

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

División de ingeniería



Acolchado plástico y Riego por goteo Subsuperficial en maíz elotero (Zea mays L.)

Por:

Octavio Hernández Ozuna.

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO EN IRRIGACIÓN

Buenavista Saltillo Coahuila México.

Abril del 2011

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

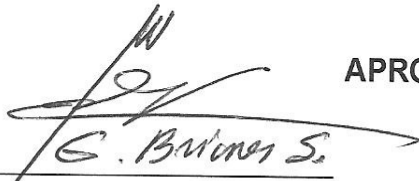
Acolchado plástico y Riego por goteo Subsuperficial en maíz
elotero (Zea mays L.).

REALIZADO POR:

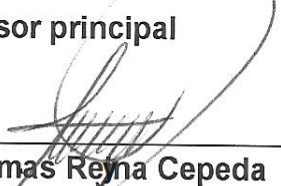
Octavio Hernández Ozuna

Que se somete a la consideración del H. jurado examinador, como requisito
parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Irrigación.

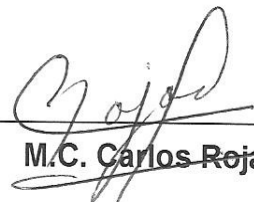
APROBADA


M.C. Gregorio Briones Sánchez

Asesor principal


M.C. Tomas Reyna Cepeda

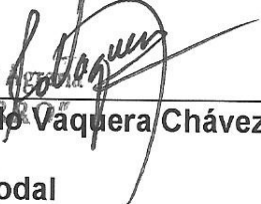
Sinodal


M.C. Carlos Rojas Peña

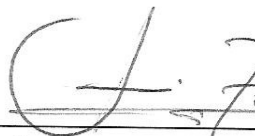
Sinodal

Universidad Autónoma Agraria

"ANTONIO NARRO"


M.C. Ricardo Vaquera Chávez

Sinodal


M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coordinación de
Ingeniería
Coordinador de la división de ingeniería

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. ABRIL DE 2011

DEDICATORIA

A Dios: por darme la vida y brindarme su amor y el poder de la sabiduría, también por darme la esperanza y por estar conmigo en los momentos mas difíciles de mi vida, gracias a ti por guiarme en el camino del bien por que sin tu ayuda no hubiera logrado mis sueños.

A mis padres: Jorge Ángel Hernández de la cruz y Guadalupe Ozuna Moreno.

Dedicada a mi madre por darme la vida y el regalo más hermoso que un conservo con mucho cariño. Gracias por darme tu amor, también por cuidarme, tú que estuviste a mi lado siempre, Para que no me pasara nada. Eres la mejor siempre te amare.

A mi papá que me enseñó hacer un hombre de bien y que en mi depositaste tu confianza, gracias por enseñarme a labrar la tierra y ganarme el respeto con el sudor de la frente. Eres mi viejito querido y estoy muy orgulloso de ti. Gracias papá.

A mi universidad: Estoy muy orgulloso por pertenecer a mi “Alma Terra Mater”. Hoy te agradezco a ti, por brindarme tu apoyo durante mi etapa de desarrollo como un digno hijo de ti, gracias por darme tu abrigo, cultivarme día con día y hoy ya puedo emprender el vuelo para poner en alto tu nombre. Por qué soy orgullosamente un buitre de riego.

A mis hermanos:

Lupita Hernández Ozuna

Fernando Hernández Ozuna

Jorge Harvey Hernández Ozuna

Daniel Alejandro Hernández Ozuna

Victoria Hernández Ozuna

Marta patricia Hernández Ozuna

Leydi Hernández Ozuna

Gracias por el apoyo que me dieron, por creer en mí, hoy les dedico mi éxito alcanzado. Gracias por ser los mejores hermanos. También por los ánimos y la confianza que en mí depositaron y les agradezco todo el apoyo que me brindaron para que yo pudiera alcanzar mis sueños, hoy solo les digo que los quiero mucho y gracias por tantas cosas que me brindaron.

A mis sobrinos:

Romeo Gordillo Hernández

Elda patricia Gordillo Hernández

Geovanny Gordillo Hernández

Yosimar Gordillo Hernández

Luis miguel Gordillo Hernández

Alondra Martínez Hernández

José Manuel solano Hernández

Diego Martínez Hernández

Mónica Martínez Hernández

A ustedes les dedico mi mis esfuerzos y mis sueños por que el día de mañana ustedes serán los que compartan sus sueños conmigo y para que vean de que si se puede, si uno quiere hacer la diferencia. Los quiero y espero estar pronto en una tesis de ustedes.

A mi novia:

Maritza. Eres la persona más importante en mi vida gracias por tantas cosas que me has enseñado, te quiero mucho, me encanta tu compañía, tú forma de ser, tan noble y sincera. Gracias por estar conmigo mi licenciada hermosa eres mi amorcito. Te quiero mucho mi chaparrita hermosa.

A mis amigos:

Jaime Judiel Gonzales Hernández

Jenny Erika Santiago Hernández.

Edilberto Méndez de la cruz.

Jaime gracias por brindarme tu amistad y tu apoyo cuando más lo necesite eres mi mejor amigo gracias por tantas cosas buenas que me has enseñado.

Jenny Érika: Eres una persona súper linda, gracias por compartirme tu amistad y tu buen humor por la vida. Te agradezco por estar conmigo en la fecha más importante de mi vida. Tú viste mi felicidad y mi éxito alcanzado. Esa fecha siempre va estar grabada en mi corazón y por lo consiguiente tú también vas estar presente. Gracias amiga.

Para ti amigo Edilberto. Gracias por brindarme tu amistad y los gratos momentos que compartimos juntos en nuestra alma terra mater.

A mis compañeros: solo quiero decirle muchas gracias por el apoyo que me brindaron cuando lo necesite, y gracias por tantos momentos que compartimos juntos en la aula. En especial a Dilmar y a Julia.

A mis compañero de cuarto: los cuates y todos los michoacanos por brindarme la confianza y su amistad en especial al güero y al lobito. Y a cada uno de todos mis compañero de cuarto gracias por los gratos momentos que hemos pasados juntos en nuestra Universidad.

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

A MIS MAESTROS: Por darme sus conocimientos durante la etapa de mi formación y brindarme su experiencia para poder continuar con mis estudios.

Al M.C. Gregorio Briones Sánchez: por brindarme su conocimiento y experiencia, también por ser mi asesor principal en la tesis y también por brindarme su amistad y su confianza.

Al M.C. Ricardo Vaquera Chávez: por brindarme su amistad y sus conocimientos en clases y también por el apoyo que me brindo durante mi paso por la Universidad, por ser una persona muy noble y sincera.

Al M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez: por ser mi maestro durante mi formación como un futuro ingeniero agrónomo en irrigación y también por la confianza brindada.

Al M.C. Tomas Reyna Cepeda: por ser mi profesor durante mi paso por la universidad, gracias por transmitir sus conocimientos para mi formación profesional.

Al M.C. Carlos Rojas Peña: por brindarme la confianza y la oportunidad y el apoyo para continuar con mi tesis y la paciencia brindada en el transcurso de mi tesis.

INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	3
Los beneficios del acolchado.....	3
Objetivo:	4
Hipótesis:	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
El cultivo de maíz	5
Importancia económica del maíz	5
Origen del maíz	5
Situación del uso de semillas mejoradas en México.	6
El maíz tiene múltiples usos que se pueden agrupar en los siguientes rubros.....	7
Calidad nutritiva	7
Combate de plagas y enfermedades.	7
Desespigue.	8
Acolchados	8
Jovicich citado por Berardoco al distribuirse por calidad.	8
Los factores que se alteran con el uso de acolchado son	8
Humedad	8
Temperatura.....	9
Malezas.....	10
Estructura del suelo	10

Propiedades mecánicas de las películas	11
Colores.....	11
Largo.	12
Ancho.	12
Colocación.....	12
Manejo.	13
Experiencias.....	13
Acolchado plástico	13
Ventajas del uso de acolchado	13
Desventajas del uso de acolchado:.....	14
Fertilización	15
Características de acolchados	15
Riego	16
Sistemas de riego por goteo.....	16
a) Ventajas:	16
b) Desventajas	17
Sistema de riego por cintilla:	17
Calidad de agua en riego por goteo:	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
Localización del área del experimento.	18
Clima	18
Bloques completamente al azar.....	19
Variables observadas en planta.....	19
Método de muestreo	19
Establecimiento del experimento	21
Instalación del riego	21

Frecuencia del riego	21
Selección del material vegetativo	22
Preparación del terreno	22
Construcción de camellones	22
Siembra.....	23
Germinación	23
Deshierbe	24
Aporque de las plantas.....	24
Fertirrigación del cultivo	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
Altura final de la planta	27
Crecimiento del diámetro del tallo en (cm).....	28
Número de hojas por planta en cada tratamiento.....	31
Áreas foliares por hoja.....	32
Número de elotes por tratamiento	33
Tamaño del elote por tratamiento.....	34
Peso del elote por tratamiento en (gr) en el primer corte.	35
En el segundo corte de elotes.....	36
El tercer corte de elotes.	37
V. RECOMENDACIONES	39
VI. CONCLUSIONES	40
VII.Bibliografía.....	41
VII. APÉNDICE.....	42

INDICE DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 3.1. El contenido de humedad del suelo con sus tonalidades y un testigo.	23
Cuadro 3.2. Los gastos de la cinta de goteo	24
Cuadro 4.1. Crecimiento de la planta en (m)	26
Cuadro 4.2. La altura final de planta en el cultivo de maíz con sus diferentes tonalidades de acolchados plásticos.	27
Cuadro 4.3. El ANVA y la prueba de significancia estadística	27
Cuadro 4.4. El crecimiento del diámetro de la planta (cm) con dos tonalidades de acolchados plásticos y el testigo con riego por goteo.	28
Cuadro 4.5. El tamaño de los diámetros (cm) para cada tratamiento de acolchado plástico con sus respectivas tonalidades.	29
En Cuadro 4.6. El ANVA y la prueba de significancia estadística	30
Cuadro 4.7. Número de hojas por tratamiento bajo riego por goteo.	31
Cuadro 4.8. El ANVA y su prueba significancia estadística.	31
Cuadro 4.9. Las áreas foliares del cultivo con sus respectivas tonalidades de acolchado plástico.	32
Cuadro 4.10. La producción de elotes por cada tratamiento bajo riego por goteo.	33
Cuadro 4.11. El ANVA y la prueba de significancia estadística.	33
Cuadro 4.12. Los tamaños de los elotes para cada tratamiento con riego por goteo.	34
En Cuadro 4.13. El ANVA y la prueba de significancia estadística.	34
Cuadro 4.14. El peso de los elotes para cada tratamiento con acolchados plásticos bajo riego por goteo	35
Cuadro 4.15. El ANVA y la prueba de significancia estadística.	35
Cuadro 4.16. Los pesos (gr) de elote en segundo corte.	36

cuadro4.17. Los resultados observados son muy similares en los tipos de acolchados bajo riego por goteo pero diferentes al testigo. 37

INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 3.1.Medición de la altura de la planta de maíz.....	20
Figura 3.2. El cultivo libre de malezas y plagas	20
Figura 3.3. Preparación de las camas para el cultivo de maíz AN447	22
Figura 3.4. El contenido de humedad para cada tratamiento de acolchado bajo riego por goteo.	23
Figura 4.1. Efecto de dos tonalidades de acolchado plástico sobre el crecimiento de la planta de maíz AN447 regado con cinta de goteo.....	26
Figura 4.2. Las alturas finales del cultivo de maíz elotero AN447	28
Figura 4.3. El crecimiento del tallo del maíz bajo dos tonalidades de acolchado plástico con riego por goteo.	29
Figura 4.4.Tendencia de los tratamientos y la respuesta del diámetro por efecto de los respectivos acolchados plásticos con sus dos tonalidades con riego por goteo.	30
Figura 4.5. Número de hojas por planta en cada tratamiento bajo riego por goteo	31
Figura 4.6. Plantas con mejores áreas foliares con acolchados plásticos y con menores áreas foliares en el testigo con riego por goteo.....	32
Figura 4.7. El número de elotes cosechado en cada tratamiento.....	33
Figura 4.8. Los tamaños de los elotes en los dos tratamientos en riego por goteo	35
Figura 4.9. Tenemos los pesos de los elotes con sus respectivos tratamientos con acolchados plásticos bajo riego por goteo.	36
Figura 4.10. Pesos (gr) de los elotes cosechados en maíz dulce con dos tonalidades de plástico bajo riego por goteo.	37
Figura 4.11. Se tiene mejores resultados de producción de elotes bajo tratamientos de acolchados plásticos con tonalidades diferente con riego por goteo.	38

Acolchado plástico y Riego por goteo subsuperficial en maíz elotero (*Zea mays* L.)

