

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



**ACOLCHADO PLÁSTICO Y APLICACIÓN DE UN COMPLEJO
HORMONAL EN EL CULTIVO DE CHILE HABANERO BAJO
INVERNADERO**

T E S I S
COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

PRESENTA

LUIS OMAR ALDAMA LEÓN

DIRECTOR
DR. FIDEL NÚÑEZ RAMÍREZ

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

ABRIL DEL 2015

**ACOLCHADO PLÁSTICO Y APLICACIÓN DE UN COMPLEJO HORMONAL EN
EL CULTIVO DE CHILE HABANERO BAJO INVERNADERO**

TESIS

Sometida a la consideración del programa de Ingeniero Agrónomo

del

Instituto de Ciencias Agrícolas

Por

Luis Omar Aldama León

Mexicali Baja, California

Abril del 2015

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCIÓN DEL COMITÉ TUTORIAL,
APROBADA Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ TUTORIAL:

DIRECTOR _____

DR. FIDEL NÚÑEZ RAMÍREZ

ASESOR _____

DR. LUIS FERNANDO ESCOBOZA GARCÍA

ASESOR _____

M.C. CARLOS CECEÑA DURÁN

ASESOR _____

M.C. MARIA CRISITNA RUIZ ALVARADO

AGRADECIMIENTOS:

Este presente trabajo agradezco a mis padres y familiares por me brindaron su apoyo tanto moral como económico para seguir estudiando y lograr el objetivo que me propuse para tener un mejor futuro y que sea un orgullo para ellos y mi familia que tanto me apoyaron.

Le agradezco especialmente a mis padres que nunca dejaron de creer en mí y siempre pusieron lo mejor de ellos para que yo siguiera estudiando hasta concluir mi carrera profesional; Se lo que han sacrificado para que yo pudiera terminar mi carrera profesional y prepararme para tener un mejor futuro en mi vida por todo lo que sacrificaron les doy la gracias y ahora que eh concluido mi carrera profesional todos sus esfuerzos se ven reflejados en este trabajo, Mi triunfo es su triunfo y su felicidad es mi felicidad, por todo muchas gracias.

Le agradezco a mi asesor de tesis Dr. Fidel Núñez Ramírez que puso su esfuerzo y dedicación en mi trabajo ayudándome a concluirlo; Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como ingeniero y en la terminación de este trabajo que junto con mi asesor fue posible realizar.

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón. Sin importar en donde estén si alguna vez llegan a leer esta dedicatoria quiero darles las gracias por formar parte de mi vida, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

DEDICATORIA:

A mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo

Dedico esta tesis a todos mis amigos quienes fueron una ayuda emocional durante el tiempo en que escribía esta tesis.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme y que depositaron su esperanza y confianza en mí.

A mis sinodales quienes estudiaron mi tesis y la aprobaron.

A todos los que me ayudaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

ÍNDICE

CONTENIDO	Página
INDICE DE CUADROS	XI
INDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XIV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo particular	4
2.1.1 Objetivos específicos	4
III. PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS	5
3.1 Hipótesis nula	5
3.2 Hipótesis alterna	5
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	6
4.1 Cultivo de chile en México.	6
4.1.1 Tipos de chile	6
4.1.2 Chile habanero	7
4.2 Botánica del chile habanero	9
4.3 Mercado del chile habanero	9
4.4 Producción de chile habanero a cielo abierto	11
4.5 Producción de chile habanero en invernadero	12
4.6 Definición de plasticultura	13
4.6.1 Ventajas de la plasticultura	13
4.6.2 Tipos de plasticultura	15
4.7 Plasticultura y plagas	16

4.8 Fisiología de los cultivo bajo acolchado plástico	16
4.9 Temperatura de los suelos con acolchado plástico	18
4.10 La aplicación de hormonas en cultivos hortícolas	19
V. MATERIALES Y MÉTODOS	20
5.1 Ubicación del estudio y condiciones ambientales	20
5.2 Siembra de semilla	20
5.3 Trasplante y topología del cultivo	20
5.4 Logística del experimento	21
5.5 Fertilización y riegos	22
5.6 Control de plagas	23
5.7 Control de malezas	24
5.8 Registro de temperaturas	24
5.8 Monitoreo del crecimiento de la planta	25
5.9 Determinación del rendimiento	25
5.10 Análisis estadístico	25
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	26
6.1 Evolución del agua de riego aplicada al cultivo de chile habanero	26
6.2 Temperatura del suelo	27
6.3 Temperatura de la planta	28
6.4 Crecimiento del cultivo.	28
6.5 Rendimiento	29
6.5.1 Dosis hormonales	29
6.5.2 Hormonas versus acolchado plástico	32

VII. CONCLUSIONES	36
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Lista de tratamientos evaluados en el rendimiento de chile habanero bajo invernadero.	21
Cuadro 2. Composición elemental del complejo hormonal SELECTO XL [†] aplicado al cultivo de chile habanero bajo invernadero.	22
Cuadro 3. Muestra el programa de riego y fertilización el cultivo de chile habanero bajo invernadero.	23

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Muestra la distribución del experimento realizado en este trabajo con sus diferentes tratamientos evaluados (parcelas subrayadas son las utilizadas en este estudio).....	21
Figura 2. Acumulación del agua de riego aplicada al cultivo de chile habanero.....	26
Figura 3. Evolución de la temperatura del suelo en el cultivo de chile habanero en respuesta al acolchado plástico.	27
Figura 4. Temperatura del follaje del cultivo de chile habanero por el efecto del acolchado plástico.....	28
Figura 5. Dinámica de crecimiento del cultivo de chile habanero.....	29
Figura 6. Respuesta en rendimiento en primer corte a dosis hormonales en el cultivo de chile habanero en invernadero.....	30
Figura 7. Respuesta en rendimiento en segundo corte a dosis hormonales en el cultivo de chile habanero en invernadero.....	31
Figura 8. Respuesta en rendimiento total a dosis hormonales en el cultivo de chile habanero en invernadero.....	32
Figura 9. Respuesta en rendimiento al acolchado plástico en el primer corte en el cultivo de cultivo de chile habanero en invernadero	33
Figura 10. Respuesta en rendimiento al acolchado plástico en el segundo corte en el cultivo de cultivo de chile habanero en invernadero	34

Figura 11. Respuesta en rendimiento total al acolchado plástico en el cultivo de cultivo de chile habanero en invernadero.....	35
---	----

RESUMEN

El experimento se estableció en Invernadero ubicado en terrenos del Campo Agrícola Experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas, en el Ejido Nuevo León. En ésta región agrícola prevalece clima desértico cálido, extremoso en demasía y régimen de lluvias en invierno (BW [h'] hs [x'] [e']; INIFAP, 1985). La fecha de siembra fue el 21 de marzo del 2013 y el experimento se terminó a mediados del mes de junio. Los tratamientos en este experimento fueron la utilización de acolchado plástico y la aplicación de tres dosis de hormonas aplicadas semanalmente (0, 2 y 4 mL por litro de agua de un complejo hormonal). Los resultados arrojados por el experimento mostraron una diferencia significativa al comparar la primer cosecha de fruta en los diferentes tratamientos. El rendimiento del cultivo de chile habanero respondió favorablemente a la aplicación de hormonas ($P < 0.05$), encontrando que al aplicar hormonas en las dosis de 2 y 4 mL por litro de agua, se obtuvieron rendimientos de 60.8 y 70.3 g planta en comparación del testigo sin aplicación el cual solo alcanzó los 31.5 g planta. De la misma manera, al comparar los rendimientos del primer corte del tratamiento con acolchado plástico con el testigo sin aplicar, se obtuvieron valores de 67.1 g planta y 31.5 g planta respectivamente. Durante el segundo corte, los rendimientos no resultaron afectados negativamente ($P > 0.05$) por la aplicación de hormonas. Lo anterior significaría que aplicar hormonas induce a la planta a producir más frutos cosechables al primer corte pero no de manera prolongada de tal forma que sostenga sus niveles de producción en el tiempo. Por otro lado, la producción de chile habanero bajo acolchado plástico sostuvo su diferencia significativa en

producción al comparar los rendimientos del segundo corte en comparación con el testigo sin acolchar (1.2 testigo *versus* 3.1 g planta en acolchado). En conclusión es importante la aplicación de hormonas durante el desarrollo del cultivo para obtener altos rendimientos en el primer corte de fruta, sin embargo el utilizar acolchado plástico en este cultivo permite obtener los mismos rendimientos en el primer corte y sostenerlos durante el segundo corte en comparación con el testigo sin acolchado plástico.

I. INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum* ssp) se conoce desde hace aproximadamente 7500 años a.C. cuando inicio la civilización humana en el hemisferio oeste (Macneish, 1954). Los pueblos prehistóricos y nativos de Mesoamérica y América del sur domesticaron el chile entre los 5200 y 4300 a.C. lo que sitúa a este cultivo entre los más sembrados más antiguamente en América (Heiser, 1976).

A partir de la domesticación de *Capsicum* emergieron las 5 especies domesticas: *C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens* (IBPGR, 1983).

En México se evidencia la importancia de estas culturas en la domesticación del chile por la gran variabilidad de formas cultivadas que se originaron y utilizan en el país y que, gracias a la diversidad de ambientes agroecológicos y de culturas precolombianas, ofrecen una amplia gama de formas, colores, aromas, sabores y tamaños que constituyen una valiosa contribución de México a la gastronomía mundial (CONABIO, 1996)

Desde comienzos de la civilización la especie humana de todas las regiones y culturales han buscado determinados alimentos, hierbas, especies y condimentos naturales que poseen propiedades curativas y preventivas frente a las adversidades que tenían.

