

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EFFECTO DE COLORES DE COBERTURA PLÁSTICA AL SUELO Y
DEL MANEJO DE PODA EN CHILE PIMIENTO VARIEDAD NATHALIE,
BAJO CASA MALLA; LA FRAGUA, ZACAPA
TESIS DE GRADO

ZAHYDA MAGALY OLIVA MONROY
CARNET 21355-07

ZACAPA, SEPTIEMBRE DE 2015
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EFFECTO DE COLORES DE COBERTURA PLÁSTICA AL SUELO Y
DEL MANEJO DE PODA EN CHILE PIMIENTO VARIEDAD NATHALIE,
BAJO CASA MALLA; LA FRAGUA, ZACAPA
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
ZAHYDA MAGALY OLIVA MONROY

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA EN CIENCIAS
HORTÍCOLAS

ZACAPA, SEPTIEMBRE DE 2015
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. JOSÉ ÁNGEL URZÚA DUARTE

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. DAVID ORLANDO AVILA VASQUEZ
ING. ÁNGEL OTTONIEL CORDÓN GARCÍA
LIC. JORGE ARMANDO ROSALES QUAN

Guatemala, 27 de julio de 2015

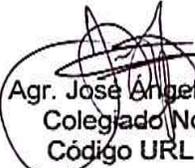
Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Zahyda Magaly Oliva Monroy, carné 2135507, titulada: "Efecto de colores de cobertura plástica al suelo y del manejo de poda en chile pimiento variedad Nathalie, bajo casa malla; La Fragua, Zacapa".

Lo cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,


Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte
Colegiado No. 4181
Código URL 19223



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06328-2015**

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante ZAHYDA MAGALY OLIVA MONROY, Carnet 21355-07 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 0684-2015 de fecha 15 de agosto de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EFECTO DE COLORES DE COBERTURA PLÁSTICA AL SUELO Y
DEL MANEJO DE PODA EN CHILE PIMIENTO VARIEDAD NATHALIE,
BAJO CASA MALLA; LA FRAGUA, ZACAPA**

Previo a conferírsele el título de INGENIERA AGRÓNOMA en el grado académico de LICENCIADA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 18 días del mes de septiembre del año 2015.



**ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, por darme la vida, la sabiduría, fortaleza y bendición en todos y cada uno de los momentos de mi existir.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Ing. José Ángel Urzúa Duarte, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

La Asociación para el Desarrollo Integral de Nororiente –ADIN- por brindarme el apoyo necesario para desarrollar la presente investigación.

Ing. Filiberto Coy, Ing. Ángel Córdón, por su apoyo, asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios: Padre celestial que me dio la vida, amor, fortaleza, sabiduría, para desarrollarme como persona, madre y profesional en mi vida.

Mis Padres: Conrado Oliva y Gladys Monroy, por el apoyo incondicional, el amor incalculable, consejos, valores y la oportunidad de brindarme mis estudios, infinito mi amor por ustedes.

Mis hermanas: Jacklyn, Jahaira, Harlyn, Dayrin, agradecida por su apoyo incondicional, paciencia en mi formación y que mi esfuerzo sea un ejemplo a seguir en la vida.

Mis abuelos: Ismael Oliva, Esmilda Torres (†), Manuel Monroy (†) y Evangelina Peña (†).

Mis Hijos: Hailie Alexandra y Juventino, por ser los motores que mueven mi vida, la razón de mi existir, el motivo de mi superación y el ejemplo a seguir en la vida, mis gordos bellos, los amo con todo mi corazón.

Mi compañero: Duglas Paredes, por el apoyo incondicional, pero especialmente por darle sentido y orden a mi vida, gracias mi amor.

Mi familia: A mis tíos, primos, sobrinos, por estar pendientes y contribuir en mi formación.

Mis padrinos: Araceli Chew y Augusto Guerra, gracias por estar a mi lado en todas las etapas de mi vida, los quiero mucho.

Mis compañeros de estudio: A todos, gracias por apoyo, compañía y desarrollo académico, especialmente a Mónica Oliva y Abel del Cid.

Mis amigos: Por el empuje brindado en mi vida y en mi carrera profesional con cariño especial a Lucia Sagastume de León.

Mis catedráticos: Por las lecciones, experiencias y conocimientos transmitidos, especialmente a M. V. Lesbia Calderón, con cariño.

INDICE GENERAL

	PAGINA
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEORICO	4
2.1 CULTIVO DE CHILE PIMIENTO	6
2.1.1 Exigencia de clima y suelo	7
2.1.2 Manejo del cultivo	8
2.1.3 Material: Variedad Nathalie	11
2.1.4 Poda en chile pimiento	11
2.1.5 Aspecto general de la poda	13
2.1.6 Efectos fisiológicos de la poda	13
2.1.7 Tutorado en plantas	14
2.1.8 Principales plagas del cultivo de chile pimiento	15
2.1.9 Principales enfermedades del cultivo de chile pimiento	16
2.1.10 Colores de mulch	17
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	18
IV. OBJETIVOS	19
4.1 GENERAL	19
4.2 ESPECÍFICOS	19
V. HIPÓTESIS	20
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	21
6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO	21
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	21
6.3 FACTORES A ESTUDIAR	22
6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	22
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	23
6.6 MODELO ESTADÍSTICO	23
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	24
6.8 Croquis de campo	24
6.9 Manejo del experimento	24
6.10 Variables respuesta	26
Número de días a floración	26
Número de días a cosecha	26
Número de frutos por planta	26
Calidad del fruto	26
6.11 Análisis de la información	27
6.11.1 Análisis estadístico	27
6.11.2 Análisis económico	28
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	29
7.1 NUMERO DE DIAS A FLORACION	29
7.2 NUMERO DE DIAS A COSECHA	31
7.3 NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA	32

7.4 CALIDAD DE FRUTO	33
7.5 TEMPERATURA DEL SUELO	34
7.6 TEMPERATURA AMBIENTE INTERNA Y EXTERNA	35
7.7 RENDIMIENTO COMERCIAL	36
7.8 ANALISIS ECONOMICO	39
7.8.1 Identificación de los costos relevantes	39
7.8.2 Estimación del precio de mano de obra	39
7.8.3 Estimación de costos de mano de obra que varían	39
7.8.4 Estimación de precio de campo del producto	40
7.8.5 Estimación de beneficios brutos y netos	40
7.8.6 Análisis de dominancia	41
7.8.7 Análisis de tasa marginal de retorno	42
VIII. CONCLUSIONES	43
IX. RECOMENDACIONES	45
X. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	46
XI. ANEXOS	50

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características específicas para el cultivo de chile dulce de la variedad Nathalie.	11
Cuadro 2. Factores y niveles a evaluar en la investigación.	22
Cuadro 3. Tratamientos a evaluar en la investigación.	23
Cuadro 4. Análisis de Varianza para rendimiento de Chile Natalie utilizando manejo de poda y tres colores de acolchado plástico.	37
Cuadro 5. Prueba de Tukey para los acolchados plásticos de la investigación.	37
Cuadro 6. Prueba de Tukey para la variable rendimiento comercial/ha.	38
Cuadro 7. Estimación de costo de mano de obra que varían por tratamiento.	39
Cuadro 8. Estimación de insumos que varían por hectárea por tratamiento.	40
Cuadro 9. Estimación de beneficios brutos y netos por tratamiento.	41
Cuadro 10. Análisis de dominancia de los tratamientos.	41
Cuadro 11. Tasa marginal de retorno de los tratamientos no dominados.	42
Cuadro 12. Cronograma de actividades realizadas para la investigación del efecto de tres colores de coberturas plásticas al suelo y manejo de poda de tres ejes en el cultivo de chile pimiento Nathalie.	50
Cuadro 13. Porcentaje de floración de cada tratamiento para la investigación.	51
Cuadro 14. Días a cosecha por tratamiento.	51
Cuadro 15. Número de frutos por planta de cada tratamiento.	51
Cuadro 16. Porcentaje de frutos por calidad producido por hectárea.	52
Cuadro 17. Temperatura promedio del suelo del total de días de la investigación a 15 centímetros de profundidad.	52
Cuadro 18. Temperatura promedio del ambiente dentro y fuera de la casa malla.	52
Cuadro 19. Rendimiento en kilogramos por hectárea de chile Nathalie por parcela de la investigación.	53
Cuadro 20. Boleta para cuantificación de número de frutos por parcela.	54
Cuadro 21. Boleta para conteo calidad de frutos por parcela.	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis de campo, La Fragua, Zacapa 2014.	24
Figura 2. Porcentajes de días a floración de los tratamientos evaluados.	29
Figura 3. Resumen de los días a floración de los tratamientos evaluados.	30
Figura 4. Número de días a cosecha por tratamiento evaluado.	31
Figura 5. Cantidad de números por planta obtenidos en la investigación.	32
Figura 6. Calidad de frutos de primera, segunda y tercera calidad obtenidos por hectárea.	33
Figura 7. Temperatura del suelo de los tratamientos evaluados expresados en grados centígrados.	34
Figura 8. Temperatura ambiente afuera y adentro de la casa malla.	35
Figura 9. Rendimiento de chile pimiento Nathalie en kilogramos por hectárea.	36
Figura 10. Preparación del terreno para la investigación, 2014.	54
Figura 11. Colocación de los acolchados plásticos, 2014.	55
Figura 12. Trasplante de chile pimiento Nathalie, 2014.	55
Figura 13. Colocación de tutores en chile pimiento Nathalie, 2014.	55
Figura 14. Colocación de pita en chile pimiento Nathalie, 2014.	56
Figura 15. Aplicación de foliares en el chile Nathalie, 2014.	56
Figura 16. Poda en el chile Nathalie, 2014.	56
Figura 17. Chile Nathalie de primera calidad comercial, 2014.	57
Figura 18. Chile Nathalie de segunda calidad comercial, 2014.	57
Figura 19. Chile Nathalie de tercera calidad comercial, 2014.	57
Figura 20. Chile Nathalie con tratamiento de acolchado plástico blanco, 2014.	58
Figura 21. Chile Nathalie con tratamiento de acolchado plástico rojo, 2014.	58
Figura 22. Chile Nathalie con tratamiento de acolchado plástico plata negro, 2014.	59
Figura 23. Chile Nathalie con tratamiento sin acolchado plástico, 2014.	59

EFFECTO DE COLORES DE COBERTURA PLASTICA AL SUELO Y MANEJO DE PODA EN CHILE PIMIENTO “NATHALIE”, BAJO CONDICIONES DE CASA MALLA

RESUMEN

Se evaluó el efecto de cobertura plástica de suelo de tres colores distintos sobre la temperatura (suelo y ambiente) en el cultivo de chile pimiento Nathalie (*Capsicum annum*), el desarrollo vegetal (floración, fructificación y punto de cosecha), la calidad del fruto, el rendimiento y la rentabilidad del cultivo, en la Escuela de Agricultura de Nororiente, Llanos de la Fragua, Zacapa. Los tratamientos fueron coberturas plásticas de color plata negro, rojo, blanco y sin coberturas, con poda y sin poda. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con arreglo de parcelas divididas, con 8 tratamientos y 4 repeticiones. El testigo absoluto fue un tratamiento sin cobertura plástica y sin poda. El tratamiento sin cobertura plástica y sin poda (T8) tuvo un mejor desarrollo vegetal comparado con los demás tratamientos. En calidad de fruto, el tratamiento sin cobertura plástica con poda (T8) presentó mejores resultados con 23.1 % de frutos de primera calidad, 44.3% frutos de segunda calidad y 32.6% frutos de tercera calidad. El tratamiento con cobertura plástica de color blanco y con manejo de poda (T3) tuvo mayor rendimiento, con una tasa marginal de retorno de Q 29.50. Para la producción de chile pimiento Nathalie bajo condiciones de casa malla en la región utilizar un manejo sin poda y sin cobertura plástica al suelo; para obtener mejores rendimientos utilizando tecnología en el cultivo, se recomienda realizar la poda de tres ejes y el acolchado plástico blanco.

COLOR EFFECT OF PLASTIC SOIL SHIELDS AND PRUNING MANAGEMENT OF “NATHALIE” PEPPERS UNDER MESH HOUSE CONDITIONS

SUMMARY

The plastic soil shield effect was evaluated for three different colors over temperature (soil and atmosphere) for the harvest of Nathalie peppers (*Capsicum annum*), the vegetable development (flowering, fruiting and harvest point), fruit quality, yield and crop profitability, at Escuela de Agricultura de Nororiente, Llanos de la Fragua, Zacapa. The treatments were plastic covers in color silver black, red, white and without covers, with and without pruning. The experiment design used was of alleatory complete blocks, with divided plot arrangement, 8 treatments and 4 repetitions. The absolute control was a treatment without plastic cover or pruning. The treatment without plastic cover or pruning (T8) had better vegetable development compared with the other treatments. Regarding fruit quality, the treatment without plastic cover or pruning (T8) presented better results with 23.1 % first class fruits, 44.3% second class fruits and 32.6% third class fruits. The treatment with white plastic cover and pruning (T3) had better yield, with a return marginal rate of Q 29.50. For Nathalie pepper production under mesh house conditions within the region is recommended the use of no pruning or soil shield; to obtain better yields.

