

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



TESIS:

Uso de Acolchados Plásticos de Colores y su Efecto Sobre el Rendimiento y Calidad de Semilla de Calabacita (*Cucúrbita pepo L.*)

Presentado Por:

Gibrán Jaciel Alejandro Rojas

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

Febrero del 2011

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Tesis Presentada por:


Gibrán Jaciel Alejandro Rojas

“Uso de Acolchados Plásticos de Colores y su Efecto Sobre el
Rendimiento y Calidad de Semilla de Calabacita (*Cucúrbita pepo* L.)

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador
como requisito parcial para obtener el título de:
Ingeniero Agrónomo En Producción

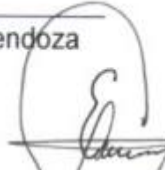
Aprobada por:


Dr. Valentín Robledo Torres
Asesor Principal


MP. María Alejandra Torres Tapia
Sinodal


Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Sinodal


Dra. Rosalinda Mendoza Villareal
Sinodal


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila. Febrero del 2011
División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por haberme dado la capacidad y la sabiduría para terminar mi carrera. A la UAAAN “mi Mater” fuente inagotable de conocimiento y sabiduría, por haberme dado la oportunidad de superarme en la vida profesional, y llevar el nombre muy en alto la Universidad.

Al **Dr. Valentín Robledo Torres** por darme la oportunidad de trabajar con el y por la confianza que depositó en mi para llevar a cabo este trabajo, así como sus valiosos conocimientos y acertadas observaciones y ayuda, pero sobre todo por su amistad y el apoyo brindado .

A la **M.P. María Alejandra Torres Tapia** por su amplia disposición y apoyo para realizar la investigación, revisión y corrección de la presente tesis.

A la **Dra. Rosalinda Mendoza Villareal** por su colaboración y disposición en formar parte del comité de asesoría, por sus consejos y amistad brindada durante mi estancia en la universidad.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza** gracias por su colaboración y disposición en formar parte del comité de asesoría.

Al **Ing. Juan Manuel Ramírez Cerda**, por su valioso apoyo en el campo y facilidades que nos brindó a la hora de establecer el experimento.

A todo el personal académico de la División de Agronomía, en especial a los docentes del Departamento de Fitomejoramiento que tuvieron que ver en forma directa en mi formación académica con la enseñanza de sus conocimientos.

A los técnicos académicos del Departamento de Horticultura Lupita y Laura por las facilidades que me brindaron para realizar este trabajo

DEDICATORIAS

A DIOS NUESTRO SEÑOR:

Porque durante todo el camino de mi existencia ha estado siempre a mi lado y me ha dado la fuerza y el valor necesario para salir siempre adelante en momentos difíciles.

A MIS PADRES:

Pablo Alejandro Bautista
Elizabeth Rojas Cortes

Gracias mamá por haberme dado tu espacio y tu vida. A ti te debo todo, y creo que no alcanzaría la vida para pagarte el tiempo y dedicación que has invertido en mí para ser lo que soy, con el más profundo amor y admiración te dedico este humilde pero significativo tributo.

A ti padre te agradezco por todo lo que me has brindado, con respeto y con el gran amor de hijo te brindo este triunfo.

A mis hermanos (as):
Brenda
Abraham

Quienes siempre me han apoyado, que a pesar de estar tan lejos siempre los he sentido tan cerca, por los buenos y malos momentos que hemos vivido juntos y por que sigamos manteniendo esa unidad familiar.

A mi Esposa e Hija:
Yesica Rendón Aquino
Fernanda Ayelen Alejandro Rendón

Por su valioso amor, y son parte de mis debilidades y fortaleza para seguir adelante y superarme día con día para ser una mejor persona.

A mis Abuelos:

Pedro Rojas Godínez y Álica Cortes Morales

Epifanio Alejandro Morales y Ernestina Bautista Ramírez

Gracias por su cariño y sus consejos llenos de sabiduría.

A mis amigos que compartieron mi estancia en Saltillo y la Universidad, José Guadalupe Chávez y esposa, y a todos mis amigos de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Producción, en especial a Zoyla, Alfredo, Agustín, Emanuel, Edén, Margarito, Blas, Erick, Adrian, Jano, Ángel, Martin y mis amigas de Agrobilología. Que en las buenas y en las malas siempre ahí estuvieron gracias y que Dios los bendiga

INDICE GENERAL

Pág.

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCION	2
Objetivos.....	6
Hipótesis.....	6
II. REVISION DE LITERATURA	7
Origen e Historia.....	7
Clasificación Botánica.....	7
Características botánicas.....	8
Importancia de los acolchados.....	9
Ventajas del Uso del Acolchado.....	11
Desventajas del Uso del Acolchado.....	12
Trabajos Realizados con Acolchados de Suelo.....	13
Concepto de Semilla.....	15
Germinación.....	16
Fases de la Germinación.....	17
Factores Externos.....	18
Tipos de Germinación.....	19
III. MATERIALES Y METODOS	20
Localización Geográfica del Sitio Experimental.....	20
Material Vegetativo.....	20
Tratamientos en Campo.....	20
Establecimiento del Experimento.....	22

Siembra.....	22
Variables Evaluadas.....	23
Manejo de Poscosecha de Frutos.....	24
Variables de campo.....	25
Manejo de Poscosecha de semilla.....	26
Calidad Física.....	27
Calidad Fisiológica.....	27
Vigor.....	29
Análisis Estadístico.....	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
Estudio de Variables Climáticas y Agronómicas.....	31
Estudio de las Variables Físicas de las Semillas.....	35
Estudios de Variables de Calidad Fisiológica de la Semilla.....	37
V. CONCLUSIONES.....	43
VI. BIBLIOGRAFIA.....	44

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro II.1. Valor nutricional de calabacita por cada 100 g de producto comercial.	9
Cuadro III.2. Tratamientos de acolchados de plásticos (polietileno) utilizados para producción de calabacita (<i>Cucúrbita pepo L.</i>) en Saltillo, Coahuila 2010.....	21
Cuadro IV.3. Cuadrados medios estimados en 4 variables de campo en calabacita (<i>Cucúrbita pepo</i>) producida bajo diferentes acolchados plásticos de colores en Saltillo, Coah. (2010).....	31
...	
Cuadro IV.4. Cuadrados medios y significancias en rendimiento antes y después del beneficio y su calidad física de semilla de calabacita producida con acolchados plásticos de colores (Saltillo, Coah. 2010).....	36
Cuadro IV.5. Respuesta de la calidad de semilla de calabacita, de plantas con uso de acolchados plásticos de colores en (Saltillo, Coah. 2010).....	37
Cuadro IV.6. Cuadrados medios estimados en variables relacionadas con la calidad fisiológica de la semilla de calabacita producida en acolchados plásticos de colores en (Saltillo, Coah. 2010).....	38

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura III.1.. Distribución de campo de los tratamientos de acolchado plástico de colores, usados en el cultivo de calabacita, para la producción de semilla, en Saltillo, Coah.2010.	22
Figura III.2. Soplador “South Dakota” para beneficio de semilla.....	26
Figura III.3. Cámara de germinación “BIOTRONETTE MARK III”.....	26
Figura IV.4. Comparación de medias de la temperatura (°C) a las 13:00 hs, en los diferentes acolchados plásticos de colores (en Saltillo, Coah en 2010).....	33
Figura IV.5. Comparación de medias de la temperatura (°C) a las 17:00 hs., en los diferentes colores de acolchado plástico estudiados (en Saltillo, Coah. 2010).....	33
Figura IV.6. Comparación de medias del número de frutos en los tratamientos de acolchado plástico de colores, estudiados (en Saltillo, Coah. 2010).....	34
Figura IV.7. Muestra la comparación de medias para el peso total de frutos en kg, de los frutos producidos en acolchados plásticos de colores. (Saltillo, Coah. 2010).....	35
Figura IV.8. Porcentaje de plántulas normales en la germinación de semilla de calabacita, producida en suelos con diferentes colores de acolchado plástico (en Saltillo, Coah, 2010).....	39
Figura IV.9. Porcentaje de las plántulas anormales obtenidas de semilla obtenida de plantas de calabacita con acolchados plásticos de colores (en Saltillo, Coah. 2010).....	39
Figura IV.10. Porcentaje de las plántulas sin germinar, obtenidas de semilla obtenida de plantas de calabacita con acolchados plásticos de colores (en Saltillo, Coah. 2010).....	40
Figura IV.11. Valores medios de la longitud del hipocótilo de plántulas obtenidas de semilla proveniente de plantas de calabacita con acolchados plásticos de colores (en Saltillo, Coah. 2010).....	41
Figura IV.12. Longitud de Radícula (LR) de plántulas de semilla de calabacita, producida en acolchados plásticos de colores (en Saltillo, Coah. 2010).....	41

RESUMEN

En el año 2010 en México se sembraron 30, 290 ha con una producción de 253,553 ton. El sector dedicado a la producción de semillas usa técnicas modernas de producción, para maximizar rendimientos, dando importancia a la calidad de la semilla en una, rápida emergencia, uniformidad en la germinación y capacidad para establecerse bajo un amplio rango de condiciones ambientales; esta calidad debe ser evaluada a lo largo de las etapas de su producción mediante pruebas físicas, fisiológicas, genéticas y sanitarias; donde la suma de ellas asegura su excelencia.

Este trabajo se realizó en el Departamento de Horticultura de la UAAAN, en el ciclo primavera-verano del 2010 en Saltillo, Coahuila, con el fin de evaluar la producción de semilla de calabacita desarrollada en diferentes colores de acolchado plástico, utilizando riego por goteo en el cultivo de calabacita (*Cucúrbita pepo*) variedad *Zuchinni*. Los tratamientos utilizados fueron: Acolchado verde, blanco, rojo, color plata, negro, transparente y un testigo (sin acolchar).

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques completos al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables a evaluar fueron; rendimiento total, rendimiento por corte, número de frutos por parcela, diámetro promedio de frutos por parcela, longitud promedio de frutos por parcela, temperatura del suelo a 15 cm de profundidad, pruebas de laboratorio como; peso volumétrico, peso de mil semillas, semilla sin beneficio, semilla con beneficio, plántulas normales, plántulas anormales, semillas sin germinar, longitud de hipocótilo y longitud de radícula. Con las pruebas realizadas en el experimento concluyó que el acolchado plástico rojo indujo la mayor producción de semilla y la mayor calidad de la misma.

Palabras Claves: *Cucúrbita pepo* L., producción de semilla, calidad fisiológica, acolchados plásticos, variables climáticas.

I. INTRODUCCION

En México la superficie de calabacita sembrada para la producción en el año del 2010 para riego y para de temporal, para consumo de verdura fue de 30290 ha con una producción de 253,553 ton. Los estados que más producen son Sinaloa, Hidalgo, Sonora, Puebla, Morelos, y Jalisco (SARH, 2010). Para alcanzar una competitividad en el mercado resulta evidente, sobre todo en condiciones restrictivas de agua, practicar una agricultura con alta tecnología.