Por: Octavio Hernández Ozuna.

RESUMEN

Durante el ciclo Primavera-Verano 2010 se realizó un estudio en maíz elotero AN 447 para comparar dos tonalidades de acolchado plástico, el negro contra el bicapa y observar cuál de los dos es el más eficiente en el rendimiento del maíz y observar que acolchado es mejor para captar la radiación solar y retener la humedad, y se compararon los acolchados contra un testigo (suelo desnudo) para evaluar las respuestas en rendimiento y en producción. Las hipótesis fueron: ¿Existen diferencias de crecimiento y producción inducidas por cada tratamiento bicapa y negro en maíz con cinta de goteo bajo el acolchado plástico?

El experimento en bloques al azar fue establecido en el Jardín Hidráulico de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN) localizada al Sureste de la ciudad de Saltillo Coahuila; enfocado para lograr los siguientes objetivos:

- A). Evaluar la producción de maíz dulce en cuanto a rendimiento de elote, utilizando acolchados plásticos de diferentes colores. (Negro y Bicapa).
- B). Estudiar el efecto que desempeña el color del plástico y su importancia en las funciones en crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz dulce.
- C). Validar la madurez temprana del maíz dulce que podría ser mejorada en seis días a dos semanas mediante la utilización de acolchado plástico.
- D). Dar recomendaciones sobre el uso de los tipos de acolchados y demostrar cual trabaja mejor en el cultivo de maíz y bajo riego con cinta de goteo.

Tratamientos probados. En el diseño de bloques completamente al azar se distribuyeron dos tipos de materiales el acolchado negro y el bicapa, incluido el testigo para tener tres tratamientos con cuatro repeticiones.

Variables observadas. Los datos se obtuvieron en el campo manualmente utilizando un estadal para medir alturas de plantas, un vernier para grosor de tallos y una balanza, las variables son: el número de hojas, largo y ancho, altura de la planta, diámetro del tallo. Número de elotes por tratamientos, tamaño del elote y peso del elote (sin hoja).

El cultivo de maíz presentó mejores rendimientos con el manejo del agua bajo el acolchado plástico del suelo, y donde el sistema de goteo regó hileras de plantas a suelo desnudo se utilizó más agua y los resultados no fueron satisfactorios.

El acolchado plástico de color negro tuvo mejores resultados en el cultivo de maíz bajo riego por goteo, el acolchado bicapa en comparación con el acolchado negro tuvo un efecto ligeramente menor pero ambos tratamientos superaron significativamente al testigo (suelo desnudo) en crecimiento y en producción.

Se pudo comprobar que el color del plástico desempeña una función importante en madurez y rendimiento del maíz dulce.

La madurez temprana (precocidad) del maíz dulce podría ser mejorada en seis días a dos semanas mediante la utilización de acolchado plástico.

Las dos tonalidades de acolchados plásticos (bicapa y negro) dieron similares resultados en ambos se presentó mayor altura y más producción; y en el testigo una menor altura y nula producción. Se sembró a doble hilera con un espacio de 25 cm entre plantas y de 1.80 m entre centros de camas de siembra.

Se deduce que las diferencias entre tratamientos son altamente significativas.

La transferencia de los resultados permitirá la mejor decisión en la producción de maíz con sistemas de goteo y asesorar a los productores que se dedican a esta actividad

Palabras claves:

Maíz elotero AN-447, Riego por goteo, Acolchado plástico, Bicapa y negro, evaluación del rendimiento.

I. Introducción

El acolchado de suelo es una técnica muy antigua que consiste en colocar materiales como paja, aserrín, cascara de arroz, papel o plástico, cubriendo el suelo, con la finalidad de proteger al cultivo y al suelo de los agentes atmosféricos, promover cosechas precoces, mejorar rendimientos y calidad de los productos. Las películas de polietileno, fundamentalmente por su bajo costo relativo y su fácil mecanización de su instalación, es el material más utilizado en acolchado de suelos a nivel mundial. Es flexible, impermeable al agua y no se pudre ni es atacado por los microorganismos.

En el mundo cada vez son más las nuevas soluciones para una agricultura especializada. Hoy día existe la posibilidad de contar con películas que combinen las características técnicas de dos o más plásticos diferentes (multicapas).

En la práctica eso significa que cada zona, cada tipo de cultivo, o cada estilo de agricultor pueden contar con el plástico que mejor responde a sus exigencias. La agricultura, cada vez más especializada, encuentra un gran aliado e impulsor en estos plásticos que son cada vez más capaces de responder de manera específica a las necesidades de la agricultura. Aunque los avances han sido muy grandes en los últimos años, todavía queda mucho camino por andar.

Los beneficios del acolchado

Frutos de mayor tamaño, limpieza y sanidad (calidad)

Mayores rendimientos

Precocidad

Control de maleza

Ahorro de agua

Ahorro de fertilizantes

Anticipo de la fecha de siembra

Protección de la estructura del suelo

Control de erosión

Control de insectos

Los beneficios antes enumerados dependen del tipo, color, composición (combinación de distintos polímeros) que confieren distintas cualidades a las películas de polietileno utilizadas.

Objetivo:

- Evaluar la producción de maíz dulce en cuanto a rendimiento de elote, utilizando acolchados plásticos de diferentes colores. (Negro y Bicapa).
- Estudiar el efecto que desempeña el color del plástico y su importancia en las funciones en crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz dulce.
- Validar la madurez temprana del maíz dulce que podría ser mejorada en seis días a dos semanas mediante la utilización de acolchado plástico.
- Dar recomendaciones sobre el uso de los tipos de acolchados y demostrar cual trabaja mejor en el cultivo de maíz y bajo riego con cinta de goteo.

Hipótesis:

- Existen diferencias de altura por cada tratamiento bicapa y negro en el cultivo de maíz en condiciones cinta de goteo bajo el acolchado plástico.
- Ho: La altura de las plantas no es diferente.
- Ha: La altura de las plantas si es diferente

Ensayo de hipótesis como $F_{ct} > F_{\alpha.01}$ entonces implica la aceptación de Ha y se deduce que las diferencias entre tratamientos son altamente significativa.

- Si existen diferencias de producción por cada tratamiento en cuanto a número de elotes y peso del mismo.

Ha: el número de elotes y el peso si es diferentes.

Ho: el número de elotes y el peso no son diferentes

Ensayo de hipótesis como $F_{ct} > F_{\alpha.01}$ entonces implica la aceptación de Ha y se deduce que las diferencias entre tratamientos son altamente significativa

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

El cultivo de maíz

El maíz cultivado pertenece a la tribu maydeae, subfamilia Andropogoneae, familia Gramineae y genero Zea (**Bianchi et al, 1989 citado por Vázquez. F. R 2007**). Dicho género incluye formas cultivadas, todas ellas conocidas como maíz y formas silvestres denominadas teosintes. Las primeras fueron desconocidas en Europa hasta su introducción por colon, siendo descubiertas probablemente en la isla de cuba. El conocimiento del teosinte llega a Europas cucho mas tarde y es (**Schrader 1832 citado por Vázquez. F. R. 2007**) quien describe una forma anual del mismo, denominándola *Euchlaena perennis* Hitchcock. Gradualmente y a través de una serie sw trabajos realizados por numerosos botánicos (**Ascherson, 1875; Collins, 1921; Beadie, 1939**) se establecieron nexos de unión entre el maíz y el teosinte. (Von Post y Kuntze 1904) y (**Reeves y Mangelsdorf 1942**) obtienen ya una relación formal entre estas especies, incluyéndolas en el genero *zea* como *z. mexicana* (**Schrader 1832**) y *Z. Perneéis* Hitchcock (**Reeves y Mangelsdorf 1942**).

Los estudios arqueológicos sobre el maíz sitúan su origen en tehuacán (México), alrededor de 5000años a.C. este hecho, junto con la proximidad de teosintes silvestres, avalan a México como área geográfica de la que tuvo lugar su domesticación (**Mac Neish, 1985**)

Importancia económica del maíz

El maíz es el tercer cereal en importancia a nivel mundial, después del trigo y el arroz, en cuanto a superficie cultivada, 129 millones de ha, y producción, 478 millones de toneladas (**F.A.O., 1991**)

Origen del maíz

Garduño (s/f) menciona que “la palabra maíz es de origen indio caribeño y significa literalmente «lo que sustenta la vida». Botánicamente, el maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual alta dotada de un amplio sistema radicular fibroso”.

El cultivo del maíz tuvo su origen, con toda probabilidad, en América Central, especialmente en México, de donde se difundió hacia el norte hasta el Canadá y hacia el sur hasta la Argentina.

La evidencia más antigua de la existencia del maíz, de unos 7,000 años de antigüedad, ha sido encontrada por arqueólogos en el valle de Tehuacán (México) pero es posible que hubiese otros centros secundarios de origen en América.

Este cereal era un artículo esencial en las civilizaciones maya y azteca y tuvo un importante papel en sus creencias religiosas, festividades y nutrición; ambos pueblos incluso afirmaban que la carne y la sangre estaban formadas por maíz.

La supervivencia del maíz más antiguo y su difusión se debió a los seres humanos, quienes recogieron las semillas para posteriormente sembrarlas.

Situación del uso de semillas mejoradas en México.

En los ambientes templados casi el 100% del área sembrada con maíz está cubierta con semillas de híbridos. Estos se basan en varias combinaciones tales como dobles cruza, cruza de tres vías o cruza simples. En contraste con esta uniformidad de los tipos de semillas que son requeridos en los ambientes templados, los agricultores en los climas tropicales utilizan una gran diversidad genética; esto hace que los sistemas de producción de maíz en los trópicos sean más complejos (**Sharanjit y Douglas, 1992**).

De los 7.34 millones de hectáreas de maíz que se siembran en México, aproximadamente el 25% de la superficie es con semillas híbridas o variedades mejoradas de polinización libre y, el resto (75%), con variedades criollas locales (**Nadal, 2000**).

Los estados de México, Puebla, Tlaxcala e Hidalgo conforman la parte principal de los Valles Altos Centrales de México, con 3.5 millones de hectáreas sembradas de maíz, donde las razas a las que pertenecen la mayoría de los maíces cultivados son: Arrocillo Amarillo, Cónico, Cacahuacintle, Chalqueño y Palomero Toluqueño (**Eagles y Lothrop, 1994**).

Tomando en cuenta la superficie que se destina para la siembra de maíces forrajeros en México y considerando una densidad de población de 90,000 plantas ha⁻¹, se estima una necesidad de 14,000 toneladas de semilla especializada para la producción de forraje, que asegure altos rendimientos y excelente calidad nutritiva. Dentro de las necesidades de variedades mejoradas en México, también se tiene a los amarillos, ya que su demanda es de 12.6 millones de ton, pero la producción nacional es de apenas 1.0 millón de ton, y el resto, es importado como grano entero y/o quebrado, ocasionando dependencia alimentaria y fuga de divisas (**Ramírez, et al., 2004**).

La mayor parte de la semilla de maíces forrajeros que se comercializa en varios países comprende a híbridos seleccionados como graníferos y que se han manifestado como buenos productores de materia seca (**Bertoia, 2004**).

El maíz tiene múltiples usos que se pueden agrupar en los siguientes rubros

1. Grano: alimentación humana, alimentación del ganado, materia prima en la industria y semilla.
2. Planta: forraje verde, ensilado, rastrojo, forraje tosco y materia orgánica al suelo.
3. Mazorca: elote, alimento humano y olote (combustible).

El maíz amarillo es mejor materia prima para el ensilado, pues es más rico en azúcares solubles que los hace más apetecibles, además presenta alto contenido de carotenos en el grano, que permite obtener leche con mayor contenido de vitamina A; pero al ser un forraje más dulce, lo hace también más apetitoso para las plagas (**SDA, 2005**).

Perry (**1998**), menciona que la planta de maíz es un excelente forraje para el ganado, produce, en promedio, más materia seca y nutrimentos digestibles por unidad de superficie que otros forrajes. Por otro lado, en los trópicos la planta de maíz es usada como forraje en varios estados del desarrollo. Una práctica común es quitar las hojas inferiores a medida que la planta crece y alimentar con ellas el ganado.