I. INTRODUCCIÓN

La región nororiental del país que incluye Zacapa, Chiquimula, Jutiapa, Jalapa y El Progreso, se caracteriza por tener zonas con condiciones adecuadas para la explotación de diversos cultivos hortícolas de la familia Solanaceae. Zacapa es una zona productora de chile pimiento.

El cultivo de chile pimiento es de gran importancia económica en Guatemala. Durante el periodo 2008-2009 se exportaron Q3,085,600.00 y se generaron 11,020 empleos permanentes por año (Banco de Guatemala, 2008). A junio del 2010, las exportaciones de chile pimiento fueron de 1,693.36 toneladas métricas, equivalentes a \$1,755,521.00 para el año completo. De acuerdo con el IV Censo Nacional Agropecuario 2003, el 66% del área cosechada con este cultivo a nivel nacional se encuentra concentrada en 6 departamentos: Jutiapa (20%), Baja Verapaz (11%), Chiquimula (10%), Guatemala (9%), Alta Verapaz (8%) y Sacatepéquez (8%).

En la actualidad el interés y la necesidad de producir más y de mejor calidad, ha llevado a los agricultores a adoptar nuevas técnicas de producción como estrategia para incrementar los rendimientos por unidad de área, siendo muchos los componentes que se han incorporado en los sistemas de producción de hortalizas. Desde el establecimiento a campo abierto hasta el uso de infraestructuras bajo ambientes controlados, se comprenden aspectos importantes a lo largo del ciclo de producción, tales como: mayor tecnología, mayores costos y adicionando el factor mercado, que muchas veces castiga el precio del producto, se aumentan los niveles de riesgo para el agricultor, en cuanto al retorno de la inversión.

Los sistemas de casas mallas son un sistema agrícola en el cual se lleva a cabo un control del medio edafoclimático alterando sus condiciones de suelo, temperatura, radiación solar, viento, humedad y composición atmosférica. Mediante estas técnicas de protección se cultivan plantas modificando su entorno natural para prolongar el

período de recolección, alterar los ciclos convencionales, aumentar los rendimientos y mejorar su calidad, estabilizar las producciones y disponer de productos cuando la producción al aire libre se encuentra limitado (Castilla, 2005).

La producción de hortalizas bajo condiciones de casa malla o en condiciones protegidas en la región, se ven afectados por una serie de problemas, que inciden en el buen desarrollo del cultivo, por no contar con datos actualizados sobre las tecnologías a utilizar en sus ciclos productivos. Zacapa es una región árida y en estas condiciones se evidencia la resequedad del suelo cuando no hay humedad en el mismo, escasas precipitaciones pluviales que contribuyen a lo anterior expuesto y la temperatura que asciende a los 40 grados centígrados. Las condiciones en la región antes mencionada causa estrés a la planta y provoca aborto de flores y frutos ya cuajados que repercute en el rendimiento adecuado del cultivo en kilogramos por hectárea.

En los sistema de casa malla se emplea cobertura plástica, que es una capa protectora del suelo e insumo importante en la producción de cultivos bajo esta condición. Los objetivos del mismo son: evitar la erosión, endurecimiento y enfriamiento de la tierra; mantener adecuada humedad del suelo, ya que impide la evaporación del agua aplicada; evitar el lavado de fertilizantes a profundidades donde las raíces no las pueden absorber; contribuir al mismo tiempo a evitar pérdidas de elementos como el nitrógeno.

El cultivo de chile pimiento generalmente se cultiva bajo casa malla, sin embargo se implementan cambios en las técnicas de cultivo de producción sin una evaluación previa o posterior: sobre las coberturas utilizados es poca la información y su consecuencia directa en la producción del cultivar en condiciones de ambientes protegidos con relación a las podas dentro del mismo.

Para aportar conocimiento que permita realizar recomendaciones sobre la utilización de coberturas plásticas y manejo de poda, se evaluó el efecto de cobertura plástica roja,

blanca, plata negro y sin plástico, en cultivo con y sin poda en las instalaciones de la Escuela de Agricultura de Nororiente, Llanos de la Fragua, Zacapa.

Utilizando el Arreglo de Parcelas Divididas en un Diseño de Bloques al Azar, se evaluó el efecto de cobertura plástica del suelo de tres colores sobre la temperatura en el cultivo (en suelo y ambiente), el desarrollo vegetal (número de días a floración, días a cosecha y número de frutos por planta), la calidad del fruto (primera, segunda y tercera), el rendimiento (kilogramos por hectárea) y la rentabilidad (beneficio económico) del cultivo de chile pimiento y un manejo de poda de la variedad Nathalie.

II. MARCO TEORICO

Las coberturas plásticas es una técnica empleada para proteger los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos, los cuales, entre otros efectos reducen la calidad de los frutos, resecan el suelo, enfrían la tierra y arrastran los fertilizantes, incrementando los costos. Esta técnica de cultivo ha producido un notable aumento del rendimiento económico de las plantaciones y es aplicable a una amplia variedad de cultivos (Plásticos Agrícolas, 2011).

Los plásticos empleados en las coberturas de suelos agrícolas son fundamentalmente polímeros de polietileno de baja densidad (PEBD o LDPE), lo que en principio posibilita su reciclado (código SPI: 4). Se han usado tanto plásticos transparentes como de color negro, siendo más frecuentes los primeros. También existe en el mercado una nueva generación de polietilenos fotosensibles, que estimulan el proceso fotosintético (Plásticos Agrícolas, 2011).

De acuerdo con Ibarra (1983), la investigación realizada sobre la precocidad de la cosecha en el cultivo de chile morrón fue de 13 días promedio mediante el uso de acolchado plástico. Una de las principales diferencias entre la utilización de acolchado plástico y suelo desnudo fue la respuesta de la planta con cobertura plástica para obtener mayor número de frutos por planta en relación a las plantas bajo producción con el suelo desnudo. La respuesta de las plantas con acolchado plástico se reflejó, desde un inicio, en un mayor número de flores, durante su producción, en un mayor número de frutos y de mayor tamaño debido a que las plantas de pimiento crecidas con acolchado registraron significativamente mayores valores en altura de planta, diámetro de tallo, peso fresco y seco por planta y mayor crecimiento radical horizontal y vertical.

Calderón Bran y Dardón Dávila (1994), evaluaron el uso de polietileno coextruido Blanco-Negro para la conservación de humedad y mejor aprovechamiento de nutrientes en arveja china, en donde determinaron que el uso de acolchado plástico incrementó el

tamaño de la planta 19 centímetros más que el tratamiento sin acolchado plástico y que el rendimiento fue de 4.72 toneladas métricas por hectárea comparado con 2.93 toneladas métricas por hectárea. Además se obtuvo una rentabilidad de 58% contra 11% sin acolchado.

De acuerdo con Aranguiz (2001), en la evaluación del efecto de tres sistemas de poda en rendimiento, calidad y asimilados en dos cultivares de pimiento producidos orgánicamente en invernaderos, determinó que no existen diferencias significativas con respecto a rendimiento, calidad, distribución de calibre y peso de fruto entre los tratamientos; en lo que respecta al manejo de poda de dos y tres ejes se obtuvo precocidad en el inicio de la floración de 9 y 5 días respectivamente; en comparación a las plantas podadas a cuatro ejes.

Quezada (2004), en Coahuila, México, evaluó siete tipos de acolchados plásticos en campo abierto en el cultivo de pimiento morrón var. Capistrano. Los plásticos que evaluó fueron: blanco, negro, café, azul, rojo, plateado y transparente, mediante riego por goteo. Las variables respuestas fotosíntesis y resistencia estomática. Hubo diferencia en las etapas del cultivo entre los acolchados plásticos, debido a que los tratamientos con plástico blanco y negro cuando se encuentran en etapa de llenado de fruto, los otros tratamientos con acolchado plástico transparente y rojo están en crecimiento vegetativo, esto se relaciona a la radicación solar reflejada, principalmente a la temperatura generada en el suelo y daño por el exceso de calor debido al color del plástico y transparencia del mismo. Las menores temperaturas se registraron en el acolchado blanco durante todo el ciclo del cultivo, con valores de 23 a 24 °C, mientras que en los acolchados azul, transparente y rojo se encontraron valores de 30 y 33°, 10 grados más que en el acolchado blanco. El impacto de la radiación solar en estos acolchados es más directa, causando daños en el sistema radicular de las plantas y condiciones más propicias para el desarrollo de enfermedades fungosas, muerte de las misma y una disminución en la producción. Cuando el follaje del cultivo evidenció una cobertura mayor en el plástico en algunos tratamientos, las temperaturas disminuyeron

y las tasas de fotosíntesis se incrementaron, pero el daño causado al principio por las temperaturas extremas en el acolchado transparente y en menor medida en el azul y rojo afectaron los rendimientos. Al final los acolchados negro y blanco son los que presentan mayor rendimiento, con incrementos desde 15 % hasta poco más de 50% que los demás tratamientos.

Molina (2005) evaluó el efecto del uso de dos colores de acolchados plásticos (negro y plata-negro) en el cultivo de tomate orgánico en época seca con micro túneles, en donde se hizo lectura de la temperatura a 15 centímetros del suelo y ésta a su vez influyó significativamente en el color de la cobertura, siendo mayores las temperaturas con el acolchado negro, seguido del plata-negro. Además el mayor rendimiento en frutos comerciales se obtuvo con el acolchado plata-negro siendo la mejor alternativa técnica y económica superior a los demás tratamientos.

Berganza (2010) evaluó un sistema de podas de tres y cuatro ejes comparando los resultados con un tratamiento testigo, considerando como variables respuesta: precocidad, el número de días a floración, número de días a cosecha, con relación a la calidad de la producción, mostrando tanto estadística y económicamente que el tratamiento de tres ejes obtuvo el mayor rendimiento en sacos por manzana, superando a los tratamientos de cuatro ejes y sin poda, generando además mayor beneficio económico.

2.1 CULTIVO DE CHILE PIMIENTO

Las plantas en producción poseen un sistema radicular moderadamente extenso. El tallo principal es erecto leñoso en su base es muy ramificado. Las hojas son planas, brillantes, simples y enteras. El fruto es un ovario carnoso, moderadamente grande, verde oscuro cuando está inmaduro y rojo o amarillo cuando está madurado, según la variedad. La pared exterior es carnosa y gruesa y las paredes interiores son placentadas, estando las semillas sostenidas por las placentas. Tanto los frutos

verde sazón como los frutos maduros tienen un alto contenido de caroteno, vitamina B y ácido ascórbico. Las semillas son planas y en forma de disco (Edmon, 1976).

Las hojas son enteras, lampiñas y lanceoladas, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo y poco aparente. El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde más o menos intenso (dependiendo de la variedad) y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja, las nerviaciones secundarias son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad (INFOAGRO, 2011).

Las flores son sencillas aparecen en las axilas de las hojas. Tienen pétalos blancos o de color púrpura, cinco estambres y un solo pistilo súpero. Hay autopolinización y polinización cruzada (Edmon, 1967).

El fruto es una baya hueca, semicartilaginosa; de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos. Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central (INFOAGRO, 2011).

2.1.1 Exigencia de clima y suelo

El chile tolera temperaturas que oscilan entre 20 y 35°C, precipitación pluvial de 550 a 1,300 milímetros proporcionalmente distribuidos en su ciclo de cultivo. Se cultiva bien en suelos de preferencia arenosos, francos, fértiles y profundos con pH de 5.5 a 7.0.

El cultivo prospera en climas cálidos y templados comprendidos entre 0 y 1,219 metros sobre el nivel del mar. Temperaturas muy bajas pueden provocar la caída de las flores y/o quemaduras en los frutos (Javier, 1994).

La humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 70%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (INFOAGRO, 2011).

Se considera exigente en luminosidad, en todo su desarrollo vegetativo especialmente cuando joven y en época de floración (Tamaro, 1974).

Se adapta a una gran variedad de suelos, especialmente a los francos o franco arenosos, profundos y fértiles que tengan una adecuada retención y drenaje de agua; ya que el estancamiento de agua puede producir caída de hojas (Gudiel, 1976).

2.1.2 Manejo del cultivo

Se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial. El más frecuentemente empleado bajo los sistemas de casa malla o invernaderos es de 1 metro entre líneas y 0.5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio y según el tipo de poda de formación, es posible aumentar la densidad de plantación de 2.5 a 3 plantas por metro cuadrado.

También es frecuente disponer líneas de cultivo pareadas, distantes entre si 0.80 metros y dejar pasillos de 1.2 metros entre cada par de líneas con objeto de favorecer la realización de las labores culturales, evitando daños indeseables al cultivo. En cultivo bajo invernadero la densidad de plantación suele ser de 20,000 a 25,000 plantas por hectárea. A campo abierto suele llegar hasta las 60,000 plantas por hectárea (INFOAGRO, 2011).

Existen varios sistemas de podas encaminados a mejorar la precocidad y la productividad de la planta. El tallo principal se poda por encima de la tercera hoja después del fruto y los tallos secundarios por encima de la segunda hoja (Ruano, 2001).