Corresponde al hombre buscar soluciones en cuanto a sembrar mas en menor superficie cultivada, obteniendo mas producción y mejor calidad, para generar mas ingresos al productor, un mayor progreso y bienestar, mitigando un poco la problemática de escases de alimento (Celis, 2005).

Sin embargo, como siempre la producción se ve afectada por diversos factores como por ejemplo: las bajas temperatura, la cual es una limitante para algunas regiones del país, las plagas también es un factor muy importante que año con año merma la producción, por otro lado las enfermedades que cada ves son mas agresivas y cada ves se usan fungicidas con dosis mas fuertes, afectando los costos de los productos. Todos estos factores bajan la calidad, y repercute en los rendimientos bajos y otros casos extremos la perdida total de la cosecha (Alvarado, 1999).

En la actualidad el uso de acolchados plásticos han mitigado un poco la problemática de los agricultores, por que algunos plásticos como el transparente debido a que la luz penetra casi en un 100 %al suelo esto ayudan

al cultivo en este caso calabacita debido a que se calienta la zona radicular de la planta acelerando su metabolismo y permitiendo sacar las cosechas mas tempranas.

A partir de los años cuarenta, el uso de materiales plásticos en las actividades agrícolas inició una modificación profunda en la tecnificación de la producción de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. En los años siguientes se lograron notables mejoras tecnológicas que ampliaron la durabilidad y la aplicación de los materiales plásticos. En la actualidad, se aplican técnicas de agroplasticultura a más de 300 mil hectáreas de cultivos de alto ingreso económico en todo el mundo (Soltani *et al.*, 1995; Hallidri, 2001).

El acolchado de suelos es una técnica que permite incrementar la temperatura del suelo, debido a la absorción de la radiación solar por la cubierta plástica y su posterior liberación al suelo como energía de onda larga, así como su transmisión de parte de la radiación hacia el suelo que la absorbe. (Quezada, 1995).

La plásticultura es un método de cultivo que provee de beneficios significativos derivados del uso de polímeros plásticos (Mendoza, 2005). El descubrimiento y desarrollo de los polímeros de polietileno a finales de la década de los años 30`s, y su subsiguiente introducción a inicios de los 50`s como películas plásticas y acolchados así como el desarrollo de tubos de goteo y cintas de goteo, revolucionó la producción comercial de varios tipos de vegetales y dio un impulso a la plásticultura. Con el descubrimiento de otros polímeros, como el cloruro de polivinilo, polipropileno y el poliéster y su uso en elaboración de mangueras, equipos de fertirrigación, filtros, goteros y conectores, se amplió el uso de componentes plásticos en la elaboración de sistemas o equipos de uso agrícola. (Lamont, 1991).

Los acolchados plásticos modifican otras propiedades de los suelos como la estructura, el pH, la velocidad de infiltración entre otros, también se modifica la actividad microbiana del mismo. Por otra parte estos factores influyen directamente sobre la zona radicular pueden acelerar el crecimiento y aumentar la productividad de la planta de una manera importante. (Herrera, 2007)

Martínez (1997) menciona que melones, tomates, chiles, pepinos, calabacita, berenjena, sandía y okra son hortalizas que han mostrado incrementos significativos en lo que respecta a precocidad y rendimiento con el uso del acolchado. Con respecto al rendimiento se reporta que el incremento se puede duplicar o hasta cuadruplicar dependiendo el cultivo y la región.

La producción de semillas en México esta en manos del sector privado, tanto nacional como internacional, domina un 94 por ciento del mercado, mientras que el sector publico solamente ocupa un 6 por ciento. (TEOREMA AMBIENTAL, 2006)

En la actualidad el éxito de un cultivo esta desde la semilla, si esta es de buena calidad, certificada y cumpla con todos los requisitos aumenta la posibilidad de éxito de la cosecha. Pero sin embargo; la semilla nos garantiza que se tendrá buena germinación, también no se tiene que descuidar el ataque de plagas y enfermedades en etapas mas adelante eso también afecta al cultivo.

Las empresas semilleras en los últimos años a tenido un despliegue importante en el ámbito del mejoramiento, en este caso la calabacita que se comercializa en verdura, para ellos el negocio esta en las semillas ya que para ellos es una actividad muy importante, lo cual no lleva a conocer la fisiología de la planta ya que eso nos ayudara a tomar decisiones importantes como su época de siembra y la densidad necesaria para obtener buenos rendimientos.

La modificación de la temperatura del suelo por el uso del acolchado plástico de colores, también aumenta el contenido de algunos minerales en hojas y semillas.

Las semillas deben de tener una calidad que tenga un impacto significativo en el rendimiento en campo, lo cual es lo principal para el agricultor y tenga buenas ganancias, eso es bueno para las empresas semilleras ya que aseguran el mercado para el futuro. Por lo tanto en la presente investigación se plantea el siguiente objetivo general.

OBJETIVOS

Objetivo general

-Estudiar el uso de acolchado plástico de colores, su efecto en la temperatura del suelo, producción de semilla de calabacita (*cucúrbita pepo L.*) y la calidad fisiológica de la semilla.

Objetivos específicos

- Estudiar la temperatura del suelo como respuesta a la transmisión de la radiación en cada color de acolchado.
- estudiar rendimiento, calidad de frutos y calidad fisiológica de semilla de calabacita producidas bajo acolchados plásticos de diferentes colores

Hipótesis

- Al menos uno de los colores de acolchado plástico tienen un efecto positivo en la producción de semilla de calabacita.
- Al menos uno de los colores de acolchado plástico, incrementa la calidad fisiológica de calabacita en comparación con el testigo sin acolchar.

II. REVISION DE LITERATURA

Origen e Historia

La calabacita es considerada originaria de México y América central (Herrera, 2007) de donde fue distribuida a América del norte y del sur. Sus orígenes se remonta al año 7000 a. de c.

Clasificación Botánica

Según Cronquist (1981) la calabacita (*Cucúrbita pepo .L*) generalmente se clasifica de la forma siguiente:

Reino... Dicotyledoneae
Subclase... Choripetalae
Orden... Cucurbitales
Genero.... Cucúrbita
Especie.... pepo L.

Características Botánicas

Descripción

Es una planta herbácea, anual, monoica (con flores masculinas y femeninas separadas), erecta y también puede ser rastrera; los tallos son erectos en sus primeras etapas de desarrollo (hasta antes del tercer corte de frutos) y después se tornan rastreros; son angulares, cinco bordes o filos, cubiertos de vellos; las hojas se sostienen por medio de pecíolos (tallos de las hojas) largos y huecos. Las flores masculinas siempre aparecen primero, tienen

tallo muy largo y delgado, a diferencia de las femeninas, que lo tienen cortó. Los pétalos de ambas flores son de color amarillo anaranjado. El fruto se consume todavía inmaduro, y por lo general es de color verde claro, aunque existen calabacitas para consumo fresco de color verde oscuro que alcanzan una longitud de 12 a 15 cm, las semillas son generalmente de color blanco, crema o ligeramente café.

Clima

La Calabacita es una hortaliza es de clima cálido que no tolera heladas, la temperatura para la germinación debe ser mayor de 15°C, siendo el rango óptimo de 22 a 25°C; la temperatura para su desarrollo tiene un rango de 18 a 35°C, con temperaturas frescas y días cortos hay mayor formación de flores femeninas. Prospera en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los profundos y ricos en materia orgánica. Catalogada como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, siendo su PH 6.8 a 5.5; en lo que se refiere a la salinidad, se reporta como medianamente tolerante.

Siembra

Se utiliza generalmente la siembra directa, aunque también el trasplante se realiza con mucha efectividad en prendimiento en campo, siempre y cuando se utilicen charolas de plástico o polietileno de 72 a 128 cavidades debido a su amplio sistema de raíces. Se trasplanta cuando las plántulas tienen de 2 a 3 hojas verdaderas. En Calabacita se obtienen poblaciones de 10,000 a 14,000 plantas por hectárea. La densidad de siembra es de 4 a 6 kg/ha, la distancia entre surcos es de 92 a 100 cm, y la distancia entre plantas de 45 a 100 cm a hilera sencilla.

Cosecha

Para el corte se considera el número de días que se aproxima a la cosecha o al primer corte, que va de 45 a 55 días, llegando a realizarse hasta

20 cortes. Otro aspecto que se toma como referencia es el tamaño del fruto, que puede variar de 12 a 15 cm, otro indicador podría ser cuando la flor esté deshidratada o muestre un color café.

El fruto se consume todavía inmaduro y por lo general es de color verde claro, aunque existen cultivares de color verde oscuro que alcanzan una longitud promedio de 12 a 15 cm, para consumo en fresco. Las semillas generalmente son de color blanco crema, ligeramente café. Tradicionalmente las semillas de calabaza se han utilizado con fines médicos y desde una perspectiva alimentaria las semillas son consumidas como botana y son ricas en ácidos grasos insaturados. (SIAP, 2010).

Valor Nutricional

Cuadro II.1 Valor nutricional de calabacita por cada 100 gr de producto comercial.

Composición química	Contenido
Agua (%)	90-95
Proteínas (gr)	0.30 – 1.80
Glúcidos (gr)	1.70 – 2.05
Lípidos (gr)	0.20 - .40
Vitamina A (U.I)	100 – 400
Vitamina B1 (mg)	0.05 – 0.07
Vitamina B2 (mg)	0.04 – 0.09
Vitamina C (mg)	15 – 20
Fosforo (mg)	21
Calcio (mg)	18
Hierro (mg)	0.6
Valor energético (Kcal)	10 – 18.20

(Infroagro; 2008)

Importancia de los acolchados

La plásticultura es un método de cultivo que provee de beneficios significativos derivados del uso de polímeros plásticos (Mendoza, 2005). El descubrimiento y desarrollo de los polímeros de polietileno a finales de la década de los años 30`s, y su subsiguiente introducción a inicios de los 50`s como películas plásticas y acolchados así como el desarrollo de tubos de goteo y cintas de goteo, revolucionó la producción comercial de varios tipos de

vegetales y dio un impulso a la plásticultura. Con el descubrimiento de otros polímeros, como el cloruro de polivinilo, polipropileno y el poliéster y su uso en elaboración de mangueras, equipos de fertirrigación, filtros, goteros y conectores, se amplió el uso de componentes plásticos en la elaboración de sistemas o equipos de uso agrícola. (Lamont, 1991).

El acolchamiento de suelos es una técnica muy antigua que consiste en colocar materiales como paja, aserrín, capotillo de arroz, plástico o papel, cubriendo el suelo, con la finalidad de proteger al cultivo y al suelo de los agentes atmosféricos, promover cosechas precoces, mejorar rendimientos y la calidad de las cosechas, permite un ahorro significativo de agua y mano de obra, factores cada vez más escasos. Con el uso de acolchado se logrará intensificar la producción y aumentar la eficiencia de uso de los recursos.