La introducción del chile cultivado se les atribuye a los españoles cuando llegaron al sureste de estados unidos a fines del siglo XVI. Actualmente Arizona, Nuevo México, Texas y California se han convertido en importantes productores y

consumidores de este fruto debido a la gran concentración de población hispanoamericana en la zona (Trujillo, 2001).

Actualmente, una de las especies de mayor importancia comercial es el chile habanero (*Capsicum chinense*). El “habanero” es ampliamente conocido en México sobre todo en la Península de Yucatán donde se encuentra un gran número de plantaciones, los productos se pueden encontrar en mercados locales en fresco, en salsas y polvos. Este cultivo posee un potencial enorme por sus propiedades únicas, como la capsaicina, razón por la cual industrias como la farmacéutica, de cosméticos y de alimentación se encuentran interesados en dichos productos.

El chile habanero es uno de los principales cultivos hortícolas en el suroeste de México, debido a su valor cultural, gastronómicos, y económicos, así como su alto potencial para exportación e industrialización (Soria-Fregoso et al., 1996; Tun-Dzul, 2001).

En Yucatán, el estado de México con la mayor producción de chile habanero, la superficie sembrada con este cultivo ha aumentado progresivamente durante la última década (SIAP, 2011). Sin embargo, los rendimientos de chile habanero permanecen bajos y se debe principalmente al efecto negativo de insectos, plaga y patógenos. Las principales plagas de los chiles en tierras bajas tropicales de México son la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), el picudo del chile (*Anthonomus eugenii*), minador de hojas del género (*Liriomyza*) y también alguna especie de acaros (*Tetranychus sp.*) (Soria-Fregoso et al., 1996; Tun-Dzul, 2001).

La plaga de mayor importancia económica del cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense*) es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (Soria et al., 2003). Ocasiona pérdidas de producción que pueden alcanzar hasta el 90 % (Ruiz y Medina, 2001). Además de causar daños directos por su alimentación, dicha especie actúa como vector de virus (Bielza et al., 2000).

Para atender esta problemática, se considera necesaria la búsqueda de alternativas de control, con menos riesgos para el ambiente, la salud humana y de mayor eficacia contra los insectos-plaga. Tal es el caso de sustancias derivadas del metabolismo secundario de las plantas (Hernández-Lauzardo et al., 2007; Salvadores et al., 2007).

En las últimas tres décadas, los extractos de plantas han sido usados contra diversas especies de insectos fitófagos (Clemente et al., 2003), porque no afectan el ambiente y son menos dañinos con los enemigos naturales de insectos plaga (Lannacone y Lamas, 2003). Se ha encontrado que los insectos no crean resistencia a los extractos de plantas debido a que son una mezcla de metabolitos secundarios (Valladares et al., 2003).

Por otro lado la inclusión de estructuras para la protección de cultivos como los invernaderos y acolchados plásticos se ha logrado obtener producciones e incrementar los rendimientos y que no podrían ser al producir este cultivo en condiciones a cielo abierto (Garruña-Hernández R, et al, 2012)

Así mismo, la inclusión de programas de aplicación de reguladores de crecimiento podría acortar las fechas a cosecha y modificar favorablemente los rendimientos (Georgia, et al, 2010).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo particular

Identificar el efecto que tiene la aplicación de complejo hormonal y el acolchado plástico en el cultivo de chile habanero.

2.1.1 Objetivos específicos

2.1.1.1 Evaluar la respuesta a aplicación del complejo hormonal en el cultivo de chile habanero

2.1.1.2 Evaluar la respuesta al acolchado plástico en el cultivo de chile habanero

III. PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS

3.1 Hipótesis nula

La aplicación de hormonas y el acolchado plástico no tiene ningún efecto en el rendimiento de chile habanero bajo condiciones de invernadero.

3.2 Hipótesis alterna

La aplicación de hormonas y el acolchado plástico tiene efectos en el rendimiento de chile habanero bajo condiciones de invernadero.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Cultivo de chile en México.

En México, el cultivo de los chiles junto con la calabaza, el frijol y el maíz constituye un sistema de producción que ha sido la base de alimentación en Mesoamérica (CONAPROCH, 2007).

El origen del chile (*Capsicum ssp*) se señala entre Perú y Bolivia y se domestico por primera vez en México. El género *Capsicum* fue domesticado desde hace 7 000 años y sus especies han llegado a ser las más consumidas a nivel mundial. (Ochoa, 2005).

El nombre viene del náhuatl, chilli y se aplica a numerosas variedades y formas de la planta herbácea o sub-arbustiva anual *Capsicum annum*, de la familia de las solanáceas, aunque algunas corresponden a la especie arbustivo perenne *C. frutescens*. Esta especie agrupa la gran mayoría de los tipos cultivados en México, entre los que destacan: ancho, serrano, jalapeño, morrón, mirasol, pasilla y mulato.

4.1.1 Tipos de chile

México es el país del mundo con la mayor variedad genética de *Capsicum*, pero curiosamente no es el productor más importante. La baja producción se debe principalmente, a que casi todas las regiones productoras de chile obtienen muy bajos rendimientos. Existen más de 40 variedades (SAGARPA, 2010).

El consumo de chiles por persona es mayor al consumo de arroz y papa. El chile verde sigue siendo junto con el maíz y el frijol una importante fuente de alimentación para la población. En 2001 se registró un consumo de 8.7 kg *per*

capita que representa un incremento del 17.6 % de 1980 a la fecha (CONAPROCH, 2007).

Se le encuentra en la dieta diaria de los mexicanos e diversas formas ya sea verde, seco, polvo, encurtidos, salsa, ensalada, moles, chiles rellenos, entre otros (Rodríguez del Bosque et al., 2004).

En la última década la superficie sembrada de chiles registró una tasa de crecimiento media anual de -0.6%, sin embargo, el rendimiento aumentó: la producción mantuvo un ritmo de crecimiento de 1.5%. El comportamiento es resultado de la incorporación de cada vez más avanzados sistemas de producción y de la proliferación de invernaderos y otros esquemas de agricultura protegida. (SAGARPA, 2010).

En México, CONAPROCH (2007) reportó que existen más de cuarenta tipos o variedades de chile, destaca en el mundo por poseer la mayor variabilidad genética de *Capsicum annum*, que ha dado origen a un gran número de variedades o tipos de chile, entre los que sobre salen el jalapeño, serrano, chile árbol, ancho, pasilla, guajillo, aunque todos se siembran en el sur de país, los tres primeros se cultivan con mayor proporción.

El chile (*Capsicum ssp*) es un aditivo popular en muchas partes del mundo, por su olor, sabor y aroma. Así se tiene en nuestro país así como en Veracruz, representa una tradición de identidad cultural. (Herrera-Rodríguez, 2005).

4.1.2 Chile habanero

El chile habanero (*Capsicum chinense*) es originario de Suramérica, aunque también es ampliamente conocido en el sureste mexicano, especialmente en

Yucatán, que es el principal productor en México, y ha formado parte de la reconocida gastronomía del estado.

La producción de chile habanero en nuestro país se ubica en Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Tabasco, Chiapas, Veracruz, Zacatecas, Coahuila, Aguascalientes, Jalisco y Michoacán. Los rendimientos son muy variables, y destacan Jalisco y Campeche, con 50 y 30 toneladas por hectárea (t/ha), respectivamente, sin embargo, en Yucatán los rendimientos no rebasan las 10 t/ha.

En su estudio el Sistema Agroindustrial Chile Habanero en Yucatán, explica que el chile habanero es uno de los de mayor pungencia o picor (registra de 200 mil a 500 mil unidades Scoville) por su alto contenido de capsaicina, por lo que es muy apreciado en el mundo, lo cual se demuestra con su creciente demanda en Estados Unidos, Japón, China, Tailandia, Inglaterra, Canadá, Cuba y Panamá. Los únicos países exportadores son Belice y México. (Perea, 2007)

El chile habanero (*Capsicum chinense*) no es solo comestible y por ello también es un buen agro-negocio (Caamal-Maldonado et al., 2000), si no que en virtud de la capsaicina que contiene también puede emplearse en la elaboración de cosméticos, pomadas “calientes”, recubrimientos de sistemas de riegos o eléctricos para protección de roedores.

El chile habanero es uno de los de mayor pungencia o picor por su alto contenido de capsaicina (200,000 a 500,000 “Scoville” por lo que es muy apreciado en el mundo.

4.2 Botánica del chile habanero

La planta del pimiento es herbácea y se considera de ciclo anual, aunque puede rebrotar y volver a producir en su segundo año si se le hace una poda de rejuvenecimiento antes de que finalice su desarrollo vegetativo (Serrano, 1996).

Su aspecto es lampiño de tallos erguidos y de crecimiento limitado, con altura y forma de desarrollo muy variables en función del cultivar y de las condiciones de cultivo. Las hojas enteras o bien con un largo peciolo o bien casi sésiles, tienen una forma entre lanceolada y ovada, con el borde entero muy ligeramente situado en la base.

Las flores suelen nacer solitarias en cada nudo, con el pedúnculo torcido hacia abajo en la antesis. El fruto es una baya hueca, con la superficie lisa y brillante, de color y forma muy variables y característicos del cultivar.

En el interior de la baya discurren 2 o 4 tabiques incompletos a lo largo de la pared del fruto, uniéndose solo en la base sobre la placenta. En esta región es donde se encuentran insertadas las semillas, aplastadas, normalmente de 4-5 mm de diámetro, de color blanco amarillento (Nuez et al., 1996).

4.3 Mercado del chile habanero

Diversas asociaciones de productores de chile habanero informan que es poca la producción de la hortaliza para atender la demanda nacional e internacional y especialmente en la demanda de productos industrializado de esa materia prima.