En la poda de formación se efectúa la supresión parcial de algunas ramas secundarias, con lo cual intentamos concentrar la producción en dos o tres ramificaciones casi exclusivamente, favoreciendo la ventilación y la calidad de los frutos (Nuez, 1995).

El aporcado consiste en cubrir con tierra o arena parte del tronco de la planta para reforzar la base y favorecer el desarrollo radicular (Peralta, 2004).

El tutorado es una práctica para mantener la planta erguida.

El tutorado tradicional consiste en colocar hilos de polipropileno (rafia) o palos en los extremos de las líneas de cultivo de forma vertical, que se unen entre sí mediante hilos horizontales pareados dispuestos a distintas alturas, que sujetan a las plantas entre ellos (Peralta, 2004).

El tutorado holandés se deja solamente dos o tres ramas principales por planta, podándose todas las laterales que van apareciendo. Cada tallo a medida que va creciendo, se va enrollando en un hilo vertical que le sirve de soporte y que cuelga de un hierro o alambre sujeto a la estructura. La ventaja que se obtienen con este tipo de entutorado y poda se derivan sobre todo de la mejor calidad de los frutos obtenidos. Estos frutos muestran una mayor homogeneidad, grosor y uniformidad de coloración, al estar la planta más ventilada y los frutos convenientemente distribuidos. Con este sistema se facilita también la recolección y los tratamientos son más cómodos y efectivos (Nuez, Gil y Costa, 1995).

A lo largo del ciclo de cultivo se realiza la eliminación de los tallos interiores para favorecer el desarrollo de los tallos seleccionados en la poda de formación, así como el paso de la luz y la ventilación de la planta. Esta poda no debe ser demasiado severa para evitar en lo posible paradas vegetativas y quemaduras en los frutos que quedan expuestos directamente a la luz solar, sobre todo en épocas de fuerte insolación.

Es recomendable realizar el deshojado tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo.

Normalmente es recomendable eliminar el fruto que se forma en la primera “cruz” con el fin de obtener frutos de mayor calibre, uniformidad y precocidad, así como mayores rendimientos. En plantas con escaso vigor o endurecidas por el frío, una elevada salinidad o condiciones ambientales desfavorables en general, se producen frutos muy pequeños y de mala calidad que deben ser eliminados mediante aclareo (INFOAGRO, 2011).

En los cultivos protegidos de pimiento el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.). En cultivo en suelo y en enarenado el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- ✓ Calidad del agua de riego
- ✓ Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación)
- ✓ Evapotranspiración del cultivo.
- ✓ Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros)

Un plan de fertilización parte de un análisis de suelo que por lo general se establecen formulas base que se pueden emplear en dos aplicaciones, una primera dosis alta en nitrógeno y fosforo para permitir el desarrollo de plantas vigorosas. LA segunda aplicación rica en potasio y en elementos menores, se hace antes, durante y después de la floración.

2.1.3 Material: Variedad Nathalie

Es una planta de follaje denso, crecimiento determinado, su altura oscila de 0.30 a 1.5 m. El sistema radicular es pivotante, con abundantes raíces laterales, el tallo es semileñoso, las ramas son erguidas con hojas alternas y lanceoladas, las flores son pentámeras y aparecen en la axila de la hoja y se cuenta una flor por nudo, pendiente o erguida, su color en blanco con cinco pétalos soldados y cinco sépalos soldados entre sí (Serrano, 1974).

Los frutos presentan un tamaño de 8 a 15 cms. de largo, y de 3 a 5 cms. de ancho, se cosechan entre los 70 y 80 días después del trasplante (Gudiel, 1976).

Cuadro 1. Características específicas para el cultivo de chile dulce de la variedad Nathalie.

Especificaciones Para el Cultivo de la Variedad Nathalie	
Época de Siembra	Seca lluviosa
Formato de Fruto	Cónico
Frutos por manzana	100-125,000
Fructificación	Continua
Sistema de siembra	Surcos simples, dobles y tutorado
Tolerancia y/o Resistencia	VTM (Virus del Mosaico del Tabaco)
Rendimiento	3000-6000 cajas

Fuente: Casseres, 1980.

2.1.4 Poda en chile pimiento

Existen numerosas prácticas, que han sido generadas por el hombre para ayudar a las plantas a ajustar al medio para que puedan desarrollarse y producir. De hecho en el campo agronómico se ha desarrollado una serie de los que se llama “Prácticas Culturales”, que están creadas para estimular o controlar el crecimiento de las plantas así como los procesos de fructificación. El objetivo de estas prácticas es mejorar la calidad de fruto y su rendimiento. Las podas son prácticas culturales que no pueden ser descuidadas (Toledo, 2004).

La planta crece inicialmente con un único tallo que posteriormente se bifurca para formar dos e incluso tres tallos, y continúa produciéndolos a lo largo de todo su ciclo. La poda de formación consiste básicamente, en dejar dos o tres tallos principales o guías más fuertes, dependiendo del número de tallos se elige el marco de plantación. A una altura de 25-30 cm se van podando los tallos laterales, dejando la flor y la hoja que sale junto a ella, y así sucesivamente hasta el final del cultivo (Serrano, 1996).

La primera poda se debe realizar cuando los tallos tienen desde la cruz una longitud de 20 cm aproximadamente. Se eliminan las hojas y brotes hijos que salgan en el tallo principal por debajo de la «cruz» (Serrano, 1996).

La poda de saneamiento es poco frecuente, se realiza cuando se presenta el tizón tardío en las hojas inferiores. La poda que ocasionalmente se realiza es la recepa, la cual se hace cuando la fructificación ha pasado y es necesario obtener nuevos rebrotes (CENTA, 1999).

Se hacen dos tipos de poda, aunque existen más modalidades. El tipo que se hace hoy en día en nuestra zona es el de podar los primeros tallos secundarios por encima de la cruz eliminando la primera flor de la misma cruz para favorecer los tallos principales. Así se dispone de más ventilación y separación de frutos. A partir de ahí no se poda nada más (Jurado, 1999).

En cuanto a poda de regeneración o rejuvenecimiento, puede ejecutarse tras la recolección de los frutos de los primeros pisos y cuando el mercado este saturado. Este tipo de poda consiste el eliminar gran parte de la masa vegetativa. Únicamente se deja el tallo principal y tres o cuatro ramas secundarias bien orientadas y rebajadas a una longitud de 8 a 10 cms (Nuez, 1995).

Si por error o daño se pierde la dominancia de tallo principal, uno de los tallos laterales tomará su lugar. Generalmente se desarrolla un fruto por cada brote lateral pero frecuentemente otro más fructificará del brote lateral. No permitir que ninguno de los

brotos se rompa. Se debe cortar los brotes laterales secundarios tan pronto se distinguen. El corte de los puntos de crecimiento puede ser manual o con tijera de podar, cuando se usa tijera de podar se desinfecta entre plantas con una solución de leche en polvo ya que la proteína de la leche inactiva cualquier virus que se pueda dispersar de una planta a otra (Jurado, 1999).

2.1.5 Aspecto general de la poda

En la dominancia apical las yemas de los extremos de las ramas verticales o inclinadas crecen con más vigor y aparentemente aprovechan la mayor cantidad de nutrientes. Las ramas verticales tiene ventaja sobre las inclinaciones y la diferencia es tanto mayor cuando más se aproxima a la horizontal (Toledo, 2004).

Los despuntes se practican sobre plantas vigorosas, para forzarlas a producir y para adelantar la maduración de los frutos que soportan (Nuez, 1995).

2.1.6 Efectos fisiológicos de la poda

La relación entre vegetación y fruta está influenciada por muchos factores, entre ellos la fertilización y clima. Pero las podas juegan un papel importante. En esencia una poda adecuada eliminará material vegetativo improductivo, mantiene un vigor aceptable en el material vegetativo productivo y asegura el crecimiento de nuevos tejidos fructíferos para reemplazar a los que fueron removidos por la poda. Los tejidos pueden ser improductivos porque el vigor es excesivo o deficiente.

Fertilización excesiva, podas mal hechas o pérdidas de la cosechas puede ocasionar que una planta sea demasiado vigorosa. Por el contrario la falta de nutrientes, insuficiencia o ninguna poda, carga excesiva o mucha sombra causa que las plantas sean muy débiles.

El desarrollo de órganos de fructificación requiere un vigor moderado y una buena exposición a la luz. El propósito de las podas se atribuye también a la eliminación o al menos la minimización de las zonas muy sombreadas (Toledo, 2004).

2.1.7 Tutorado en plantas

Con el uso de tutores verticales de rafia sólo se dejan una o dos ramas principales por planta, podándose todas las laterales que van apareciendo. A medida que cada tallo va creciendo, se va enrollando en el hilo vertical que sirve de soporte y que, normalmente, cuelga de un alambre sujeto a la estructura (emparrillado) y que sirve como soporte para la planta. Existen numerosas posibilidades y variantes en cuanto al "tutorado", los tipos más importantes:

a) Tutorado tradicional del tallo principal: En este tipo la planta alcanza 2-2.2 m de altura y se pasa por encima del alambre tutor donde se sujeta la rafia, o se coloca otro alambre en paralelo al anterior dejándose pasar por los dos, se descuelga y se deja crecer hasta que la planta tenga de 10 a 12 ramilletes. Es característico de estructuras de invernadero sencillas o casas malla e indicado para ciclos cortos de cultivo. De esta manera los gastos de mano de obra se reducen considerablemente. Suelen colocarse dos plantas en el mismo punto de trasplante y los tutores verticales se abren en "V" para favorecer la aireación entre las plantas (Serrano y Sevilla, 1996).

b) Tutorado alto tipo "choza": A 2.4-2.5 m de altura, que se practica en estructuras de invernadero de mayor altura. Permite ciclos de cultivo largos y por tanto los costos son más elevados. La mejor solución para que los operarios puedan trabajar seguros a la vez que desarrollar la tarea de una forma fluida es la utilización de unas plataformas de unos 30 cm de altura, con ruedas para que puedan desplazarse por las calles. A partir del segundo alambre se puede dejar un tallo secundario.

c) Tutorado tipo "holandés": A 3.5-3.8 m de altura, muy utilizado en cultivares para recolección en ramillete, independientemente del tipo de fruto. En este tipo se "tutora" solo un tallo y a medida que este va creciendo se va realizando el descogido de la planta, para sujetar los tallos pueden utilizarse soportes especiales. Para sujetar los tutores verticales al emparrillado de la casa malla es frecuente el uso de perchas que facilitan la operación de descuelgue de las plantas. Los costos en mano de obra son mayores (Serrano y Sevilla, 1996).

2.1.8 Principales plagas del cultivo de chile pimiento

Mosca del chile o mosca del pimentón (*Neosilba sp.*): es una díptera, considerada una plaga severa. La mosca coloca sus huevos sobre el fruto, los que eclosionan entre el primero y tercer día después de su deposición. Al salir el huevo, la larva mide 2 milímetros de longitud, inmediatamente penetra al fruto donde completa su desarrollo. Pasa de 15 a 17 días antes de empupar en el suelo (Manual de Hortalizas, 2003).

Picudo del chile (*Anthonomus eugenii Cano*): es un coleóptero, la larva causa daño por disminución de la cantidad de frutos, caída precoz, maduración prematura y producción de frutos deformes. Los huevos tardan entre 2 y 5 días en eclosionar, las larvas emergidas se alimentan de la placenta y el adulto se alimenta de flores, yemas florales y frutos, aunque en ausencia de estas se puede alimentar de hojas tiernas (Manual de Hortalizas, 2003).

Tortuguillas (*Diabrotica sp.*): son coleópteros, que ocasiona daños en la etapa de semillero y plantas recién trasplantadas, perfora el follaje y debilita la planta. Los adultos se alimentan de flores y yemas de plantas lo que pueden transmitir enfermedades virales (Manual de Hortalizas, 2003).

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (*Trialeurodes spp*): es un homóptero, vector de enfermedades en tomate y chile, las hojas se encrespan y la planta sufre reducción de tamaño durante su ciclo vegetativo, los frutos se quedan verdes y pequeños. La mosca se encuentra en el chile en época seca. La época más crítica son las primeras cinco semanas, por la acción del virus que pueda transmitir (Manual de Hortalizas, 2003).

Áfidos (*Myzus persicae*) **Pulgón** (*Aphis gossypii*): son homópteros, la hembra puede ser capaz de producir hasta 50 descendientes con hasta 8 generaciones por año. Se alimentan de la sabia de las plantas extrayendo sustancias nitrogenadas y los carbohidratos (Manual de Hortalizas, 2003).

Gusanos del fruto (*Spodoptera spp.*): son lepidópteros, las larvas se alimentan en el envés de las hojas produciendo agujeros grandes e irregulares, en las plantas más desarrolladas pueden colocar los huevos cubriéndolos con escama con apariencia de pelusa. El daño principal es en el fruto, con perforaciones irregulares y grandes (Manual de Hortalizas, 2003).

Minadores (*Liriomyza sativae*): son dípteros, minan las hojas haciendo galerías irregulares y curvas que interfieren con la fotosíntesis y la respiración de la planta. Si el daño es severo se expone los frutos al sol lo que produce pérdidas económicas (Manual de Hortalizas, 2003).