Posteriormente, con el uso de plásticos en la agricultura, el acolchado de suelos volvió a cobrar auge debido a sus efectos positivos, mayores que los que se obtenían con la utilización de materiales orgánicos. Los plásticos que se emplean para el acolchado de suelos son el polietileno (PE) y el polivinilcloruro (PVC).

En la actualidad en nuestro país, hay mucha superficie de terrero apta para la agricultura, mas sin embargo solo algunos cultivos son aptos para que se implemente la técnica de acolchado. . El interés tendrá que ir aumentando debido a la creciente necesidad de optimizar los recursos como: el agua, suelo, planta, nutrientes, etc., todo esto se logra mediante la cobertura plástica del suelo.

Las decisiones gerenciales sobre qué color del acolchado usar se han basado tradicionalmente en el efecto del acolchado sobre las temperaturas del suelo. Los acolchados de color negro o transparente de polietileno se prefieren para la producción en zonas frías debido a su capacidad de aumentar la absorción de calor en los suelos. Un acolchado blanco o color aluminio se

prefiere para la producción de verano, cuando el calentamiento del suelo no es a menudo beneficioso para el crecimiento vegetal y el desarrollo de la planta (Taber, 1993).

Robledo y Vicente (1981) señalan que con el acolchado, debido a los efectos que este causa, puede tener como beneficios que se consigan cosechas abundantes, precoces, limpias y sanas. También debido a que los efectos y ventajas que causan, podemos aplicarlo a hortalizas, frutales y ornamentales.

Otro efecto benéfico con el uso de acolchado es la mejora de la calidad de frutos, esto debido a que no hay contacto de los frutos con el suelo y por lo tanto el fruto no se mancha o se pudre. (Andino y Motsenbocker, 2004)

Martínez (2007) menciona algunas ventajas del uso de acolchado:

- 1.- Incrementa la temperatura del suelo; a una profundidad de 5cm se incrementa la temperatura aproximadamente 3°C con acolchado negro y de 6°C con acolchado claro. El efecto del incremento de temperatura se refleja en cosecha precoz e incremento en rendimiento total.
- 2.- Reduce la compactación del suelo permaneciendo el suelo suelto y bien aireado; Por lo tanto, las raíces tienen mayor cantidad de oxígeno disponible y la actividad microbiana se incrementa mejorando la estructura del suelo e incrementando la disponibilidad de los nutrientes.
- 3.- Reduce la lixiviación de fertilizantes; debido a que el agua de la lluvia escurre por el acolchado y entre las camas. El fertilizante se coloca en las camas, por lo tanto, el fertilizante no se lixivia y es aprovechado por el cultivo.
- 4.- Reduce el ahogamiento de la planta por exceso del agua; esto debido a que el agua de la lluvia escurre por el acolchado hacia la parte inferior de los surcos.
- 5.- Reduce la evaporación del agua; normalmente hay un crecimiento de hasta el doble de la planta. Debido al mayor crecimiento, la planta requiere de mayor

cantidad de agua, por lo que el acolchado no sustituye el riego de hecho en ocasiones se requiere mayor cantidad de agua.

6.- Se obtienen productos más limpios; con el acolchado se reduce la pudrición de frutos causados el contacto con el suelo húmedo o gotas que salpican suelo al caer la lluvia. Para evitar este daño con el uso de acolchados, las camas deben ser altas (15 a 30cm).

7.- Reduce la presencia de malezas; en el caso del acolchado negro provee un buen control de malezas. El acolchado claro requiere del uso de herbicidas o fumigación debido a deja pasar la luz visible, necesarios para la fotosíntesis de las malezas. Su principal uso es para elevar la temperatura de suelo. Es común utilizar acolchado de color negro por la parte inferior para el control de malezas y reflectivo en la parte superior para optimizar la fotosíntesis en las plantas.

8.- Precocidad; con el uso de acolchado negro se puede adelantar la cosecha entre 2 y 14 días y en el caso de acolchado claro puede ser de hasta 21 día de precocidad en la cosecha.

9.- Incremento en concentraciones de CO₂; El acolchado no permite el paso del CO₂ por lo tanto, el CO₂ producido por la respiración de las raíces se concentra y salen por la perforación por debajo de las plantas ayudando a la parte aérea de las plantas. Este efecto se le denomina efecto chimenea.

Molinar, R. et al., 2000 menciona algunas desventajas del uso de acolchado:

1.- La remoción del acolchado es costoso; este debe removerse anualmente y esto es costoso. Además, es un problema ecológico, sin embargo, con el uso de acolchado biodegradable deberá solucionar esto con el tiempo, pero por el momento no es redituable.

2.- Costo elevado; El costo de producción se eleva con el uso de acolchado. Sin embargo, al evaluar la utilidad por sus beneficios, normalmente se justifica.

3.- Propiedades del acolchado; deberá conocerse bien las propiedades del acolchado para su correcta colocación. Es decir, la temperatura deberá ser de aproximadamente de 18 a 30⁰C para evitar que quede muy flojo al incrementar

la temperatura se puede desenterrar al contraerse al bajar la temperatura por las noches o días fríos.

4.- Incrementa la erosión del suelo; debido a que la precipitación se concentra entre las camas incrementa la velocidad ocasionando la erosión del suelo.

5.- Competencia; existe mayor competencia entre las plántulas y malezas que se desarrollan entre las perforaciones.

6.- Cultivos; hay cultivos que debido a su alta densidad de siembra no es práctico el uso de acolchados. Por ejemplo; ajo, cebolla, nabos, betabel, cilantro, zanahoria por citar algunos.

Esta tecnología estudia para incrementar la eficiencia de los cultivos en el uso de los insumos de producción, como nutrimentos, agua de riego y agroquímicos principalmente, con el fin de maximizar rendimientos, calidad del fruto y precocidad a la cosecha (Tarara, 2000; Fan *et al.*, 2005).

Trabajos realizados con acolchados de suelos

Un ejemplo claro y se muestra de manera muy ilustrativa del beneficio del acolchado plástico es en sandía (*Citrullus lanatus*) con ese material se obtuvieron rendimientos medios de hasta un 150%, por que el incremento de la temperatura le beneficio al cultivo en cuanto a producción y su alta precocidad debido al incremento de la temperatura del suelo.

Por otra parte, Andino y Motsenbocker (2004) reportaron mayor tasa relativa de crecimiento, índice de área foliar, rendimiento y precocidad a la cosecha.

El acolchado ha justificado realizar estudios enfocados al uso de películas plásticas y riego por goteo, buscando mayor producción y precocidad del fruto, además de mayor eficiencia en el uso del agua. El objetivo de este estudio es conocer la productividad de la sandía (*Citrullus lanatus* T.), así como

su precocidad, en respuesta a colores de acolchado plástico y riego por goteo, modalidad cintilla. Se evaluaron el rendimiento de fruta fresca y la eficiencia productiva del agua de la sandía.

A partir de los años cuarenta, el uso de materiales plásticos en las actividades agrícolas inició una modificación profunda en la tecnificación de la producción de frutas, hortalizas y plantas ornamentales.

En los años siguientes se lograron notables mejoras tecnológicas que ampliaron la durabilidad y la aplicación de los materiales plásticos. En la actualidad, se aplican técnicas de agroplasticultura a más de 300 mil hectáreas de cultivos de alto ingreso económico en todo el mundo (Soltani *et al.*, 1995; Hallidri, 2001). Esta tecnología se estudia para incrementar la eficiencia de los cultivos en

El uso de los insumos de producción, como nutrimentos, agua de riego y agroquímicos principalmente, con el fin de maximizar rendimientos, calidad del fruto y precocidad a la cosecha (Tarara, 2000; Fan *et al.*, 2005).

Se evaluaron las ventajas y desventajas de siete de colores de acolchados plásticos de colores sobre el desarrollo y rendimiento en el cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annum L*) cv capistrano. Se determinó la acumulación de materia seca, el área foliar y el rendimiento, además de la temperatura del suelo a 15 cm de profundidad y la radiación fotosintéticamente activa (PAR) reflejada por cada uno de los acolchados, los resultados muestran que la producción de materia seca y el área foliar se modifica por el color del acolchado utilizado, teniendo efectos positivos el acolchado blanco y negro y efectos más negativos el acolchado transparente, rojo y azul. Se encontró que la temperatura del suelo generada por los diferentes acolchados es más determinante sobre el desarrollo y rendimiento que la radiación reflejada por los diferentes acolchados, llegando a tener efectos negativos en los acolchados

en donde la temperatura del suelo a 15 cm de profundidad son cerca a los 30 °C, como en el acolchado transparente y rojo. Los mayores rendimientos se obtuvieron en los acolchados blanco y negro, siendo los que presentan las mayores y menores reflexiones de PAR, pero en donde las temperaturas del suelo son mas bajas y con menor fluctuación. Sin embargo a pesar de que el desarrollo de las plantas en los acolchados azul y rojo fue muy pobre, debido al exceso de temperatura en el suelo, el rendimiento no fue tan bajo como se esperaba.

Además de la producción de calabacita para verdura, la producción de semilla es muy importante, pero año con año ha ido disminuyendo debido a la falta de investigaciones ya que no existen mejorías que faciliten la producción de semilla de buena calidad, y se intenta producir por método tradicional que se ha eficiente para no tener existe un bajo índice de germinación, un gran numero de plantas anormales y semillas sin embrión o muertas.

Ante la escasa producción de semillas de calidad de calabacita (*Cucúrbita pepo*) en México y la influencia que tienen los acolchados plásticos en la modificación de la radiación visible, de procesos fisiológicos y crecimiento de la planta, que traen como consecuencia alto rendimiento y calidad de la producción.

Conceptos de semillas

Las fluctuaciones bruscas de estas reducen drásticamente la calidad de la semilla (López; Molina; Carballo, 1994). La calidad de la semilla está basada en muchos factores siendo los mas importantes: germinación, pureza, sanidad, capacidad de almacenamiento y vigor (Bragonier, 1976).

La calidad de la semilla puede determinar su comportamiento al ser sembrada o almacenada. En este sentido, todo productor de semillas debe tener como meta el mayor rendimiento de semilla, con atributos de calidad

como alta germinación y vigor, lo que puede lograrse con adecuadas prácticas agrícolas.

Las semillas proceden de los primordios o rudimentos seminales de la flor, una vez fecundadas y maduras. Su función es la de dar lugar a un nuevo individuo, perpetuando y multiplicando la especie a la que pertenece. La semilla consta esencialmente de un embrión (formado por un eje embrionario y uno, dos o varios *cotiledones*), una *provisión de reservas nutritivas*, que pueden almacenarse en un tejido especializado (albumen o endospermo) o en el propio embrión, y una cubierta seminal que recubre y protege a ambos

Las semillas son la unidad de reproducción sexual de las plantas y tienen la función de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenecen. Además, es uno de los elementos más eficaces para que la especie se disperse, tanto en el tiempo como en el espacio. Para que la semilla cumpla con su objetivo es necesario que el embrión se transforme en una plántula, que sea capaz de valerse por sí misma y, finalmente convertirse en una planta adulta. Todo ello comprende una serie de procesos metabólicos y morfogenéticos cuyo resultado final es la germinación de las semillas. (Pérez Y García en 1994).