Las industrias procesadoras del chile habanero en el Estado de Yucatán tienen problemas para obtener la materia prima para trabajar y comercializar, no

alcanza el producto para tan fuerte demanda y por ello la exigencia es incrementar las hectáreas de cultivo y de cosechas.

Ante la demanda del producto industrializado en el mercado internacional habrá necesidad de aumentar el cultivo para los industriales del ramo en tres mil toneladas, ello sería aproximadamente en el 2012, mientras ahora se requiere al igual que en 2011 unas dos mil toneladas.

En Estados Unidos, Europa, Sudamérica, Centroamérica y Asia, no solo demandan la hortaliza en forma natural sino también industrializado en salsas y otros derivados, hay que recordar que si Yucatán se duerme entonces Quintana Roo y Campeche van a ganar terreno y no lo podemos permitir (Patiño-Valera, 2010)

4.3.1 Precio del chile habanero en el mercado

El chile habanero que se produce en la entidad de Baja California ha comenzado a sufrir una serie de disminuciones en cuanto a los precios por kilogramo, esto, derivado del exceso de picante que se está generando en la temporada.

El chile proveniente de otros estados, como Yucatán y Campeche, ha ocasionado una caída de por lo menos cinco pesos en el kilogramo. Esto representa grandes pérdidas para los productores del picante quienes tienen que lidiar con los intermediarios, los cuales le bajan aún más el precio a su producción.

A inicios de año, el precio del kilogramo de chile habanero se ubicó en aproximadamente 35 pesos. No obstante, conforme fueron pasando los días y

comenzando la temporada de cosecha a finales de febrero, el precio del kilogramo de chile repuntó y se colocó en 45 pesos el kilogramo, mismo que se mantuvo durante aproximadamente dos meses, ya que hace unos días se cotizó a 30 pesos el kilogramo del picante.

De acuerdo con Emilio Alamilla Mix, productor de chile habanero del invernadero social de Chun-Huas, el precio del picante disminuyó debido a que la cosecha de los productores de los estados del sureste ya ha comenzado y se encuentra en todo su apogeo. Por ello el mercado de picantes ha tenido una gran oferta ocasionando que el precio del chile habanero se reduzca en aproximadamente 10 pesos. (SIPSE, 2013)

4.4 Producción de chile habanero a cielo abierto

México sobresale en la generación de variedades de chile en el mundo, alrededor del 90% de chile que se consume a nivel mundial es de origen mexicano. Otros países productores son China, Indonesia, Turquía, España, Estados Unidos y Nigeria. No hay un elemento que por sí solo garantice el éxito de la producción del cultivo de chile. Es la conjunción de factores de diversa índole, así como el aprovechamiento de los mismos, lo que convierte a México en una potencia.

Las principales variedades de chile que se cultivan en el país son el jalapeño, serrano, poblano, morrón y habanero. Las condiciones del suelo del estado junto con las costumbres y la gastronomía típica permiten que Yucatán sea uno de los principales estados productores de chile habanero.

Este producto, altamente apreciado como ingrediente en la comida mexicana, y por su sabor en gastronomía internacional, obtuvo su denominación de origen “Chile Habanero de la Península de Yucatán”, el 04 de junio del 2010 (SAGARPA, 2012)

En 2011, en el estado se registró una producción de poco más de 3,400 toneladas de fruta de chile habanero. El 80% de la producción de chile habanero se comercializa como fruto fresco y el 20% restante se dirige a la elaboración de salsas, pastas y deshidratados. Se exporta principalmente a Estados Unidos, Japón, Corea del Sur, Italia y Alemania. Otras variedades de chile que se producen en el estado son el verde, seco, el x'catic y el pimientito (SAGARPA 2012).

4.5 Producción de chile habanero en invernadero

El chile habanero es uno de los más producidos por su rentabilidad, competencia y demanda en el mercado. En México, actualmente son varios los estados que actualmente que están produciendo chile habanero: Yucatán, Campeche, Quintana roo, Tabasco, Jalisco, Veracruz, Baja California sur, San Luis potosí, chihuahua, Sonora, Michoacán, Nayarit, Sinaloa y Colima. De estos, Yucatán es el primer productor de chile habanero.

La cantidad de producción bajo condiciones de invernadero es de 90 a 100 toneladas al año por ha. Y el chile se vende entre 18 y 20 pesos por kilo lo cual lo hace un cultivo muy rentable, su periodo aproximadamente a cielo abierto de 85 días mientras que en invernadero es de 130 días.

La superficie sembrada para el 2009 fue de 423 ha con 5,431 toneladas producidas en ese año cuyo valor paso los 90 millones de pesos. El precio del productor en ese mismo año fue de 16,870 pesos por tonelada aunque en Quintana Roo alcanzó el precio más alto pagado por el productor 22,834 pesos por tonelada. (INTAGRI, 2010)

4.6 Definición de plasticultura

La plasticultura es una joven rama de la agricultura que estudia el uso de los plásticos en diferentes aplicaciones agrícolas. Gracias a la utilización de plásticos, muchas tierras que carecían de potencial agrícola se han convertido hoy en productivas explotaciones. La agricultura tradicional ha dado un giro importante, pasando de ser un sector marginal, a situarse como la principal fuente económica de numerosas poblaciones y comarcas tradicionalmente desfavorecidas. Además, la riqueza generada por la agricultura intensiva ha empujado al desarrollo de industrias auxiliares como las fabricantes de semillas, fertilizantes y, de forma esencial, las de plásticos y sus derivados (Hernández-Rebollos, 2001)

4.6.1 Ventajas de la plasticultura

Entre las principales ventajas de la plasticultura, se enumeran las siguientes:

1.- 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 cosecha precóz 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 nutrimentos.

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.- 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.

8.- 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.

9.- 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.

10.- Incremento en concentraciones de CO_2 ; El acolchado no permite el paso del CO_2 por lo tanto, el CO_2 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.

4.6.2 Tipos de plasticultura

Es muy variado el tipo de acolchado en el mercado actual, a continuación se describen algunos de los tipos de acolchados:

1.- Acolchado reflectivo: Este posee color aluminio en la parte superior reduciendo el ataque de áfidos que transmiten virus. Además, eficientiza la difusión de la luz provocando que las porciones inferiores de las hojas también realicen la fotosíntesis.

2.- Acolchados color blanco: Este color tiene poco efecto en la temperatura del. Además, eficientiza la difusión de la luz provocando que las porciones inferiores de las hojas también realicen la fotosíntesis.

3.- Acolchado IRT (Transmisor de infrarrojos): Transmite solo los rayos infrarrojos para el incremento de la temperatura en el suelo, pero no la luz visible

que es la que utilizan las plantas para realizar la fotosíntesis. Por lo tanto, no hay desarrollo de malezas, pero eleva la temperatura del suelo.

4.- Acolchado con cara inferior negra: Utilizado para el control de malezas.

5.- Combinación de colores: Normalmente la cara inferior es color negro para el control de malezas y la cara superior puede ser de color gris, blanco, aluminio, etc. Para acumular calor, control de insectos, captación de luz, etc. (Martínez, 2006).

4.7 Plasticultura y plagas

Entre los mayores problemas asociados a la producción de chiles, destaca la presencia de plagas. Generalmente se trata de insectos que atacan las hojas o los frutos de las plantas de chile, causando reducción en los rendimientos económicos. Una forma de minimizar la presencia de plagas es utilizando acolchados plásticos de colores brillantes (Mochiah et al., 2012).

En el invierno y primavera, negro, y en el verano y el otoño, blanco, en negro se utiliza una película de polietileno (mulch). Cobertura orgánica, sobre todo varios de color cubiertas de mantillo, crean un microambiente específico para el plantas. Los cambios en el microambiente, en comparación con el suelo desnudo, incluir cambios en la temperatura de la zona raíz y en la cantidad y calidad de la luz reflejada desde la superficie mulch de vuelta a las hojas (Decoteau et al., 1989).

4.8 Fisiología de los cultivo bajo acolchado plástico

Los acolchados con polietileno son ampliamente utilizados en la producción de hortalizas. Los cambios en el microambiente de la planta y del suelo provocados por el uso de acolchados permiten lograr un crecimiento y desarrollo

del cultivo más acelerado y por consecuencia tener mayores ventajas que aquellos manejados en forma tradicional (Decoteau et al., 1988).

Los beneficios reportados para los cultivos desarrollados con acolchado plástico incluyen: adelanto en las cosechas, incremento en los rendimientos y mayor calidad de la producción, entre otros (Bellha, 1988; Wien, 1997). Estas respuestas han sido atribuidas a un incremento de la temperatura del suelo, un uso más eficiente y uniforme del agua y de los fertilizantes y menor competencia de malezas (Munguía et al., 2000; Kasperbauer, 2000).

Tradicionalmente, los plásticos para acolchado que se han utilizado son de color negro, transparente, blanco y metalizado. La decisión en la elección del color del plástico se ha basado en los efectos de éstos sobre la temperatura del suelo y el control de malezas. Así, el negro y transparente se utilizan para calentar más el suelo en períodos tempranos y regiones más frías; el blanco y metalizado se usan más en período de verano y regiones más cálidas para evitar un sobrecalentamiento del suelo, mientras que el negro y metalizado o blanco coextruido son seleccionados también para controlar el desarrollo de malezas (Lamont, 1993; Kasperbauer, 1999; Quezada et al., 2003).

Actualmente se utilizan diferentes tipos de plástico para el acolchado de suelo, variando en cuanto a espesor y color (negro, gris, blanco, rojo, azul, verde, marrón, metalizado, transparente, café, entre otros), los cuales, además de tener los efectos benéficos básicos de un acolchado, también modifican la cantidad y longitud de onda de la radiación reflejada, ajustando el crecimiento y desarrollo de las plantas (Kasperbauer, 1999).

Las plantas son sensibles a la cantidad, calidad y dirección de la luz, la cual es utilizada como una señal para optimizar su crecimiento y desarrollo en un ambiente determinado. Además de jugar un papel muy importante en la fotosíntesis, la luz está involucrada en la regulación natural de cómo y donde los productos fotosintéticos son usados dentro del desarrollo de la planta y en las respuestas fotomorfogénicas, fotoperiódicas y fototrópicas.

4.9 Temperatura de los suelos con acolchado plástico

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, lo que evita o disminuye el riesgo de heladas por bajas temperaturas del aire. Durante la noche, el filme detiene, en cierto grado, el paso de las radiaciones de onda larga (calor) del suelo a la atmósfera.

El calentamiento del suelo se explica por el efecto invernadero ejercido por el polietileno en la pequeña capa de aire que se encuentra entre éste y el suelo. La magnitud de dicho efecto varía según la transmisividad del polietileno a la radiación solar, que generalmente es alta y su impermeabilidad a la radiación térmica emitida desde el suelo, que normalmente es baja, pero que puede ser modificada de acuerdo al espesor del polietileno, a la presencia en la cara inferior de una película de pequeñas gotas de agua por efecto de la condensación o al uso en el material del filme de aditivos que le confieran propiedades térmicas. (Adentuji, 1993).

4.10 La aplicación de hormonas en cultivos hortícolas

Las auxinas son fitohormonas de regulador de crecimiento vegetal, esencialmente provocan la elongación de células. Se sintetizan en las regiones meristemáticas del ápice de los tallos (las zonas meristemáticas de la planta se encuentran en el tallo, el ápice de la planta se refiere a la punta de la misma, es decir, la punta del tallo) y se desplazan desde ahí hacia otras zonas de la planta (Geldner, 2001)

Las citoquininas constituyen en un grupo de fitohormonas vegetales, que promueven la división y la diferenciación celular. Son hormonas fundamentales en el proceso de organogénesis (la organogénesis son cambios que permiten que las capáz embrionarias se transformen en los diferentes órganos que conforman un organismo) en las plantas y en la regulación de diversos procesos fisiológicos como fotosíntesis, regulación del crecimiento y senescencia (Mok y Mok, 2001).

La giberelina es una fitohormona producida en la zona apical, frutos y semillas. Sus principales funciones son la interrupción del período de latencia de las semillas, haciéndolas germinar, la inducción del desarrollo de yemas y frutos y la regulación del crecimiento longitudinal del tallo como así también la elongación de órganos axiales: pecíolos, pedúnculos, etc. Su acción se considera opuesta a la de otra hormona vegetal (Srivastava, 2002).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del estudio y condiciones ambientales

El experimento se estableció en Invernadero ubicado en terrenos del Campo Agrícola Experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas, en el Ejido Nuevo León, B. C., coordenadas 32° 24' latitud norte y 115° 11' longitud oeste. En ésta región agrícola prevalece clima desértico cálido, extremoso en demasía y régimen de lluvias en invierno (BW [h'] hs [x'] [e']; INIFAP, 1985), con temperaturas de 50 °C durante el verano y en invierno hasta de -7 °C, con una temperatura media anual de 22.3 °C y una precipitación media anual de 58 mm, mientras que la altitud varía de -2 hasta los 43 *msnm* con una topografía por lo general plana. Previo a la siembra se realizó un análisis físico-químico del suelo y químico del agua.

5.2 Siembra de semilla

Las semillas de chile habanero (*Capsicum chinenses*) variedad Magnum se sembraron en charolas de poliestireno de 12x24 (288 plántulas) el 11 de diciembre del 2012.

5.3 Trasplante y topología del cultivo

El trasplante se realizó el 21 de marzo de 2013 (100 días después de la siembra). Antes del trasplante se aplicó un riego de 1 hora al campo experimental para realizar dicha actividad. El trasplante se realizó en camas separadas a 1.5 entre hileras y a separación entre plántulas de 0.30 m de distancia, hasta dar una densidad de plantación de 3.2 plantas m². Este estudio formó parte de una investigación mayor en la cual se estudiaron los efectos de acolchados plásticos sobre el rendimiento del cultivo de chile. De ese estudio se separaron algunas

parcelas sin acolchar y se les estudió la aplicación de reguladores de crecimiento. La Figura 1 muestra la distribución de parcelas en el experimento así como las utilizadas en esta tesis.

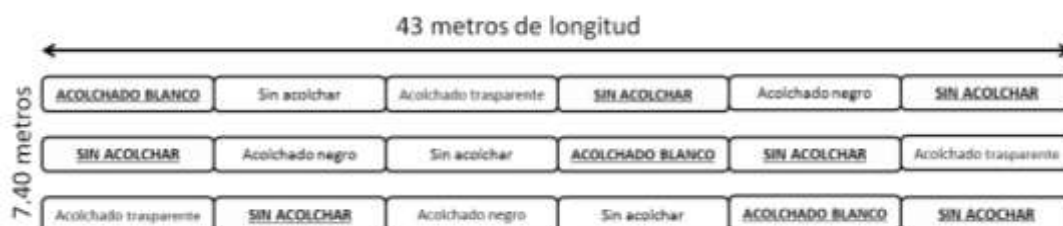


Figura 1. Muestra la distribución del experimento realizado en este trabajo con sus diferentes tratamientos evaluados (parcelas subrayadas son las utilizadas en este estudio).

5.4 Logística del experimento

Los tratamientos evaluados en este estudio se presentan en el Cuadro 1. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar.

Cuadro 1. Lista de tratamientos evaluados en el rendimiento de chile habanero bajo invernadero.

Tratamiento	Dosis hormonal
Acolchado plástico blanco	-
Suelo desnudo	-
Suelo desnudo, aplicación de hormonas	2 mL por litro de agua
Suelo desnudo, aplicación de hormonas	4 mL por litro de agua

Se calculó la media y la desviación estándar de cada tratamiento. Las aplicaciones del complejo hormonal se realizaron semanalmente en el tratamiento de suelo desnudo.

El complejo hormonal que se utilizó fue el producto *SELECTO XL* el cual contiene auxinas, citoquininas y giberelinas, este producto actúa como bioregulador para el amarre y llenado del fruto, que proviene de extractos concentrados de cascarilla agrícola ECCA Carboxy, como un adecuado balance hormonal y nutricional que indica la proporción de fruta cosechable y el valor económico de esta por el tamaño del fruto.

Cuadro 2. Composición elemental del complejo hormonal *SELECTO XL*[†] aplicado al cultivo de chile habanero bajo invernadero.

Elemento	mg L ⁻¹
Citoquinina	2,000
Giberelina	30
Auxina	30
Carbono orgánico oxidable total	10%
N	0.5%
P ₂ O ₅	1.0%
K ₂ O	3.0%
Fe	0.5%
Zn	1.0%
Mg	0.3%
Mn	0.5%
Acidos carboxy (5%) expresado como carbono orgánico oxidable	4.5 %

[†]: Datos obtenidos de la etiqueta del producto: http://www.tacsa.com.mx/DEAQ/src/productos/1949_28.htm

5.5 Fertilización y riegos

Las fuentes de fertilizante fueron Urea (46-00-00) nitrato de potasio (13-00-46) sulfato de magnesio, Nitrato de calcio (15-00-00-26), en el Cuadro 3 se

observa las aplicaciones de cada fertilizante semanalmente, donde se observa que la primera aplicación de fertilizante fue la segunda semana, en el Cuadro 3 está indicado como días después de sembrado (DDT) pero las aplicaciones fueron semanales.

Cuadro 3. Muestra el programa de riego y fertilización el cultivo de chile habanero bajo invernadero.

DDT	Kg fertilizante por hectárea			
	UREA	KNO ₃	MgSO ₄	CaNO ₃
14	0.0	0.1	0.3	0.0
21	0.7	8.9	2.8	15.5
28	1.0	10.6	3.9	17.9
35	1.8	19.4	6.4	32.9
42	2.1	21.0	7.2	35.0
49	2.5	28.3	9.0	48.3
56	3.0	30.2	10.1	50.6
63	3.3	37.4	11.6	63.8
70	11.3	108.8	63.2	180.5
77	7.3	92.0	49.5	159.3
84	16.6	165.3	101.1	276.1
91	43.1	146.3	169.6	160.0
98	22.0	191.2	191.3	311.0

Para el caso del riego por goteo se inició estableciendo un criterio basado en tensiómetros insertados a 30 cm en el lomo del surco, además de utilizar parámetros de clima y etapa fenológica del cultivo. En general, el riego se inició con el tensiómetro registró lecturas de 30 kPa.

5.6 Control de plagas

El control de plagas para cualquier cultivo es muy importante como también las enfermedades, en el experimento el control de plagas se realizó día a día. Se aplicó el insecticida Tamarón, con una concentración de 1.5 L ha⁻¹ como

preventivo a la pulga saltona (*Epitrix cucumeris*) y gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*).

5.7 Control de malezas

Las malezas es otro punto muy importante a manejar en los cultivos ya que si no se controla en su tiempo puede causar pérdidas, cualquier planta va a competir por agua, nutrientes, luz, etc. quitándole los nutrientes a la planta que se desarrollará.

Se realizó el control de las siguientes malezas:

- a) Lengua de vaca (*Rumex crispus*)
- b) Malva negra (*Malva sylvestris*)
- c) Lechiguilla (*Agave lechuguilla*)
- d) Zacate jhonson (*Sorghum halepense*)

El control de las malezas fue un control manual, cuando las malezas surgían dentro del campo experimental se eliminaban. Es importante mencionar que las malezas fueron un problema desde febrero, es decir, desde que se inició el experimento lo cual era un problema semanal y eran constantes, por lo cual, se tenían un control semanal.