2.1.9 Principales enfermedades del cultivo de chile pimiento

Tizón temprano (*Alternaria solani*): se caracteriza por presentar manchas de color café a negro en las hojas sobretodo viejas, se presenta con mayor intensidad en la fructificación, especialmente cuando hay diferencias marcadas de humedad ambiental de diurna y nocturna (Manual de Hortalizas, 2003).

Marchitez fungosa (*Phytophthora capsici*): enfermedad más importante y severa con marchitamiento general o parcial, la infección ocurre por las raíces o base del tallo de la planta, destruye floema y xilema lo que impide paso de agua y nutrientes a la planta. Los síntomas son hojas marchitas que quedan colgando del peciolo y cambio de coloración del tallo a marrón verdoso (Manual de Hortalizas, 2003).

Mal del talluelo (*Phytium sp.*): enfermedad que se presenta únicamente a nivel de plántula que puede ser pre o post emergente. Los síntomas son estrangulamiento del tallo que finalmente se doblan (Manual de Hortalizas, 2003).

Podredumbre húmeda de los frutos (*Erwinia sp.*): se puede presentar sobre diferentes fases del cultivo como una mancha opaca y húmeda en la superficie del fruto

verde, la mancha se extiende y se arruga, mientras que en el interior se produce una pudrición de todo el fruto (Manual de Hortalizas, 2003).

Mancha bacteriana (*Xantomonas campestris*): los síntomas se muestran en la hoja como pequeñas manchas necróticas circulares de aspecto húmedo que pueden alcanzar diámetros de hasta 10 milímetros, estas son de apariencia aceitosa o grasosa y los bordes de las lesiones aparecen traslucidos, por lo general no se presentan en las nervaduras, sin embargo la infección puede también atacar tallos, peciolo y cuando el ataque es severo queda defoliada la planta. En los frutos el aspecto es el mismo (Manual de Hortalizas, 2003).

2.1.10 Colores de mulch

- **Plata-Negro:** polietileno coextruido con filtro solar y aditivos especiales para soportar los efectos de los rayos solares y de biofumigantes. 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 radiación fotosintética que llega a la planta.
- **Rojo:** asociado al color de la fruta, no agrícola (tela de lluvia), posee pigmentos especiales que permiten reflejar ciertas longitudes de luz y modificar la transmitancia de energía a los suelos y cultivos.
- **Blanco:** la coloración blanca refleja parte de la radiación, además al refleja los rayos solares disminuyendo la temperatura del suelo aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta. Presenta un efecto de disminución de insectos en el envés de las hojas.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

En el mercado actual existen diversas empresas que proporcionan coberturas plásticas de distintos colores a los agricultores, que proporcionan cierta protección al suelo y separan el suelo de las condiciones ambientales. Generalmente ofrecen coberturas plásticas de color plata negro y color blanco. Sin embargo, no se cuenta con la evidencia o información necesaria del beneficio que se crea mediante la utilización coberturas plásticas al suelo con un determinado color en un cultivo, tal es el caso de chile pimiento bajo condiciones controladas o casa malla en una región árida.

Es por ello que la poca información y la falta de investigación de las coberturas plásticas en la región en este cultivo, crea un abismo entre la utilización o no de una determinada cobertura plástica en el proceso productivo.

Lo que se pretende con la presente investigación es la generación de la información estadística necesaria y económica del uso de los distintos plásticos para el cultivo del chile pimiento. Con la generación de data se pretende reducir las condiciones limitantes dentro del proceso productivo para brindar una herramienta útil para beneficio de los agricultores que están adoptando la tecnología de producir bajo condiciones de casa malla, con la finalidad de minimizar costos relacionados con agro insumos, mano de obra, al mismo tiempo generar desarrollo y tecnología para la región.

IV. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Evaluar el efecto de cobertura plástica de suelo de tres colores distintos en el cultivo de chile pimiento de la variedad Nathalie, bajo condiciones de casa malla, en el municipio Zacapa, del departamento Zacapa.

4.2 ESPECÍFICOS

- Registrar el efecto de cobertura plástica de tres colores distintos sobre la temperatura en el cultivo.
- Caracterizar el efecto de la utilización de tres colores distintos de coberturas plásticas sobre el desarrollo vegetal en el cultivo de chile pimiento.
- Evaluar el efecto de coberturas plásticas de tres colores distintos al suelo sobre la calidad de fruto.
- Medir el rendimiento producido de chile pimiento variedad Nathalie por el efecto de la utilización de tres colores de cobertura plástica distintos al suelo y del manejo de poda.
- Estimar la Tasa Marginal de Retorno de la utilización de los tres colores de coberturas plásticas distintas al suelo con manejo de poda en chile pimiento.

V. HIPÓTESIS

Al menos un tratamiento con cobertura plástica al suelo y manejo de poda produce un efecto distinto en el cultivo de chile pimiento Nathalie.

Al menos un tratamiento con cobertura plástica y manejo de poda registra una temperatura distinta promedio para el cultivo de chile pimiento Nathalie.

Al menos un tratamiento con acolchado plástico y manejo de poda se caracteriza por tener un efecto de mayor desarrollo vegetal en el cultivo de chile pimiento Nathalie.

Al menos un tratamiento con acolchado plástico y manejo de poda produce una mayor calidad de fruto de primera en el cultivo de chile pimiento Nathalie.

Al menos un tratamiento con cobertura plástica al suelo y manejo de poda produce un mayor rendimiento en el cultivo de chile pimiento Nathalie.

Al menos un tratamiento con acolchado plástico y manejo de poda genera mayor beneficio económico en el cultivo de chile pimiento Nathalie.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

El estudio se realizó en los meses de mayo a agosto de 2014, en las instalaciones de la Escuela de Agricultura del Nororiente, ubicada en Los Llanos de la Aldea La Fragua, municipio y departamento de Zacapa. Las instalaciones se ubican a 3 kilómetros del municipio y departamento de Zacapa y a 148 kilómetros de ciudad capital, localizadas en las coordenadas 14°57'15 " Latitud Norte y 89°35'15 " Longitud Oeste a 210 msnm.

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

El material vegetal utilizado en la investigación fue el Híbrido Nathalie, pimiento anual de crecimiento determinado de la Familia Solanaceae, con tallos firmes, erectos y elongados, con un desarrollo radicular pivotante y profundo con numerosas raíces adventicias.

Colores de Mulch

Las coberturas plásticas utilizadas en la investigación, fueron de tres colores distintos: plata negro, rojo y blanco, con las siguientes características:

- **Plata-Negro:**

Polietileno coextruido con filtro solar y aditivos especiales para soportar los efectos de los rayos solares y de biofumigantes. Asegura el control de malezas mientras que la reflexión del plata repele los insectos protegiendo la planta, también disminuye la temperatura de suelo aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta (Berdacocco, 2011).

- **Rojo:**

Asociado al color de la fruta, no agrícola (tela de lluvia), posee pigmentos especiales que permiten reflejar ciertas longitudes de luz y modificar la transmitancia de energía a los suelos y cultivos.

- **Blanco:**

La coloración blanca refleja parte de la radiación, además al refleja los rayos solares disminuyendo la temperatura del suelo aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta. Presenta un efecto de disminución de insectos en el envés de las hojas (Departamento Técnico Plástico Implex Venados, S.A.,)

6.3 FACTORES A ESTUDIAR

En la investigación se evaluaron dos factores que se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Factores y niveles a evaluar en la investigación.

	Nivel			
Factor	1	2	3	4
Poda	CP	SP	-	-
Cobertura Plástica	PN	R	B	T

REFERENCIA: **CP**= Con poda; **SP**= Sin poda; **PN**= Plata-negro; **R**= Rojo; **B**= Blanco; **T**= Testigo.

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

El número de tratamientos evaluados fueron ocho, producto de las combinaciones de los dos niveles de poda y los cuatro niveles de cobertura. Los tratamientos se presentan en cuadro 3.

Cuadro 3. Tratamientos a evaluar en la investigación.

Tratamiento	Modalidad	Cobertura	Nomenclatura
T1	Con Poda	Plata Negro	CPPN
T2	Con Poda	Rojo	CPR
T3	Con Poda	Blanco	CPB
T4	Con Poda	Sin Plástico	CPSP
T5	Sin Poda	Plata Negro	SPPN
T6	Sin Poda	Rojo	SPR
T7	Sin Poda	Blanco	SPB
T8	Sin Poda	Sin Plástico	SPSP

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se utilizó en la investigación es el Diseño de Bloques al Azar con Arreglo de Parcelas Divididas.

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = u + R_i + A_j + E(a)_{ij} + B_k + AB_{jk} + E(b)_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} = Rendimiento de chile pimiento de la ijk -ésima unidad experimental
- u = Efecto de la media general del rendimiento en cajas/ha
- R_i = Efecto de la i -ésima repetición
- A_j = Efecto del j -ésimo tipo de poda (con y sin)
- $E(a)_{ij}$ = Error experimental asociado a las parcelas grandes
- B_k = Efecto del k -ésimo tipo de plástico
- AB_{jk} = Efecto de interacción tipo de poda y tipo de plástico
- $E(b)_{ijk}$ = Error experimental asociado a las parcelas pequeñas
- i = 1, 2, 3 y 4 Repeticiones
- j = 1 y 2 Podas
- k = 1,2,3 y 4 Plásticos

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental fue un área total de 263.25 m². Conformada por 2 surcos de 3.0 m de largo, con distanciamientos de 0.3 m entre plantas y 1.0 m entre surcos, para un total de 10 plantas por surco y 20 plantas por parcela bruta y un área por tratamiento de 6 m². La parcela neta estuvo conformada por 20 plantas.

6.8 CROQUIS DE CAMPO



Figura 1. Croquis de campo, La Fragua, Zacapa 2014.

6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

El manejo del experimento se desarrolló en la casa malla ubicada en la Escuela de Agricultura de Nororient, desarrollándose de la siguiente manera:

- Se realizó la limpieza de la casa malla, retirando toda vegetación existente en su interior y la reparación de la misma para evitar el ingreso de plagas al interior.
- Se realizó la preparación del terreno, la cual se trabajó manualmente, realizando la mullida del suelo, levantamiento de surco, seguido de la colocación de manguera de riego por goteo.

- c) Una vez realizada la preparación de suelo, se trazó el diseño con la ayuda de estaca y pita. Luego se colocó parcela por parcela los distintos colores de plástico a evaluar.
- d) Posteriormente se realizó el riego de humedecimiento y al día siguiente se realizó el trasplante en horas de la tarde.
- e) Dentro del manejo del cultivo, se realizaron diversas actividades como lo son: monitoreo de plagas y enfermedades, aplicación de fertilizantes al riego y foliares, aplicación de insecticidas, básicamente para control de larvas cortadora e insectos chupadores, se aplicó fungicida al suelo para prevenir enfermedades del suelo.
- f) Dentro del manejo se realizaron limpiezas manuales con azadón y control químico para eliminación de malezas.
- g) Se colocó estaca y pita para la realización de tutoreo de plantas en todo el ensayo para darle las mismas condiciones de manejo. El tutoreo consistió en la colocación de estacas de madera en los surcos de la plantación a 1.5 metro de distancia uno de otro. La colocación de la pita se realizó de manera horizontal a los costados de las plantas a 0.30 metros una de otra a partir del acolchado plástico para arriba conforme el desarrollo de la planta.
- h) A los 27 días se realizó la primera poda de las plantas, que consistió en la eliminación de las hojas y brotes hijos que surgieron en el tallo principal por debajo de la cruz, eliminándose la primera flor que se presenta en la cruz y dejando tres ramas principales por planta, podándose todas las laterales que iban apareciendo.
Se realizaron dos podas más, con intervalo de 15 días cada una (41 y 55 días) con el objetivo de guiar los tallos, quitar exceso de hojas y dejar los 3 ejes respectivos de la investigación.
- i) Desde el trasplante de los pilones, se empezó con la toma de datos de temperatura de suelo y ambiente dentro de la casa malla. En el exterior de la casa malla también se realizó la lectura de temperatura.

- j) Al llegar las plantas a los 28 días se empezó con el monitoreo de la floración de las plantas para la variable a estudiar, en la cual se llevó la secuencia hasta 33 días hasta que todas las plantas presentaran flor completamente en todos los tratamientos.
- k) A los 62 días se realizó el primer corte de frutos de las parcelas, obteniendo los datos de número de frutos y peso en kilogramos por cada parcela en campo. Seguido se realizó a los 68, 73, 79, 86 y 90 días respectivamente, siendo un total de 6 cortes de fruta en la investigación.
- l) Una vez obtenidos los diferentes datos de la producción de chile pimiento, se procedió al respectivo análisis y discusión de resultados mediante el diseño planteado.
- m) Posteriormente en base a los resultados obtenidos se obtuvo las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

6.10 VARIABLES RESPUESTA

Número de días a floración

Esta variable cuantifico el número de días transcurridos desde el trasplante hasta que las plantas alcanzarán el 50% de la floración de cada tratamiento.

Número de días a cosecha

Se cuantificó el número de días transcurridos desde el trasplante hasta la cosecha de cada tratamiento de la investigación, de acuerdo al acolchado plástico y el manejo de poda en los tratamientos.

Número de frutos por planta

Se cuantificó el número frutos por planta de cada tratamiento en la investigación.