Germinación

Para que el proceso de germinación, es decir, la recuperación de la actividad biológica por parte de la semilla, tenga lugar, es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y, una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula. La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas. A su vez la división y el alargamiento celular en el embrión provocan la rotura de las cubiertas seminales, que generalmente se produce por la emergencia de la radícula.

En el proceso de germinación podemos distinguir tres fases:

Factores que afectan a la germinación.

Los factores que afectan a la germinación los podemos dividir en dos tipos:

Factores internos (intrínsecos): propios de la semilla; madurez y viabilidad de las semillas.

Factores externos (extrínsecos): dependen del ambiente; agua, temperatura y gases (UPV 2003).

Factores internos:

Madurez de las semillas

Decimos que una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico.

La madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de la semilla han completado su desarrollo, dándose por finalizada cuando el embrión ha alcanzado su máximo desarrollo. También, se la relaciona con la deshidratación de los diferentes tejidos que forman la semilla (UPV 2003).

Viabilidad de las semillas

La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento.

Atendiendo a la longevidad de las semillas, es decir, el tiempo que las semillas permanecen viables, pueden haber semillas que germinan, todavía, después de decenas o centenas de años; se da en semillas con una cubierta seminal dura como las leguminosas.

.Factores externos:

Humedad. La absorción de agua es el primer paso, y el más importante, que tiene lugar durante la germinación; porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos.

La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea. En condiciones normales, este potencial hídrico es menor en las semillas secas que en el medio exterior. Por ello, hasta que emerge la radícula, el agua llega al embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal; siempre a favor de un gradiente de potencial hídrico.

Aunque es necesaria el agua para la rehidratación de las semillas, un exceso de la misma actuaría desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada de oxígeno al embrión (UPV 2003).

Temperatura

La temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación. La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio. Del mismo modo, en el proceso de germinación pueden establecerse unos límites similares. Por ello, las semillas sólo germinan dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar aunque las demás condiciones sean favorables (UPV 2003).

Tipos de Germinación.

Besnier (1989), Los cambios fisiológicos y metabólicos que se producen en las semillas, no latentes, después de la imbibición de agua, tienen como finalidad el desarrollo de la plántula. Como se ha indicado anteriormente, este

proceso comienza por la radícula, que es el primer órgano que emerge a través de las cubiertas. Sin embargo, en otras semillas el crecimiento comienza por el hipocótilo.

Las semillas, atendiendo a la posición de los cotiledones respecto a la superficie del sustrato, pueden diferenciarse en la forma de germinar. Así, podemos distinguir dos tipos de germinación: epigea e hipogea.

Germinación Epigea

Besnier (1989) dice: En las plántulas denominadas epigeas, los cotiledones emergen del suelo debido de un considerable crecimiento del hipocótilo (porción comprendida entre la radícula y el punto de inserción de los cotiledones). Posteriormente, en los cotiledones se diferencian cloroplastos, transformándolos en órganos fotosintéticos y, actuando como si fueran hojas. Finalmente, comienza el desarrollo del hipocótilo (porción del eje comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas). Presentan este tipo de germinación las semillas de cebolla, ricino, judía, lechuga, mostaza blanca, etc.

Germinación hipogea

En las plántulas hipogreas, los cotiledones permanecen enterrados; únicamente la plúmula atraviesa el suelo. El hipocótilo es muy corto, prácticamente nulo. A continuación, el hipocótilo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas, que son, en este caso lo paso, los primeros órganos fotosintetizadores de la plántula. Este tipo de germinación la presentan las semillas de los cereales (trigo, maíz, cebada, etc.), guisante, haba, robles, etc.

III. MATERIALES Y METODOS

Localización Geográfica del Sitio Experimental

El presente trabajo se estableció a un área experimental ubicada a un costado del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, cuyas coordenadas geográficas son 25° 23´ latitud norte y 101°00´ longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1,743 msnm (Martínez citado por Herrera 1995), este trabajo se realizó en los meses de junio – septiembre en el 2010.

Material Vegetativo

Se evaluó el cultivo de calabacita (*cucúrbita pepo*), variedad Grey Zuchinni, la cual es una planta anual con un tallo herbáceo y un sistema radicular muy compacto, su fruto es de color verde claro con manchas blancas, forma cilíndrica y erecta, con una longitud promedio de 12 – 14 cm para su uso comercial, tiene una pulpa color verde tierno. Esta variedad es de ciclo muy breve, productivo y se adapta a diversas regiones del país. Los tratamientos utilizados para este trabajo fueron acolchados plásticos de colores, descritos en el Cuadro 3.1, cada uno con dimensiones de 5 m de largo, 1.20 m de ancho con 0.030 mm de grosor. Se establecieron en total 7 camas de 20 metros, donde cada cama se dividió en 4 y cada 5 m se colocó un color al azar obteniendo una superficie de 240 m² con 4 repeticiones de cada tratamiento como se observa en la Figura 3.1.

Tratamientos

Los tratamientos utilizados para este trabajo fueron acolchados plásticos de colores, descritos en el Cuadro 3.1, cada uno con dimensiones de 5 m de largo, 1.20 m de ancho con 0.030 mm de grosor. Se establecieron en total 7

camas de 20 metros, donde cada cama se dividió en 4 y cada 5 m se colocó un color al azar obteniendo una superficie de 240 m² con 4 repeticiones de cada tratamiento como se observa en la Figura IV.1.

Cuadro III.2. Tratamientos de acolchados de plásticos (polietileno) utilizados para producción de calabacita (*Cucúrbita pepo L.*) en Saltillo, Coahuila 2010.

No.	TRAMIENTO	CARACTERISTICAS
1	Testigo	Sin acolchado
2	Rojo	Refleja diferentes patrones de radiación hacia el follaje, afecta la fotosíntesis, calienta el suelo un poco más que el negro.
3	Blanco	Poco efecto en la temperatura del suelo, eficientiza la difusión de la luz, provoca que el envés de las hojas realice la fotosíntesis.
4	Verde	Características similares al rojo, torna el fruto un poco más oscuro que los demás acolchados.
5	Negro	Evita o elimina la presencia de malezas y sus semillas, por la opacidad a la luz, impidiendo el crecimiento de las malezas.
6	Plata	Por su color plata en la parte superior reduce el ataque de áfidos que transmiten virus. Eficientiza la difusión de la luz provocando que el envés de las hojas realice la fotosíntesis.
7	Transparente	Se utiliza en los meses fríos, dejando pasar la mayor cantidad de radiación solar, ayuda a mantener el suelo caliente, adelantando cosechas y ayuda a proteger del frío al cultivo.

(Martínez, 2009)

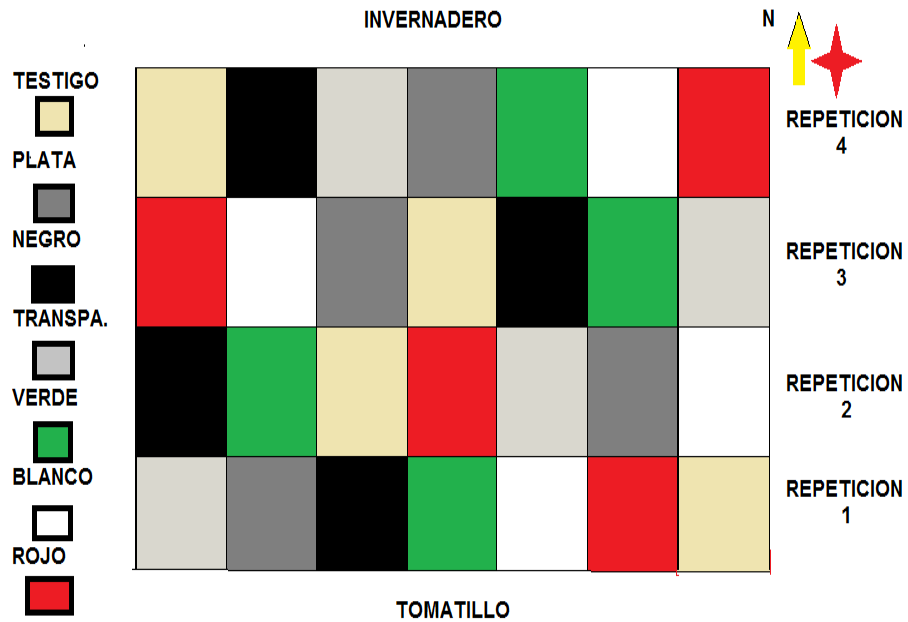


Figura III.1. Distribución de campo de los tratamientos de acolchado plástico de colores, usados en el cultivo de calabacita, para la producción de semilla, (en Saltillo, Coah., 2010.)

Establecimiento del Experimento

Para el presente trabajo de investigación se realizó en dos etapas: un establecimiento y producción del fruto y el manejo de poscosecha para la obtención y evaluación de la semilla

Campo

Preparación del terreno

Este paso de preparación del terreno solo el barbecho se hizo mecánicamente con la intención de que los terrones se deshagan casi en su totalidad para evitar que el acolchado se rasgue y se rompa, la nivelación se hizo con un mecate, pala, azadón y rastrillo. Una vez esto se restiró otro mecate para delimitar las camas con sus respectivas repeticiones fueron 4 repeticiones de 5 metros cada una.

Siembra

La siembra se realizó el 9 de mayo del 2010 para el ciclo de primavera-verano a doble hilera con una distancia de 50 cm entre planta y planta, se hizo de manera directa, la primera floración se dio a los 30 días después de la siembra y la primera cosecha se hizo 12 días después de la primera floración.

Deshierbes

Se realizaron de forma manual con un azadón durante el ciclo del cultivo a medida que la maleza salía, gran parte del deshierbe se le hacía al testigo, ya que al no tener acolchado presento más incidencia de malezas.

Aplicación de agroquímicos

Las aplicaciones hechas se realizaron de forma preventiva principalmente para plagas y enfermedades que se presentan en el cultivo, también se le aplicaron fertilizantes foliares como el fertidrip, para mejorar la fisiología de la planta, así como también darle más vigor y obtener mejores rendimientos. Los productos químicos más aplicados fueron ridomil, confidor.

Para su aplicación utilice una mochila de aspersión manual con capacidad de 15 litros, las plagas primarias que se presentaron fueron: Mosca blanca (*Bemisia Tabaci*), Diabrotica (*Diabrotica ssp.*), Conchuela del frijol (*Epilachna varivesti*).