Calidad nutritiva.

En general, el maíz tiene alto valor nutritivo como fuente de energía, por su alto contenido de carbohidratos, pero no posee suficientes proteínas, tanto en cantidad como en calidad, por ser incompleto en dos aminoácidos esenciales: lisina y triptófano; además, es insuficiente en niacina y minerales, excepto en calcio por la forma de industrializar la harina nixtamalizada (**Reyes, 1990**).

Combate de plagas y enfermedades.

Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo se realizaron inspecciones muy continuas para detectar la presencia de alguna plaga como gusanos trozadores, cogolleros, trips, pulgones, frailecillos, arañas, etc; se detectaron algunas de estas plagas pero fueron insignificantes en forma económica para el cultivo por lo que no se aplicó ningún producto químico para su combate

Desespigue.

Se realizó a partir de mediados de septiembre del 2010 cuando se observaron las primeras espigas en las hembras y hasta a finales del mismo mes cada vez que se detectaba la aparición de éstas en las diferentes hembras

Acolchados

Jovicich citado por Berardoco (s/f) menciona que el “Incremento de la producción tardía de maíz dulce con cobertura plástica”. También nos dice que en otoño es una opción válida, por los precios que alcanza el ciclo en esa época. En San Juan las siembras son realizadas a partir de la 2da quincena de febrero condicionan la cosecha, dado que el ciclo de cultivo finaliza con riesgo de heladas. Se evaluó producción, calidad, ciclo, y relación producción gasto de agua, sobre cobertura plástica de suelo transparente (PT) y suelo desnudo (SD) en dos sistemas de riego: gravitacional y presurizado. La PT anticipó la emergencia, aceleró el crecimiento de las plántulas y adelantó la floración respecto al SD. Se cosechó a 62 días de la siembra. Todos los tratamientos tuvieron igual número de plantas e igual número de ciclos. Sin embargo fue diferente la distribución de los choclos al distribuirse por calidad. Plantas sobre PT dieron rendimientos comerciales totales (primera + segunda calidad) significativamente superiores al SD.

La combinación de PT y riego por goteo tuvo la mayor eficiencia en uso de agua para producir ciclos comerciales (21,8 ton /ha mm). PT y riego por surco rindió solo 9,5 ton/ha mm. La temperatura de suelo (a 10 cm de profundidad) bajo PT fue de 2,3 °C superior al SD durante el ciclo de cultivo. El acolchado transparente combinado con riego presurizado permitió, obtener precocidad y altos rendimientos comerciales con un eficiente uso del agua note como en un material beneficia un cultivo en para una determinada región, y el mismo material en otras condiciones de cultivo, región y época es afecta y reduce los rendimientos.

Los factores que se alteran con el uso de acolchado son

Humedad, Temperatura, Estructura y fertilidad del suelo, las malezas, presencia de insectos. Dichos factores serán alterados dependiendo del tipo, color, composición, fecha de colocación del acolchado.

Humedad

Usando acolchado de polietileno, se logran efectos importantes, en la economía de agua, ya que impide la evaporación de la superficie del suelo cubierto con el film, quedando esta agua a disposición del cultivo, el que se beneficia con una alimentación constante y regular. Los plásticos que evitan el desarrollo de las

malezas al no dejar pasar la luz fotosintética, permiten ahorrar el agua que estas pudieran consumir.

Temperatura

Es conocido el efecto que tiene la temperatura del suelo en los procesos productivos y su incidencia en la implantación de cultivos. Su incremento en zonas de clima frío o templado frío mejora el crecimiento y desarrollo en diversas especies (**Trudel et al., 1982**).

La temperatura del sustrato tiene influencia a nivel radical sobre la absorción de agua y nutrientes. También afecta a otras características de la planta como el área foliar, el peso seco total, la relación tallo raíz, precocidad, el rendimiento y la calidad de cosecha (**Pardossi et al., 1984**) La técnica más difundida y de menor costo para elevar la temperatura del suelo es el uso de coberturas plásticas el comportamiento de la temperatura del suelo así como el efecto de la cobertura plástica sobre la misma es variable según latitud y la época del año considerada. Por tanto, la elección del material a utilizar debería quedar sujeta a ensayos a nivel local y estacional. Desde el punto de vista térmico el acolchado se comporta como un filtro de doble efecto, que acumula calor en el suelo durante el día y deja salir parte de éste durante la noche. Durante la noche, en cierto grado, el paso de radiaciones de onda larga (calor) del suelo a la atmósfera (efecto invernadero) ejercido por el polietileno en la pequeña capa de aire que se encuentra entre este y el suelo. Esto evita o disminuye el riesgo de heladas por bajas temperaturas del aire el suelo cubierto con acolchado presenta mayor temperatura que el suelo desnudo; esta diferencia depende fundamentalmente del color del polietileno. El aumento de la temperatura en los meses de invierno favorece la mineralización del nitrógeno y la absorción de nutrientes que se ven afectados por la falta de temperatura. El riego utilizado, disminuye las temperaturas máximas y aumenta las mínimas al mejorar la ganancia térmica en el perfil y suavizar las extremas por el efecto regulador del agua.

El suelo cubierto con polietileno incrementa el flujo de calor en profundidad, disminuyendo las pérdidas de energía por calor latente y sensible respecto al suelo desnudo (**Momento y Cantamutto, 1997**).

Los distintos plásticos modifican el microclima edáfico, dependiendo de las propiedades ópticas del material y el tipo de suelo (**Buriol et al 1996**).

Los traslucidos son más efectivos que los opacos en el incremento de la temperatura debido a que tienen una transparencia de entre un 80-90% de la radiación recibida. Sin embargo, su uso no es aconsejable en cultivos estivales bajo cobertura ya que podría provocar la muerte de plantas por hipertermia.

El Acolchado Negro al funcionar como un cuerpo negro, que absorbe el 90-95% de la radiación transformando la misma en calor, por tanto es el que mayor temperatura presenta en su superficie y presenta mayores temperaturas en los primeros centímetros de suelo pero es menos eficiente en el calentamiento en profundidad del suelo.

Los Naranjas y Verdes son semitraslucidos por lo que permiten el paso de la radiación directa del sol en mayor o menor grado dependiendo de la concentración del pigmento, provocando un calentamiento del perfil del suelo en profundidad menor que el cristal y mayor que el negro.

Los acolchados Blanco/Negro y más aún los Plata/Negro van a reducir la temperatura del suelo por la gran reflexión de radiación solar que producen estos materiales. Si bien anteriormente sostenemos que elevar la temperatura del suelo nos beneficia, no siempre es así, por ejemplo con este tipo de materiales que disminuyen la temperatura nos permite realizar el trasplante en épocas de calor que de otra manera tendríamos pérdida de plantas por hipertermia.

Malezas

El crecimiento y desarrollo de la vegetación espontánea que se origina debajo de los acolchados, dependerá del color de las mismas, es decir de su permeabilidad a la luz solar

Se puede evitar totalmente el crecimiento de malezas utilizando un acolchado de color negro, o acolchado coextruido bicolor en que una de sus caras sea de color negro. Aquellos acolchados de colores permitirán el desarrollo proporcional de malezas bajo el acolchado; a mayor paso de luz mayor cantidad de malezas.

Estructura del suelo

El suelo con cubierta plástica presenta una estructura ideal para el desarrollo de las raíces, éstas se hacen más numerosas, se desarrollan lateralmente sin necesidad de profundizar en búsqueda de agua, aprovechando más eficientemente los nutrientes retenidos en superficie.

Con el aumento de raicillas aseguramos a la planta una mayor succión de agua, sales minerales y demás fertilizantes, que conducen a un mayor rendimiento

Fertilidad del suelo

Al aumentar la temperatura se activa la flora microbiana acelerando el proceso de nitrificación. Estos NO_3 y NO_2 se conservan por más tiempo en las capas superficiales y medias del perfil, a disposición del cultivo gracias a la reducción de los caudales de riego, impidiendo la lixiviación del nitrógeno.

El aumento de la temperatura en los meses de invierno además de favorecer la mineralización del nitrógeno ayuda a la absorción de nutrientes que se ven afectados por la falta de temperatura.

Propiedades mecánicas de las películas

Tracción en el Punto de Rotura: Fuerza necesaria para romper una película. Evitará roturas del plástico durante el montaje y ante las inclemencias del tiempo como vientos fuertes.

Elongación: Alargamiento de la película hasta llegar a romperse. Permite una tensión adecuada de la cubierta a la hora de su colocación

Rasgado: Fuerza necesaria para rasgar el plástico. Evita que la cubierta se rasgue con algún objeto punzante y siga deteriorándose en ese corte. Adicionalmente no se inicie un rasgado.

Impacto: Resistencia de la película cuando le dejamos caer un determinado peso desde una determinada altura. Muestra la resistencia a efectos climáticos como el granizo y los fuertes vientos.

Colores.

Para el acolchado de suelo actualmente se utilizan diferentes tipos de plástico, en cuanto al color, este varía dependiendo de las necesidades del cultivo y la región, cada uno de ellos posee determinadas características que dan lugar a efectos diferentes sobre los cultivos, por ello es preciso que el agricultor antes de utilizarlos conozca los efectos de cada uno para tomar las decisiones más correctas de acuerdo al cultivo que va a establecer y las condiciones climáticas de la época y región en que se encuentra (**Gómez, 1994**).

Los productores enfrentan serios problemas cuando el tipo y color del plástico empleado no es el correcto o cuando se emplea en una época donde los efectos climatológicos no actúan favorablemente en combinación con el color del acolchado empleado, ya que se ven fuertemente modificados por los diferentes colores, provocando efectos impredecibles pudiendo ser favorables o desfavorables para el cultivo cuando no se tiene el conocimiento necesario (**Robledo y Martín, 1988**.)

La radiación reflejada, absorbida y transmitida por los diferentes acolchados determina en gran medida las temperaturas que se generan en el suelo y el efecto positivo y negativo de estas temperaturas sobre el desarrollo y rendimiento de las plantas.

Cristal: Natural o transparente, es el polietileno sin ningún tipo de pigmento ni aditivos, se usa principalmente para elevar la temperatura del suelo.

Negro: Asegura un perfecto control de malezas, a menor costo que los otros materiales verdes, blanco/negro, plata/negro. Presenta la menor reflexión (9%) acercándose a las características propias de un cuerpo negro, que absorbe un 91% de la radiación que incide sobre él, es el que más se calienta y causa quemaduras en aquellas estructuras de la planta en contacto con el acolchado, en cultivos bajos y en sus primeros estadios pues más adelante el propio follaje del cultivo intercepta la radiación.

Blanco/Negro: Asegura un perfecto control de malezas, se calienta menos que el negro porque su coloración blanca refleja parte de la radiación, además al reflejar los rayos solares disminuyendo la temperatura del suelo, aumenta la reacción fotosintética que llega a la planta. Presenta un efecto de disminución de insectos en el envés de las hojas.

Plata/Negro: Asegura un perfecto control de malezas mientras que la reflexión del plata repele los insectos protegiendo la planta, también disminuye la temperatura de suelo aumenta la reacción fotosintética que llega a la planta.

Verde traslucido: Ofrece un control adecuado de malezas permitiendo el calentamiento de las malezas, reduciendo la pérdida de calor durante la noche

Otros Colores: Amarillo suelo.

Naranja / Marrón: Permite el paso del calor durante el día, con cierta opacidad para prevenir– Azul – Rojo – Gris

Largo: Los rollos son de 500, 1000 y 2000 m. De largo, agregándose un 10-15% por estiramiento Cuando se coloca en forma mecánica se prefieren los rollos más largos para optimizar los tiempos operativos.

Ancho: Varían según el cultivo, densidad de siembra o plantación, forma de conducción. 0.8 – 1.0 – 1.1 – 1.2 – 1.30 – 1.35 – 1.60 m.