Calidad del fruto

Se cuantifico la calidad de fruto en porcentaje de acuerdo a sus diferentes clases o tamaños según el mercado, clasificándolo en frutos de primera, segunda y tercera

calidad de cada tratamiento por hectárea producida. El fruto de primera es mayor o igual a 15 centímetros de longitud, recto, sin raspaduras, deformidades o decoloraciones; fruto de segunda es de 12 a 15 centímetros de longitud, recto, sin raspaduras, deformidades, con ligeras decoloraciones y el fruto de tercera, menor a 10 centímetros de longitud, curvado, con raspaduras, deformidades o decoloraciones visiblemente notables.

Rendimiento Comercial

Se cuantificó el rendimiento comercial total de la producción de acuerdo al mercado nacional en kilogramos por hectárea obtenida de cada uno de los tratamientos de las parcela de investigación. La caja según el mercado comercial pesa de 20.45 kilos en promedio (45 libras).

Beneficio económico por tratamiento

Se cuantificó el beneficio económico y la tasa marginal de retorno por cada uno de los tratamientos de las parcelas de la investigación de acuerdo al manejo.

Temperatura del Suelo

Se registró el promedio de temperatura en grados centígrados obtenido en el suelo por tratamiento en la investigación desde el trasplante hasta la cosecha.

Temperatura ambiental interna y externa

Se registró el promedio de temperatura en grados centígrados obtenidos tanto en el interior como en el exterior de la casa malla desde trasplante hasta cosecha.

6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1 Análisis estadístico

Se realizó el ANDEVA (Análisis de varianza) para un Diseño de Bloques al Azar con Arreglo de Parcelas Divididas para la variable de rendimiento comercial para la

determinación de diferencias significativas. Además se realizó la prueba de Tukey a $\alpha = 0.05$ para definir el mejor tratamiento.

Para las demás variables se realizó un análisis descriptivo en base a los resultados de los datos obtenidos en cada tratamiento.

6.11.2 Análisis económico

Se realizó un análisis económico por medio de un presupuesto parcial para la determinación de beneficios netos y costos variables.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 NUMERO DE DIAS A FLORACION

En la figura 2 se presenta los porcentajes de floración desde el inicio de las primeras flores a partir del trasplante hasta obtener el 100% de la floración total de las plantas de cada tratamiento.

Además se muestra que el tratamiento T6 (Sin poda con acolchado plástico rojo) y T7 (sin poda y acolchado plástico blanco) presentaban un mayor porcentaje de floración en el día 28 en relación a los demás tratamientos, mientras que le seguía los tratamientos T2 (con poda y acolchado plástico rojo) y T5 (sin poda y acolchado plástico plata negro).

Según la observación en campo, las plantas del tratamiento con acolchado plástico rojo, mostraban fisiológicamente una apariencia de estrés en comparación con los demás tratamientos evaluados, de tal manera que esto influyó en la precocidad de la floración.

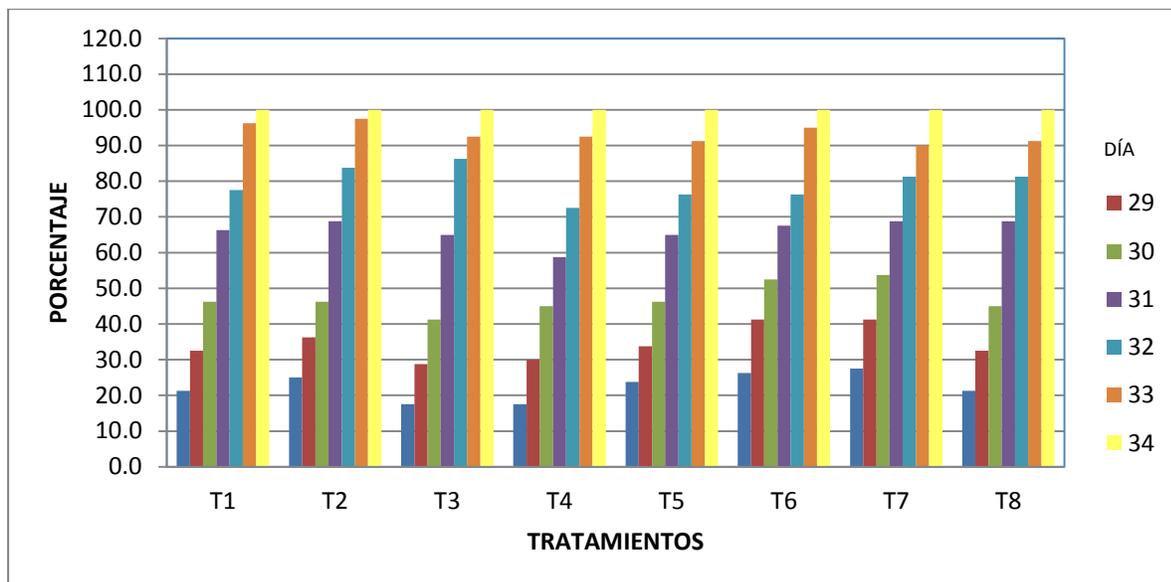


Figura 2. Porcentajes de días a floración de los tratamientos evaluados.

En la figura 3 se muestra la floración de los tratamientos, entre los días 30 y 31 a partir del trasplante, debido a que la base es el 50% de la floración del total de las plantas de cada tratamiento.

Los tratamientos T7 (sin poda y acolchado plástico blanco) y T6 (sin poda y acolchado plástico rojo) fueron los tratamientos más precoces en la investigación con un 53.8 % y 52.5 % en el día 30 después del trasplante.

En el día 31 después del trasplante el tratamiento T4 (con poda y sin acolchado) fue el único tratamiento que se quedó abajo del 60% en comparación con los demás tratamientos.

El día 30 de la evaluación, se observó la floración en un 50% de los tratamientos con acolchado plástico blanco y rojo, lo cual se atribuye al estrés presentado por la planta. El tratamiento T4 (con poda y sin plástico) presentó una floración tardía, al día 31, notándose en el campo que éste tratamiento presentaba una mejor apariencia vegetación, de manera que se percibía un equilibrio en las plantas, lo que hacía que su desarrollo fuera lento pero vigoroso en comparación con los demás tratamientos.

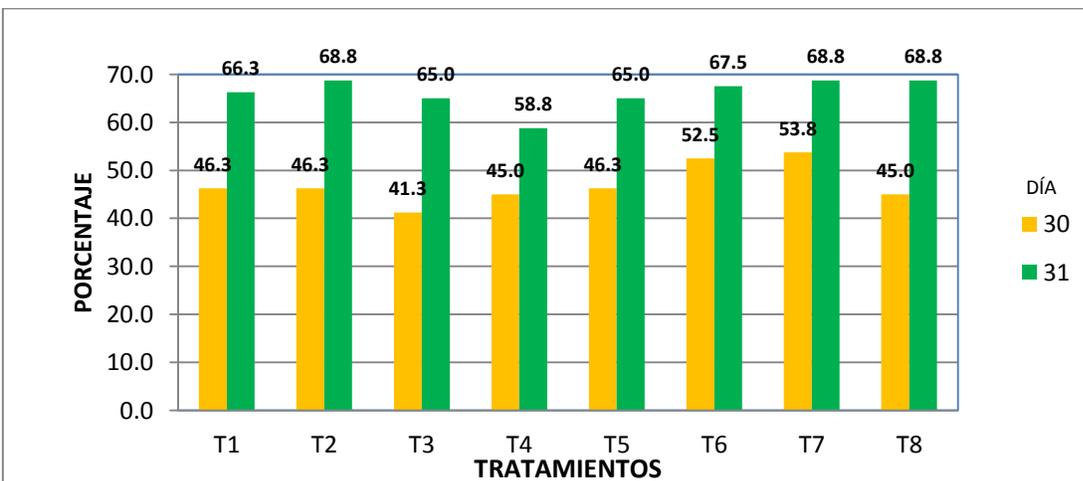


Figura 3. Resumen de los días a floración de los tratamientos evaluados.

7.2 NUMERO DE DIAS A COSECHA

En la figura 4 se observa la precocidad de los tratamientos a los 55 días después del trasplante pudiendo notar que los tratamientos T6 (sin poda y acolchado plástico rojo y T7 (sin poda y acolchado plástico blanco), son los más precoces. En el caso de los tratamientos T2 (con poda y acolchado plástico rojo), T3 (con poda y acolchado plástico blanco) y T5 (sin poda y acolchado plata negro) presentaron una precocidad media a los 57 días. Los tratamientos T1 (con poda y acolchado plata negro), T4 (con poda y sin plástico) y T8 (sin poda y sin plástico) resultaron ser los más tardíos iniciando su cosecha a los 58 días.

Por lo manifestado en campo, desde ya se observaba una precocidad en la floración en los tratamientos con plástico blanco y rojo, era obvio la precocidad en cosecha de estos tratamientos a los 55 días, por lo que cuando se realizó el primer corte, la mayoría de frutos de estas parcelas mostraba una coloración rojiza. Por otra parte, los tratamientos que no presentaban una sintomatología de estrés, se tuvo la cosecha a los 58 días y los frutos eran de color verde intenso.

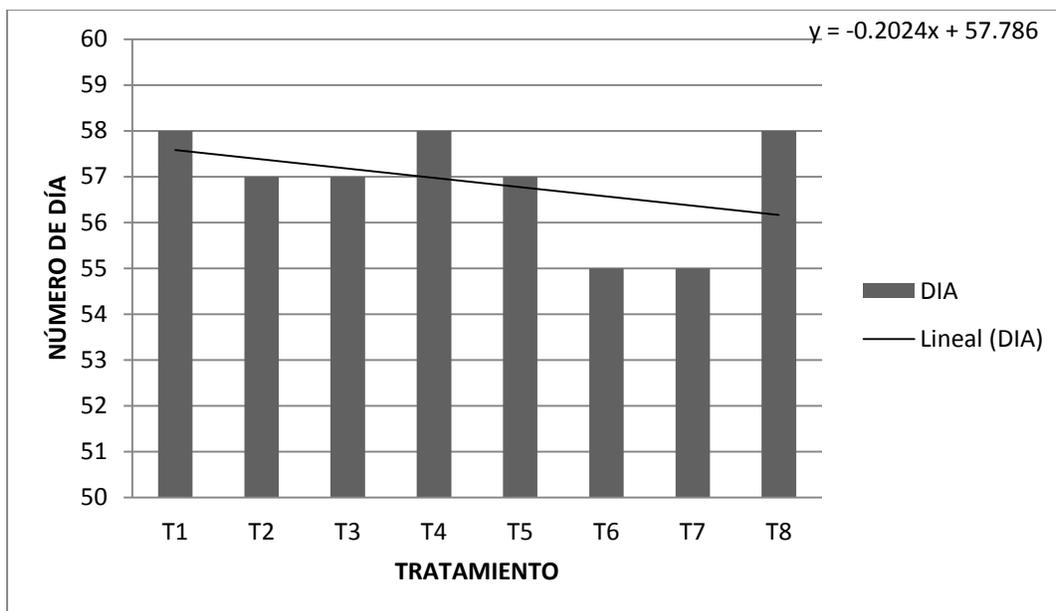


Figura 4. Número de días a cosecha por tratamiento evaluado.

7.3 NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA

En la figura 5 se muestra la cantidad de frutos obtenidos por tratamientos donde se observa una tendencia mayor de números de frutos de segunda calidad en los tratamientos con poda (T1, T2, T3, T4) y un mayor número de frutos de tercera calidad en los tratamientos sin poda (T5, T6, T7, T8).

En la observación efectuada en campo, los tratamientos que se manejaron con poda de tres ejes, presentaban frutos con mejor desarrollo y coloración verde intensa. Los tratamientos que no se podaron, por la cantidad excesiva de frutos que se mostraba en las plantas, el desarrollo de éstos se mostró comprometida de tal manera, que no se desarrollaban, quedándose de tamaño pequeño y se maduraban más rápidamente.

En general, los tratamientos sin acolchado plástico T4 (con poda y sin plástico y T8 (sin poda y sin plástico) muestran un mejor desarrollo (planta y frutos), en la Figura 5 se muestra un comportamiento similar de los frutos de primera calidad, así mismo la homogeneidad de las calidades de fruto se ven reflejadas por dichos tratamientos.