Cosecha de fruto

El tiempo de cosecha de fruto se realizó a 45 días después de la siembra, donde se cortaron los frutos a mitad del pedúnculo con ayuda de una navaja, siendo cada tercer día el corte hasta obtener 10 cortes.

Manejo de poscosecha de frutos

Para la toma de decisión del tiempo de cosecha del fruto, se consideró cuando este se torno de color amarillo y el follaje tenía un estado de senescencia avanzada. Se cosecharon 6 frutos por repetición por tratamiento.

Para la extracción de semilla se espero un tiempo de 15 días después del corte y se procedió a su extracción mediante cortes transversales y se lavó con agua corriente. Por último se dejo secar a medio ambiente de 25-28 °C extendidas en papel filtro por espacio de 7 días. Una vez seca la semilla se procedió a determinar el rendimiento por repetición por tratamiento dado en gramos; y se llevó a la semilla a un beneficio.

Beneficio de semilla

Se utilizo un soplador “South Dakota” para beneficio de la semilla marca Seedburo, el cual separa la semilla por diferencia de peso, mediante la entrada de flujo de aire por la parte inferior del aparato como se muestra en la Figura IV.2; dejando en la parte superior del tubo las semillas ligeras consideradas vanas o inmaduras, mientras que en la parte inferior del tubo las semillas que están completas o sea llenas y pesadas. Una vez hecho el beneficio, se pesaron los componentes resultantes (semillas vanas y llenas) por separado y se colocaron en bolsas de papel estraza.



Figura III.2. Soplador “South Dakota” para beneficio de la semilla

Variables Evaluadas

En la primer etapa las variables evaluadas fueron: temperatura del suelo a tres horas diferentes a las 9:00am a la 1:00pm y a las 5:00pm, número de frutos por parcela, peso de frutos por parcela, peso promedio de frutos, longitud de fruto y diámetro de fruto. En la segunda de manejo de poscosecha se evaluaron la calidad física y fisiológica de la semilla.

Campo

Temperatura del Suelo

La temperatura se tomo en 3 horas diferentes en el transcurso del día, este procedimiento se realizo 13 veces, y se obtuvieron las medias de cada color de acolchado y posteriormente se corrió un análisis de varianza con el programa de la UANL con una prueba de Tukey, para ver que acolchado plástico de color es mejor en cuanto a acelerar el metabolismo de la planta y también ver cual es el mejor en la región de saltillo y mas que nada saber cual es el mejor para el cultivo de la calabacita.

Este parámetro se determino con ayuda de un termómetro de suelo donde; la varilla se enterraba a la mitad de la cama a una profundidad aproximada de 15 cm, se realizaron 13 mediciones a lo largo del ciclo de cultivo, cada medición se hizo en sus 4 repeticiones correspondientes para cada tratamiento; posteriormente se promediaron los datos evaluados.

Números de Frutos por Parcela

Es el número total de frutos cosechados en los 10 cortes realizados a durante el ciclo de producción.

Peso de Frutos por Parcela

Se pesaron 3 frutos por tratamiento con cuatro repeticiones de cada uno. El peso se determinó mediante una báscula electrónica marca Torey con capacidad de 5 kg; se repitió el mismo procedimiento con los cortes restantes.

Peso Promedio de Frutos por Parcela

Esta variable se obtuvo considerando el peso de tres frutos por parcela por repetición por corte, determinado finalmente un promedio general de los 10 cortes.

Longitud de Fruto

Para medir la longitud de los frutos obtenidos por corte por repetición de cada uno de los acolchados plásticos de colores, se midió con una regla el largo de 3 frutos por repetición dado en cm; este procedimiento se repitió durante los 10 cortes del cultivo.

Diámetro de Fruto

Se evaluó con un vernier el diámetro ecuatorial de los 3 frutos por repetición al igual que la variable anterior en los 10 cortes realizados.

Manejo de poscosecha de semilla

En la segunda parte en el manejo de poscosecha de semillas consistió en evaluar parámetros de laboratorio siendo los siguientes, el peso de semillas antes del beneficio, peso de semilla después del beneficio; la calidad física con las pruebas de peso volumétrico y peso de mil semillas; la calidad fisiológica mediante la prueba de capacidad de germinación evaluando plántulas normales, plantas anormales, semillas sin germinar y el vigor con la longitud media de hipocótilo y radícula.

Peso de semillas antes y después del beneficio

Los datos obtenidos de esta variable se obtuvieron con el peso total de la semilla extraída de los frutos maduros de cada repetición de los tratamientos, se pesó en una báscula marca Torey de 5 kg cada una de las bolsas de papel que contenían la semilla total por repetición; posteriormente se benefició y se determinó el peso nuevamente.

Calidad física

Peso Volumétrico

Uno de los criterios más antiguos y ampliamente usados para medir la calidad física de la semilla es el peso volumétrico (P.V.), el cual se define como el peso de grano con el cual se llena un volumen específico (Pushman; Bringham, 1975). El peso volumétrico de un lote de semillas está en función de la masa de cada semilla individual y su volumen, como también del tamaño de la semilla y las unidades en que se miden son Kg/Hl.

Peso de Mil Semillas

Es el peso que poseen 1000 semillas, expresado en gramos. El peso de mil semillas varía según la especie e incluso el cultivar. Además con esta variable se observan las diferencias de peso que existieron entre los acolchados plásticos de colores, se obtuvo multiplicando 100 semillas por 10 que son las repeticiones para obtener el peso de las mil semillas.

Calidad fisiológica

Capacidad de germinación

Se determinó conforme a las reglas internacionales ISTA (2009), donde se realizaron "tacos" con papel de germinación Anchor de 25 cm de ancho x 37 cm de largo, donde en cada taco se colocaron 25 semillas distribuidas en dos

hileras una con 13 semillas y la otra con 12, a una distancia entre hileras de 5 cm; se le colocaron ligas en ambos extremos y se introdujeron los tacos en bolsas de polietileno; posteriormente se metieron a una cámara de germinación con temperatura de 25 °C con 8 horas luz y 16 oscuridad por una semana; al cabo del tiempo se evaluaron el número de plántulas normales, anormales y semillas sin germinar conforme al manual de la AOSA (1992) .



Figura III.3. Cámara de germinación “BIOTRONETTE MARK III”

Plántulas normales. Se consideraron plántulas normales a aquellas que poseían las estructuras esenciales como: sistema radicular e hipocótilo bien desarrollado e intactos los cotiledones.

Plántulas anormales. Las plántulas que mostraron alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, los que les impido un desarrollo normal en condiciones favorables, plantas dañadas, plantas sin cotiledón, con fisuras, no presentaban raíz primaria, algunas plántulas deformes, mostraban un desarrollo débil, plántulas con estructuras esenciales deterioradas por hongos y bacterias.

Semillas sin germinar. Se contaron las semillas que no presentaron germinación en cada repetición de los tratamientos.

Vigor

Longitud de hipocótilo

En esta variables se analizaron 25 plantas por repetición, que se tomaron al azar de las bolsas donde estaban las semillas beneficiadas, después con la ayuda de una regla se midió lo largo del hipocótilo de las plantas normales, el dato tomado se reporto en centímetros, y después se obtuvieron los promedios de cada repetición.

Longitud de raíz

Para medir la radícula de las plántulas se utilizaron las mismas 25 plantas de la variable anterior, donde se tomaron los datos de la misma manera, esto también se hizo con la regla y así se obtuvieron los promedios de cada repetición de los tratamientos.

Análisis Estadísticos

Los análisis de varianza utilizados en el experimento se utilizó el paquete de la UANL, con un diseño experimental de bloques al azar (DBA), para cada una de las variables que están siendo estudiadas y se usó una prueba de Tukey al 0.05.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable aleatoria observable

μ = media general

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

E_{ij} = error experimental para cada observación (ij)

$i = 1, 2, \dots, t$ (tratamiento)

$j = 1, 2, \dots, r$ (repetición)

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Estudio de Variables Climáticas y Agronómicas

En el Cuadro IV.3, se muestra el análisis de varianza con las variables en las cuales se encontraron diferencias significativas entre tratamientos; uno de ellos la temperatura del suelo registrada a las 13 y 17 horas, NFPP y PFPP. En otras variables como peso promedio de fruto sin corte, longitud de fruto en parcelas sin corte y diámetro de fruto en parcelas sin corte no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro IV.1), la razón es que el criterio de cosecha es tamaño de fruto. Así mismo de acuerdo a los datos registrados se confirma que el color del acolchado, modifica significativamente ($p \leq 0.01$) la temperatura del suelo la que probablemente modifica la absorción de agua y sales minerales y esto se refleja en la producción de fruto por parcela y peso total de fruto por parcela.

La variable de temperatura tomada a las 9:00 am no se vio afectada debido a que las noches del norte del país son frescas y por las mañanas el sol no calienta lo suficiente para mostrar alguna diferencia a esa hora.

Cuadro IV.3. Los cuadrados medios estimados en 4 variables de campo de calabacita (*Cucúrbita pepo*) producida bajo diferentes acolchados plásticos de colores en Saltillo, Coahuila en 2010.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadros medios			
		T. suelo 13:00 hs	T. suelo 17:00 hs	NFPP	PFPP
Tratamiento	6	2.542**	2.458**	718.060*	37.744*
Repeticiones	3	0.114 ^{ns}	0.112 ^{ns}	18.430 ^{ns}	0.064 ^{ns}
Error	18	0.017	0.0200	74.789	4.067
CV (%)		0.59%	0.65%	16.34%	18.65%

*significativo (0.05), **significativo (0.01), CV=coeficiente de variación; NFPP= numero de frutos por parcela; PFPP= peso de frutos por parcela; T= temperatura.

En la figura IV.4. Se presentan los resultados de la temperatura del suelo registrada a las 13 horas en tratamientos con acolchados plásticos de colores, todos los tratamientos fueron superiores al testigo. La comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$), indica que el acolchado rojo (22.77 °C) fue estadísticamente igual a la registrada con el acolchado transparente (22.62°C) pero diferente del resto de los tratamientos. El tratamiento testigo fue el que presentó la temperatura más baja (20.48°C), éste dato es 2.29 °C más bajo que al valor promedio registrado en el tratamiento con acolchado rojo, coincidiendo con lo señalado por Celis (2005) quien menciona que las temperaturas de una suelo acolchado es mayor en comparación a la de un suelo descubierto, esta se logra mediante la barrera física que crean los acolchados plásticos, pero también va a depender de la pigmentación. Aunque no coincide con los resultados obtenidos por Martínez (1997), quien trabajando con melón, observó las mayores temperaturas al utilizar acolchado negro. Aunque los valores más altos ocurrieron en los primeros días después de la siembra o en las primeras etapas desarrollo, ya que no existe una cobertura muy amplia del follaje, y por lo tanto no se cubre el acolchado plástico. Se menciona que el calentamiento del suelo con acolchado, va a ocurrir, principalmente por una transferencia de calor del aire al suelo acolchado (Tarara, 2000).

