polietileno de colores.....62**
- Cuadro 8: Análisis de varianza para la variable peso seco de hojas en el cultivo de lechuga, dos periodos de muestreo cubiertas de polietileno de colores.....63**
- Cuadro 9: Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz a los 30 y 45 días después de siembra en el cultivo de brócoli en dos periodos de muestreo desarrollado con cubiertas de polietileno de colores.....65**
- Cuadro 10: Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz en el cultivo lechuga, en dos periodos de muestreo desarrollado con cubiertas de polietileno de colores.....66**

**Cuadro 11: Análisis de varianza para la variable peso seco de raíz en el cultivo de brócoli, en dos periodos de muestreo desarrollado en cubiertas de polietileno de colores.....68**

**Cuadro 12: Análisis de varianza para peso seco de raíz en el cultivo de lechuga desarrollada en cubiertas de polietileno de colores.....68**

## INDICE DE FIGURAS.

- Figura 1: Comportamiento de las medias para la variable longitud de raíz en los cultivos brócoli y lechuga, en dos distintas fechas de muestreo.....55**
- Figura 2: Comportamiento de las medias para la variable de longitud de hojas en los cultivo de brócoli y lechuga, en distintas fechas de muestreo.....58**
- Figura 3: Comportamiento de las medias para la variable peso fresco de Hojas en los cultivo de brócoli y lechuga, en dos fechas de muestreo.....61**
- Figura 4: Comportamiento de las medias para la variable peso seco en hojas en los cultivos de brócoli y lechuga, en dos fechas de muestreo.....64**
- Figura 5: Comportamiento de las medias en la variable peso fresco de raíz en los cultivos de brócoli y lechuga, en dos fechas de muestreo.....67**
- Figura 6: Comportamiento de las medias de la variable peso seco de raíz en los cultivos de brócoli y lechuga, en dos fechas de muestreo.....69**

## **INTRODUCCION.**

En México, en los últimos años las hortalizas han logrado tener gran importancia desde el punto de vista económico y social, debido a la capacitación de divisas por las exportaciones y a la gran demanda en la mano de obra que generan.

La diversificación en las aplicaciones de los plásticos en la agricultura se inicio a partir de 1966. El uso de los plásticos en la agricultura es una tecnología que se ha venido empleando a escala mundial con el objetivo de aumentar el rendimiento de los cultivos, actualmente la plásticultura sé ha extendido con gran éxito en los países europeos, y ha tenido gran aceptación en los países americanos, entre los que destacan, están; Estados Unidos, Brasil, Argentina, Uruguay y Canadá entre otros. En la actualidad se han superado ya los tres millones de hectáreas de superficie establecida en nuestro país, incluyendo acolchados de suelos, invernaderos, túneles para cultivos semi-forzados, microtuneles y sistemas de riego por goteo. Al establecer cultivos con este tipo de tecnología se incrementa la eficiencia en la aportación de insumos hacia las plantas.

Por lo antes mencionado, el empleo de la técnica del acolchado es una alternativa viable para los productores de hortalizas, la cual le permite obtener mayores beneficios económicos.

Debido a las condiciones erráticas de disponibilidad de agua en el Norte de nuestro país como lo es; Coahuila, Zacatecas, San Luis Potosí y Chihuahua principalmente, se ha creado la necesidad de que los productores vean nuevas alternativas de aprovechar eficientemente al máximo este recurso.

Dada la gran demanda y exigencias de los mercados para obtener cosechas de buena calidad, se hace necesario que los productores estén a la vanguardia en la obtención de nuevas tecnologías e innovaciones que deben ser generadas por los centros de investigación y las universidades. Una de estas es la plásticultura o plásticos en la agricultura, que ha tenido una gran respuesta hacia los productores, tal es el impacto, que cada vez son más los cultivos y superficies establecidas con este tipo de tecnología. En el caso de los cultivos hortícolas, las cubiertas plásticas ofrecen bondades independientemente de su composición química, forma o color; y es que la cobertura de suelos con este tipo de películas, tiene como resultado la obtención de cosechas tempranas, altos rendimientos, obtención de productos de buena calidad, control de malezas y conservación de humedad del suelo, entre otros.

Por lo anterior el siguiente trabajo está enfocado principalmente a la obtención de plántulas de lechuga y brócoli de rápido desarrollo para reducir el tiempo de siembra a

trasplante. Así mismo se busca lograr plantas de alto vigor debido a su amplio desarrollo radical como consecuencia del uso de cubiertas plásticas en etapas tempranas.

### **OBJETIVOS:**

- Estimar el efecto del color de la cubierta de polietileno sobre el crecimiento radical en el cultivo de lechuga y brócoli.
- Estimar la ganancia en peso seco de los cultivos de brocoli y lechuga sembrados bajo cubierta de polietileno de colores.

## REVISION DE LITERATURA.

### **Brócoli.(*Brassica oleraceae var italica L.*)**

Esta hortaliza es similar a la coliflor. La parte comestible es una masa de flores comúnmente de color verde. La demanda a escala nacional para consumo en fresco es casi nula, sin embargo, casi todo el brócoli que se produce es congelado, y una parte considerable es destinada al mercado de exportación, la importancia del cultivo radica en el área sembrada, captación de divisas, alta rentabilidad por superficie y gran demanda de mano de obra, se reporta una superficie total de 1 139 ha, siendo los principales productores Guanajuato(678), Aguascalientes (251), Baja California Norte (87), entre otros (DGEA, 1997).

### **Origen**

El brócoli es originario del Mediterráneo, principalmente de Italia. Su aparición es mas reciente que el repollo o col blanca y la coliflor, siendo introducido a los Estados Unidos en 1925 por migrantes italianos (Gray, 1982).

### **Características Botánicas y Taxonómicas.**

**Características botánicas:** Es una planta anual, erecta, tiene de 60-90cm de altura y termina en una masa de flores de color verde que puede alcanzar un diámetro de hasta 35cm. Las flores son de color amarillo y tienen cuatro pétalos en forma de cruz. El fruto es de color verde cenizo que mide en promedio de 3-4 cm, contienen semillas que tienen la forma de munición y miden de 2 a 3 mm de diámetro ([www:afxsa.com.mx](http://www.afxsa.com.mx)).

**Taxonomía:** En lo que se refiere a su taxonomía, esta se estructura de la siguiente manera ([www.afxsa.com.mx](http://www.afxsa.com.mx)):

Familia: *Cruciferae*.

Genero: *Brassica*

Especie: *oleraceae*.

Variedad Botánica: *Itàlica*.

Nombre común: Brócoli.

### **Requerimientos climáticos**

El brócoli es una hortaliza de climas fríos y frescos, puede tolerar temperaturas de (-2 °C) siempre y cuando no se haya formado la inflorescencia, ya que es fácilmente dañada por las bajas temperaturas. El rango de temperaturas para germinación es de

15-28 °C, llegando a emerger a los 3 a 8 días respectivamente. La temperatura óptima ambiental para su desarrollo es de 17 °C ([www:afaxsa.com.mx](http://www.afaxsa.com.mx)).

### **Suelo y Fertilización**

El brócoli se desarrolla bien en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los franco - arenosos, con buen contenido de materia orgánica, se clasifica como ligeramente tolerante a la acidez, siendo su rango de pH 6.0-6.8y medianamente tolerante a la salinidad.

En lo que se refiere a la aplicación de fertilizante, la dosis recomendada es de 120-80-0 ([www:afaxsa.com.mx](http://www.afaxsa.com.mx))

### **Siembra**

Las cosechas de los cultivares sembrados en Otoño - Invierno son más uniformes, debido a las temperaturas frescas, en cambio los cultivares sembrados en primavera verano se manifiestan de manera precoz y con cosechas desuniformes, debido a las altas temperaturas.

Los principales épocas de siembra para el cultivo de brocoli son las siguientes;

Clima	Siembra	Días a la Madurez
Frío	Abril-Junio	75-100
Cálido	Octubre-Enero	70-80

En lo que se refiere a la siembra, el brócoli puede sembrarse en forma directa o transplante. El primer sistema se refiere a la utilización de sembradora de precisión. En la siembra indirecta es común la utilización de almácigos, ya sea a campo abierto o bajo condiciones de invernadero; en este último se utilizan charolas de poliestireno de 200 a 338 cavidades.

Cuando la actividad se realiza en campo abierto se ocupan pequeñas superficies de 60 m<sup>2</sup> usando de 200-300 gr de semilla y obteniendo suficientes plantas para una hectárea comercial (65,000 ptas). El transplante puede efectuarse cuando las plántulas tienen cuatro hojas verdaderas, lo que generalmente ocurre en un lapso de 28 a 35 días después de siembra; el transplante se realiza a una distancia entre surcos de 66 a 77 cm a hilera sencilla o de 92 a 100 cm a doble hilera ([www.afxsa.com.mx](http://www.afxsa.com.mx)).

### **Plagas y Enfermedades**

En lo que se refiere a plagas y enfermedades, las más comunes son:

**Plagas:** Pulga saltona (*Epitrix cucumeriys harris*), Diabrotica (*Diabrotica spp*), Pulgón (*Breviocoryne brassica L.*), Gusano importado de la col (*Pieris rapae L.*), Mariposa de la col. (*Leptophobia aripa L.*), Dorso de diamante (*Plutella xylostella*) y Gusano cortador (*Trichoplusia ni H.*).

**Enfermedades:** Mildiu veloso (*Peronospora parasitica*) Amarillamiento (*Fusarium oxysporum* S), Pierna negra (*Phoma linga*T.), Pudrición negra (*Xanthomonas campestris* D).

**Enfermedades Fisiológicas:** Formación prematura de cabeza de agua; por estrés de humedad, por lo tanto no debe de faltar agua en los primeros estadios de desarrollo, y que no carezca de fertilizantes nitrogenados. Yemas o floretes secos por deficiencia de Mo, tallo hueco por deficiencia de B ([www:afxsa.com.mx](http://www.afxsa.com.mx)).

### **Cosecha**

La cosecha se realiza cuando llegue a los 70-75 días o la cabeza principal alcance un diámetro de 25 -65 cm y esté lo más firme y compacta posible.

### **Lechuga (*Lactuca sativa* L)**

La lechuga es una de las plantas más importante del grupo de las hortalizas de hoja, es ampliamente conocida y se cultiva casi en todos los países del mundo. Los sistemas de producción de la lechuga en México son sencillos, pudiendo encontrar diferentes tipos y cultivares.

En México la lechuga se puede explotar durante todo el año, reportándose una superficie sembrada de 4 000 ha, siendo Jalisco (543), Baja California Norte(434) y San Luis Potosí(446) los principales productores ([www:afxsa.com.mx](http://www.afxsa.com.mx)).

## Origen

El origen de la lechuga es bastante antiguo, ya que existen pinturas que representan a esta hortaliza en una tumba de Egipto que data del año 4500 a. de C. Procede probablemente de Asia Menor, la lechuga tipo cabeza empezó a aparecer hacia el año de 1500 de nuestra era, la lechuga procede de la especie silvestre *Lactuca scariola* L. que es clasificada como una maleza ampliamente distribuida en el centro y el Sur de Europa, así como en la región Sur de Rusia (Valadéz, 1997)

## Características Botánicas y Taxonómicas

**Características Botánicas:** La lechuga es una planta herbácea anual, que cuando joven contiene en sus tejidos un jugo lechoso llamado látex, cuya cantidad disminuye con la edad de la planta. Se reporta que las principales raíces de absorción se encuentran a una profundidad de 3 a 5 Cm, ya que la raíz es una de las características principales y explica su relativa resistencia a la sequía (Valadéz, 1997).

Las hojas de la lechuga son lisas, sin pecíolo (sèsiles); el extremo puede ser redondeado o rizado. Su color va de verde amarillo hasta el morado claro. El tallo es pequeño y no se ramifica sin embargo cuando existen condiciones de temperaturas altas y días largos (>26°C y >12hrs) el tallo se alarga hasta 1.20 cm de longitud

ramificándose el extremo, presentando en cada punta de las ramillas terminales una inflorescencia.

En lo que se refiere a la inflorescencia, ésta se constituye de grupos de 15 a 25 flores, las cuales están ramificadas y son de color amarillo, los pétalos son soldados, posee cinco estambres y su ovario es monócular. Las flores se autopolinizan, su función que se realiza antes de que las flores abran, se reporta que también es posible la polinización cruzada.

Las semillas son largas (4-5mm), su color es blanco crema, aunque también las hay pardas y castañas.

**Taxonomía:** En lo que se refiere a su taxonomía, ésta se estructura de la siguiente manera:

Familia: Compositae.

Genero: *Lactuca*.

Especie: *sativa*.

Variedad Botánica: Capitata.

Nombre Común: Lechuga.

### **Requerimientos Climáticos**

Las semillas de la lechuga comienzan a germinar a temperaturas de 2 °C a 3 °C, siendo la óptima de 20 °C a 25 °C, en estas temperaturas las plántulas pueden emerger

a los 4 o 5 días. El rango de temperaturas para su desarrollo es de 13 °C a 25 °C, siendo la óptima entre 16 °C y 22 °C. La lechuga es una planta anual que bajo condiciones de fotoperiodos largos (más de 12 horas de luz) y acompañado de altas temperaturas (más de 26 °C) emite un tallo floral, siendo más sensibles las lechugas de tipo orejón, que las de cabeza. En cuanto a la intensidad lumínica, se menciona que estas plantas exigen mucha luz, pues se ha comprobado que la escasez de esta provoca que las hojas sean delgadas y que en múltiples ocasiones las cabezas se suelten. Se recomienda considerar dicho factor para una densidad de población adecuada y evitar el sombreado de las plantas entre sí ([www:afaxsa.com.mx](http://www.afaxsa.com.mx)).

### **Suelo y Fertilización**

La adaptación de estas hortalizas a diferentes tipos de suelos es muy amplia, desde arenosos hasta arcillosos, hasta suelos completamente orgánicos; sin embargo se menciona que el mejor desarrollo se obtiene en suelos franco - arenosos con suficiente contenido de materia orgánica y buen drenaje.