Colocación: La colocación se puede realizar en forma Manual o Mecánica. El polietileno se puede colocar antes o después del trasplante y la decisión depende del manejo a llevar. Hoy día se coloca principalmente en forma anticipada. Para la aplicación manual, la película una vez asegurada en la cabecera, dos operarios (uno a cada lado del rollo, sosteniendo un caño previamente atravesado a través el cono del rollo) avanzan caminando por los surcos con el rollo de polietileno desplegándolo sobre el camellón previamente confeccionado, mientras dos operarios van detrás fijando los bordes de la película

aportando tierra con una azadón. En caso de aplicarlo después de plantado el cultivo, la tarea se realiza a los 20 días de trasplante, luego de apoyada la película sobre el cultivo uno o dos operarios van pisando descalzos entre las plantas, con lo que queda marcada la ubicación de esta, y sobre ella se desgarra el polietileno, se levanta y acomoda el follaje por sobre él. Con la aplicación mecánica se realiza con un implemento mecánico acoplado al tractor, dicho implemento formará el camellón, tenderá el acolchado sobre él, para luego fijar los bordes con la sucesión de una rueda que presiona y una reja que aporta suelo a ambos lados.

Manejo: La técnica de acolchado no solo es la aplicación mecanizada sobre el terreno, sino que representa un conjunto de operaciones que van desde la elección del tipo idóneo de acolchado, la forma de aplicación, la modificación de las técnicas de cultivo, el control integrado de plagas, la fertirrigación, etc. en definitiva es una tecnología compleja que requiere un análisis integral.

Experiencias: Todos los cultivos requieren una cierta especialización de parte del productor que los realiza para lograr el éxito esperado, en lo que se refiere a la obtención de una producción abundante y de buena calidad.

Acolchado plástico

El uso de acolchado plástico en el campo agrícola mexicano ha incrementado la producción en los últimos años (**Martínez, 1996 citado por Mejía 2011**).

Ventajas del uso de acolchado

a). Incrementa la temperatura del suelo: a una profundidad de 5 cm 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 una cosecha precoz y en un aumento en rendimiento total.

b). Reduce la compactación del suelo permaneciendo 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 nutrimentos.

c). 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 plenamente por el cultivo.

d). Reduce la asfixia 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.

e). 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.

f). 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 al mismo al caer la lluvia. Para evitar este daño con el uso de acolchados, las camas deben ser altas (15 a 30 cm).

g). No se requiere cultivar: por lo tanto, no hay daño mecánico con los aperos utilizados. Además, no hay poda de raíces. Estos daños o poda son muy peligrosos debido a que son fuente de infección de insectos o enfermedades.

i). 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 que 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 refractivo en la parte superior para optimizar la fotosíntesis en las plantas.

j). 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 días de precocidad en la cosecha.

k). 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 sale por la perforación por debajo de las plantas ayudando a la parte aérea. Este efecto se le denomina efecto chimenea.

Desventajas del uso de acolchado:

a). La remoción del acolchado es costosa: 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.

b). 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.

c). *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 30 °C, por lo que el acolchado debe instalarse correctamente, evitando las formaciones de bolsas de aire.

d). *Incrementa la erosión del suelo:* debido a que la precipitación se concentra entre las camas, incrementa la velocidad ocasionando la erosión del suelo.

e). *Competencia:* existe mayor competencia entre las plántulas y malezas que se desarrollan entre las perforaciones.

f). *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.

Fertilización

Es necesario que todo el fertilizante de pre-trasplante o fondo se aplique antes de la colocación del acolchado. Normalmente todo el fósforo se aplica de esta forma, pero también del 30 al 50 por ciento del nitrógeno. Esto debido a que el costo del fertilizante que se aplica al suelo, es más económico que el que se aplica en el sistema de riego por goteo. Se debe tener la precaución cuando se utilicen fertilizantes nitrogenados en base a amonio, debido a que resultan tóxicos a las plantas. Por lo tanto, se recomienda que sea en base a nitratos (NO₃). Con el acolchado se puede aplicar mayor porcentaje de fertilizante nitrogenado, debido a que no hay pérdida por lixiviación por lluvias (**Martínez, 1996 citado por Mejía 2011**).

Características de acolchados

Las medidas comunes del acolchado son de entre 1.2 a 1.5 m de ancho y de 1.25 a 1.50 milésimas de pulgada de grosor, con rollos de 730 m de longitud. Las perforaciones normalmente son entre 5 y 10 cm de diámetro; a una distancia normalmente entre 30 a 50 cm que pueden ser a doble hilera o hilera sencilla. Cuando son a doble hilera se colocan las perforaciones en tresbolillo. En el caso de cultivos a una hilera, tales como tomates, melones y sandías la cintilla deberá colocarse aproximadamente a 10 cm de la perforación con el emisor hacia arriba.

Algunos productores entierran la cintilla ligeramente, es decir, de 2.5 a 5.0 cm de profundidad. En el caso de cultivos a doble hilera como es el caso de la berenjena, chiles, brócoli, coliflor, etc. La cintilla se coloca en el centro de las dos perforaciones (**Martínez, 1996 citado por Mejía 2011**).

Riego

En lotes con acolchado es indispensable que el riego sea con el sistema por goteo (cintillas). El cuándo y cuánto regar se hace con lecturas de tensiómetros que normalmente el riego se efectúa al llegar entre 17 y 25 centibares dependiendo del cultivo y su etapa de crecimiento.

Sistemas de riego por goteo

El riego por goteo es la aplicación artificial del agua al suelo, en pequeñas cantidades para cubrir los requerimientos hídricos del cultivo, este método se caracteriza por una lenta y alta frecuencia de aplicación, en forma de gotas directamente al suelo humedeciendo la zona radicular de las plantas, el agua es distribuida en campo por una serie de mangueras en los cuales se encuentran instalados (de 0.5 a 1 m) pequeños dispositivos denominados emisores o goteros, que suministran el agua a través de un flujo gradual y uniforme que proporciona descargas de 2 a 8 lph. El agua, los nutrientes solubles y otros productos químicos pueden ser aplicados, en la dosis que requiere la planta en cantidad, estos elementos se distribuyen en el perfil del suelo describiendo un patrón de humedecimiento ovoide llamado bulbo de mojado (**Rojas y Briones, 2001**).

a) Ventajas:

- Se incrementan los rendimientos agrícolas en calidad y cantidad
- Acelera la maduración
- Uso de agua salina
- Uso óptimo y ahorro de fertilizantes
- Permite utilizar suelos arenosos
- Control permanente de humedad

- Fácil operación y gran ahorro de mano de obra
- Reduce la incidencia de malas yerbas
- Permite utilizar gastos pequeños
- En el riego se pueden aplicar fertilizantes y líquidos

b) Desventajas

- Alto costo de inversión
- El material utilizado debe ser resistente a presiones
- Las sustancias químicas y fertilizantes que se apliquen, deben ser solubles y no reaccionar con el material de la tubería
- Dificulta el uso de máquinas por sus líneas
- Se presenta taponamientos frecuentes de goteros
- Se requiere de personal capacitado para manejar el sistema

Sistema de riego por cintilla

Los sistemas de riego por cintillas forma parte del riego por goteo y se caracterizan porque los productos utilizados, son de polietileno con espesores delgados que varían de 4 a 20 milésimas de pulgada, el cual tiene un orificio dentro y a lo largo de la cinta, espaciados a intervalos regulares establecidos durante el proceso de manufactura para suministrar el agua a las plantas. La presión de operación recomendada varía de 12 psi a 15 psi dependiendo del espesor de la pared de la cinta (**Rojas y Briones, 2001**)

Calidad del agua en riego por goteo

El sistema de riego por goteo, es un método eficiente por sus características de aplicación del agua y alta frecuencia. El principal problema es la obturación progresiva de los emisores, debido a la presencia de sustancias de origen físico, químico y microbiológico en el agua, este problema está asociado a las características propias de la tecnología: pequeños diámetros de emisión que son necesarios para garantizar bajos caudales (menores a 150 L h⁻¹) y la obturación de los emisores que afecta la uniformidad de riego, la cual está relacionada de manera directa con la uniformidad de producción y el crecimiento de las plantas. Los sistemas de riego localizado son muy exigentes en calidad de agua, por lo

cual el agua de riego debe filtrarse antes de ser distribuida para disminuir el riesgo de obturación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área del experimento.

El presente trabajo se llevó a cabo en el Jardín Hidráulico de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), el cual se encuentra al Sureste de la ciudad de Saltillo Coahuila, sus coordenadas geográficas son: 25° 22' de Latitud Norte y 101° 01' Longitud Oeste con una altitud promedio de 1,742 msnm.

Clima

El clima de la región esta considerado, de acuerdo a Köeppen modificada por García (1987), para la adaptación de climas de la república mexicana como un clima seco estepario, con una temperatura media anual entre 12 y 18 °C, posee un régimen de lluvias intermedio entre el verano y el invierno, clasificándose el clima como, BSoK (X') (e').

Dónde:

Bso= Es el clima más seco de los BS

K= Templado con verano cálido, siendo la temperatura media anual de 12 °C y 18 °C, y la temperatura media del mes más caluroso de 18 °C.

(X')= Régimen de lluvias intermedias entre verano e invierno.

(e')= Extremoso con oscilaciones entre 7 y 14 °C.

La evaporación promedio mensual de 178 mm. Siendo los meses de mayo y junio los de mayor intensidad con 236 y 234 mm. La precipitación media anual es de 365 mm y los meses más lluviosos son los comprendidos entre Julio y septiembre, de los cuales el más lluvioso es el mes de Julio.

Bloques completamente al azar

El análisis estadístico se basó en el procesamiento de datos con el diseño bloques completamente al azar, para comparar dos tipos de materiales el acolchado negro contra el bicapa, buscar el mejor tratamiento y observar cuál de los dos es el más eficiente, analizando el rendimiento del maíz y evaluar que acolchado es más eficiente para captar la radiación solar, y retener la humedad, y que se refleje en el rendimiento. Con base a los resultados tomar la mejor decisión y brindarles apoyo a los productores que se dedican a esta actividad.

Con tres tratamientos (dos acolchados y el testigo) con cuatro repeticiones para cada tipo de acolchado. Por lo tanto tenemos 12 parcelas experimentales (3 tratamientos por 4 repeticiones), las cuales se distribuyeron de la siguiente manera: Se colocaron los acolchados, negro y bicapa, en una misma cama partiéndolo a la mitad exactamente con una distancia de 8 m, con una longitud de cama de 16 m y una distancia entre ellos de 1.8 m. El acolchado se coloca en cuatro camellones, para el acolchado negro y la mitad de cada camellón el acolchado bicapa. Desde la primera repetición hasta la cuarta, en una forma intercalada, con doble hilera por cada tratamiento a una distancia entre planta y planta de 25 cm bajo la misma condición en campo libre.

Variables observadas en planta

Los datos se obtuvieron en el campo al contar, pesar, y medir las variables de respuesta utilizando un estadal, un vernier y una balanza; las variables observadas fueron: el número de hojas, largo y ancho, altura de la planta, diámetro del tallo. Número de elotes por tratamientos, tamaño del elote y peso del elote (sin hoja).

Método de muestreo

Se tomaron cinco plantas al azar por cada tratamiento en ese tamaño de muestra se observaron las respuestas durante el desarrollo del cultivo, para la medición se utilizó un estadal, una regla graduada, una báscula, un vernier. Para medir la altura de planta se tomó la lectura del estadal desde el suelo hasta última hoja en crecimiento, número de hojas por conteo directo, diámetro de la planta midiendo el espesor del tallo a 30 cm del suelo, largo desde la base hasta el ápice y ancho promedio de la hoja, conteo del número de elotes por tratamiento y peso del elote; se hicieron cinco muestreos de las variables de crecimiento con una frecuencia de 8 días y tres muestreos durante la cosecha de los elotes.

En la Figura 3.1 se puede observar la toma de los datos de la altura de la planta con la ayuda de un compañero, donde utilizamos un estadal para medir la planta de maíz y evitando los errores de medición que se pudiera presentar.



Figura 3.1.Medición de la altura de la planta de maíz.

En la Figura 3.2 podemos observar que el cultivo está en condiciones vigorosas libre de malezas. Donde tenemos plantas bien desarrolladas y libres de plagas.



Figura 3.2. El cultivo libre de malezas y plagas

Establecimiento del experimento

Este proyecto se realizó a campo abierto en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el terreno es de forma irregular de 18 m de largo y 24 m de ancho. El diseño del experimento estuvo conformado de 16 camellones con 1.8 m de distancia entre ellos y 25 cm de distancia entre plantas de maíz, cada camellón cubierta con acolchado plástico con 50 cm de ancho y 18 m de largo, bajo sistema de riego por goteo.

Las repeticiones de cada tratamiento fueron distribuidos, de tal manera que todo el experimento tuviera las mismas condiciones de manejo de agua y fertilizante. En los primeros 9 m de cada una de las camas se puso acolchado plástico negro y en los siguientes 9 m se puso acolchado plástico bicapa, dividiendo así todo el terreno en dos secciones con diferente tipo de acolchado, en la primera sección con acolchado negro se sembraron cuatro camellones de plantas a doble hilera y en los siguientes cuatro camellones en el bicapa, se continuó la siembra para establecer plantas a doble hilera y así sucesivamente a hasta completar las cuatro repeticiones. Con este método de siembra se estableció una población de 44,445 plantas por hectárea.

Instalación del riego

Para la instalación del sistema de riego se utilizaron 80 m de tubo de fierro de 1" para la conducción y para las líneas de distribución se instalaron 30 m de mangueras polietileno de 1 pulgada; accesorios(tees, gomas, iniciales 16 mm, conectores de 18 mm para la instalación del riego), también se utilizó un filtro ARKAL de 1 pulgada de anillas color negro con 140 mesh; una válvula de aire de 1 pulgada; para las líneas regantes se utilizaron 144 m de cinta de goteo AQUATRAX calibre 10 con separación entre goteros de 30 cm de 5/8 de diámetro y 144 m de cinta de goteo t-tape con 30 cm de separación entre goteros de 16 mm de diámetro. Para el equipo de bombeo se instaló una bomba centrífuga con 3.5 hp marca franklin con 1 litro/segundo de descarga.

Frecuencia del riego

De manera que las semillas tuvieran la suficiente humedad para su germinación se aplicó un riego antes de la siembra durante 24 horas para saturar el terreno con la suficiente humedad para la germinación. Esta actividad se realizó el 18 de junio del 2010. La frecuencia de riego durante los primeros días de siembra fue de 2 horas diarias; una vez germinado las semillas, el riego se aplicó una hora diaria. Las lluvias del huracán "Alex" beneficiaron el experimento pero se incrementó el problema de invasión de maleza en el testigo.

Selección del material vegetativo

Se escogió la variedad más adecuada de acuerdo a su germinación y desarrollo de las condiciones climatológicas para la región, La variedad que se utilizó fue el AN-447 maíz elotero. Es una línea híbrida que maneja nuestra Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, esta variedad es seleccionada por algunos productores de la región de Saltillo por su rendimiento y las características que presenta este híbrido.

Preparación del terreno

Consistió en desmonte, el barbecho y rastreo manual. La melga tiene una distancia 1.80 m de separación y 18 m de largo, posteriormente se realizó el trazado de la parcela del experimento, los materiales que se utilizaron: machete, azadón, pala, cinta métrica y rastrillo. Esto se realizó antes de la siembra para tener limpio el área de estudio, donde se instaló nuestro experimento. El día que realizamos esta actividad fue el martes 8 de junio del 2010.

Construcción de camas para la siembra.

Una vez que terminamos de construir los camellones con una separación de 1.8 m entre ellos y 50 cm de ancho de la cama, colocamos la cintilla a una profundidad de 10 cm en seguida se procedió al acolchado, para esto construimos 16 camas con una longitud de 18 metros. También las perforaciones del acolchado plástico a una separación de 25 cm a doble hilera.

Figura 3.3 se puede observar la construcción de las camas donde se estableció el cultivo de maíz. Bajo riego por goteo.



Figura 3.3. Preparación de los camellones para el cultivo de maíz AN-447

Siembra

La siembra se realizó manualmente y directamente al suelo, depositando una semilla a cada perforación del acolchado a una profundidad de 5 cm, cuidando que la semilla tuviera la suficiente humedad y aireación para su germinación, se llevó a cabo el 18 de junio del 2010.

Germinación

Las semillas germinaron a los 7 días después de la siembra con un 80 por ciento de germinación de los cuales la mayor cantidad se presentó en el acolchado negro. A si mismo se observó que no hay diferencia en los dos tratamientos porque casi estuvieron a la par en cuanto a emergencia de las plántulas de maíz.

En el Cuadro 3.1 se parecía el porcentaje de humedad observada en cada tratamiento, donde el mejor tratamiento para retener el contenido de humedad del suelo fue el acolchado de color negro y seguido por el tratamiento de acolchado bicapa y por último el suelo desnudo (testigo) que fue el que retuvo el menor contenido de humedad del suelo.

Cuadro 3.1. El contenido de humedad para los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE	TEXTURA DEL SUELO
ALCOLCHADO NEGRO	28.59%	FRANCO ARCILLOSO
ALCOLCHADO BICAPA	25.77%	FRANCO ARCILLOSO
SUELO DESNUDO	25.12%	FRANCO ARCILLOSO

En la Figura 3.4 se puede observar como obtuvimos los datos para calcular el contenido de humedad para cada tratamiento.



Figura 3.4. El contenido de humedad para cada tratamiento de acolchado bajo riego por goteo.

En cuadro 3.2 medición de los diferentes gastos para cada toma de datos en diferentes tiempos, donde se obtuvo la eficiencia de los emisores del 92% de eficiencia. Como se muestra en la tabla siguiente.

Cuadro 3.2. Los gastos de la cinta de goteo

Emisor a lo largo de c/cinta de goteo	Cinta 1 conectada en la distribuidora	Cinta 5 conectada a la distribuidora	Cinta 10 conectada a la distribuidora	Cinta 15 conectada a la distribuidora
El primero	0.910 LPH	2.960 LPH	1.000 LPH	0.860 LPH
Aquel a un 1/3 LI	0.850 LPH	3.230 LPH	0.970 LPH	0.850 LPH
Aquel a 2/3 LI	1.000 LPH	2.750 LPH	0.900 LPH	0.900 LPH
El último	0.930 LPH	0.880 LPH	0.890 LPH	0.800 LPH

Gastos en LPH/emisor cinta de goteo T-TAPE con fugas reparadas y filtro limpio

Resultados: Media general= 0.91 LPH; Promedio más bajo= 0.84 LPH y la UD= 92% (Excelente). En el análisis se eliminaron los datos de la cinta 5, por estar muy disparados además la cinta instalada en esas hileras de maíz, es cinta marca Aquatrx (negra con franja azul) diferente del as demás de la marca T-TAPE (cinta negra con franja blanca).

Deshierbe

Esta actividad que se realizó durante el desarrollo del cultivo, se hizo en tres partes en los agujeros de los acolchados donde estaba la planta, los costados del cultivo y entre los camellones, para tener limpio el área del cultivo y evitar la competencia de los nutrientes, también para evitar plagas y enfermedades que amenazan el cultivo del maíz.

Aporque de las plantas

Esta práctica se realizó, con la finalidad de evitar que las plantas se acamen, por la falta de tierra en el tronco de la planta. Para desarrollar el área radicular y tener mejor resistencia ante cualquier cambio brusco del clima o golpes mecánicos, esto influye mucho porque gracias a esto el cultivo desarrolla más su área foliar, pudo captar mejor el CO₂ y la energía del sol mediante el crecimiento de sus hojas, también en el crecimiento de la zona radicular para extraer mejor los nutrientes del suelo, para poder satisfacer las necesidades demandada por parte de la planta.

Fertirrigación del cultivo

Para la fertilización del cultivo se aplicó fertilizante fosfato monoamónico triple mezclada con urea se preparó la solución con 2.5 kg de fertilizante, 5 litros de agua y 0.250 litros de ácido muriático a temperatura ambiente de esta manera se logró una mezcla homogénea que nos facilitó la aplicación, para el proceso de inyección se utilizó un método ingeniado en el campo experimental; para ello lavamos el filtro para evitar taponamiento de goteros, una vez colocada el filtro, desde la bomba se vació la columna de agua en la tubería principal y con un recipiente se introdujo la solución en la válvula de aire para posteriormente pasar a la tubería de conducción, compensado así la columna de agua vaciada, una vez introducida la solución se abrieron todas las válvulas en la sección del proyecto y se prendió la bomba. Para cada aplicación fue necesario realizar el mismo proceso.

Los fertilizantes ayudaron a dar mejor rendimiento en cuanto el peso del elote y el tamaño por cada tiramiento. Así mismo influyó mucho en el tamaño del grano y la mayoría de las plantas cuetearon. En ambos tratamientos de acolchado plástico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las variables observadas durante el ciclo del cultivo de maíz elotero AN-447, bajo las condiciones de humedad, clima y suelo típicos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La altura de las plantas indicadora del crecimiento, fue mayor en los tratamientos con acolchados plásticos en comparación con el testigo, tal tendencia se puede apreciar en el **Cuadro 4.1**

Cuadro 4.1. Crecimiento de la planta en (m) observado en el experimento de acolchado plástico y goteo superficial en maíz elotero.

Fecha del muestreo	12-ago	20-ago	27-ago	03-sep	10-sep
	Jueves	Viernes	Viernes	Viernes	Viernes
Acolchado negro	1.19	1.65	2.03	2.25	2.53
Acolchado bicapa	1.06	1.55	1.87	2.13	2.44
Testigo	0.82	1.36	1.4	1.64	2
Días 360	54	62	69	72	82

En la **Figura 4.1** podemos apreciar el efecto para cada tratamiento sobre el desarrollo durante la etapa de muestreo, observando que en el acolchado negro sobre salen mejores características que estimularon un mayor crecimiento del cultivo y por abajo sigue el bicapa. El testigo está mucho más abajo que los dos tratamientos anteriores. Se presentó en el testigo órganos demasiados pequeños, en cuanto a la altura, diámetro del tallo de la planta y tamaño de las hojas.

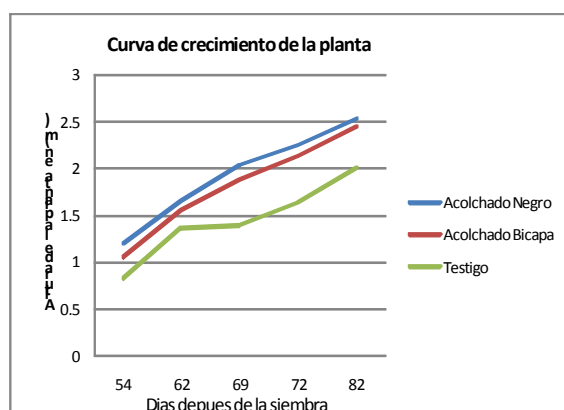


Figura 4.1. Efecto de los tratamientos de acolchado plástico sobre el crecimiento de la planta de maíz AN-447 regado con cinta de goteo.

Altura final de la planta

En el **Cuadro 4.2** observamos las alturas finales de las plantas para cada tratamiento. Donde los mejores resultados se observaron en los acolchados plásticos con una altura de 2.51 y 2.50 m para el color negro y bicapa respectivamente, y la mínima es de 2.02 m. Para las plantas testigos sin acolchado.

Cuadro 4.2. La altura final de planta en el cultivo de maíz en sus diferentes tratamientos de acolchados plásticos.

Tratamiento	Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV	Suma T	Promedio
Acolchado negro	2.38	2.36	2.7	2.6	10.04	2.51
Acolchado Bicapa	2.63	2.55	2.45	2.38	10.01	2.5025
Testigo	2.05	2.02	1.95	2.06	8.08	2.02
suma rep	7.06	6.93	7.1	7.04	28.13	

En **Cuadro 4.3** se muestran el ANVA y la prueba F para los datos obtenidos en el cultivo de maíz, utilizando el diseño estadístico de bloques completamente al azar. Bajo este diseño, el análisis de varianza evaluó diferencias altamente significativas y por lo tanto se acepta H_a .

Ensayo de hipótesis como $F_{\text{calc}} > F_{\alpha.01}$ entonces implica la aceptación de H_a y se deduce que las diferencias entre tratamientos son altamente significativa. H_a : La altura final de las plantas si es diferente. El ANVA además indicó que entre bloques no hubo diferencias significativas, de donde se deduce que el experimento tenía un suelo homogéneo y las cintas de goteo compensaron los desniveles topográficos.

Cuadro 4.3. El ANVA y la prueba de significancia estadística

FV	Gl	SC	CM	Fc	F α .05	F α .01	Inferencia
Tratam.	2	0.63061667	0.31530833	15.50908594	5.14	10.9	acepto H_a 1%
Rep.	3	0.00529167	0.00176389	0.086760486	4.76	9.78	rechazo H_a 1%
EE	6	0.12198333	0.02033056				
Total	11	0.75789167					

Desviación estándar.

$C_v = 6.082\%$

En la Figura 4.2 se puede apreciar la tendencia antes discutida observando que el tratamiento testigo proporcionó las plantas más pequeñas en alturas, además se observa que entre el plástico negro y el plateado las alturas son iguales de donde se deduce que los efectos de los acolchados son iguales entre sí pero diferente del testigo. Debido a esto, durante la etapa de desarrollo que presento este experimento, se encontraron plantas más vigorosas en plástico negro y seguidas del plateado. Y el testigo absoluto se quedó muy por abajo con una diferencia de 50 cm en la variable altura. Con característica muy significativa a los tratamientos anteriores.

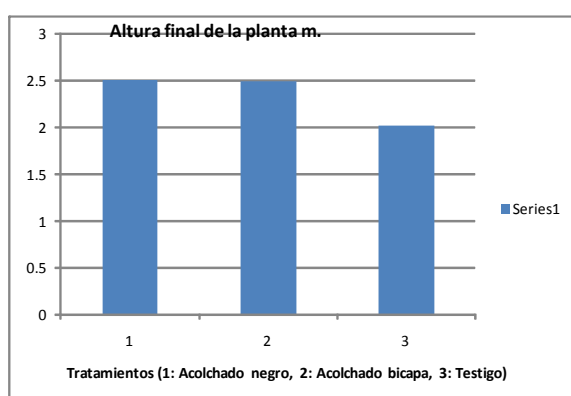


Figura 4.2. Las alturas finales del cultivo de maíz elotero AN-447

Crecimiento del diámetro del tallo en (cm)

En Cuadro 4.4 se puede apreciar el incremento del diámetro que se midió en tallos de las plantas, donde se observó mejor desarrollo en el acolchado de color negro y hay poca diferencia entre el bicapa. Los diámetros promedio más vigorosos de 2.50-2.51 fueron obtenidos en las plantas con acolchado negro y bicapa y el testigo se rezagó en cuanto al incremento del diámetro.

Cuadro 4.4. El crecimiento del diámetro de la planta (cm) con los tratamientos de acolchados plásticos y el testigo con riego por goteo.

Tratamiento	Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV	Suma T	Promedio
Acolchado negro	2.38	2.36	2.7	2.6	10.04	2.51
Acolchado Bicapa	2.63	2.55	2.45	2.38	10.01	2.5025
Testigo	2.05	2.02	1.95	2.06	8.08	2.02
Suma rep	7.06	6.93	7.1	7.04	28.13	

En la figura 4.3. Se puede observar que para cada tratamiento se obtuvieron resultados diferentes en los diámetros, y se encontraron los tallos más gruesos en el tratamiento de plástico de color negro y también en el bicapa. Y las plantas del testigo con suelo desnudo dieron los diámetros muy delgados. Durante el ciclo del cultivo de los 54 a los 82 días después de la siembra, el crecimiento del tallo se incremento en: 2.4-3.0, 2.2-2.7 y 1.3-1.6 cm en el diámetro para los tratamientos acolchado negro, acolchado bicapa y el testigo, respectivamente.

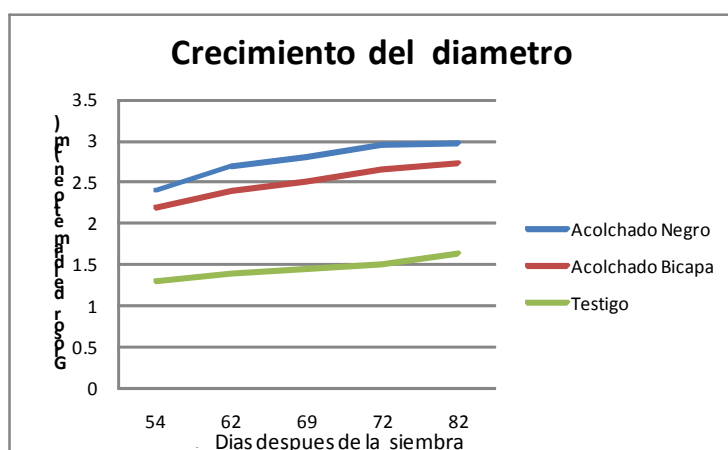


Figura 4.3. El crecimiento del tallo del maíz bajo los tratamientos de acolchados plásticos con riego por goteo.

El diámetro de la planta en (cm) para cada tratamiento y sus repeticiones se reportan en el Cuadro 4.5. para ilustrar el registro y método de análisis. Verificando que los diámetros de mayor tamaño se tuvieron con acolchados plásticos de color negro y el bicapa con un promedio de 2.46-2.47 cm. Y el testigo tuvo diámetros demasiados pequeños en comparación de los tratamientos con acolchados plásticos. También los tratamientos son altamente significativos, entonces resultó el **ensayo de hipótesis como $F_{ct} > F_{\alpha.01}$** lo que implica la aceptación de H_a (H_a : "Diámetro del tallo si es diferente") y se concluye que las diferencias entre tratamientos son altamente significativa.

Cuadro 4.5. El tamaño de los diámetros (cm) para cada tratamiento de acolchado plástico con sus respectivas tonalidades.

Tratamiento	Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV	Suma T	Promedio
Acolchado negro	2.54	2.48	2.42	2.44	9.88	2.47
Acolchado Bicapa	2.62	2.7	2.32	2.22	9.86	2.465
Testigo	1.7	1.9	1.7	1.8	7.1	1.775
Suma rep	6.86	7.08	6.44	6.46	26.84	

En Cuadro 4.6. El ANVA y la prueba de significancia estadística

FV	Gl	SC	CM	Fc	F α .05	F α .01	Inferencia
Tratam.	2	1.27886667	0.63943333	39.17562968	5.14325285	10.9247665	acepto Ha 1%
Rep.	3	0.09826667	0.03275556	2.006807352	4.75706266	9.77953824	rechazo Ha 1%
EE	6	0.09793333	0.01632222				
Total	11	1.47506667					

En la Figura 4.4 se comprueba la tendencia y ayuda a mejorar la interpretación de la prueba de significancia de los tratamientos encontrando que los acolchados plásticos son iguales entre sí pero diferentes al testigo en los diámetros de los tallos. Las características que presentan los acolchados en la producción del maíz son muy buenas bajo riego por goteo al campo libre. El testigo tuvo respuesta al goteo, limitada por la falta de acolchado plástico.

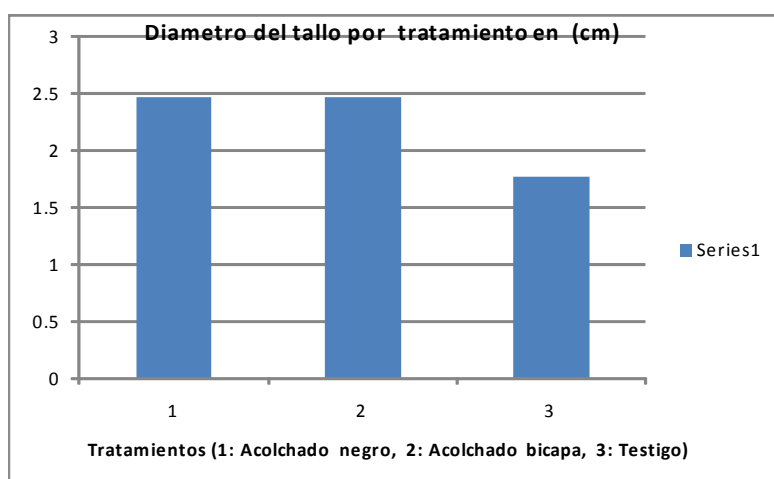


Figura 4.4. Tendencia de los tratamientos y respuesta al diámetro de la planta.

Número de hojas por planta en cada tratamiento.

En el Cuadro 4.7 se puede observar que las hojas en promedio tienen valores similares en los acolchados plásticos, porque tienen casi la misma eficiencia en sus propiedades ópticas y conservación de agua; comparando el número de hojas en cada tratamiento, observamos que el testigo, tiene menos hojas y presentó menor crecimiento, la diferencia entre los acolchados y el testigo es altamente significativa en número de hojas por planta.

Cuadro 4.7. Número de hojas por tratamiento bajo riego por goteo.

Tratamiento	Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV	Suma T	Promedio
Acolchado negro	13.6	12.6	13.8	12.4	52.4	13.1
Acolchado Bicapa	13.8	14.8	12	13.2	53.8	13.45
Testigo	10	11	11	9	41	10.25
Suma rep	37.4	38.4	36.8	34.6	147.2	

Cuadro 4.8. El ANVA y su prueba significancia estadística.

FV	Gl	SC	CM	Fc	F α .05	F α .01	Inferencia
Tratam.	2	24.6466667	12.3233333	12.85168019	5.14325285	10.9247665	acepto Ha 1%
Rep.	3	2.58666667	0.86222222	0.899188876	4.75706266	9.77953824	rechazo Ha 1%
EE	6	5.75333333	0.95888889				
Total	11	32.9866667					

En la Figura 4.5 se observa que el número de hojas en los tratamientos con acolchados son iguales entre si y diferentes al testigo, en las plantas con acolchados fue donde se obtuvieron hojas saludable y bien desarrolladas y respondieron muy bien al riego por goteo, en cambio el testigo tuvo poca respuesta al riego y sus hojas fueron menos y muy pequeñas.

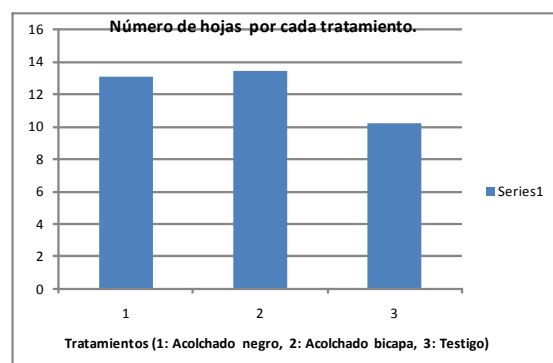


Figura 4.5. Número de hojas por planta en cada tratamiento bajo riego por goteo

Áreas foliares por tratamientos

En el **Cuadro 4.9** se concentran las áreas foliares para cada tratamiento de los acolchados plásticos, donde observamos que el comportamiento en el tamaño de las hojas son aproximadamente similares para cada tratamiento con acolchado, y son altamente significativas en comparación al suelo desnudo, donde el testigo presento plantas con hojas de menor tamaño y menor área foliar.

Cuadro 4.9. Las áreas foliares (cm²) para los diferentes tratamientos de acolchado plástico.

Fecha del muestreo	12-ago	20-ago	27-ago	03-sep	10-sep
	Jueves	Viernes	Viernes	Viernes	Viernes
Acolchado negro	700	710	720	750	830
Acolchado bicapa	690	752	762	770	784
Testigo	420	430	432	522	600.000
Días 360	54	62	69	72	82

En la **figura 4.6** podemos observar que el tamaño de la hoja en las diferentes fechas de muestreo varió de 700-800 cm² en los acolchados plásticos y son altamente significativos en comparación al testigo, en donde las hojas midieron de 400-600 cm². El crecimiento de las hojas fue ligeramente mayor en el acolchado plástico de color negro contrastado con el bicapa debido a que el acolchado plástico de color negro transmitió más energía infrarroja al suelo y conservó mejor la humedad aplicada subsuperficialmente por el goteo. El color plateado del acolchado bicapa tuvo un efecto reflejante a la luz solar, como lo mencionan otros investigadores (**Trudel et al., 1982**).

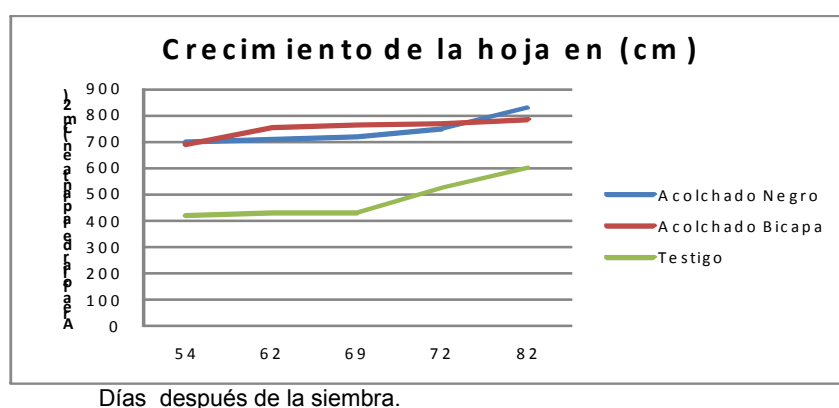


Figura 4.6. Plantas con mejores áreas foliares con acolchados plásticos y con menores áreas foliares en el testigo con riego por goteo.

Número de elotes por tratamiento

En Cuadro 4.10 se puede apreciar que los mayores resultados se encontraron en los acolchados plásticos de color negro y bicapa, con mejores características de producción, donde se cosecharon más elotes en las plantas de maíz sembradas a doble hilera en las camas con acolchados, es notable el número de elotes producido en el acolchado negro seguido por el bicapa para el maíz dulce AN-447 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. También se encontró en el ensayo de hipótesis que $F_{ct} > F_{\alpha .01}$, por lo tanto esto implica la aceptación de H_a y se deduce que las diferencias entre tratamientos son altamente significativas. Observe en el apéndice el proceso completo de los datos.

Cuadro 4.10. La producción de elotes por cada tratamiento bajo riego por goteo.

Tratamiento	Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV	Suma T	Promedio
Acolchado negro	97	119	94	81	391	98
Acolchado Bicapa	108	92	85	87	372	93
Testigo	12	12	12	12	48	12
Suma rep	217	223	191	180	811	

Cuadro 4.11. El ANVA y la prueba de significancia estadística.

FV	Gl	SC	CM	Fc	F α .05	F α .01	Inferencia
Tratam.	2	18582.1667	9291.08333	85.78584252	5.14	10.9	**
Rep.	3	422.916667	140.972222	1.301615799	4.76	9.78	NS
EE	6	649.833333	108.305556				
Total	11	19654.9167					

En la Figura 4.7 podemos observar que el acolchado plástico negro tuvo mejor rendimiento en cuanto a su producción de elotes, esto debido a que el plástico de color negro tiene características ópticas y mecánicas para foto seleccionar los rayos del sol y que ayudaron a mantener la temperatura del suelo más alta que en el testigo, también el acolchado negro conservó más la humedad y propició una mejor descomposición de la materia orgánica liberando ácidos húmicos además estimuló un mejor aprovechamiento de los fertilizante inyectados.

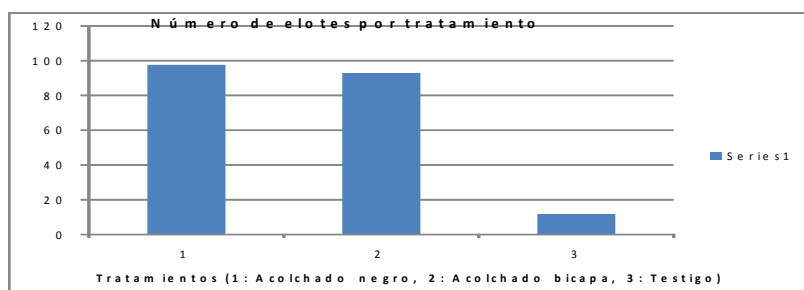


Figura 4.7. El número de elotes cosechados en cada tratamiento.

Tamaño del elote por tratamiento

En Cuadro 4.12 se observa que los elotes de mayor tamaño se obtuvieron en los acolchados, con elotes bien desarrollados y más grandes, sin embargo en el acolchado bicapa se obtuvieron elotes un poco más pequeños y el testigo se retrasó en la producción de elotes, debido a que las plantas sin acolchados no adelantaron sus fases fenológicas ni mostraron precocidad en espigado y jiloteo. Las diferencias en el tamaño del elote resultaron altamente significativas en los tratamientos (dos acolchados plásticos y un testigo) como se muestra en cuadro 4.12 del ANVA donde la prueba de significancia dio una $F_{ct} > F_{\alpha.01}$ entonces implica la aceptación de H_a y se deduce que las diferencias entre tratamientos son altamente significativa, por esta razón, H_a : Tamaño del elote si es diferente.

Cuadro 4.12. Los tamaños de los elotes(cm) para cada tratamiento con riego por goteo.

Tratamiento	Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV	Suma T	Promedio
Acolchado negro	24	23.8	23.2	21.4	92.4	23.1
Acolchado Bicapa	23.6	21.8	23	22.2	90.6	22.65
Testigo	0	0	0	0	0	0
Suma rep	47.6	45.6	46.2	43.6	183	

En Cuadro 4.13. El ANVA y la prueba de significancia estadística.

FV	Gl	SC	CM	Fc	F α .05	F α .01	Inferencia
Tratam.	2	1395.78	697.89	1233.990177	5.14325285	10.9247665	acepto H_a 1%
Rep.	3	2.75666667	0.91888889	1.62475442	4.75706266	9.77953824	rechazo H_a 1%
EE	6	3.39333333	0.56555556				
Total	11	1401.93					

Coeficiente de variación.

$$Cv = 4.931$$

En la **Figura 4.8** se puede observar que los tamaños de los elotes son similares entre los acolchados, donde las plantas de maíz “cuatearon” y fueron más eficientes en la producción, por lo tanto se presentaron elotes más grandes y bien desarrollados mientras que en el testigo no hubo producción.

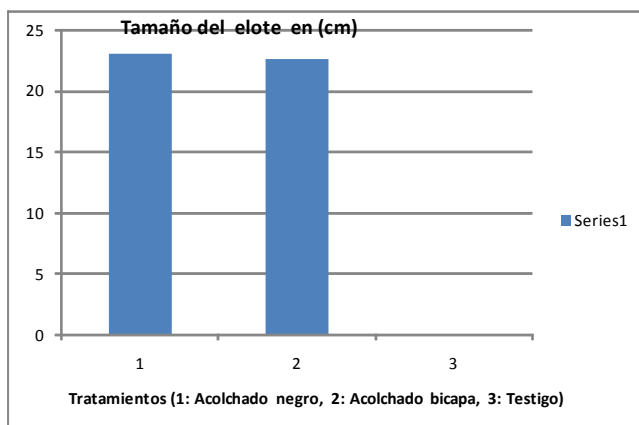


Figura 4.8. Los tamaños de los elotes en los dos tratamientos en riego por goteo

Peso del elote por tratamiento en (gr) en el primer corte.

En **Cuadro 4.14** se observa que los mejores pesos se presentaron en el acolchado de color negro, por otra parte el acolchado de color bicapa, es menos eficiente en cuanto al peso y ambos son altamente significativos comparados con el testigo. En el ensayo la hipótesis como $F_{ct} > F_{\alpha.01}$ entonces implica la aceptación de H_a y se deduce que las diferencias son altamente significativa. Por lo tanto H_a : peso del elote si es diferente.

Cuadro 4.14. El peso de los elotes para cada tratamiento con acolchados plásticos bajo riego por goteo

--

Cuadro 4.15. El ANVA y la prueba de significancia estadística.

--

Desviación estándar.

$Cv=13.983$

En la **Figura 4.9** se puede observar que el mejor tratamiento es el acolchado plástico de color negro donde se obtuvieron elotes con mayores pesos en cuanto a rendimiento y tamaño, quedando por abajo el acolchado plástico bicapa y el testigo no tuvo producción.

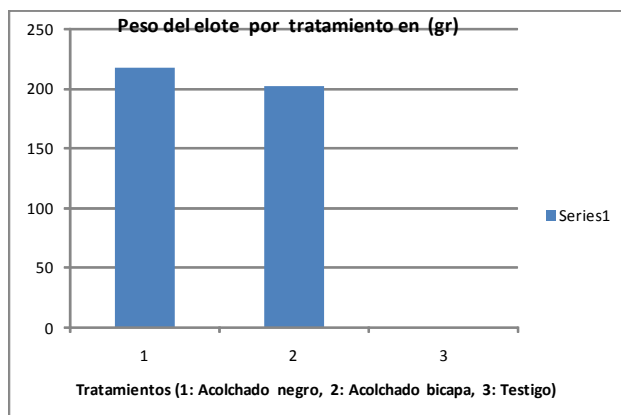


Figura 4.9. pesos de los elotes para cada tratamiento.

En el segundo corte de elotes.

En el **Cuadro 4.16** se observa que las mejores respuestas se presentaron en los acolchados plásticos, los cuales respondiendo muy bien al riego por goteo en maíz elotero y produjeron elotes con pesos muy similares entre sí. Esto nos indica que el maíz responde mejor con el plástico de color negro que en el bicapa. Y el testigo aun no tenía producción, aunque se apreciaban jilotes muy pequeños con baja polinización. Como el testigo no tuvo producción entonces el peso es cero y los tratamientos son altamente significativos. En el ANVA se probó con funciones lógicas la significancia en el ensayo de hipótesis y como se encontró que $F_{ct} > F_{\alpha.01}$ entonces fue aceptada H_a y se dedujo que las diferencias son altamente significativas por lo mismo el peso de los elotes es afectado por el acolchado plástico del suelo.

Cuadro 4.16. Los pesos (gr) de elote en segundo corte.

--

En la **Figura 4.10** se observa que las mejores respuestas se obtuvieron en los acolchados plásticos, con respuestas similares en cuanto al peso de los elotes, el testigo aun no tenía producción.

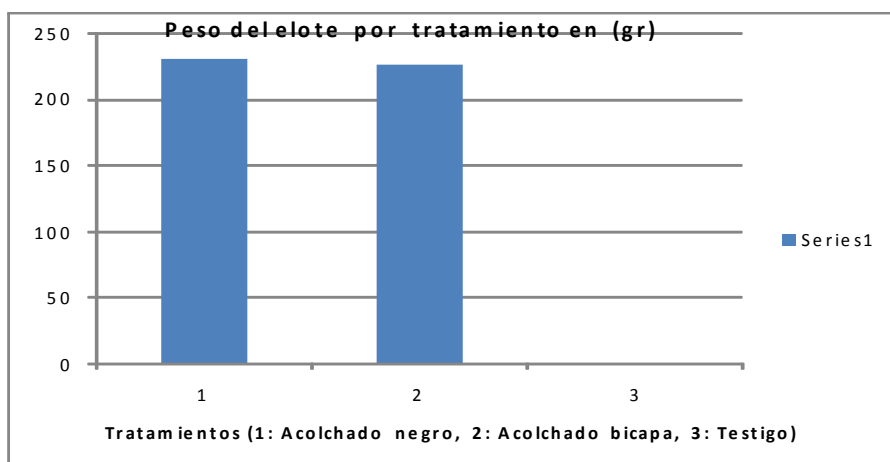


Figura 4.10. Pesos (gr) de los elotes cosechados en maíz dulce con dos tonalidades de plástico bajo riego por goteo.

El tercer corte de elotes.

En el **Cuadro 4.17** se puede observar que en el último corte el acolchado bicapa tendió ligeramente a incrementar el peso promedio 246.01- 248.325, por lo tanto el bicapa pudo competir en el último corte con el acolchado de color negro. Y en el testigo los elotes estaban muy pequeños (6 cm), y poco llenado de granos por lo tanto el testigo limitó su potencial de producción por falta de una cubierta plástica que conservara la humedad por más tiempo disponible. En el ensayo de hipótesis se demostró que $F_{ct} > F_{\alpha.01}$ entonces implica la aceptación de H_a y se deduce que las diferencias son altamente significativas. H_a : peso del elote si es diferente entre tratamientos comparando los acolchados contra el testigo.

cuadro4.17. Los resultados observados son muy similares en los tipos de acolchados bajo riego por goteo pero diferentes al testigo.

Tratamiento	Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV	Suma T	Promedio
Acolchado negro	251.72	260.82	229.04	242.46	984.04	246.01
Acolchado Bicapa	247.9	246.68	291.7	207.02	993.3	248.325
Testigo	0	0	0	0	0	0
suma rep	499.62	507.5	520.74	449.48	1977.34	

En la **Figura 4.11** se puede apreciar que los resultados estuvieron muy iguales entre los acolchados, donde los pesos de los elotes estuvieron muy parejos en cada tratamiento, pero si hay diferencia significativa sobre el testigo, donde la producción del testigo fue cero.

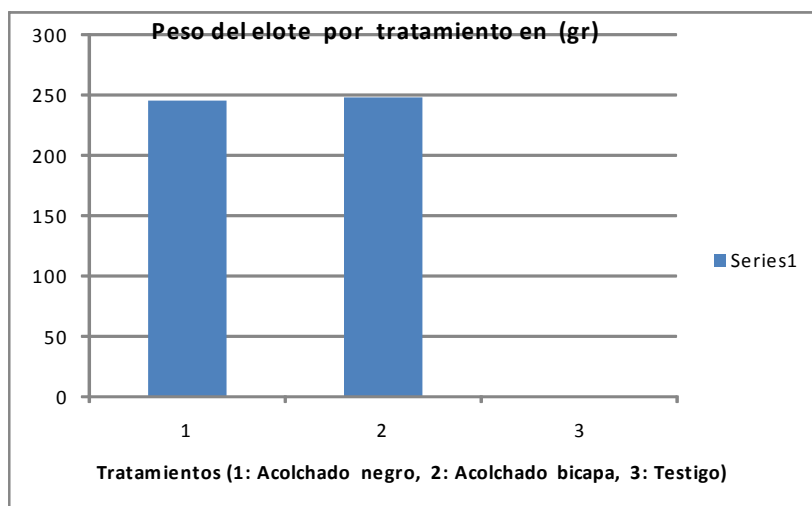


Figura 4.11. Se tiene mejores resultados de producción de elotes bajo tratamientos de acolchados plásticos.

V. RECOMENDACIONES

- ❖ Para poder sembrar las semillas de maíz, es necesario dar un riego auxilio antes de realizar la siembra, para que tengas un suelo con las condiciones ideales de humedad y las semillas puedan germinar apropiadamente.
- ❖ El cultivo se puede sembrar en el ciclo primavera- verano tardío bajo riego por goteo y acolchados plásticos para acelerar el crecimiento y acortar los días de producción. Evitando que las plantas sean afectadas, por las bajas temperaturas que se presentan a principios de Noviembre.
- ❖ En camas acolchadas es necesario hacer la siembra manual y revisar la profundidad a que debe quedar la semilla (3 a 4 cm) o mecánicamente pero con mucho cuidado para no dañar el plástico y que la sembradora, deposite la semilla regularmente espaciada a cada 25 cm sobre la hilera y a una profundidad de 3 a 4 cm
- ❖ Corregir las fugas que se pudieran presentar en los emisores de las cintas, ya que el cultivo de maíz no tolera el exceso de agua además la saturación del suelo propicia la incidencia de plagas, enfermedades y malezas. Por otra parte con el exceso de agua se lixivian los nutrientes y es más difícil que la planta pueda aprovecharlos.
- ❖ Es necesario el deshierbe constante en la perforación del acolchado para que la planta no tenga competencia de aprovechamientos de nutrientes del suelo.
- ❖ Filtrar el agua a través de un filtro de anillas y cuando las fuentes de agua sean superficiales es necesario filtrar en arena y dar limpieza periódica a los filtros, inyectar ácido al sistema para eliminar las incrustaciones de carbonato y mejorar la solubilidad de los fertilizantes añadidos en el agua de riego.
- ❖ Limpiar bien el sistema de filtrado antes de inyectar los fertilizantes para evitar problemas de taponamiento en los emisores y la caída de presiones en el sistema de riego por goteo.

VI. CONCLUSIONES

- ❖ El cultivo de maíz presentó mejores rendimientos con el manejo del agua bajo el acolchado plástico del suelo, y donde el sistema de goteo regó hileras de plantas a suelo desnudo se utilizó más agua y los resultados no fueron satisfactorios.
- ❖ El acolchado plástico de color negro tuvo mejores resultados en el cultivo de maíz bajo riego por goteo, el acolchado bicapa en comparación con el acolchado negro tuvo un efecto ligeramente menor pero ambos tratamientos superaron significativamente al testigo (suelo desnudo) en crecimiento y en producción.
- ❖ Se pudo comprobar que el color del plástico desempeña una función importante en madurez y rendimiento del maíz dulce.
- ❖ La madurez temprana (precocidad) del maíz dulce podría ser mejorada en seis días a dos semanas mediante la utilización de acolchado plástico.
- ❖ Las dos tratamientos de acolchados plásticos (bicapa y negro) dieron similares resultados en ambos se presentó mayor altura y más producción; y en el testigo una menor altura y nula producción. Se sembró a doble hilera con un espacio de 25 cm entre plantas y de 1.50 m entre hileras.
- ❖ Se deduce que las diferencias entre tratamientos son altamente significativas.

VII. Bibliografía

Berardoco, G, H. acolchado plástico departamento técnico inmex vanado S.A.
www.inplax venados .com

Garduño F.G s/f. el origen del maíz. 8° semestre grupo 46.universidad autónoma del estado de México. [Http://www.uaemex.com/culinaria/primer_numero /maíz.html](http://www.uaemex.com/culinaria/primer_numero/maiz.html)
enero del 2011

<http://www.centa.gob.sv/sidia/pdf/produccion/Acolchado%20Plastico.pdf>

Mejia. V.R. 2011 Comparación del Método de Siembra del Pepino (*Cucumis sativus* L.) con Dos Tipos de Acolchado Plástico y Riego por Goteo (tesis).UAAAN pp29-32

Rivas.J.M.A. 2010. Eficiencia de polinización, productividad y calidad de semilla, y forraje en híbrido trilineales de maíz (tesis). Campus montecillos colegio de posgraduados. Pp. 6-18 disponible en:
http://www.google.com/#q=estudio+de+inta+en+coahuila+y+sagarpa+en+maiz+bajo+riego+por+goteo&hl=es&rlz=1R2ADFA_esMX418&prmd=ivns&psj=1&ei=aeNSTa2zN8X6lweQ3sXSCg&start=10&sa=N&fp=a0c0952ba7584ec8

Rojas, P. L. y Briones S. G. 2001. Diseño y operación de sistemas de de riego. C universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Buenavista, saltillo, Coahuila. Primera edición.

Vázquez .F. R. 2007. Evaluación de la uniformidad de distribución de agua tipo pivote central en tres etapas de desarrollo del cultivo de maíz (tesis). UAAAN pp 20-32

VII. APÉNDICE

Variable observada: Diámetro del tallo por tratamiento en (cm)

Tratamiento	Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV	Suma T	Promedio
Acolchado negro	2.54	2.48	2.42	2.44	9.88	2.47
Acolchado Bicapa	2.62	2.7	2.32	2.22	9.86	2.465
Testigo	1.7	1.9	1.7	1.8	7.1	1.775
Suma rep	6.86	7.08	6.44	6.46	26.84	

El ANVA y la prueba de significancia estadística

FV	Gl	SC	CM	Fc	F α .05	F α .01	Inferencia
Tratam.	2	1.27886667	0.63943333	39.17562968	5.14325285	10.9247665	acepto Ha 1%
Rep.	3	0.09826667	0.03275556	2.006807352	4.75706266	9.77953824	rechazo Ha 1%
EE	6	0.09793333	0.01632222				
Total	11	1.47506667					

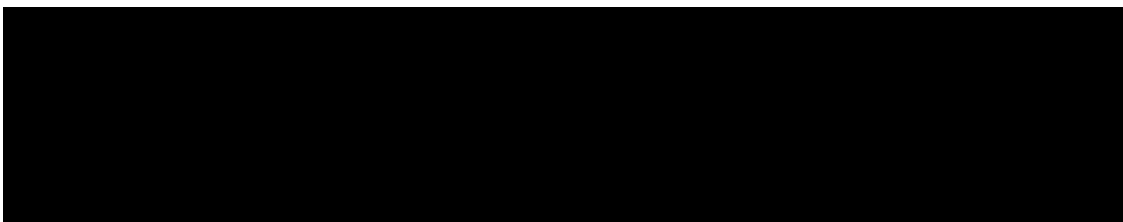
Variable observada: Número de elotes por tratamiento.

Tratamiento	Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV	Suma T	Promedio
Acolchado negro	97	119	94	81	391	97.75
Acolchado Bicapa	108	92	85	87	372	93
Testigo	12	12	12	12	48	12
Suma rep	217	223	191	180	811	

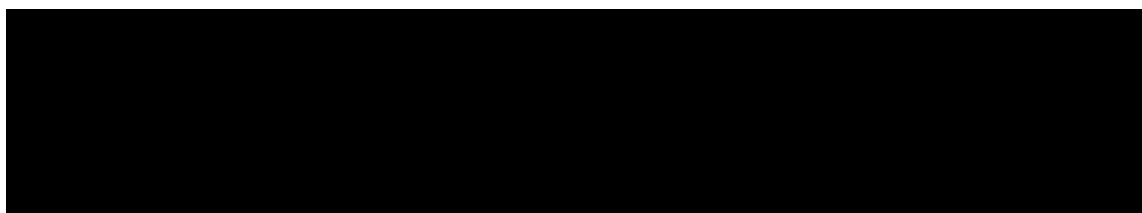
El ANVA y la prueba de significancia estadística.

FV	Gl	SC	CM	Fc	F α .05	F α .01	Inferencia
Tratam.	2	18582.1667	9291.08333	85.78584252	5.14	10.9	**
Rep.	3	422.916667	140.972222	1.301615799	4.76	9.78	NS
EE	6	649.833333	108.305556				
Total	11	19654.9167					

Variable observada: peso del elote por tratamiento en (gr) en el primer corte.



El ANVA y la prueba de significancia estadística.



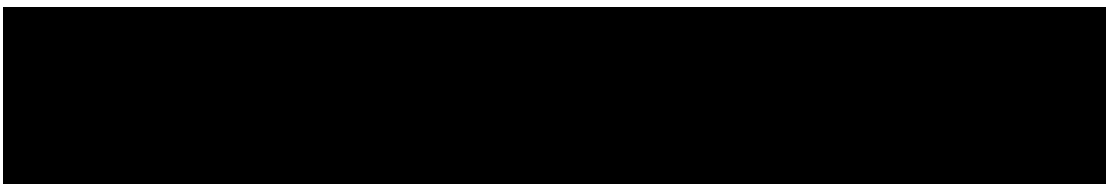
Los tamaños de los elotes para cada tratamiento con riego por goteo.

Tratamiento	Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV	Suma T	Promedio
Acolchado negro	24	23.8	23.2	21.4	92.4	23.1
Acolchado Bicapa	23.6	21.8	23	22.2	90.6	22.65
Testigo	0	0	0	0	0	0
Suma rep	47.6	45.6	46.2	43.6	183	

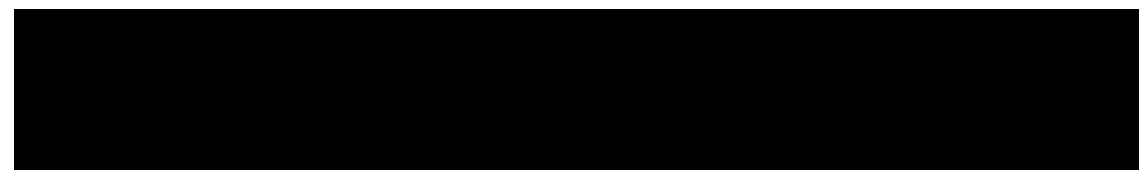
El ANVA y la prueba de significancia estadística.

FV	Gl	SC	CM	Fc	F α .05	F α .01	Inferencia
Tratam.	2	1395.78	697.89	1233.990177	5.14325285	10.9247665	acepto Ha 1%
Rep.	3	2.75666667	0.91888889	1.62475442	4.75706266	9.77953824	rechazo Ha 1%
EE	6	3.39333333	0.56555556				
Total	11	1401.93					

Variable Observada: peso del elote por tratamiento en (gr) en el segundo corte.



El ANVA y la prueba de significancia estadística.



Desviación estándar.

Cv= 9.23725096

Variable Observada: peso del elote por tratamiento en (gr) en el tercer corte.

Tratamiento	Rep I	Rep II	Rep III	Rep IV	Suma T	Promedio
Acolchado negro	251.72	260.82	229.04	242.46	984.04	246.01
Acolchado Bicapa	247.9	246.68	291.7	207.02	993.3	248.325
Testigo	0	0	0	0	0	0
suma rep	499.62	507.5	520.74	449.48	1977.34	

El ANVA y la prueba de significancia estadística

FV	Gl	SC	CM	Fc	F α .05	F α .01	Inferencia
Tratam.	2	162922.113	81461.0566	154.0510299	5.14325285	10.9247665	acepto Ha 1%
Rep.	3	970.147833	323.382611	0.611548958	4.75706266	9.77953824	rechazo Ha 1%
EE	6	3172.75607	528.792678				
Total	11	167065.017					