El comportamiento de la temperatura registrada a las 17:00 horas fue similar al registro de las 13:00 horas, con la mayor temperatura en el acolchado rojo (22.81°C) que fue estadísticamente mayor a la temperatura del resto de los tratamientos y con la menor temperatura en el tratamiento testigo (20.60°C), el cual fue superado en 2.21°C por el tratamiento con el acolchado rojo (Figura IV.5).

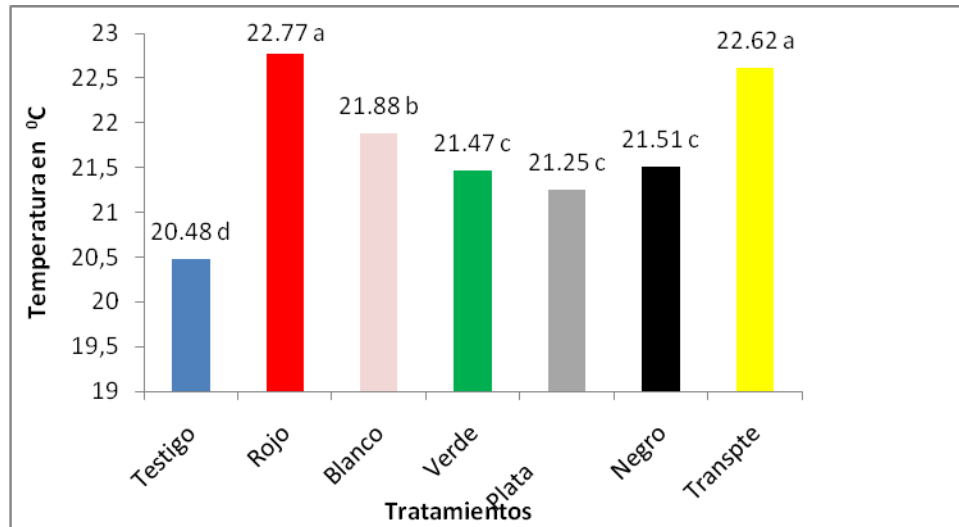


Figura IV.4. Comparación de medias de la temperatura (°C) a las 13:00 hs, en los diferentes acolchados plásticos de colores (en Saltillo, Coah en 2010.)

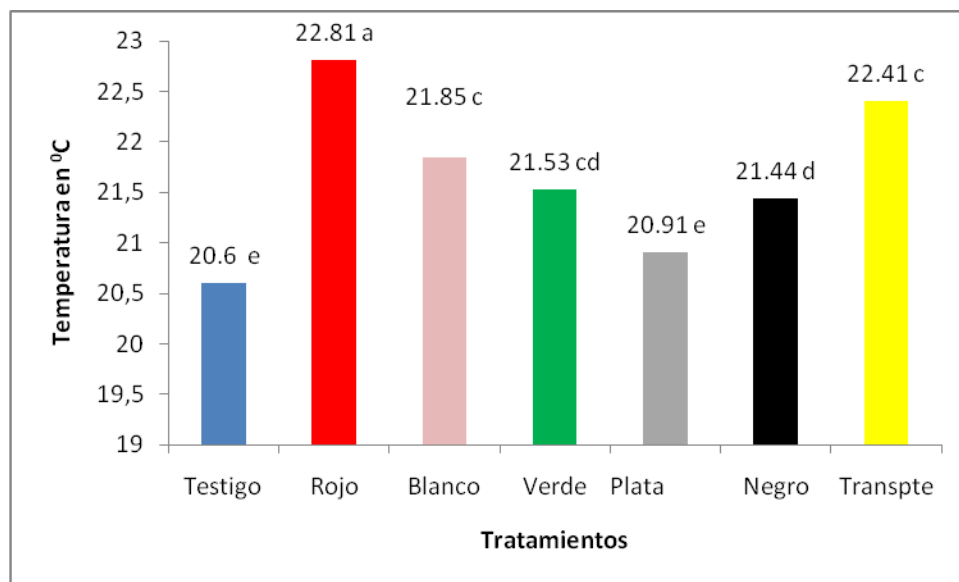


Figura IV.5. Comparación de medias de la temperatura (°C) a las 17:00 hs., en los diferentes colores de acolchado plástico estudiados en (Saltillo, Coah. en 2010.)

Como el análisis de varianza para NFPP muestra diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos (Figura IV.5), se realizó una comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$), cuyo análisis muestra que el tratamiento con acolchado rojo presentó el mayor valor (64 frutos), aunque fue

estadísticamente igual al resto de los tratamientos con acolchado, fue estadísticamente diferente del tratamiento testigo, el cual fue superado en 161% por el tratamiento con acolchado rojo. El tratamiento con acolchado rojo presentó el mayor número de frutos y temperatura, por lo tanto es probable que la temperatura y la radiación reflejada hayan influido, acelerando el metabolismo de las plantas, y por lo tanto las plantas del tratamiento rojo tuvieron los mayores rendimientos, sin embargo éstos resultados no coinciden con los reportados por Pliego (1995), quien tuvo los mayores rendimientos al usar acolchado negro.

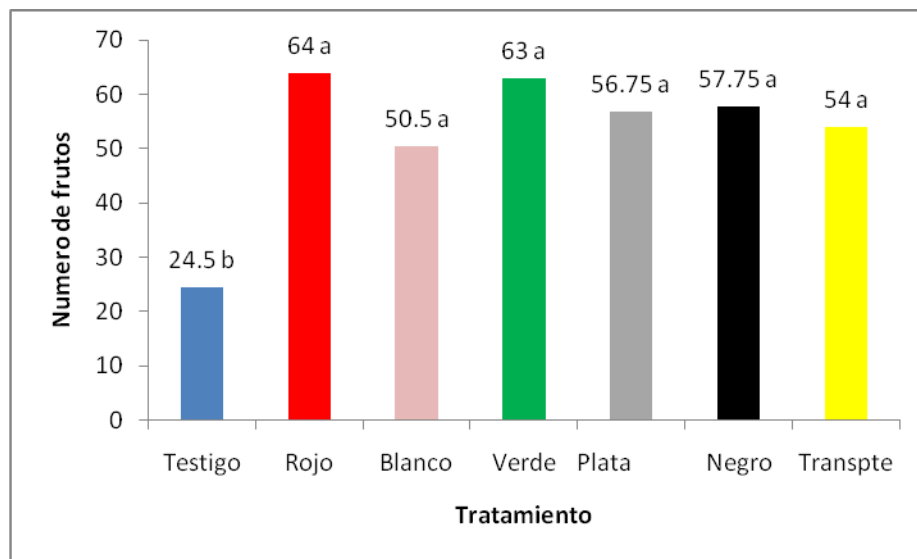


Figura IV.6. Comparación de medias del número de frutos en los tratamientos de acolchado plástico de colores, estudiados (en Saltillo, Coah. en 2010.)

Al realizar la comparación de medias para la variable PFPP, se encontró que en la parcela con acolchado rojo produjo el mayor rendimiento con 13.44kg (Figura IV.7), sin embargo éste valor fue estadísticamente igual al resto de los tratamientos con acolchado, aunque fueron diferentes estadísticamente del tratamiento sin acolchado plástico, resultando el rendimiento del tratamiento con acolchado rojo superior al testigo en 209%. Los mayores rendimientos obtenidos en el tratamiento con acolchado rojo probablemente son consecuencia de que al tener mayor temperatura indujo mayor absorción de agua y con ello mayor cantidad de elementos minerales, con lo cual se

contribuyó a tener mayor cantidad de flores y mayor crecimiento de fruto ya que ambas variables fueron afectadas favorablemente por el color del acolchado, no coincidiendo con los resultados encontrados por Cenobio (2006), quien indica que en el cultivo de sandía el acolchado plástico negro fue el que indujo el mayor rendimiento, sin embargo el mejor sabor y color de fruto se obtuvieron con el acolchado blanco, éstos resultados indican que diferentes cultivos tienen diferentes respuestas al color del acolchado, probablemente porque la calidad y cantidad de luz requerida por los cultivos es diferente.

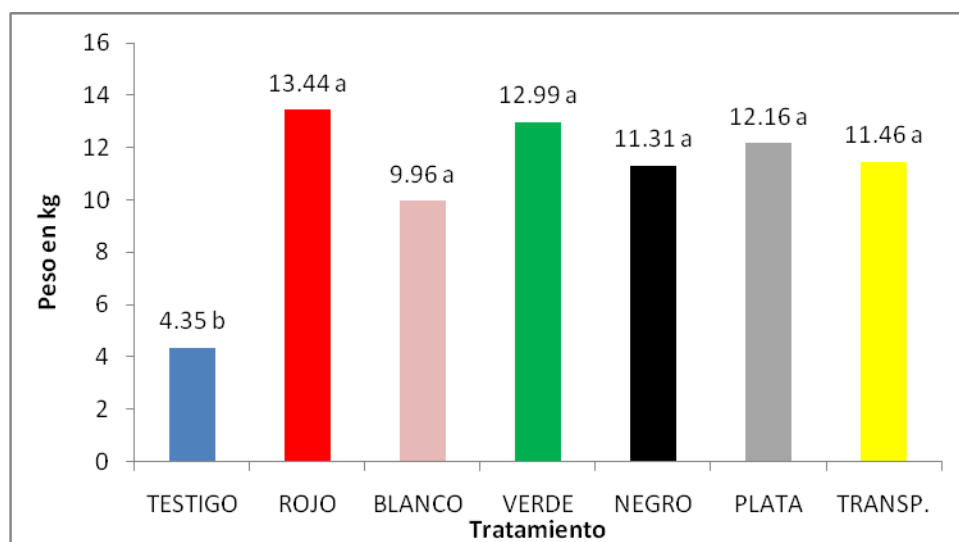


Figura IV.7. Muestra la comparación de medias para el peso total de frutos en kg, de los frutos producidos en acolchados plásticos de colores. (Saltillo, Coah. 2010.)

Estudio de Variables Físicas de la Semilla

El cuadro IV.5 muestra el análisis de varianza de las variables SSB, SCB, PV y PMS, encontrando diferencias significativas entre tratamientos para todas las variables antes indicadas, por lo tanto se puede indicar que los colores de acolchado si influyeron significativamente sobre todas éstas variables, como SSB que en realidad es la semilla total cosechada por tratamiento, mientras que la SCB, es la cantidad de semilla obtenida después de haber realizado un proceso de selección mediante la aplicación de aire y la variable peso de mil

semillas. Los valores medios de las variables antes citadas se muestran en el cuadro IV.5

Cuadro IV.4. Cuadrados medios y significancias en rendimiento antes y después del beneficio y su calidad física de semilla de calabacita producida con acolchados plásticos de colores (Saltillo, Coah. 2010)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios			
		Rendimiento SB	Rendimiento CB	PV	PMS
Tratamiento	6	8520.38*	1545.55 ^{ns}	212.51 ^{ns}	3154.84 ^{ns}
Bloques	3	3917.83 ^{ns}	183.66 ^{ns}	32.89 ^{ns}	1220.98 ^{ns}
Error	18	2739.11	992.30	464.57	5134.73
C.V (%)		28.40	32.12	15.68	18.43

CV=coeficiente de variación, **significativo ($\alpha=0.01$), *significativo ($\alpha=0.05$), SSB= semillas sin beneficio, SCB= semillas con beneficio, PV= peso volumétrico, PMS= peso de mil semillas.