La lechuga ésta clasificada como ligeramente tolerante a la acidez, siendo su rango de pH de 6.0 - 6.8, no obstante ciertos autores afirman que la lechuga se desarrolla mejor en pH ácidos con valores de 5.0, además es clasificada como una hortaliza medianamente tolerante a la salinidad.

La calidad y el rendimiento de la lechuga es afectado marcadamente por una fertilización deficiente de N (menos de 40 unidades) dando origen a plantas

pequeñas y de coloración amarillenta, siendo poco suculentas. Por otro lado, la dosis altas (más de 180 unidades de N) provocan un rápido crecimiento de las plantas, lo que suscita que en las lechugas de cabeza (var: capitata) se retrase la formación de la cabeza, quedando sueltas y livianas.

En lo que se refiere a fertilización se recomienda nitrógeno (60 unidades) al momento de trasplante y otra cantidad similar aproximadamente de 3-4 semanas después; para el fósforo se recomienda (120 unidades) siendo la primera aplicación antes de realizarse el surco, por lo general aquí se recomienda aplicar 80 unidades, y las 40 restantes poco antes del trasplante. Por lo regular no se recomienda la aplicación de potasio, aunque si se desea se debe aplicar en la primera incorporación del N y F ([www:afxsa.com.mx](http://www.afxsa.com.mx)).

### **Siembra**

En México la lechuga se siembra durante todo el año, la producción de verano declina fuertemente para la lechuga de tipo oreja (var. longifolia) dada su rápida respuesta a floración con altas temperaturas. Asimismo, las zonas tropicales y subtropicales se inclinan más por la producción de lechugas de tipo cabeza (var. capitata) debido a sus condiciones de temperatura. La lechuga es una hortaliza típica de trasplante, aunque también se siembra de forma directa. Al practicarse la siembra directa debe de hacerse aclareos y las plantas sacadas pueden transplantarse. Cuando se realice siembra directa se recomienda utilizar de 2 a 3 Kg de semilla/ha.

En lo que se refiere a siembra indirecta o de transplante, que es lo más utilizado comercialmente y si el almácigo es a campo abierto se recomienda de 50 m<sup>2</sup> distribuyendo de 200-300 gr de semilla, el tiempo que tardan las plantas en el almácigo es de 5-7 semanas y se transplantan cuando tienen 4-6 hojas verdaderas.

Como se mencionó anteriormente la producción de lechuga en México es durante casi todo el año, aunque la época de siembra varía para cada zona:

Zona	Epoca de Siembra	Días a la Madurez.
Fría	Mayo-Julio	70-100
Calada	Octubre-Enero	60-70
Templada	Todo el año	70-90

La siembra directa es a una distancia 92 cm de entre surcos, a doble hilera con de una distancia de 30 cm entre plantas ([www:afaxsa.com.mx](http://www.afaxsa.com.mx)).

### **Plagas Y Enfermedades**

**Plagas:** Pulgón (*Aphis spp*), Chicharrita (*Empoasca spp.*), Falso medidor (*Trichoplusia ni.*) ([www:afaxsa.com.mx](http://www.afaxsa.com.mx)).

**Enfermedades:** Cenicilla polvorienta (*Bremia lactuacae*), Muerte por sclerotinia (*Sclerotinia minor*), Pudrición por rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*), Pudrición gris (*Botrytis cinerea*) y Mosaico de la lechuga ([www:afaxsa.com.mx](http://www.afaxsa.com.mx)).

**Enfermedades fisiológicas:** Floración prematura por altas temperaturas, bordes quemados de las hojas (tip burn), por altas temperaturas con estrés de agua; Nervadura central café (brown nerve), por altas temperaturas y humedad ambiental alta (o lluvia poco antes de la cosecha). Nervadura central rosa (pink nerve), debido días y noches cálidos y suelos de baja fertilidad, ya que es importante mantener una nutrición adecuada ([www.afxsa.com.mx](http://www.afxsa.com.mx)).

### **Cosecha**

El periodo de siembra a cosecha en los cultivares y tipos de lechuga comerciales es de aproximadamente 90 a 100 días. En un campo de lechugas de cabeza, se cosecha cuando la mayoría (más del 50%) ha formado y alcanzado el tamaño deseado, debiendo estar lo más sólidas posible. En algunos campos sólo se cosecha una sola vez. En ciertas plantaciones de Estados Unidos las lechugas son cortadas y empacadas en el campo mismo, recomendándose que esta práctica se realice por la mañana para evitar el calor del día, lo que deshidratará a este tipo de hortaliza ([www.afxsa.com.mx](http://www.afxsa.com.mx))

### **Factores que Afectan el Crecimiento de la Planta**

#### **Radiación Solar**

La radiación solar recibida en la superficie de la tierra es el origen de casi todos los elementos meteorológicos y sus variaciones en el curso de los días y los años según Ortiz (1984).

Flores (1987) indica que la agricultura es una explotación de la energía solar, hecha posible con un adecuado suministro de agua y nutrientes para mantener el desarrollo de la planta, siendo que los principales procesos que actúan en la radiación solar son; fotosíntesis, que es proceso básico para la producción de alimentos, y el fotoperiodo, es decir la respuesta a la floración de la planta a la duración del día.

**Características de Radiación.** La radiación es el proceso físico por medio del cual se transmite energía en forma de ondas electromagnéticas en línea recta y una velocidad de 300,000 km/seg, esta transmisión se realiza sin intervención de una materia intermedia ponderable como portadora de energía.

La radiación que llega al límite superior de la atmósfera ésta formada por rayos de distinta longitud de onda, principalmente:

- A. **Rayos Ultravioleta:** No son visibles y su longitud de onda es muy pequeña, menor de 0.3 micrones.
- B. **Rayos Luminosos:** Son los únicos visibles y su longitud de onda varía entre 0.36 a 0.76 micrones.
- C. **Rayos Térmicos:** (Infrarrojos). No son visibles y su longitud de onda es mayor 0.76 micrones.

Cabe mencionar que la intensidad calorífica de la radiación solar, medida en el límite superior de la atmósfera es generalmente constante en el curso del tiempo. Su valor para un  $\text{cm}^2$ , expuesto perpendicularmente a los rayos solares en el límite superior de la atmósfera es de 2 cal/min, y se llama Constante solar.

Villalpando (1984 ) menciona que la radiación solar que se recibe en la tierra consta de dos partes; Radiación Directa y Radiación Difusa, y la suma de estos dos componentes se conoce como Radiación global.

### **El Ambiente Lumínico- Energético Global**

El espectro energético natural encontrado en la biosfera se encuentra localizado en el rango de longitudes de onda de 290 nm. (ultravioleta) hasta aproximadamente 5000 nm, (radiación térmica). Lo que se llama **espectro luminoso**, que corresponda al rango espectral de 400-700nm, el cual incluye la radiación fotosintéticamente activa. Daudeme (1974), menciona que la atmósfera terrestre es una envoltura que absorbe selectivamente la radiación solar y permite el paso casi sin interferencia (esto es, posee una "ventana") de la radiación y corresponde al espectro luminoso, esta ventana de radiación es la utilizada mayormente en las reacciones fotogénicas de la fotosíntesis y en ciertas reacciones que resultan en modificaciones en morfogénesis de las plantas; la radiación es captada por proteínas con cromóforos específicos como la clorofila y accesorios y el fitocromo, criptocromo, etc. (Galston et al. 1980 y Shropshire, 1983).

La cantidad de radiación transmitida se mide con respecto a la constante solar que es la radiación en el margen exterior de la atmósfera terrestre y que equivale a  $1400 \text{ w m}^{-2}$  dado que la radiación solar a su paso por la atmósfera terrestre es transmitida, absorbida y difundida, la radiación al nivel de la superficie del suelo

varía con las estaciones, nubosidad, humedad y polvo atmosférico, topografía, hora del día, vegetación, etc. Los valores típicos de radiación global (radiación directa difusa del cielo) van de 50 a 1250  $\text{wm}^{-2}$  dependiendo de la condición atmosférica; sin embargo, en zonas de alta montaña en condiciones de aire seco y el cielo con nubosidad blanca dispersa cerca del zenit, se han registrado valores de irradiancia global de 1500  $\text{wm}^{-2}$  (Gates, 1980).

### **Características de los Diferentes Entornos de Radiación**

En esta parte se describirán las características espectrales de la radiación de diferentes microambientes naturales, parcelas de cultivos extensivos e invernaderos.

**Dosel De Vegetación Natural:** Muchos de los estudios acerca de la calidad espectral de la radiación que atraviesa un dosel vegetal se han realizado con respecto a la banda de radiación PAR (Kesperbaur y Hunt, 1992<sup>a</sup> y 1998<sup>b</sup>). Tanto para un dosel heterogéneo de vegetación natural (bosque, matorral, etc.) como para un dosel relativamente homogéneo de zonas de cultivos o plantaciones forestales, la distribución vertical y de calidad espectral de la radiación en el interior de un dosel y bajo el mismo nivel del suelo, es resultado de las propiedades espectrales de los tejidos vegetales (Gates, 1980) y del arreglo espacial, o la arquitectura, de las estructuras de las plantas (Saeki, 1975; Welles y Norman, 1991).

Las estructuras foliares absorben la mayor parte de la radiación UV y visible incidente, gracias a la presencia de pigmentos como lo son; clorofilas, carotenos, luteína, antocianinas y otros. A causa de la dispersión múltiple y la reflexión interna de la radiación por las paredes celulares y otras estructuras internas, el trayecto de la radiación se hace más alargado consiguiendo una amplificación e intensificación de la radiación incidente. El resultado de todo esto es la fuerte absorción de radiación incidente, observándose únicamente un pequeño incremento de transmisión de la banda verde (Gates, 1980; Vogelmann y Björn 1984). Un dosel vegetal es entonces una trampa de luz. Por otro lado, en las longitudes de ondas superiores existe un abrupto incremento en la reflexión y transmisión; esta ventana en la observancia foliar en el rango del rojo lejano al infrarrojo corto, determina el característico enriquecimiento en el rojo lejano al infrarrojo corto y empobrecimiento del azul con respecto al rojo y rojo lejano de radiación reflejada por las plantas o encontradas en las sombras de la vegetación (Holmes y Smith, (1975); Gates, (1980); Fitter y Hay, (1998). A partir de las consideraciones teóricas Gates, (1980) estableció que el hueco de absorbencia de radiación teóricas es ventajoso desde el punto de vista de la temperatura de la superficie foliar.

Si bien todas las hojas tienen propiedades óptimas similares y siempre es necesario considerar las propiedades ópticas precisas de las hojas, en el contexto del entorno lumínico en que las plantas viven. Se ha encontrado que en las absorbencias foliares de las plantas que crecen expuestas directamente a la luz

del sol son aproximadamente iguales a las plantas de sombra externa (Lee y Grahan, 1986).

La diferencia observada entre las plantas de sol y las plantas de sombra tiene base anatómica, que parece que las hojas de plantas de sombra aparentemente poseen menos espacio intercelulares sobre todo al nivel de parénquima de empalizada, lo cual se traduce en mucho menor reflexión difusa y maximización de los trayectos internos de la radiación en las láminas foliares (Lee y Graham, 1980). El resultado global no es precisamente una mayor eficiencia bioquímica para la asimilación de  $\text{CO}_2$  pero sí un sistema de planta de luz que permite absorber la cantidad de radiación con una cantidad dada de clorofila (Terashima y Saeki, 1983).

La luz que penetra en volumen de espacio ocupado por el dosel vegetal se realiza en cuatro formas (Fictter y Hay, 1981);

**1.- Radiación Difusa no Interceptada por el Dosel.** Es la radiación directa que penetra por los huecos presentes del dosel. Esta radiación se presenta en zonas a diferentes de alturas del dosel, llegando incluso hasta el suelo, en donde se observan áreas iluminadas llamadas "**Zonas de Centelló**" cuya localización depende del ángulo solar y del movimiento foliar originado por el viento.

**2.- Radiación Difusa no Interceptada por el Dosel.** Es la contraparte de Zonas de Centelló pero para la radiación atmosférica difusa.

**3.- Reflexión.** Es la radiación que penetra al dosel después de ser reflejada por una o más estructuras foliares. La cantidad y calidad de la radiación reflejada depende del ángulo, grosor y orientación de la estructura foliar así como de las características de la cutícula.

**4.-Transmisión.** Es la radiación que logra atravesar una o más laminas foliares, típicamente las hojas transmiten una pequeña parte de radiación incidente(1-20%) en la banda verde y son por otro lado, casi transparentes en el rango en el 700-1400nm.

En un dosel natural, la modificación en la calidad y cantidad de la radiación encontrada bajo el dosel, depende del índice de área foliar, de la cantidad de estructuras que funcionan como objetos opacos (básicamente troncos y ramas gruesas) y de las características morfológicas y anatómicas de las hojas (Fitter y Hay, 1981).

Independientemente de otros factores, la tasa de atenuación de la radiación solar a su paso por un dosel, depende del valor  $L$  acumulado al final del trayecto; la relación es aproximadamente exponencial y es descrita por:

$$I_L = I_0 * \exp(-KL).$$

Donde:  $I_0$ = Radiación incidente sobre el dosel.

$I_0$ =La radiación en el punto de donde tiene que valor  $L$

dado.

$K$  = Coeficiente de extinción, el cual tiene un valor específico para cada dosel vegetal dependiendo principalmente de la especie de que trate y del valor de  $L$ .

**Dosel de un Cultivo.** Al contrario que un dosel de vegetación natural, en donde la distribución espacial de los individuos depende principalmente de los factores ambientales, en el dosel de un cultivo, la distribución espacial depende de la acción humana y es generalmente simétrica y uniforme, los mismos principios son discutidos para los doseles de vegetación natural y son aplicados para los cultivos, considerando, sin embargo, la distribución de los individuos.

Monteith, (1976) describió las características óptimas comunes al tejido foliar de 20 especies de cultivos.

1. En el espectro visible la reflectancia es alrededor de 10% y la transmitancia es menor.
2. Tanto la transmitancia como la reflectancia se incrementan para la radiación arriba de 660 nm, alcanzando máximos en 730 nm.
3. En el rango 730 -1250 nm la absorbencia no es mayor a un 5% mientras que la transmitancia y reflectancia se reparten de manera equitativa en el restante 95%.
4. En el rango 1250 - 2500 nm se presenta un marcado incremento en la absorbencia que puede variar de 9% hasta 30 %.