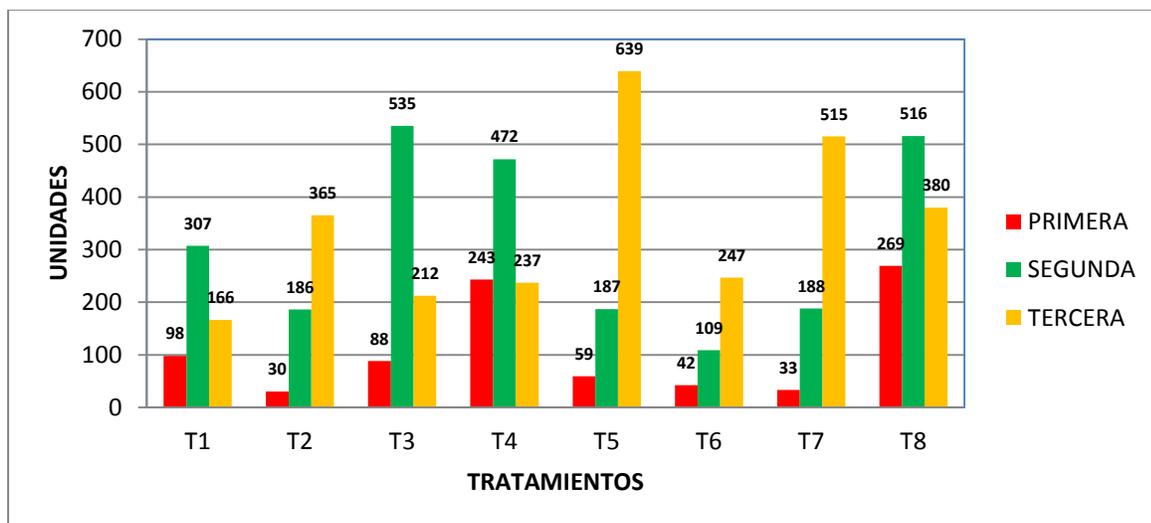


Figura 5. Cantidad de números por planta obtenidos en la investigación.

7.4 CALIDAD DE FRUTO

En la figura 6 se observa el porcentaje de frutos obtenidos en una hectárea producida en base a la calidad considerada en el mercado como: primera (frutos rectos con de 15 centímetros de longitud), segunda (frutos rectos, entre 10 y 15 centímetros de longitud) y tercera (frutos pequeños, desuniformes, debajo de los 10 centímetros de longitud). Es importante mencionar que la coloración entre verde o rojo varía de acuerdo a la exigencia del mercado y época del año.

Esta variable dentro de la investigación es muy importante, ya que en ella se observa la tendencia de los frutos a producir, con las diferentes tecnologías en cuanto a manejo de poda y acolchados plásticos, notándose un mejor comportamiento en el T8 (sin poda y sin acolchado plástico) en relación a los demás tratamientos evaluados.

Los tratamientos T1 (con poda y acolchado plástico plata negro), T4 (con poda y sin plástico) y T8 (sin poda y sin plástico), son los que siguen un comportamiento similar en calidad de fruto según los análisis obtenidos entre tratamiento.

Los frutos de estos tratamientos en los cortes efectuados, mostraron un proceso de maduración normal, con una coloración de frutos más uniforme, de apariencia recta, por lo que facilitaba la comercialización en el mercado.

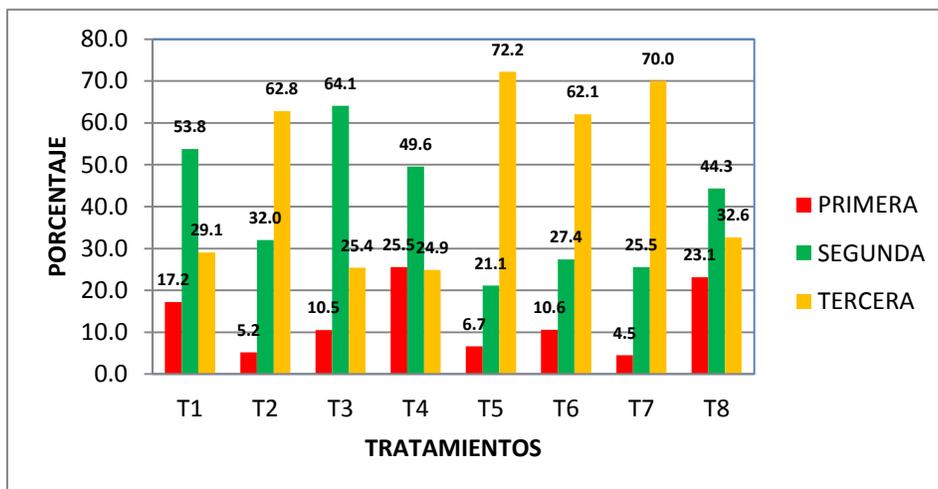


Figura 6. Calidad de frutos de primera, segunda y tercera calidad obtenidos por hectárea.

7.5 TEMPERATURA DEL SUELO

El resumen promedio de la temperatura obtenida en grados centígrados a nivel del suelo por tratamiento se muestra en la figura 7.

Como se puede observar, los tratamientos que muestran menor temperatura a nivel de suelo son los tratamientos T4 (con poda y sin plástico) y T8 (sin poda y sin plástico), con temperatura promedio es de 26° centígrados.

Los tratamientos T1 (con poda y acolchado plata negro), T2 (con poda y acolchado rojo) y T3 (con poda y acolchado blanco) muestran un incremento de 1 grado con temperatura de 27° centígrados. Los tratamientos T5 (sin poda y plástico plata negro) y T7 (sin poda y acolchado blanco) muestran temperatura de 28°centígrados con una diferencia de 2 grados con respecto a los tratamientos T1 y T8 respectivamente.

En la observación en campo, los tratamientos sin acolchado plástico, fueron los tratamientos que presentaban una mayor vigorosidad de las plantas, una mayor altura y desarrollo en comparación con los demás tratamientos. Los tratamientos con acolchado plástico blanco y gris fueron los que presentaron una vigorosidad en las plantas, pero su altura fue menor en comparación con el tratamiento sin plástico. El tratamiento con acolchado plástico rojo fue el que tuvo menor vigorosidad, desarrollo y altura dentro de la evaluación.

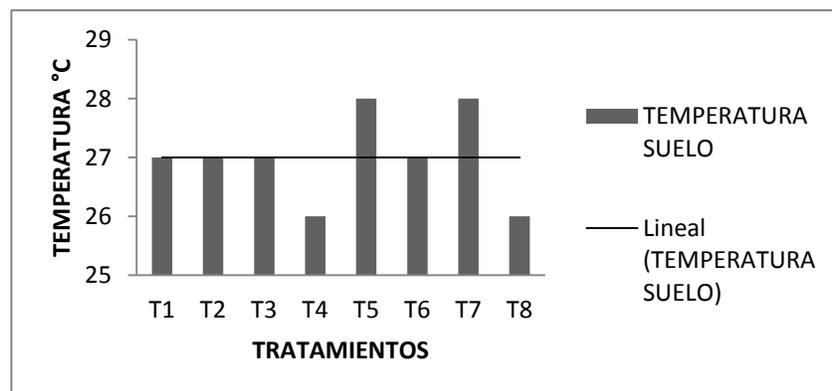


Figura 7. Temperatura del suelo de los tratamientos evaluados expresados en grados centígrados.

7.6 TEMPERATURA AMBIENTE INTERNA Y EXTERNA

El promedio de la temperatura ambiente en el interior y exterior de la casa malla es de importancia paralela a la investigación para decidir el grado de influencia en la producción de los tratamientos evaluados; en la figura 8 se muestran las temperaturas en todo el ciclo de producción.

Según el promedio de temperaturas tanto en el interior como en el exterior varía en 0.90° centígrados una de la otra, por lo que a simple vista, no se percibe una mayor importancia.

En los datos obtenidos de manera diaria, se observa una variación de 4 grados centígrados en las temperaturas del interior con el exterior, notándose que las horas más críticas para las plantas, según lo observado, estaba entre las 11:00 a 14:00 horas debido a la intensidad de la radiación solar.

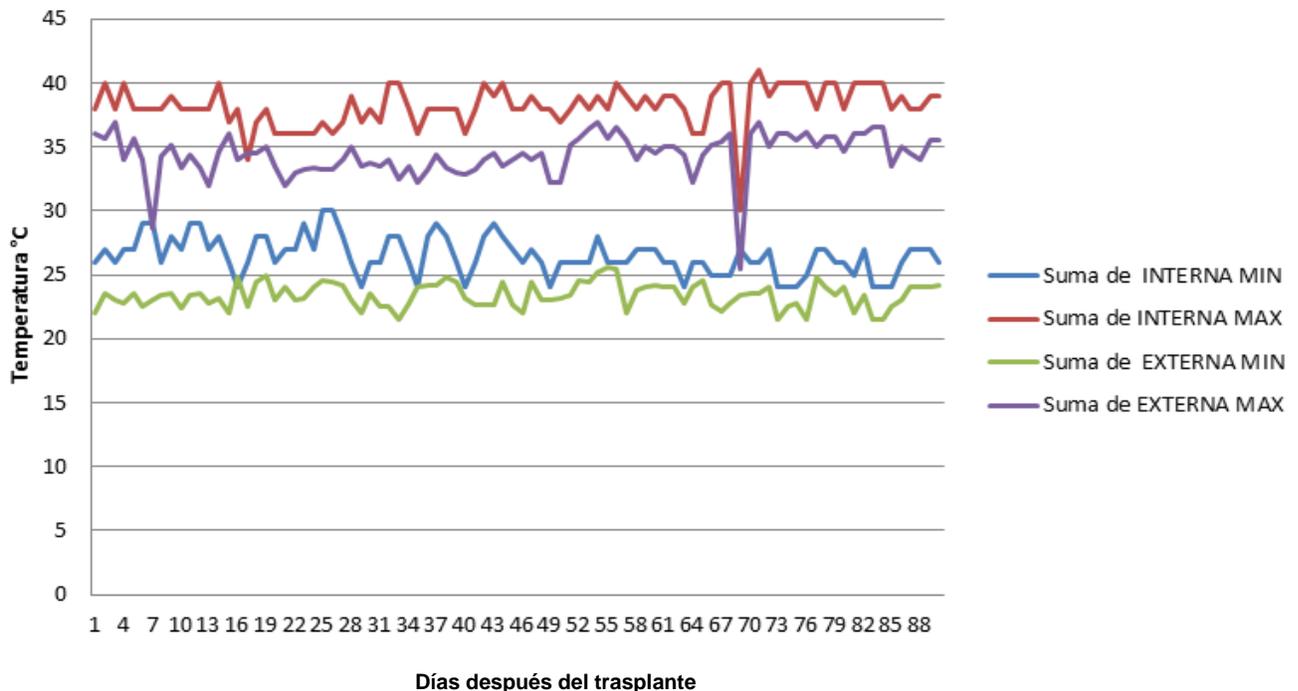


Figura 8. Temperatura ambiente afuera y adentro de la casa malla.

7.7 RENDIMIENTO COMERCIAL

En la figura 8 se observan los rendimientos comerciales totales por hectárea de los ocho (8) tratamientos evaluados.

El tratamiento T8 (sin plástico y sin poda) muestra el mejor rendimiento comercial por hectárea con 107,150 kilogramos, seguido del tratamiento T4 (con poda y sin plástico) con un rendimiento de 89,631 kilogramos. En un tercer se encuentra el T3 (con poda y acolchado blanco) con 75,568 kilogramos.

En el campo, los tratamientos sin acolchado plástico fenotípicamente mostraron mejor desarrollo, vigorosidad, altura con respecto a los demás; con respecto a los frutos una mayor cantidad de frutos por parcela.

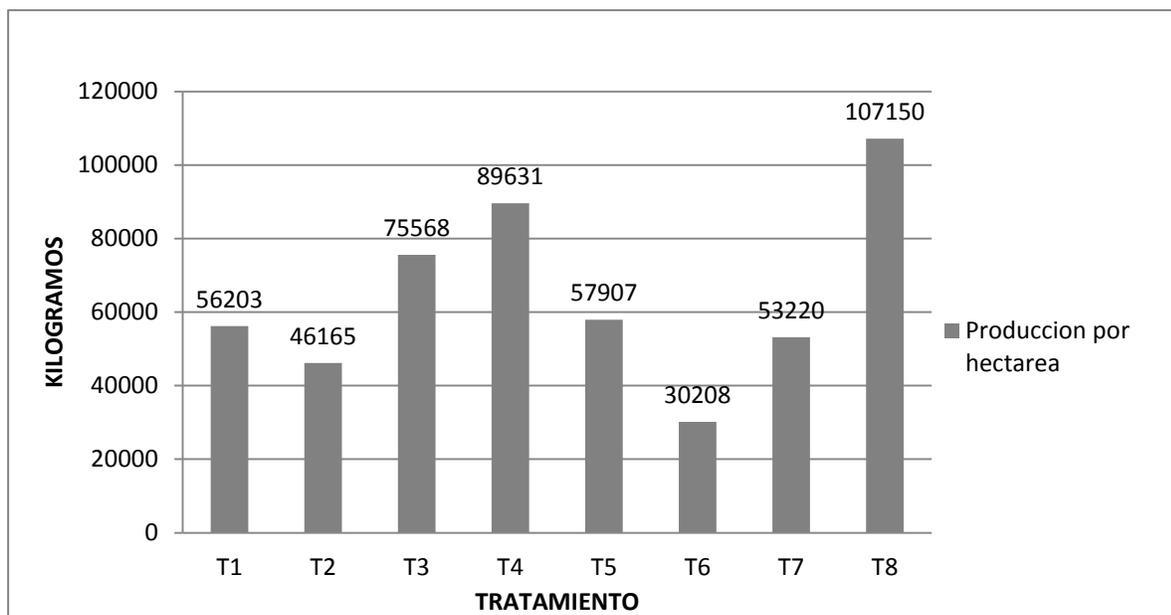


Figura 9. Rendimiento de chile pimiento Nathalie en kilogramos por hectárea.