El Cuadro IV.5. muestra que el tratamiento con acolchado transparente tuvo la mayor cantidad de semilla, superando en 79.6 % el rendimiento de semilla obtenido en el tratamiento con acolchado transparente, mientras que al analizar la semilla con beneficio se encontró que el tratamiento con acolchado rojo fue el que tuvo la mayor cantidad de semilla indicando que el color del acolchado influyó sobre el peso de la semilla y la cantidad de la misma, en ésta variable este tratamiento superó en 116.4% al tratamiento testigo. Al estimar el peso volumétrico se encontró que las plantas desarrolladas en el acolchado color palta y transparente tuvieron el mayor peso por volumen o peso volumétrico. El peso de mil semillas más alto fue obtenido con el uso de acolchado plástico color plata, superando al peso de mil semillas superando en 37% en peso de mil semillas al tratamiento sin acolchado plástico. La mayor cantidad de semilla puede ser consecuencia de una modificación en la morfogénesis vegetal como consecuencia de la modificación del espectro de la radiación fotosintéticamente activa, en etapas tempranas del desarrollo de la planta, sin embargo el mayor peso de la semilla producida en algunos tratamientos con determinado color de acolchado, puede ser consecuencia de

una mayor absorción de elementos nutritivos como consecuencia de una mayor temperatura, o bien como consecuencia de la modificación de la longitud de onda, dando lugar a una mayor eficiencia fotosintética, en éste sentido Benavides (2002) menciona que la actividad fotosintética está relacionada con la cantidad y calidad de luz transmitida o reflejada pudiéndose manipular el color del acolchado.

Cuadro IV.5. Muestra los valores medios de variables relacionadas con la calidad de semilla de calabacita, de plantas con uso de acolchados plásticos de colores en Saltillo, Coah. 2010.

Color de Acolchado	SSB gr	SCB gr	PV Kg/Hl	PMS gr
1. Testigo	132.92	75.00	26.68	81.45
2. Rojo	221.75	190.00	32.44	95.15
3. Blanco	143.61	132.51	30.82	77.9
4. Verde	236.02	108.28	33.57	92.77
5. Plata	150.66	108.45	35.38	111.53
6. Negro	166.4	81.70	32.73	84.82
7. Transpte.	238.67	90.65	35.15	98.01
C.V (%)	37.62	32.12	15.68	18.43

SSB= semillas sin beneficio, SCB= semillas con beneficio, PV= peso volumétrico, PMS= peso de mil semillas.

Estudio de Variables de Calidad Fisiológica de la Semilla

En las variables fisiológicas; plántulas normales (PN), plantas anormales (PA), longitud media de hipocótilo (LMH), longitud media de radícula (LMR) estudiadas en el laboratorio, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, como se muestra en el cuadro IV.7, indicando que el color del acolchado no afectó la calidad de la semilla de plantas desarrolladas con diferentes colores de acolchado.

Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, de plántulas normales, por lo tanto el tratamiento con

acolchado rojo produjo 79.92% más de plántulas normales que las obtenidas en el tratamiento con acolchado negro, como se puede observar en la Figura IV.5.

Cuadro IV.6. Cuadrados medios estimados en variables relacionadas con la calidad fisiológica de la semilla de calabacita producida en acolchados plásticos de colores en Saltillo, Coah. 2010.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios				
		PN	PA	SSG	LMH	LMR
Tratamiento.	6	560.23	0.36	1.54	2.94	2.556
Bloques	3	108.23	1.06	0.40	3.39	4.220
Error	18	281.23	0.56	2.23	1.144	2.632
C.V (%)		23.90	25.29	37.62	14.41	11.53

CV =coeficiente de variación, PN= plántulas normales, PA= plántulas anormales, SSG=semillas sin germinar, LMH= longitud media de hipocótilo, LMR= longitud media de radícula.

Los datos de la Figura IV.8 obtenidos, se compararon (Herrera, citado por Teorema Ambiental, 2004) con los de otro investigador, quien también trabajo con acolchados plásticos de colores en el cultivo de la calabacita, el obtuvo como resultado que el acolchado plástico de color negro fue el mejor en su trabajo, probablemente las diferencias con éste trabajo son consecuencia de las condiciones climáticas prevalecientes a lo largo del ciclo del cultivo. Benavides (2002) menciona que la actividad fotosintética está relacionada con la calidad y cantidad de luz transmitida o reflejada pudiéndose manipular con el uso de acolchados de color.

En la figura IV.9 se muestran los porcentajes de plantas anormales obtenidos en cada uno de los tratamientos bajo estudio, el tratamiento con acolchado rojo fue el que presento el porcentaje más bajo de plántulas anormales, con solo 6.5%, mientras que el tratamiento con acolchado negro tuvo un 30.5%. Los tratamiento con los mayores porcentajes de germinación, considerando plántulas normales y anormales, son el uno y cinco, con el 87.75%.

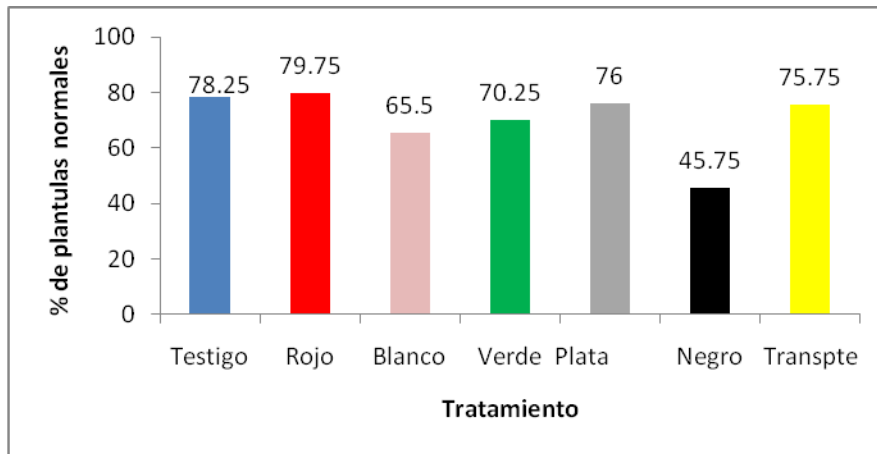


Figura IV.8. Porcentaje de plántulas normales en la germinación de semilla de calabacita, producida en suelos con diferentes colores de acolchado plástico en Saltillo, Coah, 2010.

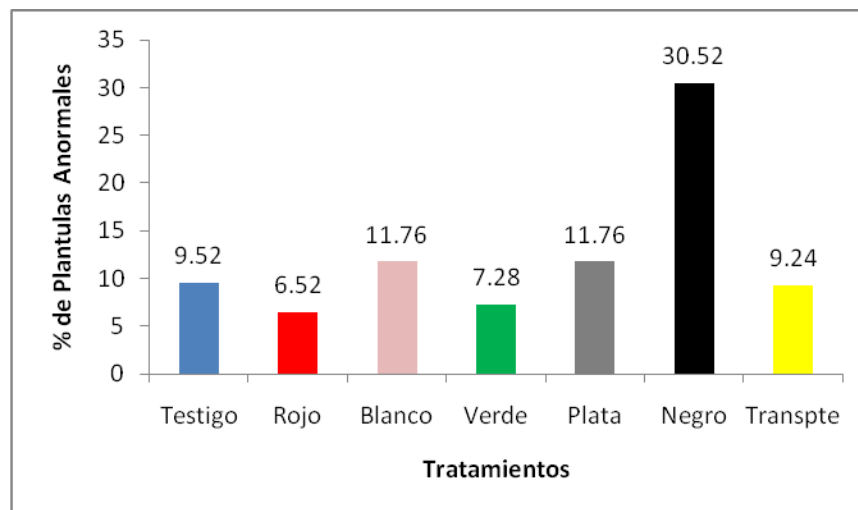


Figura IV.9. Porcentaje de las plántulas anormales obtenidas de semilla obtenida de plantas de calabacita con acolchados plásticos de colores en Saltillo, Coah. 2010.

La figura IV.10 muestra el porcentaje de semillas sin germinar encontrando que en el tratamiento con acolchado negro se obtuvo el mayor porcentaje de semillas sin germinar con un 23.72%, resultando los tratamientos uno y cinco

los tratamientos con los menores porcentajes de semillas sin germinar, por lo tanto el tratamiento con acolchado negro tuvo aproximadamente un 12% más de semilla sin germinar.

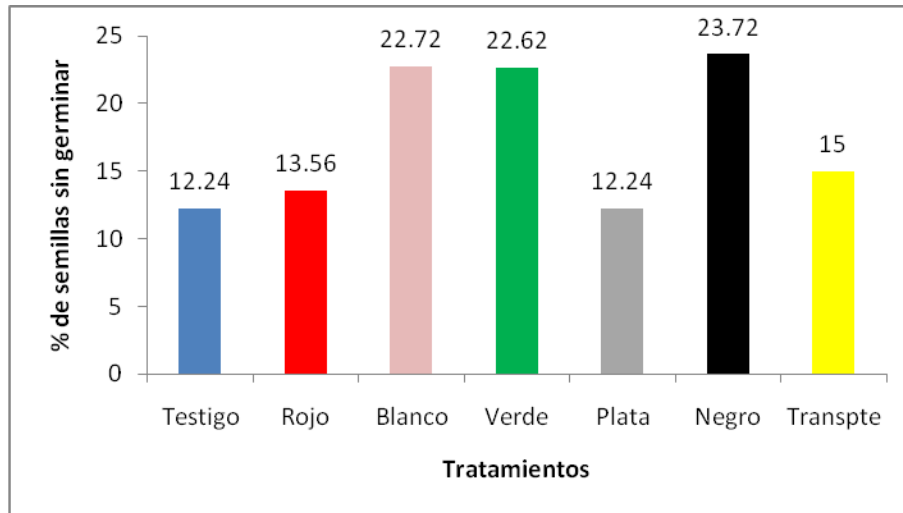


Figura IV.10. Porcentaje de las plántulas sin germinar, obtenidas de semilla obtenida de plantas de calabacita con acolchados plásticos de colores en Saltillo, Coah. 2010.