5.8 Registro de temperaturas

Se registró la temperatura del suelo y de plantas cultivadas bajo el tratamiento de acolchado plástico blanco y suelo desnudo con el fin de hacer una comparación entre ambos; se tomaron 5 repeticiones de cada medición de temperatura.

5.8 Monitoreo del crecimiento de la planta

La determinación del crecimiento de la planta de chile habanero se realizó de forma semanal en plantas de los tratamientos acolchados y sin acolchar (tratamiento hormonas 2 mL). Se midió la altura y el ancho de cubierta del follaje, en diez plantas de cada parcela.

5.9 Determinación del rendimiento

El rendimiento se obtuvo al llegar fruto a madurez fisiológica y de color verde. Se realizaron dos cortes durante el experimento y los resultados se expresaron como gramos por planta.

5.10 Análisis estadístico

La comparación entre tratamientos en donde se aplicó el compuesto hormonal, se utilizó análisis de varianza y prueba de Tukey ($P < 0.05$). Mientras que el análisis entre tratamientos acolchado plástico versus suelo desnudo se realizó con la prueba estadística T-Student.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Evolución del agua de riego aplicada al cultivo de chile habanero

En la Figura 2, se muestra la evolución de la aplicación de la lámina de riego aplicada al cultivo de chile bajo riego por goteo, durante el tiempo que duró el experimento. En ella se aprecian tres etapas de demanda del cultivo, la primera fue desde el primer día después del trasplante (DDT) y hasta los 40 DDT, la segunda etapa comprendió desde los 40 a los 65 DDT y la tercera etapa desde los 65 a los 90 DDT. En total se aplicó una lámina de 325 mm. En la Figura 2 se observó cómo fue la demanda del cultivo en agua en todo el experimento donde se observó que en la segunda etapa es cuando más exigió agua, dadas las condiciones climáticas.

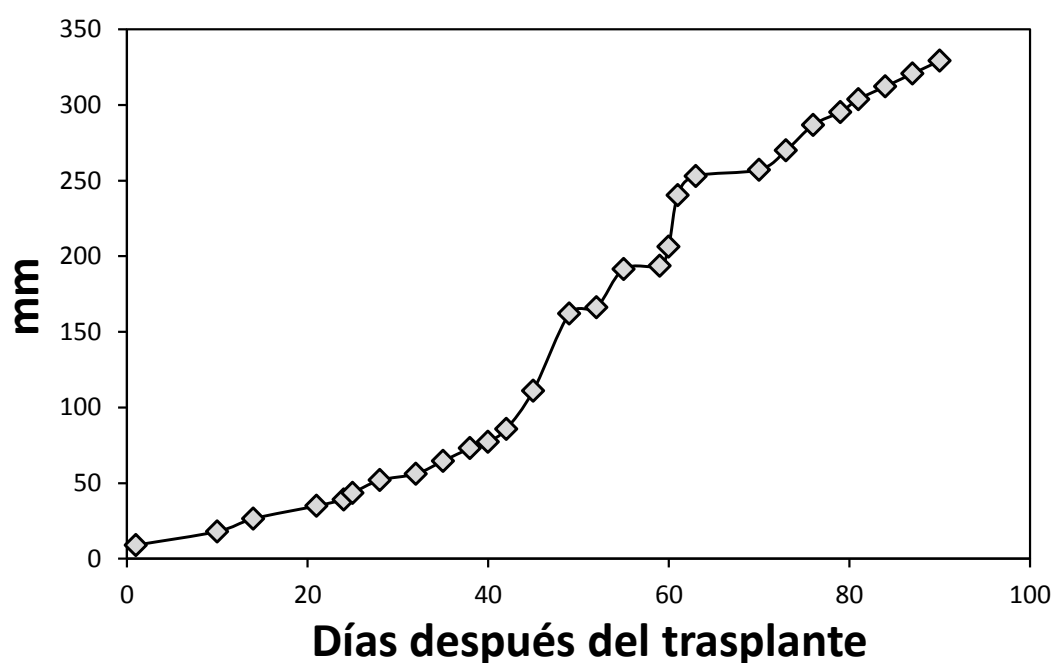


Figura 2. Acumulación del agua de riego aplicada al cultivo de chile habanero.

6.2 Temperatura del suelo

En la Figura 3 se puede observar cómo se dieron las temperaturas (grados centígrados) en el experimento en acolchado plástico y suelo desnudo. En ella se observa que acolchado plástico tuvo temperaturas entre los 22-32 grados centígrados aproximadamente, siendo constantes las temperaturas a lo largo del experimento, mientras que en el suelo desnudo se observa como hubo un gran rango de escala, es decir, que bajó y subió su temperatura de manera radical; oscilando entre 17-33 grados centígrados aproximadamente. Se aprecia también que a los 45, 65 y 72 DDT, el suelo acolchado resultó obtener valores estadísticamente superiores de temperatura a los valores del suelo desnudo ($P<0.05$).

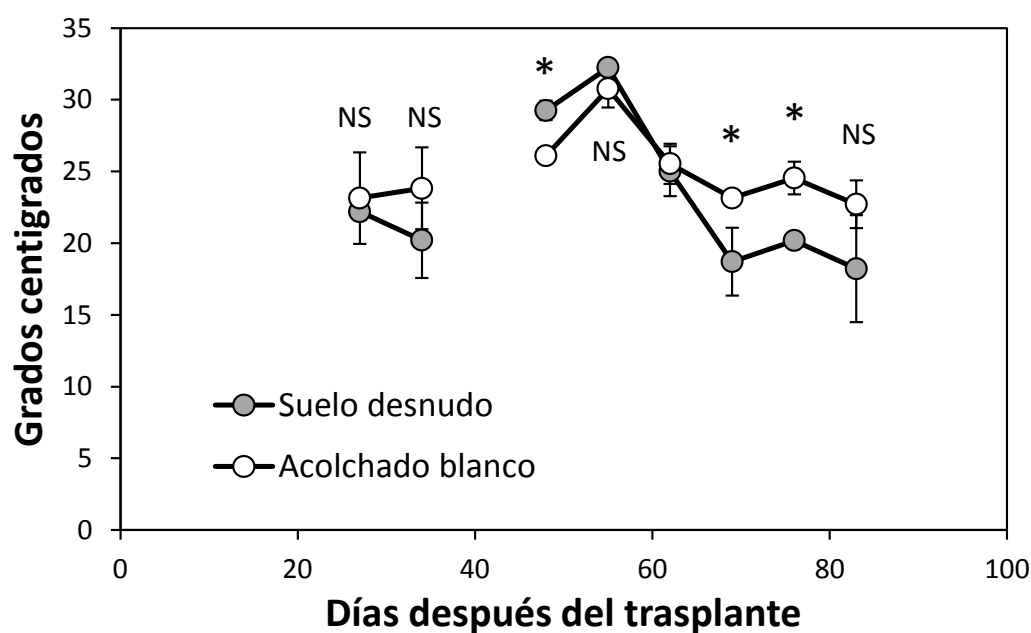


Figura 3. Evolución de la temperatura del suelo en el cultivo de chile habanero en respuesta al acolchado plástico.

6.3 Temperatura de la planta

En la Figura 4 se muestra como la temperatura de la planta en la primera fecha de medición (12 de marzo) no existió diferencia significativa entre los tratamientos acolchado plástico y sin acolchar ($P>0.05$). Las temperaturas de ambos oscilan entre 17-18 grados centígrados. Lo mismo sucedió al tomar la temperatura en la segunda fecha (19 de marzo) ya que tampoco se registró diferencia significativa ($P>0.05$) entre tratamientos y las temperaturas del follaje se mantuvieron entre los 23-24 grados centígrados en el tratamiento acolchado y entre 21-22 grados en el testigo sin acolchar.

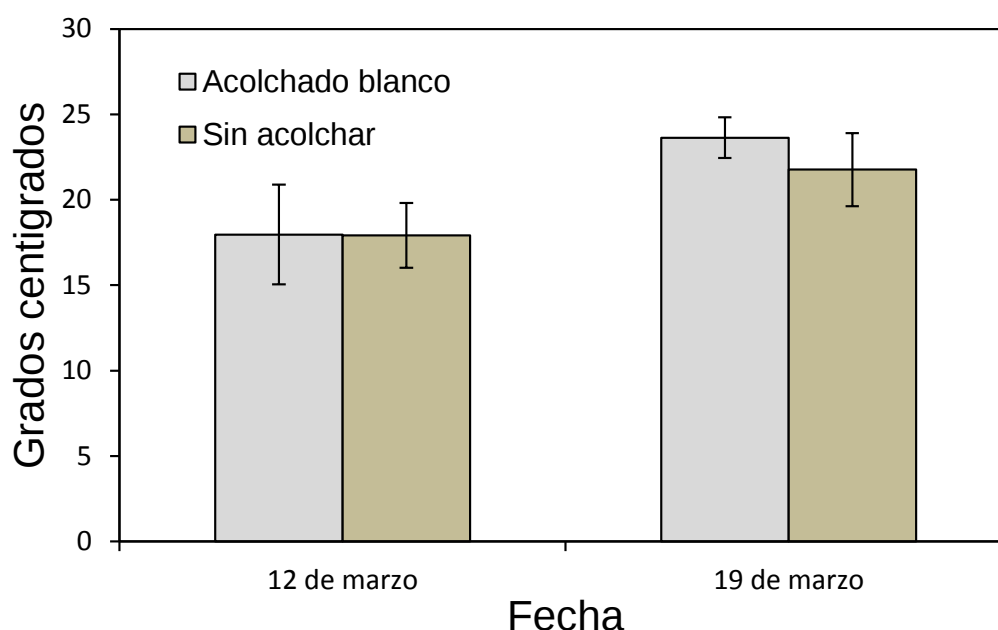


Figura 4. Temperatura del follaje del cultivo de chile habanero por el efecto del acolchado plástico.

6.4 Crecimiento del cultivo.

En la figura 5 se muestra como se desarrolló la planta en cm, en relación con los DDT, donde se observa como la planta de chile habanero sin acolchar tuvo un crecimiento mayor en comparación al acolchado plástico, ya que se observó como

la planta sin acolchar alcanzó una altura de 65 cm (aproximadamente) mientras que con acolchado tubo 50 cm (aproximadamente). Esto posiblemente se debió a que el complejo hormonal promovió un mayor desarrollo de la planta al favorecer la elongación y división celular del tejido, lo que finalmente no favoreció fue al rendimiento del cultivo.

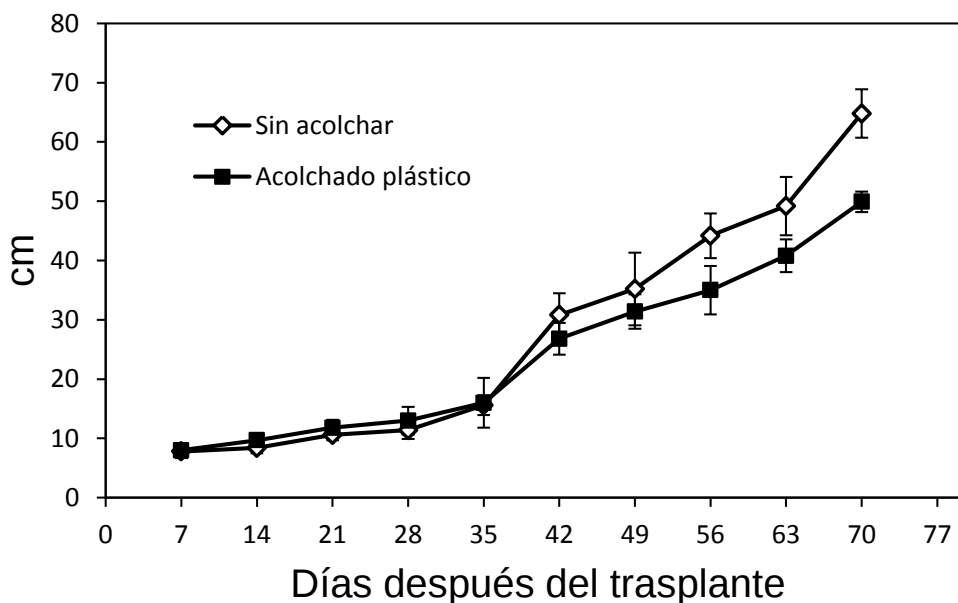


Figura 5. Dinámica de crecimiento del cultivo de chile habanero.

6.5 Rendimiento

6.5.1 Dosis hormonales

En la Figura 6 se muestra el rendimiento de la planta expresada en gramos por planta, en respuesta a la aplicación de hormonas en sus diferentes dosis. En ella se aprecia que el tratamiento con la dosis de 2 ml/L tuvo una diferencia significativa ($P < 0.05$), al superar en el doble de rendimiento en comparación al tratamiento sin aplicar hormonas, es decir, hubo un aumento del 100%. La aplicación de hormonas con una concentración de 2ml/L tuvo un rendimiento de

60 g por planta, mientras que el no aplicar hormonas se encontró un resultado de 30 g por planta ($P < 0.05$). Respecto al tratamiento con concentración de 4 ml/L existió una diferencia significativa ($P < 0.05$) en comparación con el tratamiento con concentración de 2 ml/L. Los valores estuvieron con una diferencia de 10 g por planta, es decir, mientras en la aplicación de 2 ml/L se tiene rendimiento de 60 g por planta en 4 ml/L tuvo 70 g por planta, siendo este el mejor tratamiento en comparación a no aplicar hormonas. En la Figura 6 muestra como la concentración de 4 ml/L es mejor con un aumento de 130 % ($P < 0.05$).

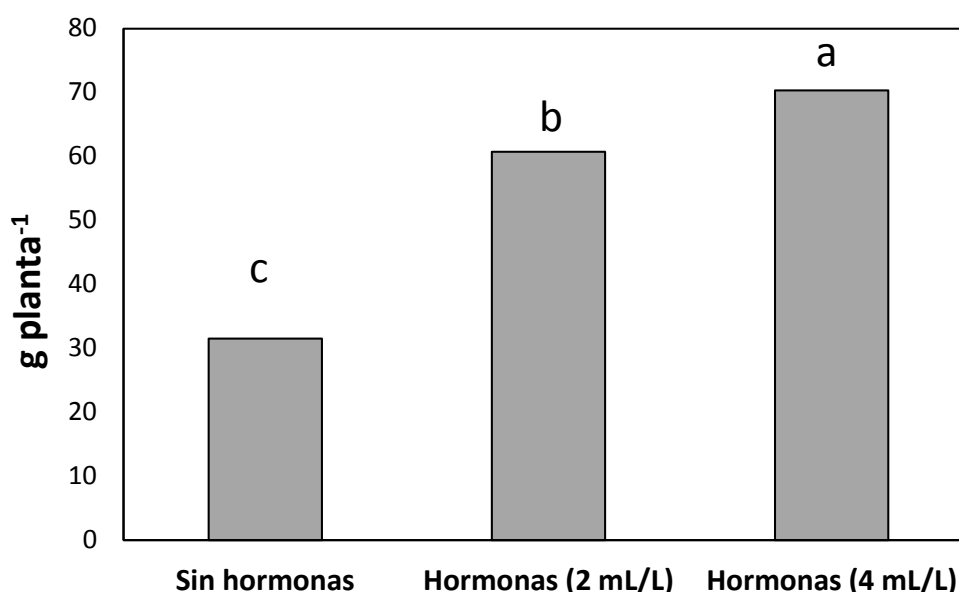


Figura 6. Respuesta en rendimiento en primer corte a dosis hormonales en el cultivo de chile habanero en invernadero.

En la Figura 7 se muestra el rendimiento al segundo corte que tuvo la planta en relación a la dosis hormonal aplicada. En ella se aprecia que en los tratamientos sin aplicar (a) y la aplicación de hormonas con una concentración de 2 y 4 ml/L, no hubo una diferencia significativa ($P > 0.05$). Lo anterior podría explicar el efecto de los bioreguladores de crecimiento en las plantas al concentrar

una mayor producción de fruta en un solo corte y no a sostenerla durante largos períodos.

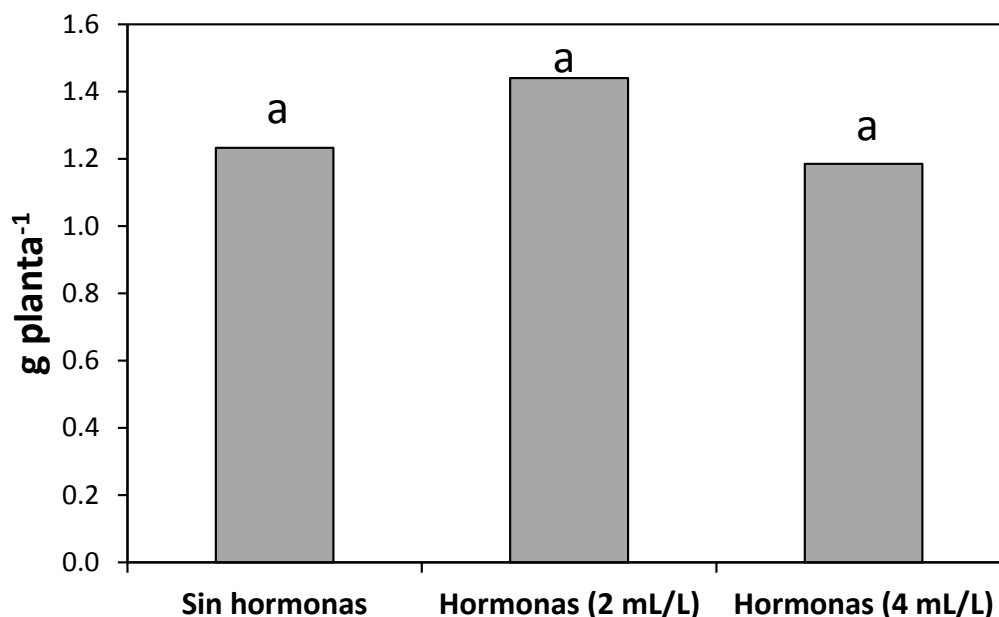


Figura 7. Respuesta en rendimiento en segundo corte a dosis hormonales en el cultivo de chile habanero en invernadero.

La Figura 8 se muestra como la aplicación de hormonas en el cultivo de chile habanero ayuda notablemente al rendimiento total del mismo, la diferencia de ambos en comparación al testigo es mucha por lo cual es muy recomendable la aplicación hormonas en el cultivo de chile habanero (*Chinense capsicum*) ya que se puede tener un aumento hasta del 130 % aplicando hormonas ($P < 0.05$). Como se muestra en la Figura 8 el mejor tratamiento es de 4 ml/L el cual puede alcanzar una cosecha de hasta 70 g por planta ($P < 0.05$) y sin la aplicación de hormonas en el cultivo se tiene una cosecha de 30 g, por lo tanto, la aplicación de hormonas en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense*) es muy recomendable.