Las características espectrales de las estructuras foliares de especies cultivadas son prácticamente iguales a las discutidas para las especies silvestres. La variación en la calidad espectral en el dosel de los cultivos depende de ciertas características de los sitios del cultivo, como lo son; el color del suelo, prácticas culturales, la variación en densidad de la población, uso de cultivos asociados, la orientación azimutal de los surcos o camas, la incorporación de material vegetativo al suelo como acolchado, el uso de películas plásticas, acolchado de suelo en túneles e invernadero y el uso de sombras neutras (malla sombra y cubierta flotante), en todos los casos se determinan la elección entre diferentes estrategias de crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que estas son especialmente sensibles en el estado de plántulas a las señales del entorno (Kaul y Kasperbauer, 1988).

**Desel de un Invernaderos:** El ambiente de radiación encontrado en un invernadero difiere del ambiente de radiación externa. Ya que los factores involucrados en dicha diferencia son principalmente el diseño y orientación espacial de la estructura, el tipo de material utilizado en la cubierta y el uso de la iluminación suplementaria.

- **Material Para la Cubierta del Invernadero:** Algunas películas fotoselectivas permiten mejor el control de ciertas enfermedades en cultivos en invernaderos y controlan el paso de la radiación UV, otros efectos benéficos se relacionan con el incremento de la calidad de los cultivos, y algunas otras disminuyen el escape de energía radiante de los invernaderos, esta características es especialmente útil

cuando se tienen noches frías y días templados a cálidos ya que disminuyen los problemas relacionados con hongos patógenos (Hensinger, 1992).

- **Iluminación Suplementaria:** Generalmente la iluminación suplementaria se aplica en regiones o en épocas con baja radiación solar, dado que la luz suplementaria puede establecer la diferencia entre alta y baja productividad, en la cuestión de la calidad y cantidad, de radiación emitida por las lamparas es clave en la productividad. Cuando la iluminación se realiza a la luz del día con fuentes de luz estándar o que emiten en bandas específicas, entonces se dice que realiza **Iluminación Complementaria.**

Black(1992) mencionó que las lamparas utilizadas en la iluminación suplementaria deben de emitir preferentemente en las bandas de 400 a 500 nm, y de 600 a 700 nm, igualmente el uso de lamparas que emiten mayor cantidad de luz azul permiten el crecimiento mas compacto, reduciendo la longitud y peso del tallo, incrementando él numero de ramificaciones y la resistencia de los tallos (Smith, 1992).

Se sabe que las fuentes de luz ricas en azul incrementan la asimilación CO<sub>2</sub> para las plantas. La radiación en la banda roja es por otro lado la que origina mayor alargamiento de tallo, pero dada su importancia en la fotosíntesis y en la fotomorfogenesis, no debe de eliminarse la iluminación suplementaria (Black 1992).

## **Respuestas Morfológicas de las Plantas en Condiciones de Campo**

Esta acción incluye aquella información respecto al efecto de calidad espectral de la radiación sobre macro y micro estructuras de las plantas, en esta categoría se incluyen características como biomasa, altura, forma y tamaño del tallo y hojas, densidad estomática, anatomía foliar, relación entre biomasa aérea y subterránea.

**Morfología Foliar:** Múltiples factores son responsables de las modificaciones de la morfología foliar.

Dejando al lado las adaptaciones obvias para los ambientes áridos y con alta radiación o para microambientes húmedos y sombreados, donde los individuos genéticamente uniformes o estructuras foliares en un mismo individuo presentan morfológicas foliares contrastaste al ser sometidas a estímulos, con diferencias microambientales en temperaturas, radiación y fotoperíodo o densidad poblacional (Watson et al. 1982), la morfología foliar se ve modificada también al someter a las plantas a condiciones de baja radiación, se observa que las hojas grandes de las plantas heliòfilas desarrolladas bajo sombreado son generalmente más grandes, más delgadas y con un menor peso específico, que las plantas desarrolladas bajo la luz de sol (Schnyder y Nelson, 1989).

**Relación biomasa aérea/subterránea (S/R).** De acuerdo a Kasperbauer (1987) y Hunt (1992), la modificación en el reparto interno de la fotosíntesis es

una respuesta temprana para evitar sombreado posterior por otros individuos. Aparentemente las plantas perciben la cercanía de otros individuos captando incluso muy ligeras modificaciones en el balance espectral global de su microambiente.

En condiciones de escasa competencia con otros individuos, y en ausencia de limitantes ambientales la planta se dedicara a producir macollas o tallos fuertes, profundamente ramificados con raíces bien desarrolladas; haciendo tener a la planta gran cantidad de semillas y frutos. Por otro lado, en condiciones de alta competencias la planta se vera estimulada a producir unos pocos tallos con entrenudos largos y escasa ramificación y pequeñas raíces.

**Estomas, Otras Estructuras Epidérmicas y Anatomía Foliar.** Allard *et al.* (1991) menciona que la radiación y la calidad espectral son determinadas en las características de la epidermis foliar, encontraron una densidad estomática total menor a un 17 a 24% en plantas sometidas a baja radiación ( $600 \text{ mol m}^{-2} \text{ S}^{-1}$  de PPFD), encontraron además una reducción mayor en la superficie abaxial que en la adaxial. Lo mismo fue observado por Woledge (1971) quien además reporta la ausencia de diferencias en forma de células guarda entre hojas desarrolladas en condiciones de alta y baja radiación.

**Anatomía Foliar.** Es importante en la determinación de trayectos de los rayos luminosos y la reflexión interna en los tejidos encontraron con un incremento 25% en la cantidad de espacio aéreos en el mesofilo de las plantas

desarrolladas en condiciones de baja radiación, en comparación con plantas desarrolladas con alta radiación (Allard *et al.* 1991).

### **Temperatura.**

Esta consiste en una manifestación de la radiación. La temperatura es el resultado de la acción recíproca entre radiación solar y radiación terrestre, además de las características físicas de las superficies que producen o reciben radiación (Flores, 1987).

La temperatura del aire tiene múltiples variaciones debido a la influencia combinada de varios factores ya que las modificaciones que sufre en intensidad a lo largo de los 12 meses del año determinan su régimen para un lugar, el cual puede estudiarse desde varios puntos de vista, como lo son Temperatura Máximas y Temperaturas Mínimas.

Romo y Arteaga (1983) estos autores mencionan que la temperatura del aire tienen marcada influencia sobre todos los procesos fisiológicos de la parte aérea de la planta y que en su mayoría se va entre 0-40°C.

### **Influencia de la Temperatura Sobre los Procesos Fisiológicos de la Planta.**

Flores (1987), puntualiza que indiferentemente que tan favorables sean las condiciones de luz y humedad, el desarrollo de la planta cesa, cuando la temperatura cae por abajo de cierto valor mínimo o excede cierto valor máximo,

además hay una temperatura óptima en la cual el desarrollo es producido con mayor rapidez. Estos límites son conocidos como temperaturas cardinales.

En general la temperatura ejerce su influencia principalmente al controlar la proporción de reacciones químicas involucradas en varios procesos de crecimiento dentro de la planta; la solubilidad de minerales, absorción del agua, nutrientes y gases por la planta; y varios procesos de difusión que ocurren en la planta depende de la temperatura (Ortiz, 1984).

### **Generalidades de los Acolchados.**

El acolchado ha sido una de las técnicas empleadas desde mucho tiempo por los agricultores. En sus inicios, consistió en la colocación de residuos orgánicos en descomposición (paja, hojas secas, cañas, hierbas, etc.,) sobre el suelo. Con estos materiales se cubría el terreno alrededor de la planta, especialmente en los cultivos hortícolas y florícolas, para obstaculizar el desarrollo de las malezas y la evaporación del agua del suelo y principalmente aumentar la fertilidad.

Posteriormente, con el uso de plásticos en la agricultura, el acolchado de suelos volvió a cobrar auge debido a los mayores efectos positivos que se obtienen en comparación con la utilización de materiales orgánicos (Ibarra y Rodríguez, 1997).

En México, existe un gran interés por el uso de acolchados, el interés se incrementa debido a la creciente necesidad de optimizar los recursos de agua, suelo, planta, nutrientes, etc, Conseguidos mediante la cobertura plástica del suelo.

Las películas plásticas para acolchados de suelos, cubiertas de invernaderos, mallas para sombreo, anti-granizo y anti-insectos generalmente se utilizan en combinación con otras tecnologías como el riego por goteo que permite optimizar las aplicaciones de agua y nutrientes minerales a la planta.

Las nuevas practicas de plásticultura están relevando de una forma inexorable a los métodos tradicionales de abordar la modernización de muchos cultivos agrícolas. La revolución del uso de los plásticos en la agricultura aviva el interés de la industria del plástico para desarrollar materiales cada vez mas avanzados y mientras tanto, la información y el conocimiento se convertirán en un nuevo objeto formal de la ciencia agrícola como arma eficaz para vencer en la lucha por los mercados nacionales e internacionales.

Un sistema de plásticultura bien diseñado y manejado nos trae ventajas inmediatas como producción precoz, uso eficiente del agua, fertilizantes y una disminución en la aplicación de pesticidas. (Benavides, 1998).

En Resumen, el acolchado del suelo con cubiertas plásticas permite obtener cosechas abundantes, precoces y reducir los riegos y mano de obra requerida. (Ibarra y Rodríguez, 1997).

## **Acolchados Plásticos.**

Fernández (1982) encontró que el acolchado o arropado del suelo consiste en cubrir la superficie del suelo con películas de polietileno siendo mejor que la antigua técnica de empajado, para proteger a los cultivos. Esta técnica proporciona grandes ventajas como disminución de la evaporación del agua, aumento de la temperatura del suelo, mejor aprovechamiento de nutrimentos por las plantas y promover un mejor y más rápido crecimiento de las mismas.

### **Efectos del Acolchado de Suelos**

Sabemos que las películas plásticas nos ayudan a tener un mejor control de la temperatura del suelo, del crecimiento de las malas hierbas, mantenimiento además de niveles de humedad favorables para el desarrollo de las raíces de los cultivos. Con el acolchado plástico se modifican otras propiedades de los suelos como el pH, la evaporación y la velocidad de infiltración del agua. Se ha demostrado que no solamente hay una respuesta favorable de los cultivos al medio ambiente creado bajo el plástico acolchado:

Los factores sobre los que ejerce mayor influencia con esta técnica son:

- Control de malezas
- Humedad del suelo
- Temperatura del suelo
- Estructura física del suelo

- Fertilización
- Actividad microbiana

Sin embargo, antes de iniciar un sistema de producción agrícola con acolchado de suelos, deberán efectuarse estudios exploratorios con películas de diferente coloración.

### **Acción del Acolchado Sobre el Control de Malezas.**

El acolchado de suelos con polietileno negro ayuda a eliminar casi la totalidad de las malezas, excepto algunas como el "coquillo" (*Cyperus rotundus* L.). Este efecto herbicida del plástico negro se debe a que evita el paso de la luz, que impide la actividad fisiológica de las malezas.

Asimismo, con esta práctica se evita el uso frecuente de herbicidas comunes, que permiten el crecimiento exuberante de malezas no selectivas a los mismos.

El uso de plásticos transparentes permite que las malezas se desarrollen, según la especie, con más o menos exuberancia si no se toman las precauciones adecuadas. Esto sucede si se permite la entrada de aire a través de los agujeros de siembra o por los bordes del plástico (aunado a la alta temperatura que se forma bajo éste), cuando el mismo no está bien enterrado. La aplicación correcta del plástico transparente permite que la temperatura y humedad altas bajo el mismo, quemen las malezas germinadas en

las primeras fases del desarrollo vegetativo. De este modo, el plástico transparente ofrece su efecto positivo sobre el terreno y sobre la planta (Ibarra y Rodríguez, 1997).

### **Acción del Acolchado Sobre la Humedad del Suelo**

La cantidad de agua bajo el plástico es generalmente superior a la del suelo desnudo, salvo en el momento inmediatamente posterior a una lluvia. Con el uso de cualquier tipo de plástico la mayor pérdida de agua es por percolación, tanto en el caso de agua de irrigación como después de una lluvia abundante, ya que con el acolchado se impide la evaporación casi totalmente. Cualquier pérdida de agua, fuera de la mencionada, se debe a las perforaciones practicadas en el plástico para hacer posible la siembra o el trasplante. (Dainello, 1993).

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

Al efectuar adecuadamente el suministro de agua de irrigación y explotar las características del acolchado respecto a la humedad del suelo, se mantiene un régimen hídrico constante muy cercano al óptimo (Ibarra y Rodríguez, 1985).

En un estudio realizado para ver el efecto de varios colores de acolchados plásticos sobre el contenido de humedad y temperatura del suelo, no hubo diferencia

entre colores en cuanto contenido de humedad, pero si hubo diferencia entre estaciones del año. En la estación temprana del año el contenido de humedad fue alto en todos los colores, pero en las tardías, el rojo mantuvo el nivel mas alto de humedad. En el experimento se registraron temperaturas promedios similares en todas los colores (Coffey et al, 1999).

### **Acción del Acolchado Sobre la Temperatura el Suelo**

El efecto del acolchado sobre la temperatura del suelo está fuertemente influenciado por el tipo de plástico que se utilice (ya sea por la composición química o por la coloración del mismo). Por otra parte, para que dicho efecto sea relevante, la faja del suelo acolchado deberá ser suficientemente amplia (el acolchado total del suelo es lo ideal) alrededor de 1 metro como mínimo.

Respecto a la temperatura, las características de la película para acolchar son de manera resumida al siguiente:

- El PVC obstaculiza más que el polietileno (PE) la salida de radiación, provocando mayor calentamiento y mayor efecto de invernadero en el terreno, lo que adelanta la producción.

- El polietileno transparente permite el paso de radiación luminosa, que aumenta la temperatura del suelo, lo que favorece el desarrollo de malezas, que deben ser controladas por otros medios.

- El polietileno negro absorbe la mayor parte de la radiación, impidiendo el desarrollo de malezas pero obstaculizando hasta cierto grado el calentamiento del suelo.

Uno de los objetivos principales que se persiguen con el acolchado de suelos es el de producir una elevación de temperaturas en el mismo, tal que aumente la actividad y el crecimiento de raíces de la planta, la cual producirá cierta precocidad en la recolección de la cosecha, el grado de precocidad es directamente proporcional al aumento de la temperatura del suelo. Este aumento de temperatura del suelo durante el día servirá para reducir el enfriamiento de la planta durante la noche consecuencia de la aportación calorífica que emite el suelo hacia la atmósfera, (Ibarra y Rodríguez, 1997).

Así mismo, Loy y Wells (1990), reportaron que los efectos de los acolchados sobre la temperatura del suelo fueron más evidentes cerca de la superficie del suelo, pero se detectó uniformidad a 15 cm de profundidad en el perfil del suelo en un día caliente y soleado. Los cambios de temperatura en el perfil del suelo en este experimento ocurrieron en un suelo arenoso cercano a Capacidad de Campo. Los gradientes de temperatura pueden variar considerablemente en diferentes suelos, dependiendo de su capacidad calorífica específica, conductividad térmica y difusividad térmica del suelo en cuestión.

Generalmente la temperatura del suelo se incrementa por varios grados bajo las películas transparentes durante el día. Este incremento puede variar de 2 a 10°C, de acuerdo a la estación, tipo de suelo, cantidad de intensidad lumínica y la humedad del suelo. Mientras que en la noche la diferencia de temperaturas entre el suelo cubierto y el suelo desnudo es menor de 2 a 4°C (Splittstoesser y Bown, 1991).

En un experimento realizado con el cultivo de okra usando acolchado, se observa una temperatura mas alta en terrenos con acolchado negro (31.1°C), que en suelo sin acolchar (27.6°C) y acolchado de papel (26.2°C); Pero la más alta temperatura del suelo se registro en el acolchado transparente (34.1°C). Así mismo en un experimento realizado con melón comparando cuatro colores de acolchados plásticos resultando: transparente mayor que blanco, blanco mayor que negro y negro igual que café, en cuanto a temperatura del suelo (Khan *et al*, 1998).

### **Rentabilidad de los Acolchados**

Productores de hortalizas (1994) mencionan que los acolchados de plásticos son relativamente accesibles; la integración de este tipo de técnicas en la producción puede ser cara debido al costo de la maquinaria que se necesita para su aplicación.

Se ha criticado la plásticultura debido a la gran cantidad de recursos humanos que se necesitan para su mantenimiento. La plásticultura no es un trabajo mas intensivo

que cualquier otra práctica de la producción de hortaliza, además puede hasta reducir costo de mano de obra.

La ventaja del acolchado, es que se obtienen los mismos rendimientos con una hectárea que con tres a campo desnudo. Este aumento de rendimiento en una superficie menor significa que los operarios tienen que cubrir menos campo.

En el caso de los productores muy pequeños, no es muy conveniente la compra de maquinaria, aunque algunos pequeños productores pueden adquirir una máquina que sea suficiente para llenar las necesidades de su producción en cuanto a plástico y riego por goteo.

### **Ventajas Económicas del Acolchado de Suelos**

Los beneficios del acolchado de suelos con películas plásticas son:

- Producción de cosechas tempranas.
- Altas producciones.
- Supresión de labores culturales (aporques, deshierbes etc.).
- Ahorro de agua

**Producción de Cosechas Tempranas:** Un elemento de gran interés respecto al acolchado con plástico es su uso para adelantar el desarrollo y madurez de cultivos, que

pueden ser introducidos al mercado antes que los productos no acolchados. Existen dos ventajas en las cosechas tempranas: que pueden atraer un mejor precio que usualmente ofrecido por ser producidas antes que la principal estación empiece en el mercado, y en segundo lugar que esto continuamente este considerado de importancia económica por los productores, asegurando su contacto con el comprador y la venta de sus productos en el mercado.

En resumen, la anticipación a cosecha con el acolchado plástico varía desde 3 hasta 28 días promedio, dependiendo del cultivo y de la estación de crecimiento, (Ibarra y Rodríguez, 1997).

Brown, *et al.* (1991) , menciona en un estudio realizado en Alabama con el cultivo de tomate, donde probaron 7 colores de acolchado plástico. Las plantas que crecieron bajo color verde, café y transparente, tuvieron un peso de fruto intermedio. Obteniendo los siguientes resultados de frutos; en el acolchado negro (55%) mas que el suelo desnudo (22%), en acolchado blanco (34%), aluminio(27%), en café (25%) y verde (19%) de precocidad en la cosecha.

**Incremento de la Producción:** En algunos cultivos el ciclo vegetativo determina el grado de desenvolvimiento de la planta y finalmente, el rendimiento producido. Cuando el acolchado es usado en plantaciones tempranas, o para acelerar el grado de desarrollo de los cultivos, pueden observarse altos rendimientos; en esos casos el rendimiento extra incurrirá en costos extras de labores de cosecha de empaque, de transporte y acarreo. El incremento en la producción mediante el acolchado de suelos

puede oscilar desde 20 hasta 200% con respecto a los métodos convencionales de cultivo. (Ibarra y Rodríguez,1997).

En un experimento realizado con acolchados plásticos fotobiodegradables en el cultivo de melón se menciona que en cuanto a calidad de la fruta, el acolchado de suelos influye positivamente en estos, independientemente del tipo de plástico utilizado, en cuanto a diámetro ecuatorial y polar se observo que no hay diferencia estadística para los tratamientos acolchados presentaron valores ligeramente superiores a los sin acolchar (Quezada *et al.* 1999).

Hochmuth, *et al.* (1993), menciona que el uso de los plásticos (blanco con negro) en el cultivo de la col sin cabeza tiene un efecto significativamente positivo en la producción, diámetro de tallo, diámetro de hoja. Las producciones de col sin cabeza en acolchado fue 26.23 toneladas por hectárea y 16.71 toneladas por hectárea en suelo sin acolchado. El diámetro de tallo fue mayor en acolchado (2.28 cm) comparado con el suelo sin acolchar (1.93 cm). El diámetro de hoja fue mayor en el acolchado (27.73 cm) comparado con el suelo sin acolchar (23.29 cm).

Según Kemble y Brown (1998), en un experimento realizado con col sin cabeza, se evaluó el efecto del color del acolchado (negro, amarillo, rojo, azul, blanco y aluminio). Se determino la producción total (PTC) y el peso promedio de cabeza (PPC). En 1996, PPC y PTC no se diferenciaron entre los colores de acolchados (1.4 kg y 5,810.8 kg/ha.), pero fueron mayores que en el suelo sin acolchar (1.1kg y 4,654.1 kg/ha). En 1997, PPC y PTC fueron mayores para acolchado negro y blanco (0.88 kg y 12,782kg/ha) y menores en suelos sin acolchar (0.2 kg y 2,654 kg/ha).

Moreno (1998), trabajó con el cultivo de coliflor evaluando acolchados de doble ciclo con los tratamientos; sin acolchado con fertilización (SACF), acolchado sin fertilización (ASF), remoción de plásticos sin fertilización (RPSF), acolchado con fertilización (ACF), y remoción de plásticos con fertilización (RPCF), obteniendo: En la altura de planta los tratamientos con los mejores resultados fueron (ASF) y (ACF) y las menores alturas de planta las presentaron (SACF) que fue el testigo. La variable de número de hojas los tratamientos con acolchados muestran los mejores resultados, menciona que usando acolchado plástico se obtienen plantas mas vigorosas y mejor desarrolladas. En diámetro de tallo, menciona que con el uso de acolchados plásticos se incrementa el diámetro de tallo mas que en las plantas sin acolchado. En diámetro de cabeza no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos pero se observa una tendencia de los tratamientos con acolchado sobre los suelos sin acolchado. Menciona que el acolchado plástico tiene efecto significativo en las variables fenológicas; sin embargo no tiene efecto sobre las variables de calidad y rendimiento.

Pelcastre (1999), Evaluó películas bicolor y convencionales en el cultivo de chile, encontrando en cuanto a altura de planta el plástico negro proporciona los mejores resultados, también entre los acolchados bicolor, el plástico negro con transparente fue el mejor en todas las evaluaciones que el transparente y el blanco con transparente y el de menor altura fue el de plástico negro con transparente, el testigo mostró los menores datos en esta variable. En cuanto a diámetro de tallo, menciona que esta influenciado por la altura de la planta, por lo que los tratamientos que presentaron la mayor altura son los mismos que presentaron el mayor diámetro de tallo, aunque no encontró diferencia

significativa entre los tratamientos se observa que el plástico negro con transparente fue mayor que el plástico blanco con transparente. En cuanto a rendimiento total el mejor tratamiento fue el plástico negro seguido por el plástico negro con transparente, mientras que el acolchado que mostró el menor rendimiento fue el transparente, siendo superado por el testigo. Con respecto al efecto entre películas bicolor encontró que para el cultivo del chile Anaheim es mejor el acolchado negro con transparente y para el pimiento el acolchado blanco con transparente.

Se realizó un estudio con dos híbridos de melón y plásticos bicolor, obteniendo los siguientes resultados; en cuanto emergencia al sexto día se observa más del 95% y en los testigos se obtuvo un mínimo, al noveno día no hubo diferencia estadística pero se observó un mayor desarrollo y vigor en los tratamientos acolchados que en los testigos. En diámetro ecuatorial y polar no hubo diferencia estadística pero se observó una tendencia de los tratamientos acolchados a ser mayores que los testigos. En rendimiento total los tratamientos acolchados fueron significativamente iguales ya que los testigos mostraron los menores resultados (Méndez, 1998).

Linares (1993), evaluó seis tipos de películas fotoselectivas en el cultivo de sandía en acolchado blanco, verde, rojo, amarillo, azul y testigo (suelo sin acolchar). En cuanto al diámetro de tallo en los tratamientos con acolchado las plantas tienden a aumentar; obteniendo el mejor en el negro con 1.4 cm, seguido del color blanco con 1.3 cm, el testigo presentó el menor diámetro con 1.1 cm. En cuanto al rendimiento se obtuvo que el plástico blanco proporciona el mejor con 51.1 ton/ha, teniendo un incremento de 305% en comparación con el testigo en el cual el rendimiento fue de 12.6 ton/ha.

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

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

El suelo acolchado con plástico presenta una estructura ideal para el desarrollo de las raíces; estas se hacen más numerosas y más largas en sentido horizontal ya que el sistema radicular de las plantas, al encontrar humedad suficiente a poca profundidad y un suelo bien mullido, se desarrolla más lateralmente que si tuviera que buscarla a grandes profundidades, en cuyo caso su crecimiento sería longitudinal, pero en sentido vertical. Con el aumento de raíces la planta asegura un mejor anclaje, lo que consecuentemente impide los aporques.

**Ahorro de Agua:** Los riegos son menos frecuentes ya que las películas de polietileno reducen la evaporación de la humedad del suelo de 10 a 50%, lo cual influye

en el ahorro de agua y mantiene la humedad optima para el desarrollo del cultivo, (Ramírez, 1991).

### **Otras Ventajas del Acolchado de Suelos**

Para Ramírez (1991) las ventajas de los acolchados son las siguientes:

- 1.** Adelanta la germinación y cosecha durante los meses fríos, principalmente debido a que el plástico transparente y el negro elevan la temperatura del suelo.
- 2.** Incrementa la eficiencia de los fertilizantes debido a la abundancia y vigor del sistema radical, el cual se desarrolla horizontalmente bajo el plástico donde se encuentran los nutrimentos. Se reduce la lixiviación de los fertilizantes solubles en el agua, como el nitrógeno y el potasio, debido a que se aplican en banda sobre la cama y no se mueven hacia abajo con la humedad del suelo.
- 3.** Incrementa la eficiencia de la fumigación de los suelos ya que el plástico retiene los gases tóxicos durante periodos de tiempo más largos.
- 4.** La incidencia de plagas y enfermedades del follaje se reduce. Las virosis se reducen debido a que la reflexión de la luz ahuyenta a los insectos transmisores, por lo menos cuando el follaje de las plantas no cubre totalmente el plástico. También las enfermedades foliares fungosas y bacterianas se reducen, ya que hay menos humedad en las partes aéreas del cultivo.
- 5.** Promueve la actividad de los microorganismos del suelo, incluyendo las bacterias nitrificantes ya que la humedad, aireación y temperatura del suelo son mas adecuadas y uniformes, lo cual resulta en una descomposición mas rápida de la

materia orgánica en el suelo, y en liberación de nutrimentos para el desarrollo del cultivo.

6. Reduce la fluctuación de la temperatura del suelo, dependiendo del color de la película empleada. Durante el día se transmiten al suelo las calorías recibidas haciendo un efecto de invernadero, lo cual es mas adecuado con el uso de los plásticos transparentes en los meses fríos.
7. Evitan el crecimiento de malas hierbas mediante el uso de plástico negro debido a que no pasa la luz. Si se usa polietileno transparente, de noviembre a febrero es necesario aplicar herbicida para controlar la germinación de las malas hiervas bajo el plástico.

Según Lamont (1994) el acolchado plástico puede enfriar o calentar el suelo, ahuyentar los insecto y proteger del viento y la lluvia. Otros beneficios adicionales del acolchado del suelo son:

- Producir un cultivo mas uniforme y rendimientos mayores y predecibles
- Aumentar la temperatura del suelo y acelerar la producción hasta tres semanas.
- Actuar como barrera entre el suelo y el fruto e inhibe plagas y enfermedades.
- Servir como agente efectivo en el control de malezas.
- Conservar la humedad y los nutrimentos del suelo al retardar el proceso de evaporación del agua y prevenir el escurrimiento de nutrimentos debido a riegos fuertes y lluvias intensas.

### **Clases de Plásticos.**

Todos los plásticos utilizados para acolchar pertenecen al grupo de los termoplásticos. Respecto a sus colores, los más comerciales son negro opaco e incoloro o transparente (Ibarra y Rodríguez, 1997).

### **Características Mecánicas de los Plásticos Para Acolchado**

**Duración de los Plásticos:** Los plásticos comúnmente empleados son más fuertes en una dirección que otra, es decir, tienen diferentes propiedades de elongación tanto a lo largo como a lo ancho.

Todos los plásticos son eventualmente degradados por su exposición a la radiación ultravioleta. La velocidad de este proceso varía en cada plástico y puede ser disminuida por la incorporación de aditivos que inhiben la degradación por radiación ultravioleta.

La duración de los plásticos para acolchado depende principalmente de la longitud y de la estación de crecimiento del cultivo a que sean expuestos (Ibarra y Rodríguez, 1997).

**Espesores de los Plásticos Para Acolchado:** Los plásticos pueden ser producidos en rangos de espesor; expresado desde micrones (1 micrón es igual a 0.001 milímetros).

El término calibre fue utilizado previamente; un calibre es igual a un milésimo de pulgada; 37.5 micrones son equivalentes a 150 calibres.

Algunos estudios sugieren que un espesor de 37.5 micrones, tanto en plástico negro como en transparente, es suficiente para cubrir un ciclo vegetativo hasta de siete meses. Para el acolchado de cultivos cuyo ciclo vegetativo sea de un año en adelante se sugiere espesores de 50 a 200 micrones, (Ibarra y Rodríguez, 1997).

**Ancho de Los Plásticos:** Los plásticos angostos son atractivos debido a su bajo costo, pero tiene el inconveniente de que solamente cubren una porción del suelo, mientras que las hojas más anchas minimizan el porcentaje de labores culturales fuera del surco. Los plásticos angostos para acolchado de hileras individuales de cultivo son atractivos en términos de costos, pero la técnica mecanizada de la colocación no ha sido desarrollada en gran escala, (Ibarra y Rodríguez, 1997).

## **MATERIALES Y METODOS.**

### **Localización Geográfica**

El presente trabajo se realizó en el invernadero que esta ubicado a un costado del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro ", el cual esta situado a 25° 22' Latitud Norte, y 101° 00' latitud Oeste, y a una altura de 1742 msnm (Mendoza,1983).

### **Características del Area Experimental.**

Mendoza(1983). Describe la zona con las siguientes características:

#### **Clima**

Tipo BWhw (x'), el cual es seco y templado, con lluvias en Verano. La temperatura media anual es de 13.3°C, con una oscilación media de 10.4°C, los meses cálidos son junio, julio y agosto con temperaturas máximas de 37°C, y durante enero y diciembre se registran las mas bajas hasta de -10.4°C, con heladas regulares en el periodo de febrero.

La precipitación media anual es de 460.7 mm. Siendo los meses más lluviosos Julio, Agosto y Septiembre; la lluvia en invierno es moderada. Lo anterior tiene como resultado un 46.8% de humedad relativa media anual, que se distribuye proporcionalmente, y en invierno y primavera es la mayor sequía.

### **Suelo**

Los suelos en donde se llevó a cabo el presente trabajo son oscuros y algunos claros, debido al contenido de Calcio; la textura varia de migajón - arcilloso. Y están localizados sobre extracto calcáreo, duro y continuo denominado petrocálcico. (Valdés, 1985).

### **Viento**

Los vientos predominantes son del Sureste, en casi todo el año, a excepción del Invierno donde predominan los del Noreste, y se presentan con mayor intensidad en los meses de febrero y marzo.

### **Vegetación**

Está clasificada como matorral desértico rosetófilo, pastizal inducido y bosque de pino.

## **Materiales**

Para llevar a cabo las siguientes actividades se utilizó el siguiente material:

Material vegetativo de Brócoli y lechuga.

Charolas de poliestireno 338 cavidades.

Polietileno de color negro, azul, blanco y rojo.

Sustrato de peat-moss más perlita.

Perforador de plástico.

Termómetro.

Regla métrica.

Tijeras.

Cinta de aislar.

Grapas.

Estufa.

Balanza analítica.

## **Diseño Experimental**

Este trabajo de investigación fue establecido bajo un diseño experimental de bloques al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones, como parcela útil se tomaron 15 plantas en cada una, en las cuales se midieron las variables bajo estudio.

## **Variables Evaluadas**

En el cultivo de brocólí y lechuga se evaluaron las siguientes variables:

### **Longitud de Raíz**

Estas variables fueron tomadas a los 30 y a los 45 días después de su siembra, midiendo con una regla métrica. Desde la base hasta el ápice de la raíz más larga.

### **Longitud de Hojas.**

Al igual que el variable anterior la evaluación de las hojas se realizo para los dos cultivos a los 30 y 45 días después de siembra. Midiendo con una regla métrica desde el ápice hasta el ápice de la hoja exterior.

### **Peso Fresco de Hojas y Raíz**

Después de la evaluación de los variables antes citadas, para estimar el peso fresco de hoja y tallo, separaron estas dos partes pesándose por separado, previo al pesado de raíz, a esta se realizo un lavado de toda impureza.

### **Peso Seco de Hojas y Raíz**

Una vez que se obtuvieron el peso fresco de hojas y raíz fue colocada en una estufa de secado a 70° C, durante 48 horas, posteriormente se realizó el pesado de cada muestra.

### **Trabajo Bajo Estudio**

Los tratamientos están compuestos de la siguiente forma.

- T1 Polietileno negro.
- T2 Polietileno azul.
- T3 Polietileno rojo.
- T4 Polietileno blanco.
- T5 Testigo. (Suelo desnudo en la charola)

### **Desarrollo de Trabajo**

#### **Preparación del Sustrato Para Siembra**

Con el fin de dotar a la semilla de humedad y para desencadenar el proceso de germinación, la mezcla se humedece y desmenuza perfectamente, y se procede al mezclado hasta homogeneizar perfectamente el sustrato.

#### **Llenado de Charolas:**

Se colocó la mezcla de sustrato dentro de las charolas, hasta que se logró un buen llenado, para dar una adecuada compactación y uniformidad al sustrato.

### **Instalación de las Cubiertas Plásticas y Perforaciones**

Después del llenado de charolas, se colocó el polietileno de colores el cual fue fijado con cinta adhesiva, para a las charolas. Las perforaciones que se hicieron para sembrar se realizaron de 0.5 cm de diámetro.

### **Preparación de la Semilla y la Siembra**

Puesto que la semilla es fuente de reserva, portadora de las características genéticas. Se realizó la siembra colocando dentro de cada perforación de 1 o 2 semillas.

### **Preparación de los Contenedores:**

Los contenedores que se utilizaron para la colocación de charolas fueron recubiertas por polietileno para así mantener las charolas en flotación sobre agua.

### **Colocado de Charolas en los Contenedores**

Con el objeto de proveer a la semilla de humedad y favorecer la germinación. Se colocaron dentro del contenedor las charolas, el cual ya estaba abastecido con agua, para posteriormente suministrar según la necesidad de las plántulas.

### **Toma de Temperaturas**

La toma de e temperaturas se realiza diariamente en dos periodos, siendo la primera de las 09:00-10:00 de la mañana y la segunda a las 14:00-15:00 de la tarde.

Dentro de este paso sé verifico al igual que las temperaturas el porcentaje de germinación de cada tratamiento.

### **Lavado de Raíces**

Después de sacar el cepellon se llevó al laboratorio para realizar el lavado de raíces hasta que esta quedase libre del sustrato, al igual que en párrafo anterior se trato de no dañar la plántula y evitar la perdida de material vegetativo.

### **Pesado de Material**

Después de haber lavado el material este se midió con una regla métrica y se separo en dos parte que fue Raíz y hojas, las cuales fueron pesados, y colocadas dentro de una bolsa de papel y puestas en la estufa durante 48hs a 70°C. De ahí nuevamente se sacaron las muestras para llevarlas a pesar nuevamente obtener el peso seco.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Longitud de Raíz.

**Brócoli:** Según el análisis de varianza (ANVA), realizado para la longitud de raíz en la primera fecha de muestreo (30 días después de siembra), indica diferencias altamente significativas entre tratamientos, esto nos lleva a la conclusión, de que al menos un tratamiento sobresale del resto, sin embargo en la segunda fecha de muestreo (45 días después de siembra) se muestran diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos indicando también que al menos un tratamiento es diferente a los demás (**ver cuadro 1**), los coeficientes de variación para las dos fechas de muestreo son bajos indicando que hay confiabilidad en los resultados obtenidos.

**Cuadro 1.** Análisis de varianza para longitud de raíz a los 30 y 45 días después de la siembra en el cultivo de brócoli desarrollada con cubierta de polietileno de colores.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad	30 días después de siembra		45 Días Después de Siembra	
		Cuadrados medios	F Calculada.	Cuadrados medios	F Calculada.
Trats	4	37.1430	10.1929**	5.6012	5.2139*
Bloques	2	3.9828	1.0930	1.2343	1.149
Error	8	3.644		1.0743	
Total. C.V. (%)	14		18.13%		9.30%

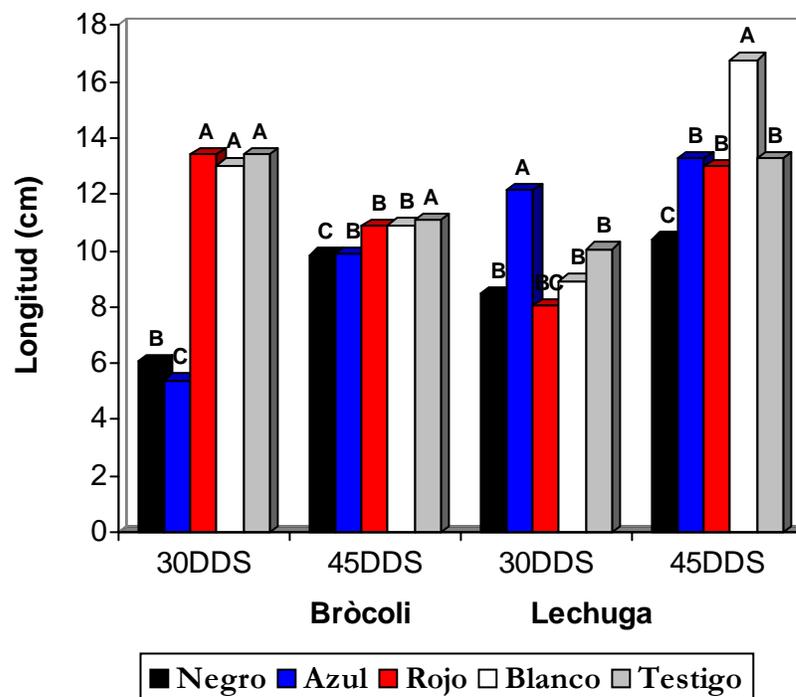
Como el análisis presenta diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en los dos muestreos realizados se procedió a realizar la prueba de comparación de medias (DMS) al 5%, en donde se puede observar que para la primera fecha de muestreo, el testigo y los tratamientos tres y cuatro fueron estadísticamente iguales y superaron al resto de los tratamientos, hasta en más del 100% al tratamiento más bajo que fue el dos, el cual fue estadísticamente igual al tratamiento uno, sin embargo en la segunda fecha de muestreo el tratamiento cinco o testigo se mantuvo como el tratamiento con el valor estadísticamente más alto y el tratamiento cuatro (blanco) y tratamiento tres (rojo) presentan valores similares, siendo que en este caso el tratamiento cinco o testigo fue estadísticamente diferente del resto de los tratamientos, y los tratamientos dos, tres y cuatro fueron estadísticamente iguales pero diferentes del tratamiento uno (**ver figura 1**). La elongación radical probablemente respondió tanto a las temperaturas promovidas por los colores de cubierta como a la reflexión de las mismas, ya que en la cubierta de color negro siempre se presentaron las mayores temperaturas de sustrato.

**Lechuga:** El análisis de varianza presentado en el **cuadro 2** determina estadísticamente, que existe diferencia significativa entre tratamientos para la variable longitud de raíz, tanto para la primera fecha de muestreo como para la segunda, esto nos indica que por lo menos un tratamiento es diferente al resto, en cada una de las dos fechas donde se tomaron los datos, como los coeficientes de variación son bajos esto indica que hay confiabilidad en los resultados obtenidos para esta variable.

**Cuadro 2.** Análisis de varianza para la longitud de raíz a los 30 y 45 días después de la siembra en el cultivo de lechuga desarrollado con cubiertas de polietileno de colores.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad	30 días después de siembra		45 Días Después de Siembra	
		Cuadrados medios	F Calculada.	Cuadrados medios	F Calculada.
Trats	4	37.1430	10.1929**	5.6012	5.2139*
Bloques	2	3.9828	1.0930	1.2343	1.149
Error	8	3.644		1.0743	
Total.	14				
C.V. (%)			18.13%		9.30%

Como en el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticamente significativas para esta variable, se procedió a realizar una comparación de medias (DMS) al 5%, en donde se observa que para el primer muestreo, el tratamiento dos alcanzó un valor de 12.2 cm y fue estadísticamente diferente del resto de los tratamientos, en el segundo lugar quedó el tratamiento cinco o testigo con un valor de 10.06 cm y con el valor más bajo encontró el tratamiento tres (rojo) con un valor de 8.05 cm, aunque fue igual estadísticamente a los tres tratamientos restantes. La comparación de medias para el muestreo a los 45 días después de la siembra también refleja que el tratamiento tres presentó uno de los valores más bajos, aunque estadísticamente superior al tratamiento uno que presentó el valor más bajo, este tratamiento tres fue estadísticamente igual al tratamiento cinco el cual presentó un valor de 13.29 cm, y que fue estadísticamente igual al tratamiento dos (**ver figura 1**). En el caso de lechuga esta especie en el primer muestreo presentó un comportamiento que se modificó conforme el cultivo pasó más tiempo con las cubiertas de polietileno, indicando probablemente un efecto de la reflexión de la cubierta sobre el desarrollo de la parte aérea y subterránea.



**Figura 1.** Comportamiento de las medias de la variable longitud de raíz en los cultivos de bròcoli y lechuga, en dos distintas fechas de muestreo.

### Longitud de Hoja

**Bròcoli:** De acuerdo al análisis de varianza, que se realizó para la variable de longitud de hojas, este nos muestra diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para el primer muestreo, indicando que por lo menos el efecto de un tratamiento difiere del resto de los tratamientos, sin embargo para la segunda fecha de muestreo se encontró que los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas (ver cuadro 3).

**Cuadro 3.** Análisis de varianza para la longitud de hoja a los 30 y 45 días después de siembra en el cultivo de brócoli desarrollado con cubiertas de polietileno de colores.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad	30 idas después de siembra		45 Idas Después de Siembra	
		Cuadrados medios	F Calculada.	Cuadrados medios	F Calculada.
Trats	4	1.2177	6.1989*	1.1071	0.6143N/S
Bloques	2	0.2355	1.1991	0.9469	0.5254
Error	8	0.1964		1.8021	
Total.	14				
C.V. (%)			23.58%		8.10%

Como en el primer muestreo se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, por lo tanto se procedió a realizar la comparación de medias (DMS) al 5% de probabilidad entre tratamientos para definir el mejor, con relación a la variable longitud de hojas esta prueba nos indica que para la primera fecha de muestreo el tratamiento dos (azul), es el que sobresale estadísticamente del resto de los tratamientos, sin embargo en la segunda fecha no hubo diferencias significativas entre tratamientos, los resultados obtenidos se presentan en la **figura 2**. Parece ser que la temperatura del sustrato influyo mas marcadamente sobre esta variable ya que el tratamiento dos fue el que presento los mayores valores de temperatura durante el desarrollo de las plántulas, aunque en el segundo muestreo al estar la plántula más grande probablemente redujo la incidencia de la radiación sobre el sustrato, mostrando por lo tanto poco efecto de cubierta.

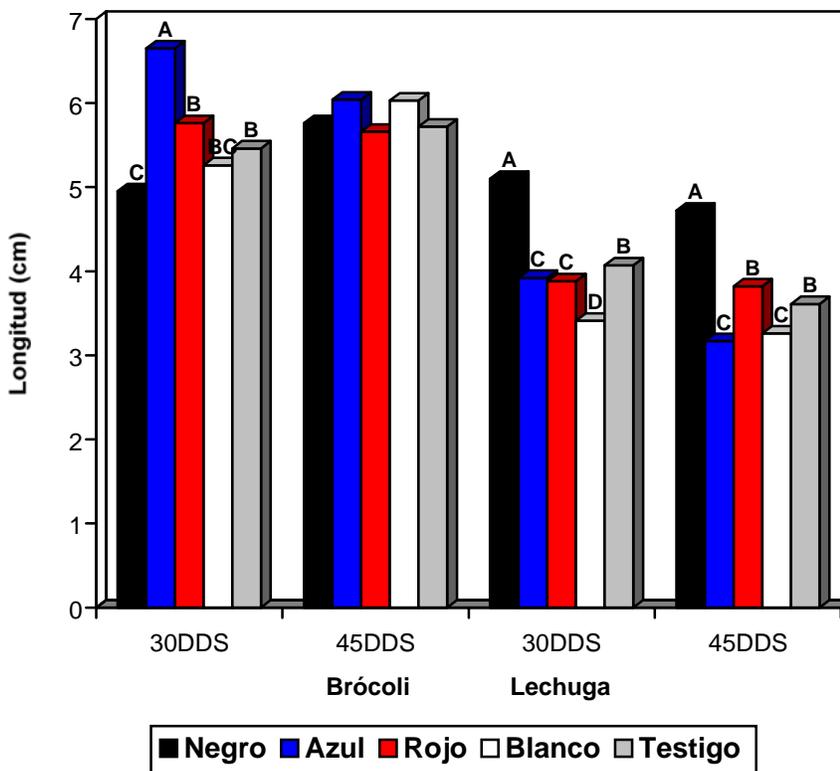
**Lechuga:** El análisis de varianza para esta variable mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos en la primera fecha de muestreo, indicando que al menos uno tratamientos es diferentes del resto, sin embargo para la segunda fecha de muestreo las diferencias entre tratamientos fueron solo significativas, indicando

también que al menos un tratamiento presentó un efecto diferente al resto, en relación a la variable longitud de hoja (**ver cuadro 4**).

**Cuadro 4.** Análisis de varianza para la variable longitud de hoja en dos periodos de muestreo en el cultivo de lechuga desarrollado con cubiertas de polietileno de colores.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad	30 Días después de siembra		45 Días Después de Siembra	
		Cuadrados medios	F Calculada.	Cuadrados medios	F Calculada.
Trats	4	2.8420	20.7607**	1.1460	4.2057*
Bloques	2	0.0238	1.7330	0.2124	0.7798
Error	8	0.1369		0.2725	
Total.	14				
C.V. (%)			8.72%		14.11%

Debido a que tanto en el primer muestreo como en el segundo se encontraron diferencias significas entre tratamientos y para definir estadísticamente a los mejores tratamientos se realizó una comparación de tratamientos por diferencia mínima significativa, encontrando que en el primer muestro el tratamiento uno presenta un valor 5.09 cm, seguido por el tratamiento cinco o testigo que nos muestra el valor de 4.07 cm, estos tratamientos fueron estadísticamente diferentes entre si, por otra parte en el segundo muestreo se encontró que nuevamente el tratamiento uno con valor 4.72 cm supera al resto de los tratamientos aunque en segundo lugar queda el tratamiento tres seguido del cinco, estos dos tratamientos fueron estadísticamente iguales pero diferentes del tratamiento dos y cuatro.(**figura 2**). En el caso de la lechuga es probable que la temperatura promovida por la cubierta negra favoreció el desarrollo de esta variable ya que cubiertas que promovieron mayores o menores temperaturas, presentaron mayores valores para esta variable.



**Figura 2.** Comportamiento de las medias para la variable longitud de hojas en los cultivos de brócoli y lechuga, en dos distintas fechas de muestreo.

### Peso Fresco de Hoja

**Brócoli:** Según el análisis de varianza para esta variable peso fresco de hojas a los 30 días después de la siembra, muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, en cambio en la segunda fecha (**ver cuadro 5**), por lo tanto para la segunda toma de datos se realizó una comparación de medias (DMS) al 5% encontrando que en el segundo muestro el tratamiento cuatro presentó el valor más alto (0.29 gr) seguidos por el tratamiento dos con un valor de 0.27 gr y fueron

estadísticamente iguales pero diferentes del resto de los tratamientos, los cuales fueron estadísticamente iguales, (ver figura 3)

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para la variable peso fresco de hoja en dos periodos de muestreo en el cultivo de brócoli desarrollado con cubiertas de polietileno de colores.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad	30 Días después de siembra		45 Días Después de Siembra	
		Cuadrados medios	F Calculada.	Cuadrados medios	F Calculada.
Trats	4	0.0067	2.9717N/S	0.0717	14.6012**
Bloques	2	0.0020	0.9133	0.0005	0.1081
Error	8	0.0022		0.0045	
Total. C.V. (%)	14		28.58%		20.76%

**Lechuga:** El análisis realizado para la variable peso fresco de hoja en el cultivo de lechuga en dos periodos de muestreo, indica que estadísticamente no hay diferencias significativas entre tratamientos en ambos periodos de muestreo, esto nos indica que la variable no fue afectada por los colores de las cubiertas de polietileno utilizadas en este trabajo de investigación (ver cuadro 6).

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para la variable peso fresco de hoja en dos periodos de muestreo en el cultivo de lechuga desarrollada con cubiertas de polietileno de colores.

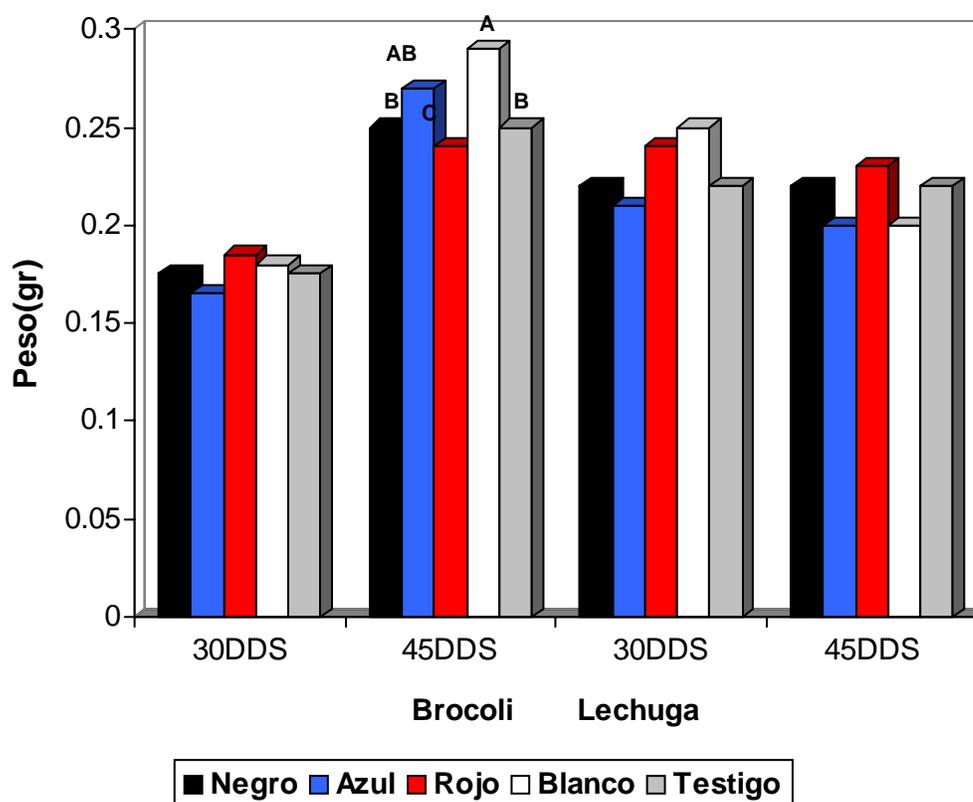
Fuente de Variación.	Grados de Libertad	30 Días después de siembra		45 Días Después de Siembra	
		Cuadrados medios	F Calculada.	Cuadrados medios	F Calculada.
Trats	4	0.2040	2.0805N/S	0.0070	2.6116N/S
Bloques	2	0.0045	0.4679	0.0008	0.3077
Error	8	0.0098		0.0027	
Total. C.V. (%)	14		35.30%		20.08%

En este análisis de varianza se presentan coeficientes de variación moderadamente altos, probablemente debido a errores de muestreo.

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se realizó el gráfico de los valores obtenidos, el cual se presenta en la **figura 3**, en donde se indica que a los 30 días después de la siembra el mayor peso de hojas lo presentó el tratamiento cuatro seguido por el tratamiento tres resultando el tratamiento dos con el valor mas bajo. En el muestreo realizado a los 45 días después de la siembra, el tratamiento tres presenta el mayor valor, aunque es estadísticamente igual a los tratamientos dos y cuatro que fueron similares.

### **Peso Seco de Hoja**

**Brocoli.** De acuerdo con el análisis de varianza realizado para la variable peso seco de las hojas, en la primera fecha de muestreo se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos(**ver cuadro 7**), en cambio para la segunda fecha de muestreo el análisis nos indica que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos permitiendo concluir que por lo menos un tratamiento es diferente al resto de los tratamientos bajo estudio. Indicando además que conforme transcurrió el tiempo, mayor fue la influencia de los colores sobre la biomasa radicular en el cultivo de brócoli, por lo tanto el color de cubierta si influye en el desarrollo del cultivo.



**Figura 3.** Comportamiento de las medias para la variable peso fresco de hojas en los cultivo de brócoli y lechuga, en dos fechas de muestreo.

**Cuadro 7.** Análisis de varianza para la variable peso seco de la hoja en el cultivo del brócoli en dos periodos de muestreo, desarrollada con cubiertas de polietileno de colores.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad	30 Días después de siembra		45 Días Después de Siembra	
		Cuadrados medios	F Calculada.	Cuadrados medios	F Calculada.
Trats	4	0.0015	1.4603N/S	0.05695	15.9665**
Bloques	2	0.0005	0.5379	0.0011	0.2599
Error	8	0.0010		0.0049	
Total.	14				
C.V. (%)			5.98%		25.97%

El coeficiente de variación para peso seco de las hojas a los 30 días es muy bajo, sin embargo en el segundo muestreo es moderadamente alto, aunque aceptable, indicando la confiabilidad de los resultados.

En la **figura 4** se puede observar que a los 30 días después de siembra el mejor tratamiento fue el cuatro, sin embargo todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales. En cambio el análisis de varianza de los datos sobre peso seco de las hojas de plántulas a los 45 días después de siembra mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos se y realizó la comparación de medias (DMS) al 5%, donde se observó que el tratamiento cuatro presenta los valores mas altos de peso seco aunque fue estadísticamente igual al tratamiento dos, pero diferente de otros tratamientos (1,3 y 5), donde el tratamiento tres fue el que presentó el valor mas bajo (**ver figura 4**).

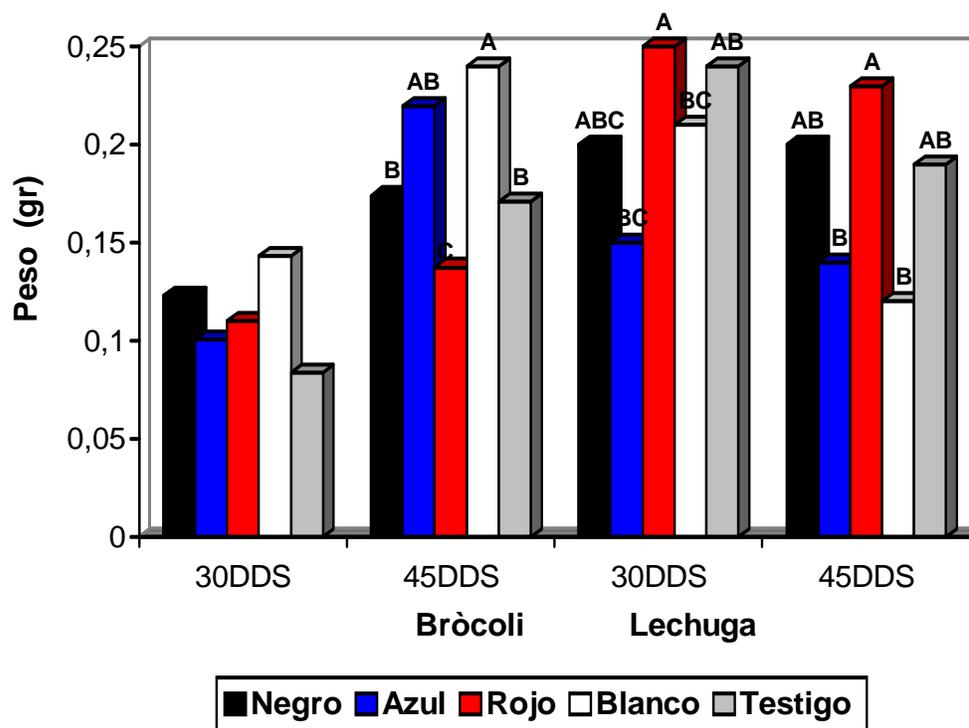
**Lechuga:** De cuerdo al análisis de varianza realizado para está variable peso seco de hojas a los 30 y 45 días después de siembra es posible observar que en ambos casos se presentan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos indicando esto que por lo menos un tratamiento difiere del resto de los tratamientos(**ver cuadro 8**).

**Cuadro 8:** Análisis de varianza para la variable peso seco de la hoja en el cultivo de lechuga dos periodos de muestreo con cubiertas de polietileno de colores.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad	30 Días después de siembra		45 Días Después de Siembra	
		Cuadrados medios	F Calculada.	Cuadrados medios	F Calculada.
Trats	4	0.0441	3.2919*	0.0062	3.3197*
Bloques	2	0.0110	8.2118	0.0007	0.3262
Error	8	0.0013		0.0019	
Total. C.V. (%)	14		19.31%		23.90%

Como el análisis de varianza del cuadro 8 presenta diferencias estadísticamente significativas en los dos muestreos realizados para esta variable se procedió a realizar la prueba de comparación de medias al 5%, en donde se encontró que para el primer

muestreo el valor mas alto lo presentó el tratamiento tres, con un valor de 0.25 gr, el testigo presentó un valor de 0.24 gr, sin embargo en el segundo muestreo el tratamiento tres, nuevamente presenta el valor mas alto con 0.23 gr seguido por el tratamiento uno y el tratamiento cinco, y presentando el valor mas bajo tenemos al tratamiento cuatro (ver gráfica 4). De acuerdo a los resultados obtenidos se puede indicar que la temperatura y reflexión de las cubiertas afectan de una manera diferente al cultivo y a los diferentes órganos vegetales.



**Figura 4** Comportamiento las medias para la variable peso seco de hojas en los cultivos de bròcoli y lechuga, en dos fechas distintas de muestreo.

### Peso Fresco de Raíz

**Brócoli:** Según el análisis de varianza realizado para esta variable nos determina que existen diferencias altamente significativas tanto para el muestreo a los 30 días después de siembra como para el realizado a los 45 días después de siembra (**ver cuadro 9**) lo anterior indica que en ambos muestreos al menos existe un tratamiento que difiere al resto de los tratamientos.

**Cuadro 9.** Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz a los 30 y 45 días después de siembra en el cultivo de brócoli desarrollado en cubiertas de polietileno de colores.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad	30 Días después de siembra		45 Días Después de Siembra	
		Cuadrados medios	F Calculada.	Cuadrados medios	F Calculada.
Trats	4	0.0022	31.0227**	0.0736	73.0511**
Bloques	2	0.0004	5.4058	0.0040	3.9800
Error	8	0.0001		0.00100	
Total. C.V. (%)	14		24.05%		13.44%

Como el análisis de varianza para el primer muestreo presentó diferencias altamente significativa entre tratamientos, se procedió a realizar la comparación de medias (DMS) al 5%, para definir a los mejores tratamientos, encontrando que para esta variable en el primer muestreo, el tratamiento cuatro y tratamiento cinco o testigo presentan los valores mas altos resultando estadísticamente iguales, y diferentes de los tratamientos uno, dos y tres, en lo que se refiere a la segunda fecha de muestreo se puede observar que le tratamiento uno presenta el valor más alto y fue estadísticamente igual al tratamiento tres, pero diferente de los tratamientos dos, cuatro y cinco que fueron estadísticamente iguales (**ver figura 1**). Como lo fue señalado anteriormente la

temperatura y color de cubierta, también tienen una influencia diferencial de acuerdo a la etapa de desarrollo.

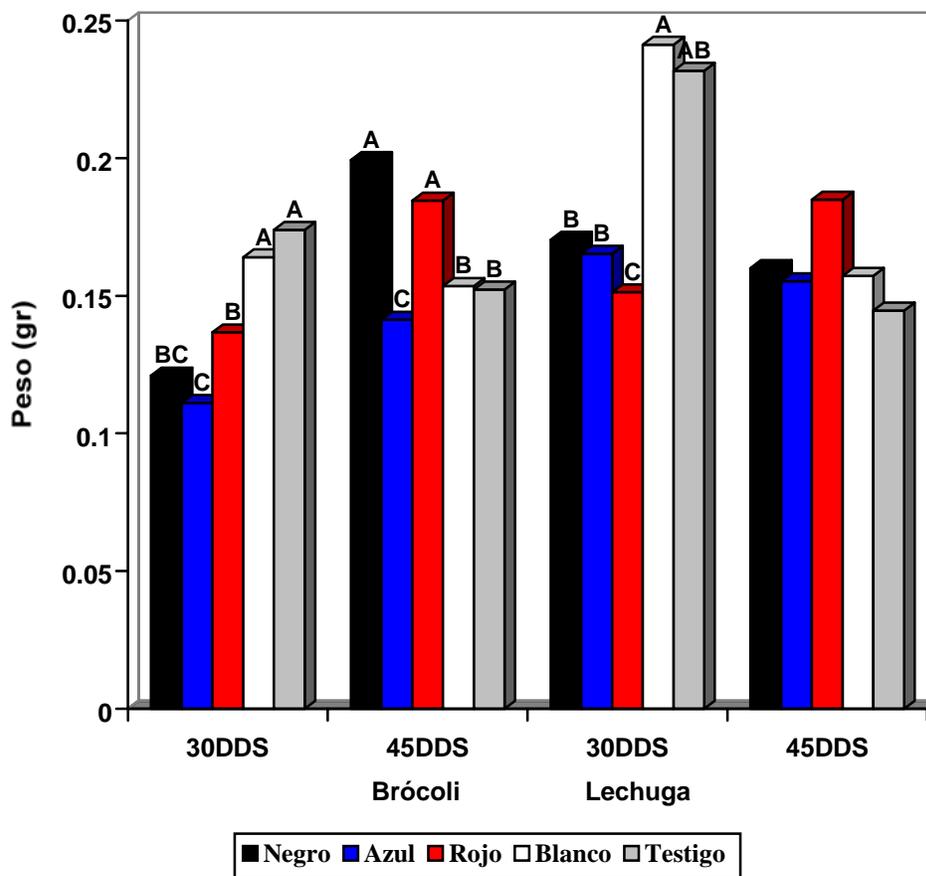
**Lechuga:** Según el análisis de varianza realizado para la variable peso seco de raíz a los 30 días después de siembra, muestra que existe significancia entre los tratamientos, indicando por lo tanto que al menos un tratamiento influyó de manera diferente sobre el peso fresco de la raíz, de tal manera que esto se refleja en el análisis de varianza, sin embargo en la segunda fecha de muestreo no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, indicando también que esta variable no fue afectada por las cubiertas de polietileno de colores o bien que el efecto fue mínimo de tal manera que no la registró el análisis de varianza (**ver cuadro 10**).

**Cuadro 10.** Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz, en el cultivo de lechuga en dos periodos de muestreo desarrollado con cubiertas de polietileno de colores.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad	30 Días después de siembra		45 Días Después de Siembra	
		Cuadrados medios	F Calculada.	Cuadrados medios	F Calculada.
Trats	4	0.0076	7.0220*	0.0007	0.9604N/S
Bloques	2	0.0011	1.0376	0.0001	1.6281
Error	8	0.0010		0.0007	
Total. C.V. (%)	14		16.94%		14.17%

Como en el análisis de varianza para el primer muestreo presenta diferencias estadísticamente significativas, se corrió la prueba de medias (DMS) al 5%, en las cuales se determina que para la primera fecha de muestreo el tratamiento cuatro y el tratamiento cinco presentan los valores más altos, y son estadísticamente iguales, los tres tratamientos restantes son estadísticamente iguales y difieren de los primeros dos ya

mencionados, para el segundo muestreo no se observan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, aunque se observa una ligera superioridad del tratamiento tres, el tratamiento testigo presenta el valor mas bajo (ver figura 5).



**Figura 5.** Comportamiento de medias para la variable peso fresco de raíz en los cultivos de brócoli y lechuga.

#### Peso Seco de Raíz.

**Brócoli:** Según el análisis de varianza realizado para peso seco de raíz a los 30 y 45 días después de siembra muestra que no existe diferencia estadísticamente

significativa entre tratamientos para la primera fecha de muestreo pero si existe diferencias altamente significativas para la segunda fecha de muestreo (**ver cuadro 11**).

**Cuadro 11.** Análisis de varianza para la variable peso seco de raíz en el cultivo de brócoli en dos periodos de muestreo desarrollado con cubiertas de polietileno de colores.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad	30 Días después de siembra		45 Días Después de Siembra	
		Cuadrados medios	F Calculada.	Cuadrados medios	F Calculada.
Trats	4	0.0003	1.0860N/S	0.0389	40.0367**
Bloques	2	0.0001	0.2055	1.7095	1.7095
Error	8	0.0003			
Total. C.V. (%)	14		25.19%		20.79%

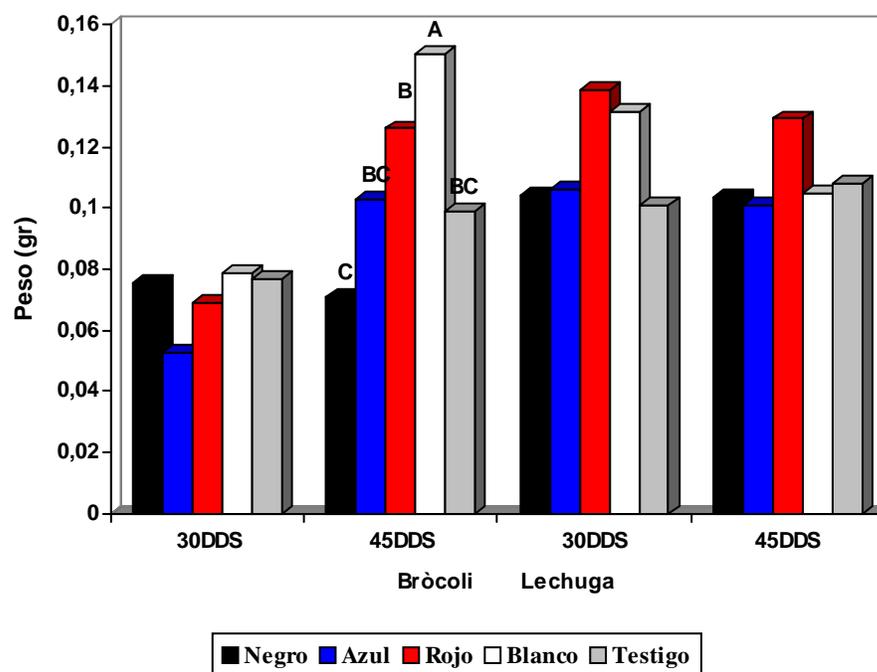
Dado a que existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos para la segunda fecha o periodo de muestreo se realizó la prueba de comparación de medias (DMS) al 5%. En la **figura 6** se observa que en el segundo muestreo, el tratamiento 4 presentó el mayor valor y fue estadísticamente diferente del resto de los tratamientos, y el tratamiento uno fue el que presentó el valor mas bajo.

**Lechuga:** El análisis de varianza que se muestra en el **cuadro 12**, muestra que para la variable peso seco de raíz en dos periodos de muestreo no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, por lo tanto no se realizó la prueba de comparación de medias.

**Cuadro 12.** Análisis de varianza para la variable peso seco de raíz en el cultivo de lechuga desarrollada en cubiertas de polietileno de colores.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad	30 Días después de siembra		45 Días Después de Siembra	
		Cuadrados medios	F Calculada.	Cuadrados medios	F Calculada.
Trats	4	0.0010	1.5770N/S	0.0004	1.5080N/S
Bloques	2	0.0003	0.4986	0.0004	1.6281
Error	8	0.0006		0.0002	
Total. C.V. (%)	14		20.88%		14.17%

Se realizó el gráfico donde se puede observar que en el primer muestreo el tratamiento tres sobresale del resto de los tratamientos igualmente que en el segundo muestreo (ver figura 6). De los resultados obtenidos se puede indicar que la cubierta de Color rojo permitió mantener una temperatura mas uniforme a lo largo del desarrollo de las plántulas, influyendo en un mayor peso seco de raíz.



**Figura 6.** Comportamiento de las medias para la variable peso seco de raíz en los cultivos de bròcoli y lechuga, en dos fechas de muestreo.

## CONCLUSIONES

- El tratamiento con acolchado blanco sobre sale del resto, en la mayoría de las variables evaluados en los dos muestreos.
- El tratamiento con acolchado negro al igual que el anterior influyó en el peso fresco y seco de raíz y tallo, en el cultivo de brocólí.
- El tratamiento sin acolchado o testigo se puede observar que solo influyó en la longitud de raíz y peso fresco en el cultivo de brocólí en la primer fecha de muestreo, así como para el cultivo de lechuga en la variable peso fresco de hoja y peso seco de la raíz.
- En los tratamientos con acolchado rojo y azul obtuvieron los resultados, más bajos en las dos fechas de muestreo, para los dos cultivos, excepción del peso fresco de raíz, en el primer muestreo para el cultivo de lechuga, y el peso seco de hoja en el segundo muestreo para el cultivo de brócoli.
- El cultivo de brocoli y lechuga tienen una respuesta diferente al color de cubierta, así como el color de cubierta influye de manera diferente de acuerdo a la etapa de desarrollo.

## LITERATURA CITADA

- Allard, G, C, J, Nelson and S.G. Pallardy 1991<sup>a</sup> . Sahade Effects on Growth of Tall Fescue: I. Leaf Anatomy and Matter Partitioning. *Crop Sci.* 31:163-167.
- Ballare, C. L., A.L Scopel and R.A. Sanchez. 199. Far Red Radition Reflected From Eadjaent Leaves: an Early Signa of Comtition Inplant Canopies Science.
- Brown,J., E. 1991. Effect of Plastic Myulch Color on Yield and Earliness of Tomato, *Proc. Natl. Agric. Plasc. Cong.* 23: 21. Auburn University. Overland Park, Kansaa.
- Bujamos, M.R. 1995. Manejo Integrado de la Palomilla Dorzo de Diamante en el Bajío, México (Inifap).
- Black, L. A,1992. Is There and Light In our Furture? *Grower Talks* 55(12):17.
- Casseres, E 1981. Producción de Hortalizas. Tercera Edición. Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura. San José Costa Rica.
- Cathey, H.M. and L. E. Campebell. 1981. Respuesta de la Planta a la Calidad y Cantidad de Luz. en: M. N. Chirtiansen y C. F. Lewis (Eds). S. A. Mejoramiento de las Platas en Ambientes poco Favorables. Editorial Limusa, S. A. de C.V (1991).
- Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura VI Semana de Horticultura. Coordinación de Agronomía Departamento de Horticultura. 1997.
- Daubenmire, R.F. 1974. *Plants and Envioronet. a Textbook of Autocolgy* John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Definas, 1993. Manual de la Fertilización de los Suelos. Primera Edición Edita Potash and Phosphate Institute. Irapuato, Gto. México. Pp.25-62.
- Domínguez, G.R. 1986. Fertilización con Nitrógeno y Fósforo en el Rendimiento y Calidad del Bròcoli. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo Coah., México.
- Fitter, A. H. and R. K. M. Hay .1981.*Envorommentañ Physiology of Plants.* Academic Press. Inc. Now York.

**Flores López Hh.E.1987. Caracterización Agroclimáticas de Maíz Bajo Condiciones de Temporal en Tepatitlán Jalisco. U.A.A.A.N. Saltillo Coah México.**

**Internet: www: Afasxa. com. Mx/2000.**

**Galston, A. W., P.J. Davis, R.L. Satter.1980. the Life of the Green Plant. Prentice-Hal, Inc., Englewoodcliffets, New Jersey.**

**García, M.E. 1987. Modificaciones del Sistemas de Clasificación Climática de Koopen (Adaptada a las Condiciones de la República Mexicana) Cuarta Edición, México, D.F.**

**Gates, D. M. 1980. Biophysical Ecology. Springer-Verlag New York, Inc. Now York.**

**Holmes, M. G. And H: Smith.1977, the Funcion of Phytochrome. Ii. the Influence of Vegetation Canopies on the Spectral Energy Distridution of Natural Dayligh. Pfhochem. Photobiol.**

**Pearcy, R. W. 1991. Radiation and Ligth Measuremens. In: R. W. Pearcy, J. R. Ehleringer, H. A. Mooney And. W. Rundel(Eds). Plants Physiological Ecolgy, Field Methodos and Instrumentation. Chapman and Hall, London.**

**Quail, P. H. 1991. Phytorome: a Light-Activated Swiitch that Regulates Plant Gene Expression. Annu.Rev. Getet.**

**Hernández, D.J. 1992. Curso de Fisiología de Hortalizas. U.A.A.A.N. Departamento de Horticultura. Buenavista Saltillo Coah. México.**

**Holmes, M. G. And Mc Cartney.1976. Spectral Energy Distrubution in the Natural Enviontment And its Implicaciones for Phytochrome Fuction. In: H. (Ed).Ligth And Plant Devolopment. Butterworth & Co.**

**Hunt, P. G., M. J Kasperbauer and T.A.. Matheny. 1985.Effect of Soil Surface Color and Rhizobium Japonicum Strain on Soybean Grotw and Nodulition. Agronomy Abstr.**

**Hunt, P. G. , M. J. Kausperbauer and T. A. Matheny.1987.Nodule Development in a Split-Root System in Response To Red and Far-Red Ligth Trearment of Soybean Shoots**

**Ibarra, J.L. 1997. Acolchado de Suelos, Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura VI Semana de Horticultura U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo Coah., México.**

**Ibarra, J.L. Rodríguez . Acolchado de Suelos Agrícolas, Centro de Investigaciones en Química Aplicada, Saltillo, México**

- Kaul, k. and m.j. –kaasoperbauer. 1988. Row Orientation Effects on/or Ligth Ratio, Growth and Deloppment of Field –Grow Bush Bean. *Physiol. Plant*74:415-417.
- Kasperbauer, M. J. and P.G. Hunt.1987. Soil Color And Surface Residue Effects on Seedling Lighth Envioront. *Plant Soil*.
- Kasperbauer, M.J.1971, Spectral Distribution of Ligth in Tabaco Canory and Effects of end-of-day.Ligth Quality an Growth and Devolpment. *Plant Physiol*.
- Kasperbauer , M. J. and D. L Karlen.1986. Ligth -Mediated Booregultion of Tillering and Noodule Formation in Soybean Plants that Received red or Far-Red Ligth at the of Photosynthectic Poeriod. *Physiol. Plant*.
- Kemble, J.M. and Brown,J. 1998. the Effect of Much Color on Growth of "Vates" Collads. *Proc. Natl. Agric. Plastics. Cong. 27: 216. the University of Arizona. Tucson, Arizona.*
- Khan, V.A. *et al.* 1998. the Effec of Clear and Black Polyetilene and Paper Mulches With Reemay Rowcover and Therr Row Planting Patterns on Okra Production. *Proc Natl. Agric. Cong. 27: 84-87. the University of Arizona. Tucson, Arizona.*
- Lamont, W J., Jr. 1994. Plastic Muches for the Production of Vegetable Crops. *Horticultura Abstracts. Vol. 64 (3) 1797.*
- Lee, D. W. and R. Garham. 1986. Leaf Optical Properties of Rainforest Sun Extreme Shade Plants. *Amer. J. Bot. 73:1100-1108.*
- Limonyelli, J.C. 1979. el Repollo y otras Crucíferas Importantes en la Huerta Comercial. Editorial Hemisferiasur S.A.
- Linares, M.J.E. 1993. Efecto de Películas Fotoselectivas de Plásticos para Acolchado de Suelos en el Cultivo de Sandia (*Citrullus Lanatus* T.) Cv. Charleston Gray. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo, Coah., México.
- Loy, B. and O. Wells. 1990. Effect of Irt Mulches on Soil Temperature, Early Vegetative Development in Musk Melón, and Weed Growth. *Proc. Natl. Agric. Plastic. Cong. 22: 22: 19-27.*
- Malik, A. S. and H. C. Sharma.1984. Water use Efficiency and Nitrogen and Phosphorous Uptake of Pearl Millet as Affected by Moisture Regimes, Nitrogen Leves and Plant Population. *Haryana Agric.Univ. J Res.*

- Mandoli, C.F. and W.R. Briggs. 1982. the Photoreceptive Sites and the Fection of Tissue Ligth-Piping In Photomorphogenesis of Etiolated oat Seedlings.Plant Cell Environ.**
- Maurer, A.R. 1976. Response of Brócoli to Five Soil Water Regimes. Can. J Plant Sci 56-952-959.**
- Méndez, J.L. 1998. Evaluación de Dos Híbridos de Melón (*Cucumis Melo* L.) Ranger y Cruiser Bajo Condiciones de Acolchado Plástico Bicolor y Riego por Goteo. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo, Coah., México.**
- Monroy, M.J. 1996. Entomofauna Asociada al Brócoli (*Brassica Oleracea* Var. *Italica* L.) Y Su Correlacaion con la Fonología de la Planta.**
- Monteith, J. L. 1976. Espectral Distribution of Ligth Inleaves and Foliage. in: H. Smith(Ed). Ligth and Plant Devolpment. Butterworth & Co.**
- Moreno, V.L.F. 1998. Producción de Coliflor en Acolchados de Segundo Ciclo con Fertirrigacion. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo, Coah., México.**
- Narro, C.A. 1985. El Acolchado de Suelos Metodología y Riego en el Cultivo de Chícharo. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo Coah., México.**
- Nonnecke, Libner, Ib. 1989. Vegetables Production. adn Ovi Book Publñished by Van Nostrand Reinhold New York.**
- Ortiz Solorio.C.A. 1984. Elementos de Agrometeorología Cuantitativa con aplicaciones en la República Mexicana. Departamento De Suelos. Uach.-Texcoco. Mexico.**
- Peirce C., Libner, Ib. 19988. Vegetables Characteristics, Production and Marketing University of new Hompshire.**
- Pelcastre, M.T. 1999. Evaluación de Películas Convencionales y Bicolores para Acolchado de Suelos en el Cultivo de Chile Anaheim y Pimiento (*Capsicum Annuum* L.) Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo, Coah., México.**
- Productores de Hortalizas. 1994. Irrigación y Plasticultura Año 3, Nom 9, Septiembre.**
- Quero, S.G. 1997. Efectos del Acolchado Plástico y Cubiertas Flotantes en el Desarrollo y Rendimiento de Melón. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo Coah., México.**

- Ramírez, V.J. 1991. *Agronomía en Sinaloa. Tercera Epoca, Año 1, Num 3 Abril-Junio. Universidad Autónoma De Sinaloa.*
- Romo González A.R y Artiaga Ramírez. 1983 *Meteoróloga. Uach. Departamentol de Irrigaciòn. Texcoco Mexico.*
- Saplittstoesser, W.E. And J.E. Brown. 1991. *Current Changes in Plasticuculture for Crop Production. Proc. Natl. Agric. Plastics. Congress. 23: 241-251. Alabama University Mobile, Alabama.*
- Sanders, D. C, T. R. Konsoler, W. J. Lamont and E. A. Estes. 1986. *Pepper and Muskemelon Economics when Grown whit Plastic Mulch and Trickle Irrigation. Proc. Natl. agr. Plastic Congr.*
- Saeki, T. 1975. *Distribution of Radiant Energy and Co<sub>2</sub> in Terrestriial Communities. in: J. P. Cooper (ed). Photosynthectic and Productivity in Diffent Envion. Cambrige Univesty Press, Cambriege.*
- Sinclair, T. R and T. Horte. 1989. *Leat Nitrogen, Photosynthesis, and Crop Radiation use Efficient : Bioessays.*
- Schnyder, H. and C.J. Nelson. 1989. *Growth Rates and Assimilate Partitiationg in the Elangation Zona of Tall Fescue Leaf Blades at High and Low Irradiance. Plant Physiol. 90:1201-1206.*
- Smith, H. and D. C. Morgan. 1983. *the Funtion Phytochorome in Nature. in: W. Shopshire and . Mohr (eds). Photomorphogenesis. Enciclopedia of Plant Physiology Volume 16 A. Springer- Verlag Berlin Heidelberg.*
- Smith, H. 1982. *Ligth Quality, Phorepception and Plant Strategys, and Crop Radiation use Efficiency: a Reviron.*
- Tereshima, I. and. T. Saeki. 1983 *Ligth Enviornments Within a Leaf. I. Optical Properties of Paradermal Sections of Camella Leaves with Special Reference to Differences in the Optical Properties of Palisade and Spongy Tissues. Plant Cell Physiol. 24:319-328.*
- Torres, R.E. 1984. *Agrometereologia. Editorial Diana México, D.F.*
- Univercity Of California. 1985. *Integrated Pest Management for Cole Crops and Letucce. State Wyde Integrated Mana Gement Proyect. División Of Agriculture and Natural Resources.*
- Valadez, L.A.!998. *Producción de Hortalizas. Editorial Limusa. S.A. de C.V. México.*

- Villalpando Ibarra J. F. 1984 Regiones Climáticas Potenciales para el cultivo de Sorgo En México. Memorias de la Primera Reunión Nacional sobre Sorgo. UANL. México.**
- Vince-Prue, D. 1975. Photoperiodism in Plants. Mc Graw-Hill Book Company(Uk) Limited. Maidenhead, Berkshire.**
- Volgeman N, T. C. . and L. O Bjørn. 1983. Response to Directional Light by Leaves Of Light Gradients and Spectral Regime in Plant Tissue with a Fiber Optic Probe. Physiol Plantarum.**
- Welles , J. M.. and J. M. Norman. 1991. Instrument for Indirect Measurement of Canopy Architecture. Agron. J.**
- Wolfe, J. 1997. the Effects of Shading and Cutting Treatments on the Photosynthetic Rate of Ryegrass leaves. Ann. Bot .41:1279-1286.**

## **RESUMEN.**

En México en los últimos años las hortalizas han logrado tener gran importancia desde el punto de vista agronómico y social, siendo así que el hombre se ha visto en la necesidad de buscar nuevas técnicas de producción, más efectivas y rápidas, debido a la gran demanda en el mercado.

La diversificación de las aplicaciones de los plásticos se inicia a partir 1966, y es hasta ahora que han tenido gran demanda, utilizándose desde etapas iniciales del cultivo hasta la etapa de cosecha y poscosecha, para así lograr mayor producción y calidad de los productos. Dado que el color de la cubierta influye en las propiedades físicas de la radiación, también influye en la temperatura del sustrato sobre el cual se desarrollan los cultivos, sin embargo existe poca información respecto al efecto de las cubiertas plásticas de colores, sobre etapas iniciales de cultivos hortícolas, por lo tanto el presente trabajo se desarrollo en las instalaciones del Departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo. Coah. Sembrando semilla de brocoli y lechuga bajo cinco tratamientos de cubiertas de polietileno de colores y condiciones de invernadero, en el año 2000, con los objetivos de estimar el efecto del color de la cubierta de polietileno sobre el crecimiento radical en el cultivo de lechuga y brócoli y estimar la ganancia en peso seco de los cultivos de brocoli y lechuga sembrados bajo cubiertas de polietileno de colores.