En el cuadro 4, se presenta los resultados del análisis de varianza aplicado a los tratamientos en base a la variable de rendimiento comercial/ha, donde se muestra los factores de evaluación: manejo de podas y acolchados plásticos.

Cuadro 4. Análisis de Varianza para rendimiento de Chile Natalie utilizando manejo de poda y tres colores de acolchado plástico.

FV	SC	GL	CM	F	P>F
Modelo	1220461002.07	13	93881615.54	11.80*	<0.0001
Podas	16141528.93	1	16141528.93	0.98*	0.3944
Bloque	102298620.98	3	34099540.33	4.28*	0.0190
Podas*Bloque	49216530.54	3	16405510.18	2.06*	0.1413
Plástico	935852779.39	3	311950926.46	39.19**	<0.0001
Podas*Plástico	116951542.23	3	38983847.41	4.90*	0.0116
Error	143265036.73	18	7959168.71		
Total	1363726038.80	31			

Fuente: Autor, 2014.

= Significativo ** = Altamente Significativo NS = No Significativo

CV. = 17.37 %

En el análisis de varianza se manifiestan diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un grado de significancia al cinco por ciento. Lo anterior indica que existe una variación entre los plásticos utilizados, por lo que se realizó la prueba de Tukey para los plásticos para determinar el de mejor rendimiento, el resultado se muestra en el cuadro 5, según éste indica que el tratamiento con el mejor rendimiento es aquel en el que no se utiliza acolchado plástico T4 y T8 respectivamente.

Cuadro 5. Prueba de Tukey para los acolchados plásticos de la investigación.

Plástico	Medias	n	E.E.	
Sin Plástico	24597.54	8	997.44	A
Blanco	16098.48	8	997.44	B
Plata-negro	14719.46	8	997.44	B
Rojos	9546.64	8	997.44	C

Fuente: Autor, 2014.

Para la variable de rendimiento comercial en kilogramos por hectárea del total de los tratamientos se encontró diferencias significativas entre ellos. Por lo que fue necesario aplicar una prueba de medias de Tukey para determinar los tratamientos con mejor rendimiento comercial.

El cuadro 6 presenta los resultados de medias de Tukey para determinar el tratamiento con mejor rendimiento expresado en kilogramos por hectárea, el cual indica que el tratamiento T8 (sin poda y sin acolchado plástico) es el mejor. En comparación con manejo de poda de tres ejes y el color de acolchado plástico el que mejor rendimiento muestra es de T4 (con poda y sin plástico). En el manejo sin poda y con acolchado plástico el que mejor rendimiento presento fue el T5 (sin poda y acolchado plata negro).

Los resultados del Análisis de Varianza muestran que el mejor tratamiento fue el T8 (sin poda y sin plástico y T4 (con poda y sin plástico). Analizando todas las variables con estos tratamientos, en la variable de días a cosecha, estos tratamientos mostraron una cosecha tardía; en la variable de temperatura de suelo, el promedio de la temperatura estuvo por abajo del rango de los demás tratamientos. Por otra parte en la variable de número de frutos por planta y la calidad, los tratamientos T8 y T4 mostraron más uniformidad con respecto a los demás tratamientos.

Cuadro 6. Prueba de Tukey para la variable rendimiento comercial/ha.

Podas	Plástico	Medias	n	E.E.					
Sin Poda	Sin Plástico	26787.41	4	1410.60	A				
Con Poda	Sin Plástico	22407.67	4	1410.60	A	B			
Con Poda	Blanco	18892.05	4	1410.60		B	C		
Con Poda	Plata-negro	14962.12	4	1410.60			C	D	
Sin Poda	Plata-negro	14476.80	4	1410.60			C	D	
Sin Poda	Blanco	13304.92	4	1410.60			C	D	E
Con Poda	Rojo	11541.19	4	1410.60				D	E
Sin Poda	Rojo	7552.08	4	1410.60					E

Fuente: Autor, 2014.

7.8 ANALISIS ECONOMICO

7.8.1 Identificación de los costos relevantes

Los rubros que variaron en los tratamientos evaluados fueron: el costo del plástico, cantidad de pesticidas utilizados, mano de obra para colocación de plástico, poda, colocación de pita, desmalezado y aplicación de pesticidas.

7.8.2 Estimación del precio de mano de obra

Se determinó el precio de mano de obra actual de Q83.33 por día de trabajo, basándose en Q74.97 de salario ordinario, más Q8.33 de bonificación de ley.

7.8.3 Estimación de costos de mano de obra que varían

En base a la identificación de los costos relevantes asociados a los tratamientos, se estimó los costos de mano de obra de la siguiente manera: se determinó la cantidad de jornales por hectárea que se utilizaban para cada actividad y se multiplico por el salario actual.

En el cuadro 7, se presenta la estimación de los costos de mano de obra que varían dentro con los factores de manejo de poda y acolchado plástico.

Cuadro 7. Estimación de costo de mano de obra que varían por tratamiento.

No.	MANEJO DE PODA	ACOLCHADO PLASTICO	COLOCACION DE PLASTICO	PODA	COLOCACION DE PITA	CONTROL DE MALEZA	APLICACIÓN DE PESTICIDAS	COSTO POR JORNAL	COSTO TOTAL
T1	CON PODA	PLATA NEGRO	Q 487.48	Q 594.14	Q 2,853.22		Q 1,895.76	Q 83.33	Q 5,830.60
T2	CON PODA	ROJO	Q 487.48	Q 594.14	Q 2,139.91		Q 1,895.76	Q 83.33	Q 5,117.30
T3	CON PODA	BLANCO	Q 487.48	Q 594.14	Q 2,853.22		Q 2,166.58	Q 83.33	Q 6,101.42
T4	CON PODA	SIN PLASTICO	Q 487.48	Q 594.14	Q 2,853.22	Q 828.30	Q 1,895.76	Q 83.33	Q 6,171.42
T5	SIN PODA	PLATA NEGRO			Q 2,853.22		Q 1,895.76	Q 83.33	Q 5,236.46
T6	SIN PODA	ROJO			Q 2,139.91		Q 1,895.76	Q 83.33	Q 4,523.15
T7	SIN PODA	BLANCO			Q 2,853.22		Q 2,166.58	Q 83.33	Q 5,507.28
T8	SIN PODA	SIN PLASTICO			Q 2,853.22	Q 828.30	Q 1,895.76	Q 83.33	Q 5,577.28

Fuente: Autor, 2014.

Así mismo, en el cuadro 8 se observa la estimación de insumos que varían de cada tratamiento de la evaluación

Cuadro 8. Estimación de insumos que varían por hectárea por tratamiento.

TRATAMIENTO	PESTICIDAS	PLASTICO	TOTAL INSUMOS
T1	Q 4,289.58	Q 4,929.02	Q 9,218.60
T2	Q 4,289.58	Q 5,460.00	Q 9,749.58
T3	Q 6,372.91	Q 5,460.00	Q 11,832.91
T4	Q 4,289.58	Q -	Q 4,289.58
T5	Q 4,289.58	Q 4,929.02	Q 9,218.60
T6	Q 4,289.58	Q 5,460.00	Q 9,749.58
T7	Q 6,372.91	Q 5,460.00	Q 11,832.91
T8	Q 4,289.58	Q -	Q 4,289.58

Fuente: Autor, 2015.

7.8.4 Estimación de precio de campo del producto

Se determinó que el precio por kilogramo es de Q6.01. Se calculó determinando el precio promedio de venta de la caja de chile pimiento Q122.92 y teniendo en cuenta que la caja se estima en 20.45 kilogramos en peso.

7.8.5 Estimación de beneficios brutos y netos

Para la estimación de beneficios brutos se multiplico el rendimiento comercial en kilogramos por el precio promedio del kilogramo.

Para obtener el beneficio neto se resta el costo que varía por tratamiento al cálculo del beneficio bruto, detallando la información en el cuadro 9 que se muestra a continuación.

Cuadro 9. Estimación de beneficios brutos y netos por tratamiento.

No.	RENDIMIENTO PROMEDIO	PRECIO PROMEDIO KILOGRAMO	BENEFICIO BRUTO	COSTO QUE VARIAN	BENEFICIO NETO
T1	56203	Q 6.01	Q 337,777.94	Q 15,049.20	Q 322,728.74
T2	46165	Q 6.01	Q 277,450.28	Q 14,866.88	Q 262,583.41
T3	75568	Q 6.01	Q 454,164.77	Q 17,934.33	Q 436,230.44
T4	89631	Q 6.01	Q 538,680.40	Q 10,461.00	Q 528,219.40
T5	57907	Q 6.01	Q 348,022.25	Q 14,455.05	Q 333,567.20
T6	30208	Q 6.01	Q 181,552.08	Q 14,272.73	Q 167,279.35
T7	53220	Q 6.01	Q 319,850.38	Q 17,340.19	Q 302,510.19
T8	107150	Q 6.01	Q 643,969.22	Q 9,866.86	Q 634,102.37

Fuente: Autor, 2015.

7.8.6 Análisis de dominancia

Para la realización del análisis de dominancia se ordenan los datos de los costos que varían de menor a mayor junto con sus respectivos beneficios netos. Luego se determina si los tratamientos son dominados o no de la siguiente manera: los tratamientos que presenten mayor costo que varía que el anterior pero y que rinda menos beneficio neto es dominado, el que no presente esto es No dominado y se procede a realizar el Tasa Marginal de Retorno.

Cuadro 10. Análisis de dominancia de los tratamientos.

TRATAMIENTO	COSTO QUE VARIAN	BENEFICIO NETO	
T8	Q 9,866.86	Q 634,102.37	No dominado
T4	Q 10,461.00	Q 528,219.40	Dominado
T6	Q 14,272.73	Q 167,279.35	Dominado
T5	Q 14,455.05	Q 333,567.20	No dominado
T2	Q 14,866.88	Q 262,583.41	Dominado
T1	Q 15,049.20	Q 322,728.74	No dominado
T7	Q 17,340.19	Q 302,510.19	Dominado
T3	Q 17,934.33	Q 436,230.44	No dominado

Fuente: Autor, 2015.

7.8.7 Análisis de tasa marginal de retorno

La tasa marginal de retorno se calculó mediante el ordenamiento de los tratamientos que resultaron ser No Dominados en la investigación, de los cuales se ordenaron de menor a mayor beneficio neto con su respectivo costo variable.

Dentro de los tratamientos No Dominados, que se muestran, el tratamiento T3 (con poda y acolchado plástico) resulta el mejor.

Según los datos obtenidos el T3 (con poda y acolchado plástico blanco) en condiciones de casa malla con el manejo realizado, por cada quetzal que se invierta se recupera Q29.50.

Cuadro 11. Tasa marginal de retorno de los tratamientos no dominados.

No.		BENEFICIO NETO	COSTO VARIABLE		INCREMENTO BENEFICIO NETO		INCREMENTO COSTO VARIABLE	TMR	
1	Q	322,728.74	Q	15,049.20					
5	Q	333,567.20	Q	14,455.05	Q	10,838.46	-Q	594.14	-18.24
3	Q	436,230.44	Q	17,934.33	Q	102,663.24	Q	3,479.28	29.50
8	Q	634,102.37	Q	9,866.86	Q	197,871.93	-Q	8,067.48	-24.52

Fuente: Autor, 2015.

VIII. CONCLUSIONES

- El tratamiento sin cobertura plástica y manejo de poda (T4) y el tratamiento sin cobertura plástica y sin manejo de poda (T8) presentan una temperatura de suelo de 26 grados centígrados, mientras que los demás tratamientos presentaron temperaturas de 27 y 28 grados centígrados respectivamente. En la temperatura ambiente interna y externa no se muestran diferencias significativas en promedio debido a una variación de 0.9 grados centígrados entre sí.
- El tratamiento sin poda y sin plástico bajo condiciones de casa malla, tuvo un efecto distinto en el cultivo de chile pimiento, obteniéndose un mejor desarrollo vegetal en todo el ciclo del cultivo, en donde el tratamiento con cobertura plástica blanca y sin manejo de poda (T7) y el tratamiento con acolchado plástico rojo y sin manejo de poda (T6) fueron los tratamientos más precoces en la floración con un 53.8 % y 52.5 % en el día 30 después del trasplante y por ende una precocidad en días a cosecha a los 55 días después del trasplante. En calidad de fruto se obtuvo una homogeneidad en el tratamiento sin cobertura plástica y manejo de poda de tres ejes (T4) y el tratamiento sin cobertura plástica y sin manejo de poda (T8), así como también el tratamiento con cobertura plástica plata negro y manejo de poda de tres ejes.
- El tratamiento con poda y sin plástico (T8) presento un mejor comportamiento en relación a calidad de fruto (23.1% de primera, 44.3% de segunda y 32.6% de tercera) con respecto a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos con poda y acolchado plástico plata negro (T1) con 17.2% de primera, 53.8% de segunda y 29.1% de tercera. El tratamiento con poda y sin acolchado plástico (T4) es el tratamiento que sigue un comportamiento similar en 25.5% de primera, 49.6% de segunda y 32.6%.

- El tratamiento sin poda y sin plástico (T8) bajo las condiciones de casa malla con el manejo que se le dio en la evaluación, presentó un mayor rendimiento de chile pimiento Nathalie con 107,150 kilogramos por hectárea. El tratamiento con cobertura plástica blanca y manejo de poda de tres ejes (T3) obtuvo un mejor rendimiento en comparación con los demás acolchados plásticos, con 75,568 kilogramos por hectárea.
- El tratamiento con cobertura plástica blanca al suelo y manejo de poda de tres ejes (T3) tuvo una mayor Tasa Marginal de Retorno de 29.50%.

IX. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar un manejo sin poda y sin cobertura plástica al suelo para la producción de chile pimiento Nathalie bajo condiciones de casa malla en la región, para obtener un alto rendimiento en kilogramos por hectárea.
- Cuando se desee obtener un mejor beneficio económico en la producción de chile pimiento Nathalie bajo casa malla, se recomienda utilizar la cobertura plástica al suelo de color blanco y manejo de poda de tres ejes.
- Para la producción de chile pimiento no se recomienda la utilización de acolchado rojo, debido a que presenta rendimientos bajos y se tiene una mayor incidencia en malezas.
- Se recomienda la utilización de casa malla, para la producción de chile pimiento Nathalie, tomando en cuenta el diseño, principalmente la altura y la orientación para evitar condiciones extremas por altas temperaturas.

X. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Aranguiz Muñoz, M. (2001). Efecto de tres sistema de poda en rendimiento, calidad y asimilados en dos cultivares de pimiento producidos orgánicamente en invernaderos. Chile. Universidad de Talca. 61 p.

AZROM (Casas agrícolas). (2004). Diseño y construcción de casas malla (En línea). Israel. Consultado 4 abril 2011. Disponible en <http://www.azrom.com>

Banco de Guatemala. (2003). IV Censo Nacional Agropecuario. (En línea). Consultado el: 4 abril de 2011. Disponible en:
<http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/2010/documentos/EI%20Agro%20en%20Cifrasoctubre2010.pdf>

Banco de Guatemala. (2008). Departamento de Estadística. Sección de Cuentas Nacionales. (En línea). Consultado: el 4 abril 2011. Disponible en:
<http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/2010/documentos/EI%20Agro%20en%20Cifrasoctubre2010.pdf>

Benardocco, H. Acolchado Plástico. Departamento Técnico Implex Venados, S. A. (PDF). Consultado el 4 abril 2011. 26 p.

Berganza, J. (2010). Evaluación del Manejo de Podas de Tres y Cuatro Ejes en Cultivo de Chile Pimiento Nàthalie Bajo Condiciones de Casa Malla en la Localidad del Amatillo, Ipala, Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Guatemala. FAUSAC. 55 p.

Calderón Bran, L. F. y Dardón Dávila, D. (1994). Evaluación de Polietileno Coextruido Blanco Negro en la Conservación de Humedad y Mejor Aprovechamiento de Nutrientes en Arveja China. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA, La Alameda, Chimaltenango, Guatemala. 43 p.

Castilla. N. (2005). Invernaderos de Plástico: Tecnología y Manejo. Ediciones Mundiprensa. España. 459 p.

Diputación de Cádiz. Plásticos Agrícolas y Medio Ambiente. (En línea). Consultado el 7 abril de 2011. Disponible en http://www.dipucadiz.es/opencms/export/sites/default/dipucadiz/areas/medioAmb_depor/medio_amb/Servicios/asist_mun/residuos/planificacion/docu_planificacion/Plxsticos_Agrxcolas.pdf.

Edmon, T. L.; Senn, T. L. y Andrews, F. S. (1976). Principios de Horticultura. Editorial Continental S. A. Segunda Impresión. México, D. F. 575 p.

Gudiel V. M. (1976). Manual Agrícola Superb. Productos Superb. Guatemala. 291 p.

Hernández Cortez, C. E. (2002). Establecimiento y Manejo Agronómico de los Cultivos de Chile Dulce (*Capsicum frutescens*) Variedad Natali, y Tomate (*Lycopersicon sculentum*) Hibrido Silverado F1, en la Finca El Pozo, Aldea San Esteban, Chiquimula. Práctica Profesional Supervisada. Chiquimula. Guatemala. CUNORI. 41 p.

Ibarra, J. L. y Rodríguez, A. (1983). Plantas Cultivadas con Agro Plásticos. (En línea). Centro de investigación de química aplicada. Saltillo Coahuila, México. Consultado: 7 abril del 2011. Disponible en: http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort01/Ponencia_09.pdf

INFOAGRO (Información Agrícola, ES). (2011). Cultivo de Chile (En línea). Editorial Agrícola Española, S.A. España. Consultado 04 abril. 2011. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>

Javier Campos, S. (1994). Chile Picante y Chile Dulce. Manual Agrícola Superb. Productos Superb. Guatemala. 179 p.

Jurado, A. (1999). El Cultivo del Pimiento en el Poniente Almeriense. Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Caja Rural de Almería. Almería. 2, 57-87.

Manual de Hortalizas EDIFARM (2003), Principales plagas y enfermedades del chile pimiento. Editorial Edifarm Internacional Centroamérica. Primera impresión. Guatemala. 522 p.

Molina. A. F. (2005). Efecto de Acolchados Plásticos y Micro Túneles de Tela No Tejida de Polipropileno para la Producción de Tomate Orgánico en Época Seca en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano. Honduras. 3 p9.

Nuez, F.; Gil, R. y Costa, J. (1995). Cultivo de Chile Pimiento, Chiles y Ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 607 p.

Peralta Osorio, A. A. (2004). Manejo y Producción de los Cultivos de Chile Dulce (*Capsicum frutescens*) y Tomate (*Lycopersicon esculentum*) en la Finca La Esperanza, Aldea Sabana Grande, Municipio de Chiquimula. Práctica Profesional Supervisada. Chiquimula. Guatemala. CUNORI. 27 p.

Plásticos Agrícolas (información agrícola). (2011). Acolchados plásticos (En línea). Consultado el 4 abril de 2011. Disponible en:
http://www.dipucadiz.es/Areas/Medio_Ambiente/Plasticos%20agricolas.pdf

Quezada, M. R., Munguía, J.L. y Ibarra, J. L. (2004). Efectos de Acolchados Foto Selectivos sobre la Acumulación de Materia Seca y Rendimiento en Pimiento Morrón. VI Congreso Iberoamericano para el Desarrollo y Aplicación de Plásticos en Agricultura. CIDAPA. Cartagena, Colombia. Memorias.10-20 p.

Ruano Bonilla, S. y Sánchez Trescastro, I. (2001). Pimiento. Hortalizas Aprovechables por sus frutos. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería. Grupo Editorial Océano. Barcelona, España. 1032 p.

Serrano Cermeño, Z. (1974). Cultivos Hortícolas Enarenados. Ministerio de Agricultura, Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, España. 559 p.

Serrano, Z. y Sevilla, C. (1996). Veinte cultivos de hortalizas en invernadero. 487 p.

Tamaro, D. (1974). Manual de Horticultura. Versión Traducida. Barcelona, España. 510 p.

Toledo Aguirre, L. G. (2004). Evaluación del efecto de tres podas en el rendimiento del cultivo de la berenjena (*Solanum melongena L.*), bajo manejo de prácticas orgánicas en San José la Arada, Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Guatemala. FAUSAC. 81 p.

XI. ANEXOS

Cuadro 12. Cronograma de actividades realizadas para la investigación del efecto de tres colores de coberturas plásticas al suelo y manejo de poda de tres ejes en el cultivo de chile pimiento Nathalie.

ACTIVIDADES	CALENDARIO 2011																			
	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Preparación de suelo																				
Trazo de ensayo																				
Colocación de cobertura plástica																				
Riego																				
Trasplante																				
Fertiriego																				
Control Fitosanitario																				
Poda																				
Tutoreo																				
Toma de Datos																				
Cosecha																				

Cuadro 13. Porcentaje de floración de cada tratamiento para la investigación.

DIA	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
28	21.3	25.0	17.5	17.5	23.8	26.3	27.5	21.3
29	32.5	36.3	28.8	30.0	33.8	41.3	41.3	32.5
30	46.3	46.3	41.3	45.0	46.3	52.5	53.8	45.0
31	66.3	68.8	65.0	58.8	65.0	67.5	68.8	68.8
32	77.5	83.8	86.3	72.5	76.3	76.3	81.3	81.3
33	96.3	97.5	92.5	92.5	91.3	95.0	90.0	91.3
34	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Cuadro 14. Días a cosecha por tratamiento.

TRATAMIENTO	DIA
T1	58
T2	57
T3	57
T4	58
T5	57
T6	55
T7	55
T8	58

Cuadro 15. Número de frutos por planta de cada tratamiento.

TRATAMIENTO	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA
T1	98	307	166
T2	30	186	365
T3	88	535	212
T4	243	472	237
T5	59	187	639
T6	42	109	247
T7	33	188	515
T8	269	516	380

Cuadro 16. Porcentaje de frutos por calidad producido por hectárea.

TRATAMIENTO	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA
T1	17.2	53.8	29.1
T2	5.2	32.0	62.8
T3	10.5	64.1	25.4
T4	25.5	49.6	24.9
T5	6.7	21.1	72.2
T6	10.6	27.4	62.1
T7	4.5	25.5	70.0
T8	23.1	44.3	32.6

Cuadro 17. Temperatura promedio del suelo del total de días de la investigación a 15 centímetros de profundidad.

TRATAMIENTOS	TEMPERATURA
T1	27
T2	27
T3	27
T4	26
T5	28
T6	27
T7	28
T8	26

Cuadro 18. Temperatura promedio del ambiente dentro y fuera de la casa malla.

TEMPERATURA	AFUERA	ADENTRO
MINIMA	22.6°C	23.5°C
MAXIMA	33.3°C	34.2°C

Cuadro 19. Rendimiento en kilogramos por hectárea de chile Nathalie por parcela de la investigación.

PLASTICO	PODA	BLOQUE	Kilogramos
Plata-negro	Con Poda	I	9,754
Rojo	Con Poda	I	13,068
Blanco	Con Poda	I	16,903
Sin Plástico	Con Poda	I	23,532
Plata-negro	Sin Poda	I	9,280
Rojo	Sin Poda	I	3,977
Blanco	Sin Poda	I	12,831
Sin Plástico	Sin Poda	I	26,089
Plata-negro	Con Poda	II	16,051
Rojo	Con Poda	II	9,612
Blanco	Con Poda	II	21,638
Sin Plástico	Con Poda	II	19,839
Plata-negro	Sin Poda	II	10,701
Rojo	Sin Poda	II	6,345
Blanco	Sin Poda	II	9,754
Sin Plástico	Sin Poda	II	22,585
Plata-negro	Con Poda	III	16,619
Rojo	Con Poda	III	9,848
Blanco	Con Poda	III	18,939
Sin Plástico	Con Poda	III	19,886
Plata-negro	Sin Poda	III	15,909
Rojo	Sin Poda	III	9,422
Blanco	Sin Poda	III	16,098
Sin Plástico	Sin Poda	III	32,670
Plata-negro	Con Poda	IV	17,424
Rojo	Con Poda	IV	13,636
Blanco	Con Poda	IV	18,087
Sin Plástico	Con Poda	IV	26,373
Plata-negro	Sin Poda	IV	22,017
Rojo	Sin Poda	IV	10,464
Blanco	Sin Poda	IV	14,536
Sin Plástico	Sin Poda	IV	25,805

Cuadro 20. Boleta para cuantificación de número de frutos por parcela.

BLOQUE	CON PODA				SIN PODA			
	ROJO	BLANCO	PLATA NEGRO	SIN PLASTICO	ROJO	BLANCO	PLATA NEGRO	SIN PLASTICO
B1								
B2								
B3								
B4								

Cuadro 21. Boleta para conteo calidad de frutos por parcela.

BLOQUE	CON PODA												SIN PODA														
	ROJO			BLANCO			PLATA NEGRO			SIN PLASTICO			ROJO			BLANCO			PLATA NEGRO			SIN PLASTICO					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
B1																											
B2																											
B3																											
B4																											



Figura 10. Preparación del terreno para la investigación, 2014.



Figura 11. Colocación de los acolchados plásticos, 2014.



Figura 12. Trasplante de chile pimiento Nathalie, 2014.



Figura 13. Colocación de tutores en chile pimiento Nathalie, 2014.



Figura 14. Colocación de pita en chile pimiento Nathalie, 2014.



Figura 15. Aplicación de foliares en el chile Nathalie, 2014.



Figura 16. Poda en el chile Nathalie, 2014.



Figura 17. Chile Nathalie de primera calidad comercial, 2014.



Figura 18. Chile Nathalie de segunda calidad comercial, 2014.



Figura 19. Chile Nathalie de tercera calidad comercial, 2014.



Figura 20. Chile Nathalie con tratamiento de acolchado plástico blanco, 2014.



Figura 21. Chile Nathalie con tratamiento de acolchado plástico rojo, 2014.



Figura 22. Chile Nathalie con tratamiento de acolchado plástico plata negro, 2014.



Figura 23. Chile Nathalie con tratamiento sin acolchado plástico, 2014.