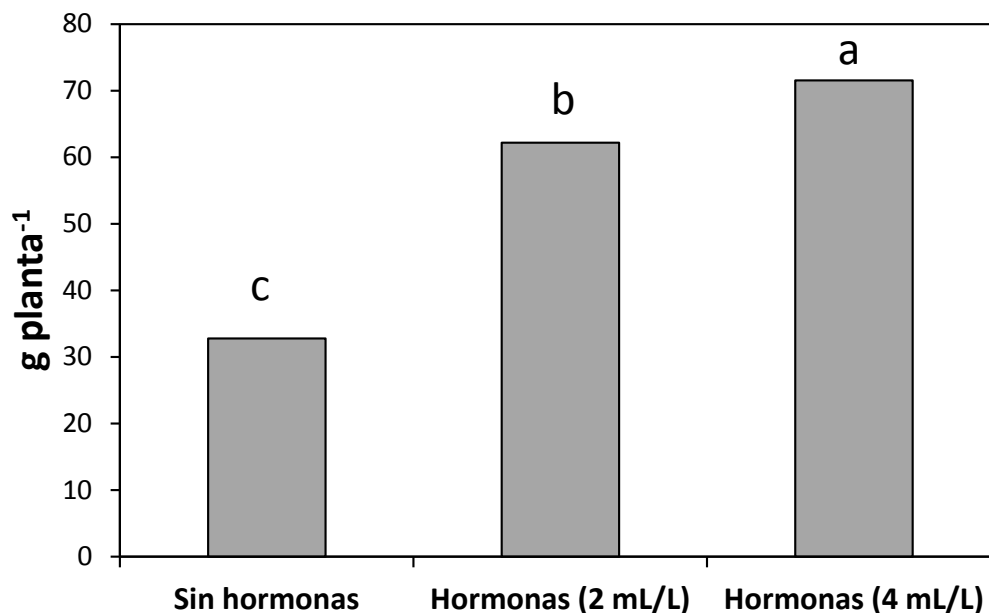


Figura 8. Respuesta en rendimiento total a dosis hormonales en el cultivo de chile habanero en invernadero.

6.5.2 Hormonas versus acolchado plástico

El acolchado plástico es una práctica agrícola con la que se busca tener mejores resultados al momento del rendimiento en el cultivo. En este experimento se dividió el campo experimental, de tal forma que el experimento tendría la mitad de sus divisiones con acolchado plástico y la otra mitad fuera suelo desnudo, como se puede observar en la Figura 1.

En la Figura 9 muestra como existe una diferencia significativa ($P < 0.05$) con el acolchado plástico ya que este tiene numerosas ventajas en relación con el suelo desnudo. En la Figura 9 se observa estadísticamente si hay una diferencia, en el suelo desnudo o sin acolchar tenemos una cosecha por planta de poco mayor de 30 g, mientras que el suelo con acolchado plástico se tiene una cosecha por planta de 70 g; esto muestra una gran ventaja al momento de la cosecha ya

que prácticamente estas cosechando un poco más de lo doble hablando de porcentajes es de un 130% ($P < 0.05$). Todo esto es en el primer corte que se le hizo al cultivo teniendo estos resultados que al principio de este experimento ya hay una diferencia significativa.

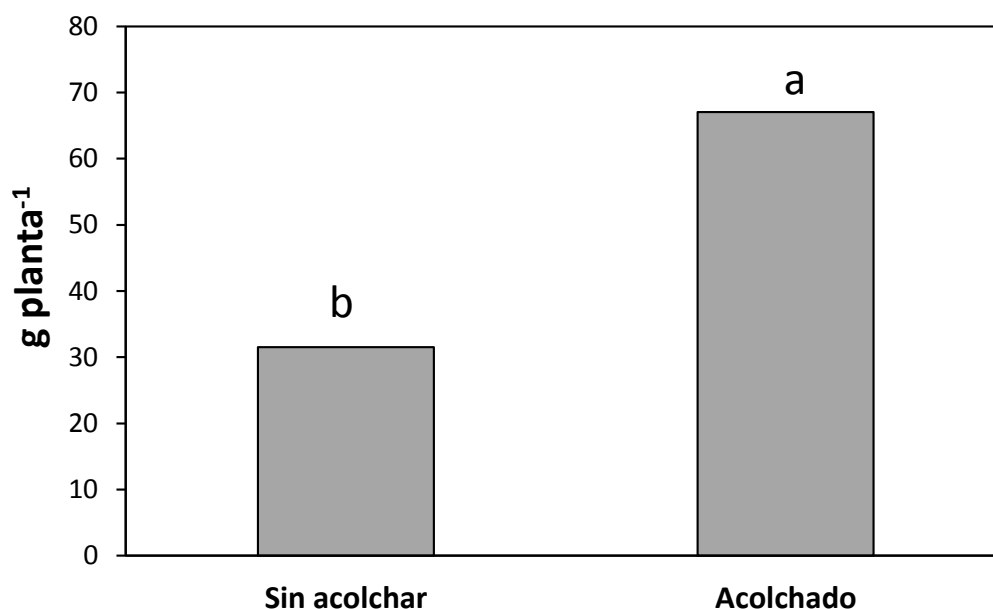


Figura 9. Respuesta en rendimiento al acolchado plástico en el primer corte en el cultivo de cultivo de chile habanero en invernadero

En la Figura 10 se puede observar el segundo corte que se le hizo al cultivo y que sigue mostrando la misma tendencia que se tubo al primer corte. Sin duda el acolchado plástico muestra una gran ventaja al momento de la cosecha, sin mencionar las ventajas que este tiene en el manejo del cultivo en general, humedad, control de plagas, etc. En la Figura 10 se muestra que al utilizar en el cultivo acolchado plástico, se obtendrá un rendimiento hasta de 3 g por planta

mientras que sin acolchar o suelo desnudo se tendrá apenas un 1 g de fruta por planta cosechada.

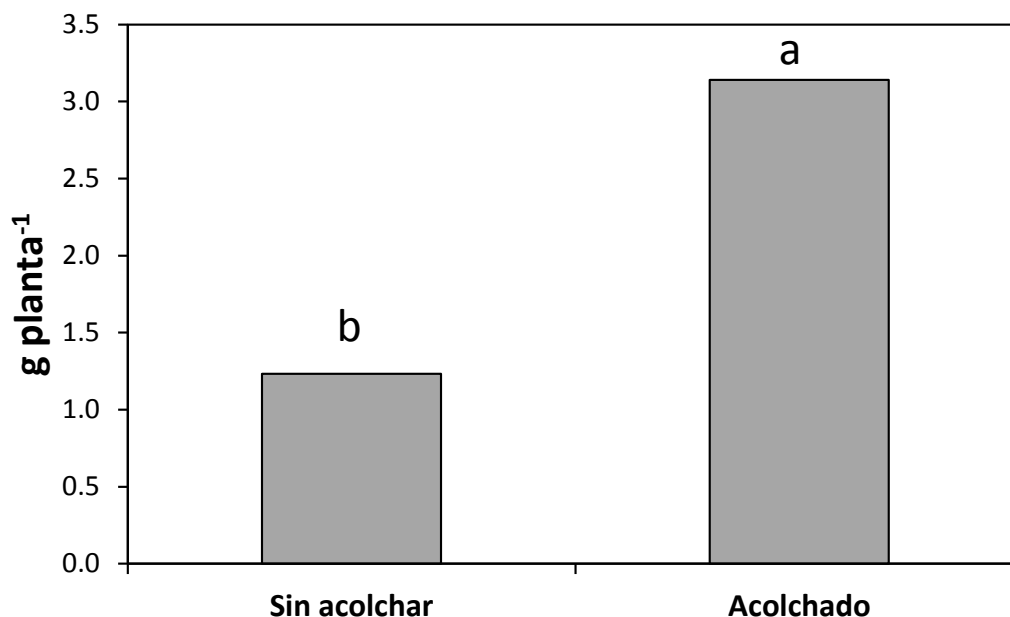


Figura 10. Respuesta en rendimiento al acolchado plástico en el segundo corte en el cultivo de cultivo de chile habanero en invernadero

En la Figura 11 muestra el rendimiento total del cultivo durante todo el experimento, cabe mencionar que no se muestra toneladas por hectárea si no g de planta cosechada; aquí se muestra como este cultivo sin acolchado plástico o suelo desnudo se tiene una cosecha alrededor de 30 g por planta, mientras que en el acolchado plástico se tiene una cosecha de 70 g por planta. Esto muestra una diferencia muy significativa dentro del cultivo con una diferencia de 40 g, hablando de porcentajes sería aproximadamente un 130% ($P < 0.05$).

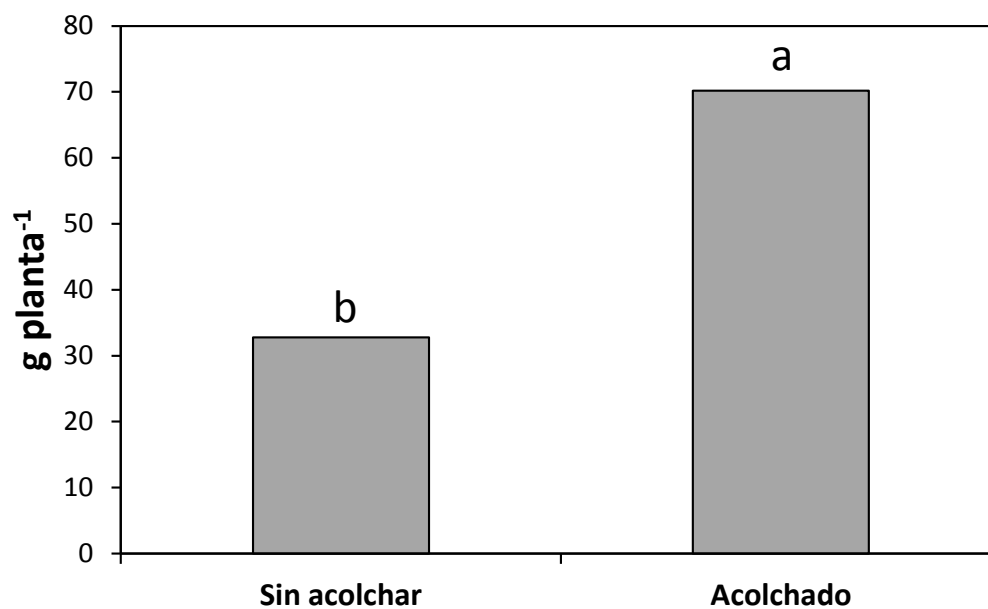


Figura 11. Respuesta en rendimiento total al acolchado plástico en el cultivo de cultivo de chile habanero en invernadero

VII. CONCLUSIONES

1. La aplicación de hormonas ayuda de gran parte al cultivo, ya que que la aplicación hormonal aumenta la producción un 100 % en comparación sin la aplicación de estas hormonas ($P<0.05$).

2. La aplicación hormonal con una concentración de 4 ml/L es el mejor tratamiento sin aplicar, ya que en este experimento se obtuvo un aumento de producción en un 130% ($P<0.05$).

3. Al igual que la aplicación hormonal el acolchado plástico puede dar un aumento en la producción de un 130% ($P<0.05$).

4. El acolchado plástico ayuda a obtener un mejor manejo de temperatura en el cultivo, de una forma constante y no de forma pronunciada.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adentuji, I. 1993. Effect of mulches and irrigation on growth and yield of lettuce in semi-arid region Horticultural Abstracts 63: 1147.
- Bellha, H. S. 1988. Tomato response to trickle irrigation and black polyethylene mulch. J. Am. Soc. Hort. Sci. 113: 543-546.
- Bielza, P.; Conesa, E.; Lacasa, A.; Contreras, J. 2000. Modificación del método de las placas adhesivas amarillas para bioensayos de insecticidas en Bemisia tabaci (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). Boletín de sanidad vegetal 26: 731-738.
- Caamal-Maldonado, J.A., Jimenez-Osornio, J.J., Torres-Barragan, A., Anaya, A.L. (2001) The use of allelopathic legume cover crops and mulch species for weed control in cropping systems. Agron. J. 93:27–36.
- Clemente, S.; Mareggiani, G. Broussalis, A. Martino, V. y Ferraro, G. 2003. Insecticidal effects of Lamia-ceae species against stored products insects. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 29: 1–8.
- CONABIO. 1996 Biodiversitas. El chile, año 2 num. 8 pp 8-14. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctors.html. (Consultado Febrero del 2015)
- CONAPROCH. 2007. Consejo Nacional de Productores de Chile. Situación actual del sistema producto chile. Tampico, Tamaulipas, Mexico. COFUPRO 32: 03-06
- Decoteau, D.R., M.J. Kasperbauer, D.D. Daniels, y P.G. Hunt. 1988. Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. Scientia Hort. 34:169-175.
- Decoteau, D.R., M.J. Kasperbauer, y P.G. Hunt. 1989. Mulch surface color affects yield of fresh market tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sic. 114:216-220.
- Garruña-Hernández R, Monforte-González M, Canto-Aguilar A, Vázquez-Flota F, Orellana R. 2012. Enrichment of carbon dioxide in the atmosphere increases the capsaicinoids content in Habanero peppers (Capsicum chinense Jacq.). J Sci Food Agric 93: 1385–1388. doi: 10.1002/jsfa.5904
- Geldner, E.A. 2001. Auxin transport inhibitors block PIN1 cycling and vesicle trafficking. Nature 413: 425-428
- Georgia O., Ilias, I., Anastasia, G. y P. Papadopoulou, 2010., Comparative study of the effects of various plant growth regulators of growth, quality and physiology of Capsicum annum L. park. J. bot., 42(2): 805-814

- Heiser, C. B. 1976. Peppers *Capsicum* (solanaceas). The evolution of crops plants Hort. Sci. 7: 214-227
- Hernández-Lauzardo, A.; Bautista-Baños, S.; Velásquez-del Valle, M. 2007. Prospectiva de extractos vegetales para controlar enfermedades postcosecha hortofrutícolas. Revista Fitotecnia Mexicana 2: 119-123.
- Hernández-Rebollos, M. 2001 Aplicación de plásticos a la agricultura Horticultura 12:05
- Herrera-Rodríguez, F.J. 2005. El proceso de industrialización del chile. En: memorias de seminario de chile habanero. Compiladores: Hector Torres Pimental y Carlos Franco Cardenas. INIFAP-Fundacion Revista PRODUCE de Yucatán. 5: 35-42
- IBPGR, H. 2003. RAPD markers assisted varietal identification and genetic purity test in pepper, *Capsicum annuum*. Scientia Hort. 97, 211-21
- INTAGRATI 2010. Producción de chile habanero en invernadero, boletín especial agrícola http://intagri-com.mx/intagridiplomado.com/La_produccion_del_chile_habanero_en_invernadero.html (consultado febrero del 2015)
- Kasperbauer, M. J. 1999. Colored mulch for food crops. Am. Chem. Soc. Chemtech 29: 45-50.
- Kasperbauer, M. J. 2000. Strawberry yield over red versus black plastic mulch. Crop Sci. 40: 171-174.
- Lamont, W. J. 1993. Plastic mulches for the production of vegetable crop. HortTechnology 3: 35-39.
- Lannacone, J. y Lamas, G. 2003. Efectos toxicológicos de molle (*Schinus molle*) y lantana (*Lantana camara*) sobre *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae), *Trichogramma pintoi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae) en el Perú. Agricultura Técnica 63: 347-360.
- MacNeish, R.S. 1954. Ancient Mesoamerican civilization. Applied and environmental microbiology 143: 531-537
- Martínez, del C. J. 2006. Acolchado en hortalizas. <http://www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/hortalizas/8alcolchado.pdf> (consultado en febrero del 2015)
- Mochiah, M.B., Baidoo, P.K. y Acheampong, G. 2012. Effects of mulching materials on agronomic characteristics, pests of pepper (*Capsicum annuum*

- L.) and their natural enemies population. *Agriculture and Biology Journal of North America*. 3(6): 253-261
- Mok, D.W.S. y Mok, M.C. 2001. Cytokinin Metabolism and Action. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 52. ISSN, pp. 89-118.
- Munguía, L. J; M. R. Quezada, M. De la Rosa, and B. Cedeño. 2000. Effect of plastic mulch on growth of melon, *Cucumis melo* L., "Laguna" hybrid. *Int. J. Exp. Bot.* 69: 37-44.
- Nuez, V., F. Gil, R. y Costa J. 1996. El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes. *Revista España Tercera Edición*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 2: 607
- Ochoa, A.N. 2005. Usos y propiedades del chile habanero. En: seminarios de chile habanero. Hector Torres Pimental y Carlos Franco Caceres, compiladores. INIFAP y Fundacion produce de Yucatan, A. C. Yucatán Produce 1: 02-04
- Patiño-Valera, F. 2010 Mercado chile habanero <http://yucatanahora.com.mx/noticias/-mercado-demanda-mas-produccion-chile-habanero-aseguran-los-productores-5269/> (Consultado febrero del 2015)
- Perea, E. 2007. Chile, habanero agronegocios, picante, Yucatán denominación de origen <http://imagenagropecuaria.com/2007/los-diversos-usos-del-chile-habanero/> (Consultado febrero del 2015)
- Quezada, R., M. De La Rosa, J. Munguía, L. Ibarra y B. Cedeño. 2003. Diferencias en la degradación de películas fotodegradables para acolchado, causadas por el manejo del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.). *Int. J. Exp. Bot.* 2003: 135-142.
- Rodriguez del Bosque, L.A., Ramirez-Meraz, M., Pozo-Campodonico, O. 2004. Tecnologia de producción de chile piquin en el noroeste de Mexico. Instituto nacional de investigadores forestales Agricolas y pecuarias INIFAP: 07-18
- SAGARPA 2012, México, potencia productora de chile, Boletín de prensa 58: 01
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010 Precio del chile habanero en la actualidad. 1er Informe de Labores : 50-55
- Serrano, C. Z. 1996. Veinte cultivos de hortalizas en invernadero., España. *MANUAL Tecnicos de Sevilla* 65: 433-487
- SIAP. 2011. Servicio de información Agro alimentaria y pesca, www.siap.gob.mx (consultado febrero del 2015).

- SIPSE 2013 Merma la sobreproducción el precio del chile habanero <http://sipse.com/novedades/oferta-excesiva-disminuye-el-precio-del-chile-habanero-27691.html> (Consultado abril del 2015)
- Soria-Fregoso, M. J., J. M. Tun-Suarez R.H. Trejo y S.R. Terán 1996. Tecnología para la producción de hortalizas a cielo abierto en la península de Yucatán, Produce: 472-473
- Srivastava, Lalit M. 2002. Gibberellins. Plant Growth and Development: Hormones and Environment (en inglés). San Diego, California: Associated Press. pp. 171–190
- Trujillo A.J. 2001 Descripción varietal del chile habanero (*Capsicum chinense*) seminario de chile habanero. Memorias fundación produce SAGARPA: 10-16
- Valladares, G., Garbin, L., Defago, M., Carpinella, C. y Palacios, S. 2003. Actividad antialimentaria e insecticida de un extracto de hojas senescentes de *Melia azedarach* (*Meliaceae*). Revista de la Sociedad Entomologica Argentina 62: 53-61.
- Wien, H. C. 1997. Transplanting. pp. 37-67. In: H. C. Wien (ed.). The physiology of vegetable crops. CAB International Publishing. Wallingford, England.