En la variable de LMH, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, solo se compararon las medias de cada uno de los tratamientos con acolchado (Figura IV.11.) para ver el comportamiento en la longitud media del hipocótilo, encontrando que con la semilla obtenida del tratamiento con acolchado plástico verde mostro la mayor altura con 8.76 cm de longitud, mientras que las plántulas obtenidas de semilla proveniente del tratamiento con acolchado negro exhibió la menor longitud de hipocótilo, con solo 5.9 cm, resultando superada en 48% por las plántulas obtenidas en el tratamiento con acolchado verde. Herrera (2007) encontró el mejor desarrollo de plántulas en el acolchado plástico rojo, además menciona que la luz reflejada por el acolchado favorece la elongación celular originando como resultado mayor longitud de plántulas, probablemente esto fue consecuencia del mayor contenido de algún regulador vegetal.

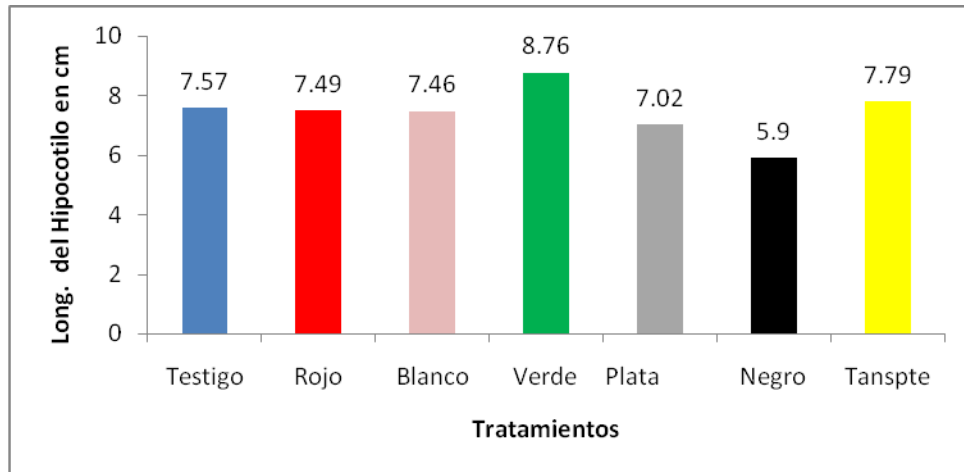


Figura IV.11. Valores medios de la longitud del hipocótilo de plántulas obtenidas de semilla proveniente de plantas de calabacita con acolchados plásticos de colores en Saltillo, Coah. 2010.

En relación a la longitud de raíz, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, y solamente existieron diferencias entre sus medias (Figura IV.12.), la mayor longitud de la radícula fue obtenida en el tratamiento con acolchado plástico verde el cual supero en 2.63 cm al tratamiento con acolchado plástico blanco, el cual fue superado en 20 % por el tratamiento inicialmente indicado.

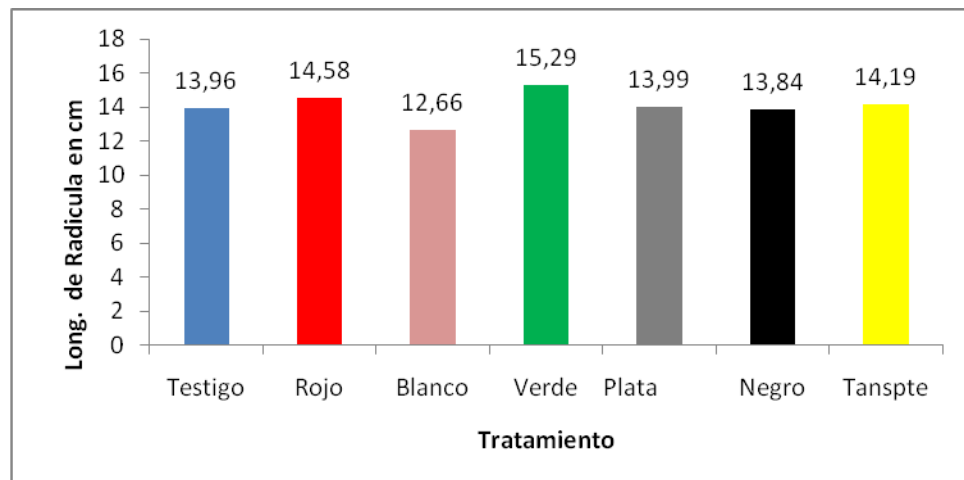


Figura IV.12. Longitud de Radícula (LR) de plántulas de semilla de calabacita, producida en acolchados plásticos de colores en Saltillo, Coah. 2010.

Un caso particular al usar acolchados plásticos de colores como: el negro, blanco, verde, rojo, plateado, transparente y un testigo (suelo desnudo), cada uno de estos plásticos se comporta de una manera diferente debido a la cantidad y calidad de luz que se está reflejando y transmitiendo; en éste trabajo de investigación se encontró que el tratamiento de acolchado rojo fue el que indujo la mayor temperatura del suelo y la mayor cantidad de semilla, probablemente debido a la modificación espectral de la luz por efecto del acolchado plástico, lo cual indujo también la aceleración de procesos metabólicos que mayor tamaño de fruto y mayor número de frutos por planta. Otras variables no estudiadas que fueron observadas fueron que con el acolchado blanco la calabacita se pone de un color claro, agradable para el comercio, con el verde toma una coloración verde más oscuro, con frutos de buen peso, el plateado se comporta de una manera similar al verde, en cuanto a precocidad del cultivo el tratamiento transparente indujo éste factor debido a que se filtra la mayor cantidad de luz, y eso se ve reflejado en la zona radical ya que la temperatura del suelo es favorable para su desarrollo.

V. CONCLUSIONES

El uso de acolchados sin importar el color modifica favorablemente el número y peso de frutos por parcela superando significativamente ($P \leq 0.05$) al tratamiento sin acolchar.

Así mismo también el acolchado color rojo influye sobre la temperatura del suelo.

El acolchando de color rojo fue el que indujo la mayor temperatura en el suelo, esto influyo en el rendimiento, debido a que el metabolismo de la planta se acelero con el incremento de calor en la zona radicular, en los suelos sin acolchar la temperatura siempre fue más baja.

El acolchado rojo fue el que indujo las respuestas más favorables en la fisiología de la semilla.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, V. Pablo y Castillo R. Eduardo; Acolchado de suelo mediante filmes de polietileno. Revista El Agroeconómico de la fundación de Chile Ejemplar del mes de Mayo 1999.
- Andino, J. R. y C. E. Motsenbocker. 2004. Colored plastic mulches influence cucumber beetle populations, vine growth, and yield of watermelon. HortScience 39: 1246-1249.
- Benavides, A., 2002. Control microambiental, control metabólico y morfogénesis.
- Bragonier, H.W. 1976. Seed vigor-what is it? In: Seed vigor and deterioration. P.A. Bicentennial Symposium, Sponsored by the AOSA in Cooperation with Society of Commercial Seed Technologist and the ASTA. Pennsylvania USA.
- Besnier, L.G. 1989. *Sorghumpolyphenols*. In Toxicants of plant origino Vol. IV Phenolics, P.R. Cheeke, Ed. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL. pp 95-12
- Celis, P.O., 2005. Análisis de crecimiento y rendimiento en Chile Anaheim *Capsicum annuum* l. Por efecto del acolchado de suelo y fertilización. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cronquist, A Juan (1981)., An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Ed. Columbia University Press. 1062 p.

Fuente: Elaborado por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2010), con información de las Delegaciones de la SAGARPA.

G. Cenobio-Pedro, ACOLCHADO PLÁSTICO DE COLOR EN SANDÍA CON RIEGO POR GOTEO, SEEDnews, Revista Internacional de las Semillas (2006)

Herrera ,V. Teódulo (2007)., Germinación de Semilla de Calabacita (*Cucúrbita pepo L.* Cv Zuchinni Grey) Desarrollada en Acolchados Plásticos Fotoselectivos. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Infoagro 2010., El cultivo de la Calabacita
http://www.infoagro.com/hortalizas/calabacin_valor_nutricional.htm

Lamont, Jr., W.J. 1991 Plastic mulches of production of vegetables crops Hort Technology 3:35-39

López S., M.; Molina M. J. C.; Carballo C. A. 1994. Deterioro de la germinación de semilla de cuatro especies en diferentes condiciones de almacenamiento. *In: XV Congreso de Fitogenética (Memoria) Monterrey, N.L. México. p. 457.*

Martínez F.R 1997. Efecto del Acolchado en la Temperatura Superficial del y su Relación en el Desarrollo y Rendimiento del Cultivo del Melón (*Cucumis melo L.*) Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

- Mendoza Moreno S.F., M.A. Inzunza I., R. Moran M., I. Sánchez C., E.A. Catalán V., M. Villa C. 2005. Respuesta de la sandía al acolchado plástico, Fertilización, siembra directa y trasplante. Rev. Fitotec. Mex. 28(4)351- 357.
- Molinar, R. y M. Yang. 2000. Plásticos agrícolas. Selección de colores. Revista mensual. Agosto: 38–40. Productores de hortalizas. Fresno, CA, USA.
- Molina M. Adrian Francisco Efecto de acolchados plásticos y micro túneles de tela no tejida de polipropileno en la producción de tomate orgánico en época seca en Zamorano. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria Noviembre, 2005.
- Pérez García, F. y Martínez-Laborde, J.B. (1994) “Introducción a la Fisiología Vegetal” Ediciones Mundi-Prensa]
- Pushman, F. M.; Bringham, J. 1975. Components of test weight of ten varieties of winter wheat grown with two rates of nitrogen fertilizer application. J. Agric. Sci. 85: 559-563.
- Quezada, M. de la Rosa, I. Munguía, J (1995). Efectos fisiológicos de acolchados fotoselectivos en un cultivo de pimiento morrón y su influencia sobre el rendimiento. http://www.coecyt-coah.gob.mx/02-02_03/3-5-3ok.htm
- Robledo, F. de P. y L.M. Vicente. 1981 Aplicación de los plásticos en la agricultura. Editorial Mundi prensa. Madrid, España.
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 2010. Normas para la Certificación de las Semillas

Soltani, N., J. L. Anderson y A. R. Hamson. 1995. Growth analysis of watermelon plants grown with mulches and owcovers. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 120: 1001-1009.

Taber, H.G. 1993. Effect of plastic soil and plant. Covers on Iowa tomato and musk melon production. Proc. Agr. Plastic Congr. 17: 37-45.

Tarara, J. M. 2000. Microclimate modification with plastic mulch. HortScience 35:169-179.

Teorema ambiental agro2000. Octubre de 2006. Ejemplar NUM 60
http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=47&id_art=3300&id_ejemplar=87

Torres O. Vicente; "Frijol en doble cultivo con acolchados plásticos de colores, y su influencia en la temperatura de la zona radical, fotosíntesis, crecimiento y rendimiento de grano. Tesis de Licenciatura, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México

Universidad Publica de Valencia (UPV 2003) Parte III: Tema 17: Germinación de Semillas. http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm