

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA CHILE PIMIENTO EN INVERNADERO;  
CENTRO DE PRÁCTICAS SAN IGNACIO, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR  
TESIS DE GRADO

**SAMMY NOÉ VÁSQUEZ ESTRADA**  
CARNET 20062-09

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2016  
CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA CHILE PIMIENTO EN INVERNADERO;  
CENTRO DE PRÁCTICAS SAN IGNACIO, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR  
TESIS DE GRADO

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

POR  
**SAMMY NOÉ VÁSQUEZ ESTRADA**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2016  
CAMPUS CENTRAL

## **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. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. LUIS ROBERTO AGUIRRE RUANO

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA  
ING. LUIS FELIPE CALDERON BRAN  
ING. SERGIO ALEJANDRO MANSILLA JIMÉNEZ

Guatemala, 11 de abril de 2016

Honorable Consejo de  
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el Informe Final de Tesis del estudiante Sammy Noé Vásquez Estrada, que se identifica con carné 20062 09, titulado: **EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN CHILE PIMIENTO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, CENTRO DE PRÁCTICAS SAN IGNACIO, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,

  
Ing. Agr. Luis Roberto Aguirre  
Colegiado No.3928



Universidad  
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06452-2016

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante SAMMY NOÉ VÁSQUEZ ESTRADA, Carnet 20062-09 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0631-2016 de fecha 17 de marzo de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA CHILE PIMIENTO EN INVERNADERO;  
CENTRO DE PRÁCTICAS SAN IGNACIO, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 13 días del mes de abril del año 2016.

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



## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor Ing. Agr. Luis Aguirre por su valiosa asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

A la Universidad Rafael Landívar, Campus Central, Guatemala, por permitirme realizar mi trabajo de investigación.

A mis Padres por todo su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.

## DEDICATORIA

A

Dios (de su devoción): por su fidelidad y misericordia inconfundible en mi vida

Mis padres: Sami Noé y Juana Antonieta por darme el don de la vida, por ayudarme a levantar en cada tropiezo que tuve y por no dejarme solo en ningún momento.

Mi esposa y mis hijos: Cristina Isabel, Oscar Andrés y Marianna, que los amo por ser la razón de mi esfuerzo, mi alegría y motivación constante de superación.

Mis hermanas: por su amistad, cariño y buenos momentos que hemos pasado juntos.

Mi abuelito: Oscar Estrada por ser mi fuente de inspiración, mi prototipo a seguir y por darme todo su cariño.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	2
2.1. Cultivo chile pimiento.....	2
2.1.1. Descripción de planta.....	2
2.1.2. Requerimiento climático.....	3
2.1.3. Requerimiento edáfico.....	3
2.1.4. Trasplante.....	3
2.2. Cultivo en invernadero.....	4
2.2.1. Humedad relativa.....	5
2.3. Sustratos.....	6
2.3.1. Plantas sembradas en fibra de coco.....	6
2.3.2. Cascarilla de arroz.....	9
2.3.3. Arena blanca.....	9
2.3.4. Suelo.....	10
2.3.5. Características físicas y químicas deseables en un sustrato para la producción de chile pimiento.....	10
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
3.1. Definición del problema y justificación del trabajo.....	13
IV. OBJETIVOS.....	14
4.1. Objetivo general.....	14
4.2. Objetivos específicos.....	14
V. HIPÓTESIS.....	15
5.1. Hipótesis alterna.....	15
VI. METODOLOGÍA.....	16
6.1. Localización del trabajo.....	16
6.2. Material experimental.....	16
6.3. Factores a estudiar.....	17
6.4. Descripción de los tratamientos.....	17
6.5. Diseño experimental.....	18
6.6. Modelo estadístico.....	19
6.7. Unidad experimental.....	19
6.8. Croquis de campo y distribución de los tratamientos.....	20
6.9. Manejo del experimento.....	20
6.9.1. Descripción de tratamientos.....	20
6.9.2. Trasplante.....	21
6.9.3. Riego.....	21
6.9.4. Tutorio.....	21
6.9.5. Podas.....	21
6.9.6. Control de plagas y enfermedades.....	22
6.9.7. Cosecha.....	22



6.10.	Variables de respuesta.....	22
6.11.	Análisis de la información.....	23
6.11.1.	Análisis estadístico.....	23
6.11.2.	Análisis económico.....	23
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	24
7.1.	Rendimiento kg/ha.....	24
7.2.	Calidad del fruto.....	29
7.3.	Días a floración y duración de la cosecha.....	31
7.4.	Costos y presupuestos parciales.....	32
VIII.	CONCLUSIONES.....	33
IX.	RECOMENDACIONES.....	34
X.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	35
XI.	ANEXOS.....	37

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1: Características físicas y químicas deseables en un sustrato para la producción de chile pimiento bajo condiciones de invernadero .....	11
Cuadro 2: Características físicas de los sustratos evaluados, de acuerdo a la metodología de capacidad del área de producción bajo condiciones de invernadero de Cabrera (1998).....	12
Cuadro 3: Descripción de tratamientos evaluados .....	17
Cuadro 4: Rendimiento expresado en kg/ha, Centro de Prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landivar, 2012.....	24
Cuadro 5: Análisis estadístico, Centro de Prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landivar, 2012, expresado en Kg/Tratamiento.....	25
Cuadro 6: Análisis de varianza de la variable rendimiento (kg/ha), Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landivar, 2012.....	26
Cuadro 7: Resumen de la prueba de Tukey para la variable rendimiento (kg/ha).....	26
Cuadro 8: Características químicas de los sustratos evaluados, utilizando el método de lixiviado.....	27

Cuadro 9:	Clasificación de los frutos cosechados de acuerdo a estándares de calidad.....	29
Cuadro 10:	Clasificación de los días de floración y días de cosecha por tratamiento y corte, Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landívar, 2012.....	31
Cuadro 11:	Rentabilidad de los tratamientos evaluados.....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Páginas</b>
Figura 1: Geo posición de Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landívar, 2012.....	16
Figura 2: Croquis de campo y distribución de los tratamientos.....	20
Figura 3: Rendimiento promedio expresado en Kg/Ha.....	25
Figura 4: Porcentaje de calidad en la clasificación “Primera”.....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Anexo 1: Tabla de control de fertilización en el cultivo de chile pimiento en Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landivar, 2012.....	37
Anexo 2: Tabla de control del uso de fungicidas en el cultivo de chile pimiento en Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landivar, 2012.....	42
Anexo 3: Tabla de control del uso de insecticidas en el cultivo de chile pimiento, en Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landivar, 2012.....	43
Anexo 4: Análisis de varianza de la variable de rendimiento (Kg/ha) Campo de Producción San Ignacio, Universidad Rafael Landivar, 2012.....	44
Anexo 5: Cálculo para el análisis de varianza con un factor de corrección de 1,124.09.....	44
Anexo 6: Costos de producción para el cultivo de chile pimiento en distintos sustratos realizado en Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landivar, 2012.....	46
Anexo 7: Costos de establecimiento de infraestructura productiva, realizado en el Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landivar, 2012.....	47

# EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN CHILE PIMIENTO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, CENTRO DE PRÁCTICAS SAN IGNACIO, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

## RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto de fibra de coco, arena, cascarilla de arroz y tierra negra como sustratos en la producción de planta de chile pimiento (*Capsicum annum*). La investigación se realizó en el invernadero del Centro de Prácticas San Ignacio dentro del campus central de la Universidad Rafael Landívar en la Ciudad de Guatemala. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: tierra (testigo), arena, fibra de coco y cascarilla de arroz. Las variables evaluadas fueron calidad de fruto, rendimiento kg/ha, porcentaje de días de floración, duración de la cosecha, costos y presupuestos parciales. Los análisis de varianza detectaron diferencias significativas entre tratamientos únicamente para las variables calidad de fruto, rendimiento kg/ha, duración de la cosecha y el costo/beneficio, por lo que se concluye que el tratamiento superior estadística y económicamente en el análisis de costos fue el de sustrato de tierra, debido a su bajo costo, y proporcionó a la planta mejor nutrición y biomasa de la planta de chile pimiento. El segundo mejor fue el de sustrato de arena por su bajo costo y el reciclamiento de agua.

# EVALUATION OF SUBSTRATE IN PEPPER UNDER CONDITIONS OF GREENHOUSE, PRACTICE CENTRE SAN IGNACIO, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

## SUMMARY

This study evaluated the effect of coconut fiber, sand, rice husk and black soil as substrate in production of pepper (*Capsicum annum*). The research was developed in the greenhouse of the Practice Centre of San Ignacio inside the Central Campus of Universidad Rafael Landivar in Guatemala City. A complete random block design was used, with four treatments and four repetitions. The evaluated treatments were: soil (witness), sand, coconut fiber and rice husk. The evaluated variables were fruit quality, profit kg/ha, percentage of blooming days, duration of harvest, costs and partial budgets. The analysis of variance detect significative differences between treatments only for fruit quality variables, profit kg/ha, duration of harvest and cost/benefit, so it concludes that statistic superior treatment and economically in costs analysis was the soil substrata, due to its low cost and gave to the plant a best nutrition and biomass of pepper. The second best was sand substrata due to its low cost and water recycles.

## I. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de lugares dedicados a las hortalizas a nivel mundial los suelos están siendo degradados día con día. La fuente de alimentación es cada vez más escasa, y la cantidad de habitantes en todo el mundo crece cada vez más. Eso lleva a que dentro de la agricultura moderna, con todo el esplendor de la ciencia, se desarrollen tecnologías, gracias a las cuales se pueda obtener mejores rendimientos y calidad de productos, para ello se requiere investigación, dedicación y esmero en tales áreas y Guatemala, no es la excepción en todo esto.

Esta investigación nació de la necesidad que se tiene en algunos sectores del país para poder obtener información variada y diferente acerca del cultivo de Chile Pimiento (*Capsicum annum L. Var. Tecún*), en cuanto al uso de diferentes sustratos y su efecto en cultivo bajo invernadero, con el objetivo final de encontrar mecanismos, los cuales incrementen la producción fuera de la ventana normal de mercado, con lo cual se puedan obtener mayores ingresos económicos.

El estudio consistió en evaluar tres sustratos como sustitutos del sustrato convencional del suelo, en condiciones controladas de invernadero. Las unidades experimentales se establecieron en el área de invernaderos del Centro de Prácticas San Ignacio de la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas de la Universidad Rafael Landívar, ubicada en la zona 16 de la ciudad de Guatemala.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. CULTIVO DEL CHILE PIMIENTO (*Capsicum annum L.*)

El chile pimiento, al igual que otras solanáceas, se cree que es originario de la América Tropical y gracias a su buen aclimatamiento se haya extendido en todo el mundo, también se dice que procede del Brasil de donde fue llevado por los españoles en el Siglo XVI, propagándose a partir de entonces por diversas naciones europeas (Gómez, 1963).

Por cada 100 gramos de producto comestible, el chile pimiento contiene: 1.17 de proteína; 3.19 de carbohidratos y 18 calorías. En cuanto a su valor vitamínico tiene la siguiente composición: 690 unidades de vitamina A; 70 microgramos de tiamina; 70 microgramos de riboflavina; 106 miligramos de ácido ascórbico; 7 miligramos de calcio; 25 miligramos de fósforo; 0.8 miligramos de hierro (Gómez, 1963).

#### 2.1.1. Descripción de la planta

Es una planta anual, de tallo anguloso, surcado, sencillo en la base, ramificado dicotónicamente en su parte superior. Puede alcanzar alturas de 30 a 70cm. Las hojas son enteras, óvales o lanceoladas, siendo las inferiores alternas. Tiene flores hermafroditas solitarias de color blanco amarillento. Fructifica en baya semicartilaginosa, de forma y dimensiones distintas, con dos o tres celdas no completamente aisladas, porque las paredes de separación no llegan al vértice del fruto (Gómez, 1963).

### **2.1.2. Requerimientos climáticos**

Según Abaj García, J. (2002), el manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto. Temperatura: es una planta exigente en temperatura. Los saltos térmicos (diferencia de temperatura entre la máxima diurna y la mínima nocturna) ocasionan desequilibrios vegetativos. La coincidencia de bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral (entre 15 y 10 ° C) da lugar a la formación de flores con algunas de las siguientes anomalías: pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc. Las bajas temperaturas también inducen la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocarpicos.

### **2.1.3. Requerimiento edáfico**

De La Cruz Recinos (2002), opina que los suelos más adecuados para el cultivo del pimiento son los franco-arenosos, profundos, ricos, con un pH óptimo que oscila entre 6.5 y 7 aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5.5); en suelos enarenados puede cultivarse con valores de pH próximos a 8. En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5.5 a 7.2; es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

### **2.1.4. Trasplante**

Debe de realizarse cuando las plantitas tengan de cuatro a cinco foliolos (aproximadamente de 15 a 20 centímetros de altura). Esto ocurre entre los 18 y 28 días después de la siembra, aunque dependiendo de la temperatura ambiental, el crecimiento puede ser más rápido o más lento y puede que el trasplante se realice entre

25 a 30 días después de la siembra. Es conveniente suspender el riego del semillero uno o dos días antes del trasplante, para que las plantas tengan un mejor desarrollo de raíces y resistan el cambio al campo. Para facilitar el arranque de las plantitas del semillero, hay que darle un riego fuerte el día que se realice el trasplante, actividad que se realiza específicamente en las horas de la tarde. El campo definitivo se riega temprano a efecto que cuando se esté ejecutando el trasplante, el suelo esté bien húmedo y que solo se esté dando un riego con poco caudal (hilos de agua). De esta forma las plantitas no se resienten demasiado al pasarlas del semillero al campo definitivo (Escobar, 1994).

Una sugerencia es que quienes hagan el trasplante no deben fumar para no transmitir el virus del mosaico del tabaco (TMV). Lo recomendable es que los trabajadores que arranquen las plantitas del semillero y ejecuten el trasplante deben de lavarse las manos con alcohol. El trasplante debe de realizarse en horas frescas de la tarde y antes de efectuarse hay que remojar las raíces desnudas y lavadas de las plantitas en soluciones que las desinfectan (Escobar, 1994).

## **2.2. CULTIVO EN INVERNADERO**

Para Alpi-F y Tognoni, (1999) pueden afirmar que los invernaderos representan la tentativa de acercar el rendimiento de un cultivo al máximo, consentido por expresión del genotipo, al eliminar la aleatoriedad del clima y acercar el ambiente a las condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas.

El concepto de invernadero: “Una construcción de madera o de hierro u otro material, cubierta por plástico u otros, que a veces, está iluminada artificialmente y en donde se pueden cultivar hortalizas tempranas, flores y plantas verdes, en épocas en las que la temperatura y la luz del lugar en donde se está cultivando serían insuficientes para su crecimiento y su fructificación”. Dentro de los tipos de invernaderos existen fijos y móviles. Esto se va a basar en la estructura sobre la que estén los techos o cobertores de los invernaderos (Sade, 1997).

Con respecto al material que se use, es importante mencionar que en Guatemala, los hay de metal (aluminio, hierro galvanizado, hierro negro, etc.) y madera. Ambos, combinados con plástico y mallas antiviral, ya sea éstas, móviles o fijas, automatizadas o manuales. Algunos invernaderos son construidos con mallas que protegen a los cultivos de las intensas radiaciones solares, llamadas sarán, que se compra en base a los pies candela de intensidad lumínica que se necesita dentro de ellos. Otra clasificación importante de mencionar, es la forma que va a tener la estructura del invernadero, que va a depender, básicamente de la velocidad del viento y temperatura del lugar donde se construya (Sade, 1997).

Efectivamente, en el invernadero existe un gradiente de temperatura que varía desde un mínimo en las proximidades del terreno, hasta un máximo cerca del techo. Los valores de este sector de variedad están en relación directa con la altura del invernadero. Sabiendo la altura del cultivo, temperatura externa, rotación de aire dentro del invernadero, etc. Es fundamental calcular la altura invernadero, para que el calor acumulado no llegue hasta las plantas y les ocasionen daños considerables” (Sánchez, E. 1998).

Sánchez (1998), indica que a este elemento del clima, habrá que relacionarlo con la intensidad y con la duración de la luz, puesto que éstas, junto con el foto-período, son en gran parte los que determinan el resultado de los cultivos en los invernaderos. Por otro lado, éstas características, pero sobre toda la intensidad de la energía solar, son las que determinan la luminosidad de un invernadero, y esta, a su vez, depende de los factores meteorológicos del ambiente y de las características de recubrimiento.

### **2.2.1. Humedad relativa**

Para López (1994), la humedad es la medida del contenido de agua en la atmósfera. La atmósfera contiene siempre algo de agua en forma de vapor. El peso del vapor de agua contenido en un volumen de aire se conoce como humedad absoluta y se expresa en kg. de H<sub>2</sub>O y kg. de aire seco.

La humedad relativa es la razón entre el contenido efectivo de vapor en la atmósfera y la cantidad de vapor que saturaría el aire a la misma temperatura. La humedad relativa y el déficit de saturación depende estrechamente en la temperatura del aire y de la cantidad de vapor de agua que este contiene y, por lo tanto, del balance hídrico del invernadero (López, 1994).

## **2.3. SUSTRATOS**

El término sustrato, que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno. El cultivo de plantas en sustrato difiere marcadamente del cultivo de plantas en suelo. Así, cuando se usan contenedores, el volumen del medio de cultivo, del cual la planta debe absorber el agua, oxígeno y elementos nutritivos, es limitado y significativamente menor que el volumen disponible para las plantas que crecen en campo abierto. En la actualidad existe una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de propagación, época, sistema de propagación, precio, disponibilidad y características propias del sustrato (Hartmann y Kester, 2002).

### **2.3.1. Plantas sembradas en fibra de coco**

Proviene de la molienda en seco del mesocarpio de la nuez de coco, principalmente de Sri Lanka, India y Filipinas. Se importa en bloques compactados. Antes de su empleo se debe hidratar con lo que alcanza a expandir su volumen aproximadamente 3.5 veces su tamaño, (Dato por comprobar, ya que en la realidad se encuentra en bloques que expanden sólo dos veces su tamaño) teniendo una relación de 1 tonelada compactada 12m<sup>3</sup> de sustrato. Para cumplir con este requerimiento, se hace necesario introducir los bloques en tanques o tinas con agua, dejar allí algún tiempo hasta que se complete su hidratación y expansión total (Plantaflor, 1999).

Contiene sales ricas en fósforo y potasio que provienen de la alimentación natural de la palma en zonas próximas al mar. Es decir, las sales son naturales y particularmente el potasio y sodio en forma de cloruro es el que eleva la conductividad en rangos de 2.5 a 3.5 dS/cm<sup>3</sup>, usando en método de extracción con agua destilada. Estas sales son fácilmente lavadas con riego intenso que se debe hacer antes de sembrar y verificar que el agua drenada salga completamente cristalina. Antes de ser empleado el sustrato es necesario dar un suplemento de Magnesio y Calcio (Plantaflor, 1999).

Al ser un material orgánico pasa por un proceso de descomposición lento debido a su alto contenido de lignina (45.5%), con lo cual se logra mantener una relación de agua y oxígeno óptimo sobre un mayor periodo. El sustrato tiene una vida aproximada de 8 a 10 años, sin embargo si se efectúa un cambio del cultivo relacionado con la vida útil comercial de la planta (3 a 6 años promedio) se recomienda cambiar también la fibra de coco, el cual podrá ser utilizado como materia orgánica para el suelo. En plantas madres o cultivos semestrales es factible reutilizarlo, no sin antes realizar un análisis químico de micro y macro elementos y hacer nuevamente la desinfección (Plantaflor, 1999).

El contenido de espacio aéreo (20%), genera un desarrollo radicular más intensivo, con marcada presencia de pelos absorbentes. Teniendo en cuenta su origen y recolección, es un material que requiere ser desinfectado para ser empleado en bancos de enraizamiento y plantas madres. Se detectan microorganismos como (*Fusarium roseum*, *F. avenaceum*, *Alternaria*, entre otros). También es común encontrar semillas de malezas. Si no se cuenta con un adecuado sistema de drenaje, se pueden acumular nutrientes y sales, lo que irá en contravía de la calidad de las plantas allí sembradas. Para lograr un adecuado balance entre la nutrición y la cantidad de riego proporcionado al cultivo, se hace indispensable que se cuente con un sistema donde se pueda calibrar exactamente el volumen a aplicar por banco o matera, de lo contrario se genera desuniformidad no sólo en la acumulación de nutrientes sino en el desarrollo mismo de las plantas. Si la fibra de coco no queda bien lavada, o si durante el ciclo del cultivo no hay un control del fertirriego y del drenaje, se puede acumular sodio. Se han relacionado

altos contenidos de sodio con tallos que se tuercen y entrenudos rajados en plantas de 1 mes de establecidas. De ahí la importancia del lavado que se realice (Plantaflor, 1999).

Caraveo (1994), al evaluar en tomate los sustratos de fibra de coco sin lavar, fibra de coco lavada y turba canadiense, se obtuvo los mejores rendimientos en la fibra de coco lavada superando a la turba canadiense y la fibra de coco sin lavar (Zárate, 2007).

Martínez (1996), evaluó diferentes mezclas de sustratos como: corteza de pino, fibra de coco, tezontle y peat moss, obteniendo que la fibra de coco al 100% es el mejor sustrato para la flor de noche buena y que a medida que se incrementa el porcentaje de la fibra de coco en el medio de crecimiento la calidad de la planta mayor (Zárate, 2007).

Se evaluó dos sustratos: fibra de coco y tierra de hoja en combinación con vermicomposta y la aplicación de líquido efluente de digestor anaerobio (LEDA) en la solución nutritiva Freedom, siendo el mejor sustrato la fibra de coco. La mejor mezcla fue de 70% fibra de coco con 10% de vermicomposta. Reynolds (1976: citado por Caraveo, 1994), realizaron algunos experimentos sobre la producción de plántulas de hortalizas empleando fibra de coco finalmente desmenuzada y encontraron que este sustrato es un excelente sustituto del suelo en cuanto a la producción de plántulas de jitomate, chile, lechuga y col (Zárate, 2007).

Los sistemas hidropónicos son alternativas importantes para sustituir métodos tradicionales en la producción comercial de chile pimiento (*Capsicum annum L.*). Para analizar el crecimiento vegetativo en función de distancias de siembra y uso de sustratos se determinaron en chile pimiento híbrido XP 12401 las variables de crecimiento: materia seca de la hoja, tallo, raíz y total, índice de área foliar y tasa de crecimiento, cada 15 días, en un sistema hidropónico sin cobertura. Los tratamientos utilizados fueron: sustrato 100% fibra de coco y la mezcla de 50% fibra de coco + 50% pergamino de café y dos distancias de siembra 30 y 60 cm entre planta. El diseño establecido fue completamente al azar, con un arreglo factorial 2 x 2 (dos sustancias

dos distancias de siembra), con 5 repeticiones. La materia seca de hoja, tallo, raíz y total fueron mayores con el sustrato de 100% fibra de coco y 60 cm entre plantas, todos los periodos. La masa seca incrementó con la edad de la planta. El índice de área foliar presentó valores crecientes hasta los 62 días y disminuyeron hacia los 77 días y la tasa de crecimiento se incrementó marcadamente hacia los 47 días, para disminuir drásticamente a los 62 días e incrementarse hacia los 77 días. Las plantas presentaron una curva de crecimiento sigmoideal, con un rápido crecimiento vegetativo desde trasplante hasta los 47 días posteriores a este, momento a partir del cual el ritmo de crecimiento disminuyó hacia los 62 días después del trasplante.

### **2.3.2. Cascarilla de arroz**

La cariósida del arroz está rodeada por una corteza (cáscara) compuesta de dos hojas modificadas, la pálea y una lámina más grande. La pálea y la lámina se mantienen unidas por estructuras en forma de gancho. Las células de la corteza madura están altamente lignificadas y son frágiles y son muy ricas en celulosa y en cenizas, contienen grandes concentraciones de sílice (Godoy A., 2001).

### **2.3.3. Arena blanca**

De acuerdo con Hartmann y Kester (2002), la arena está constituida por pequeñas partículas de roca, de cerca de 0.05mm a 2.0mm de diámetro, formadas como resultado de la intemperización de diversas rocas, y su composición mineral depende del tipo de la roca original. La arena de cuarzo es la que generalmente se usa para los propósitos de propagación y está constituida principalmente por un complejo de sílice. El cultivo en arena fue el método hidropónico más comúnmente utilizado en zonas del mundo que tienen abundancia de arena, habiéndose adaptado particularmente bien a zonas desérticas como las existentes en el Medio Oriente y norte de África.



#### **2.3.4. Suelo**

El suelo se define como material de origen mineral u orgánico no consolidado, que cubre la superficie terrestre y sirve como medio natural para el crecimiento de las plantas. También se conoce que ha sido sujeto a alteraciones y que muestra efectos de los factores que han actuado sobre él para su formación tales como el clima, macro y micro organismos, condicionados por el relieve y que actuaron sobre roca o sedimento a través de un período determinado. El suelo se diferencia del material que se originó, ya que sus condiciones físicas, químicas, biológicas y morfológicas son diferentes y le transmiten al suelo propiedades particulares como: color, textura, estructura y porosidad entre otros (Arévalo y Gauggel, 2005).

#### **2.3.5. Características físicas y químicas deseables en un sustrato para la producción de chile pimiento**

De acuerdo con Sade A. (1997), el mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc.

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraízamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

##### **a) Propiedades físicas:**

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio).

## b) Propiedades químicas

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.

## c) Otras propiedades

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo costo.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.

A continuación se mencionan algunas propiedades deseables para la producción de chile pimiento en sustrato:

Cuadro 1. Características físicas y químicas deseables en un sustrato para la producción de chile pimiento bajo condiciones de invernadero.

Densidad aparente	Capacidad de retención de agua	Porosidad total	pH	Conductividad eléctrica dS/cm
0,22 g/cm <sup>3</sup>	40	85	5.5	2-3

Cuadro 2. Características físicas de los sustratos evaluados, de acuerdo a la metodología de capacidad del área de producción bajo condiciones de invernadero de Cabrera (1998).

Código	Tratamiento	Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>	Capacidad de retención de agua %	Porosidad total %
T1	Tierra negra	2.65	40	45
T2	Arena blanca	0.6	38	40
T3	Fibra de coco	1.31	62	76
T4	Cascarilla de arroz	0.115	13	92.7

Al hacer la comparación entre las características físicas deseables en un sustrato y las características físicas de los sustratos evaluados (Cuadros 1 y 2), se puede observar que la densidad aparente es ligeramente superior a la recomendada en todos los tratamientos evaluados, siendo la capacidad de retención de agua adecuada para todos los tratamientos y la porosidad total inferior a la recomendada, lo que contribuye a que exista retención de agua en el sustrato pero limita la oxigenación para el área radicular, afectando directamente la absorción de nutrientes, el crecimiento de la planta y el rendimiento del cultivo. Para realizar la caracterización de las propiedades químicas de los sustratos, se aplicó el método de lixiviado indicado por (Sánchez, 2004).

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El uso de programas correctos de conservación de suelos, no asegura que no vaya a darse la degradación de los mismos. Dicha degradación, física y química, provoca que el resultado final de la misma, se represente en la disminución del rendimiento de las cosechas y que el mismo sea a niveles importantes, dándose en rangos de hasta un 44%. Por eso el agricultor se presenta con el propósito fundamental de proporcionar a la agricultura otras variantes, como las climáticas, que hacen que esta diferencia esté más acentuada.

La agricultura moderna depende en gran medida de la ingeniería, de la tecnología y de las ciencias biológicas y físicas. El Fertirriego, el drenaje, la conservación de los recursos, el suelo, el uso racional de plaguicidas, el control de las condiciones climáticas, son entre otros, importantes para garantizar el éxito del proceso agrícola, que busca al final, producir cultivo más sanos a un costo más bajo, sin deterioro del medio ambiente.

Producir chile pimiento (*Capsicum annum L. Var. Tecún*) bajo condiciones controladas permite que el agricultor puede incrementar sus rendimientos y controlar parcialmente las condiciones climáticas dentro del invernadero, haciendo un uso adecuado y racional de plaguicidas, fertilizantes y agua, lo que conlleva al equilibrio ambiental.

El presente estudio de investigación proporciona datos importantes acerca de los rendimientos de producción de chile pimiento (*Capsicum annum L. Var. Tecún*), usando diferentes sustratos, los cuales, por su naturaleza inerte, proporcionan una forma de más controlada para nutrir los cultivos. Con el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annum L. Var. Tecún.*), con *diversos sustratos*, se buscan nuevas alternativas para un buen desarrollo de la planta, sin dejar de mencionar los costos a los que se recurre para realizar las actividades correspondientes al manejo del cultivo.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar cuatro sustratos (fibra de coco, arena, tierra negra y cascarilla de arroz) para la producción de chile pimiento (*Capsicum annum L.* Var. Tecún, solanáceas) bajo condiciones de invernadero.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el rendimiento y calidad del cultivo de chile pimiento utilizando diferentes sustratos (fibra de coco, arena blanca, tierra y cascarilla de arroz) bajo invernadero.
- Identificar los días de floración y el tiempo de cosecha del chile pimiento en cuatro sustratos.
- Determinar la influencia de los tratamientos sobre la rentabilidad de la producción de chile pimiento bajo invernadero.

## V. HIPÓTESIS

### 5.1 HIPÓTESIS ALTERNA

- El cultivo de chile pimiento presentara un mejor desarrollo fisiológico y de producción en al menos uno de los sustratos evaluados.
- Al menos uno de los tratamientos aumentarán los días de floración y volumen de cosecha.
- Al menos uno de los tratamientos será más rentable.

## VI. METODOLOGÍA

### 6.1. LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

La investigación de tesis se llevó a cabo en los Invernaderos del Centro de Prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landívar, Vista Hermosa III, Campus Central Zona 16. Siendo las coordenadas: 14° 35' 33.35" N 90° 28' 57.44" O, con una elevación: 1566.06 metros sobre el nivel del mar.



Figura 1. Geo posición de Centro de prácticas San Ignacio.

Todos los procedimientos de manejos de sustratos, riegos, fertilizaciones y el plan fitosanitario se llevó a cabo en el invernadero de centro de prácticas San Ignacio.

### 6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

Entre los materiales que se utilizaron están:

#### Material vegetal a evaluar:

- Pilonos de Chile Pimiento (*Capsicum annum* L. Var. Tecún.).

### Sustratos a evaluar:

- Tierra
- Arena blanca
- Fibra de coco
- Cascarilla de arroz.

### 6.3. FACTORES A ESTUDIAR

Factor a evaluar:

- Sustratos

### 6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos contienen los sustratos a manera de observar el efecto que ocasionará cada uno de ellos en el rendimiento del cultivo de chile (*C. annum L.*) bajo invernadero. En el cuadro 1 se presenta cada uno de los tratamientos que se utilizarán en la presente investigación.

Cuadro 3. Descripción de tratamientos evaluados

Tratamiento	Descripción
1	Tierra (usado como comparador testigo).
2	Arena blanca.
3	Fibra de coco.
4	Cascarilla de arroz.



- **Tierra (T1)**

Se utilizó un testigo absoluto, el cual contenía suelo del Centro de producción San Ignacio.

- **Arena blanca (T2)**

Se utilizó arena blanca con un tamizado #10, el cual tuvo un mejor desarrollo radicular de la planta de chile por la porosidad de la arena blanca pero no por la retención de agua y nutrientes.

- **Fibra de coco (T3)**

Es un compuesto 100% fibra de coco el cual se obtuvo en Popoyán, una empresa relacionada a sustratos, se observó el desarrollo prolongado de la raíz y la vigorosidad de la planta de chile.

- **Cascarilla de arroz (T4)**

Es un compuesto de los residuos de la envoltura del arroz el cual es una solución para darle aireación a la raíz y por lo tanto una mejor captación de nutrientes en la raíz que se pudo observar en el volumen de la planta de chile.

## **6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para el presente experimento se utilizó el diseño de Bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones para determinar cuál de los tratamientos tiene un efecto sobre el desarrollo de las plantas de chile.

## 6.6. MODELO ESTADÍSTICO

El modelo matemático asociado al diseño de los tratamientos y replicado es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, t$   
 $j = 1, 2, 3, \dots, n$

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento  $\tau_i$ .

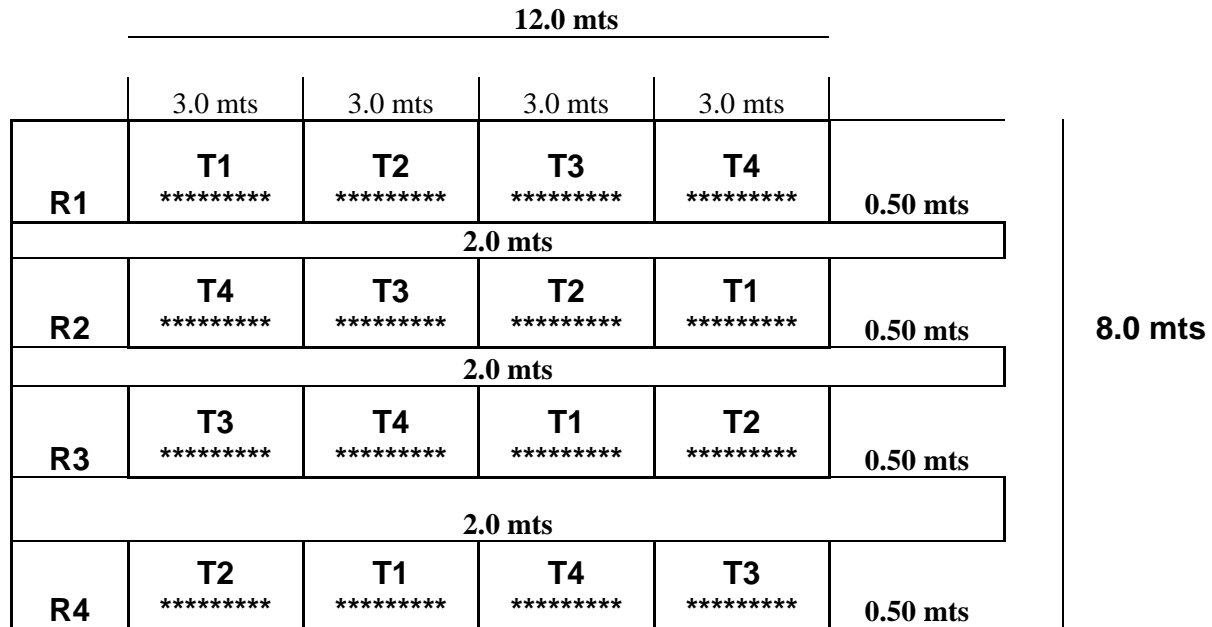
$\beta_j$  = Parámetro, efecto del bloque j.

$\varepsilon_{ij}$  = Valor aleatorio, error experimental

## 6.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental consistió de nueve plantas, cada surco fue de tres metros de largo por cincuenta centímetros de ancho con un distanciamiento entre planta de treinta centímetros, para un total de treinta y seis plantas por hilera que fueron ciento cuarenta y cuatro plantas en total.

## 6.8. CROQUIS DE CAMPO Y DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS



T1 = Tierra negra

T2 = Arena blanca

T3 = Fibra de coco

T4 = Cascarilla de arroz

Figura 2. Croquis de campo y distribución de los tratamientos.

## 6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 6.9.1. Descripción de los tratamientos

a) **Tratamiento 1 – Tierra:** Este tratamiento se tomó como testigo y se utilizó tierra para comparar el desarrollo radicular, número de frutos y la calidad del fruto frente al resto de sustratos.

b) **Tratamiento 2 - Arena blanca:** Se utilizó arena blanca, con un tratamiento térmico como una práctica de desinfección previo a realizar el cultivo.

**c) Tratamiento 3 - Fibra de coco:** Se utilizaron planchas compactadas de fibra de coco de 100 cm de largo x 18 cm de ancho x 16 cm de espesor en cuatro repeticiones.

**d) Tratamiento 4 - Cascarilla de arroz:** Se utilizó cascarilla de arroz con un tratamiento térmico como una práctica de desinfección previo a realizar el cultivo.

### **6.9.2. Trasplante**

El trasplante se realizó después de haber preparado los cuatro tratamientos en cuatro repeticiones con un distanciamiento de 0.30 m entre plantas y 2.00 m entre repetición. En el caso de la fibra de coco al trasplantar; se colocaron 3 pilones en cada plancha de las tres planchas que se colocaron por tratamiento.

### **6.9.3. Riego**

En todos los tratamientos se utilizó un sistema de riego por goteo, a la vez se aplicó el fertilizante por medio del riego por goteo, dos veces a la semana.

### **6.9.4. Tutoreo**

Cuando las plantas de chile pimiento alcanzaron una altura de 30 centímetros se colocó en cada eje un gancho de metal colocado a dos metros de altura a través de una pita plástica para efecto de mantener erguida la planta y así sucesivamente se iba realizando por el crecimiento de la planta.

### **6.9.5. Podas**

A lo largo del ciclo de cultivo se eliminaron los tallos inferiores para favorecer el desarrollo de los tallos seleccionados en la poda de formación, así como el paso de la luz y ventilación de la planta.

Esta poda no fue severa, para no provocar quemaduras en los frutos que quedaron expuestos directamente a la luz solar. Para realizar la poda se utilizó una tijera desinfectándola previamente con una solución de fungicida y bactericida, preventivo.

#### **6.9.6. Control de plagas y enfermedades**

El control de plagas y enfermedades se llevó a cabo a través de un plan fitosanitario de monitoreo, de forma preventiva para el cultivo de chile pimiento (Anexo 1,2 y 3).

#### **6.9.7. Cosecha**

El primer corte se realizó de forma manual a los 92 días después de la siembra, el segundo a los 101 días y el último a los 109 días.

### **6.10. VARIABLES DE RESPUESTAS**

- a) Rendimiento (kg/ha):** Se pesó, utilizando una balanza y se determinó el rendimiento en cada sustrato.
- b) Calidad del fruto (1ra. 2da. 3ra calidad):** Se comparó que tan frondoso y vigoroso es el fruto en su producción dividiéndolo en tres categorías de calidad, del mejor al peor en orden descendente.
- c) Días a floración y Duración de la cosecha:** Esta variable de respuesta para los días a floración se recabo la información al cuarto día después de los indicios de floración de la planta, en cada uno de los sustratos a evaluar y la duración de la cosecha se midió en días, cuando inicio la cosecha realizando tres cortes y se tomó la fecha final
- d) Costos y presupuestos parciales:** Los costos y presupuestos parciales se obtuvieron durante el proceso de siembra, cosecha del cultivo de Chile en diferentes sustratos bajo invernadero.

## **6.11. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **6.11.1. Análisis Estadístico**

Las variables se analizaron mediante el análisis de varianza. En los casos en que se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se aplicó la prueba de Tukey ( $P=0.05$ ).

### **6.11.2. Análisis Económico**

Se determinó la relación beneficio costo para medir los rendimientos de producción de las plantas de chile pimiento (*C. annum L.*) en cada uno de los cuatro sustratos (fibra de coco, arena blanca, tierra negra y cascarilla de arroz).

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se cultivó el chile pimiento (*Capsicum annum L. Var. Tecún*) con un ciclo promedio de 109 días de cultivo con 3 cortes, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

### 7.1. RENDIMIENTO (kg/ha)

Cuadro 4. Rendimiento expresado en kg/ha, Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landívar, 2012.

Código	Tratamiento	kg/hectárea	kg/tratamiento
T1	Tierra negra	27,315	59.06
T2	Arena blanca	13,519	29.23
T3	Fibra de coco	12,478	26.98
T4	Cascarilla de arroz	8,945	19.34

El mayor rendimiento lo alcanzó el tratamiento compuesto por tierra negra (T1), con un rendimiento de 59.06 kg/tratamiento, obtenido de una producción total de 36 plantas con un promedio de 1.64 kg/planta, para una producción estimada de 27,315 kg/ha.

El segundo tratamiento con mayor rendimiento se obtuvo del uso de arena blanca (T2), con un rendimiento de 29.23 kg/tratamiento, equivalente a 13,519 kg/ha, con un promedio de 0.81 kg/planta. Con el uso de fibra de coco (T3) se obtuvo una producción equivalente a 12,478 kg/ha, mientras que el menor rendimiento se dio por el uso de cascarilla de arroz (T4), con un rendimiento equivalente a los 8,945 kg/ha.

De acuerdo con los resultados en el cuadro 4, se pudo observar durante el experimento que el suelo utilizado como medio de crecimiento en el tratamiento 1 (T1) brindó mejores condiciones de desarrollo para las plantas evaluadas, en función de que cuenta con características físicas y químicas más homogéneas en comparación al resto de tratamientos evaluados.

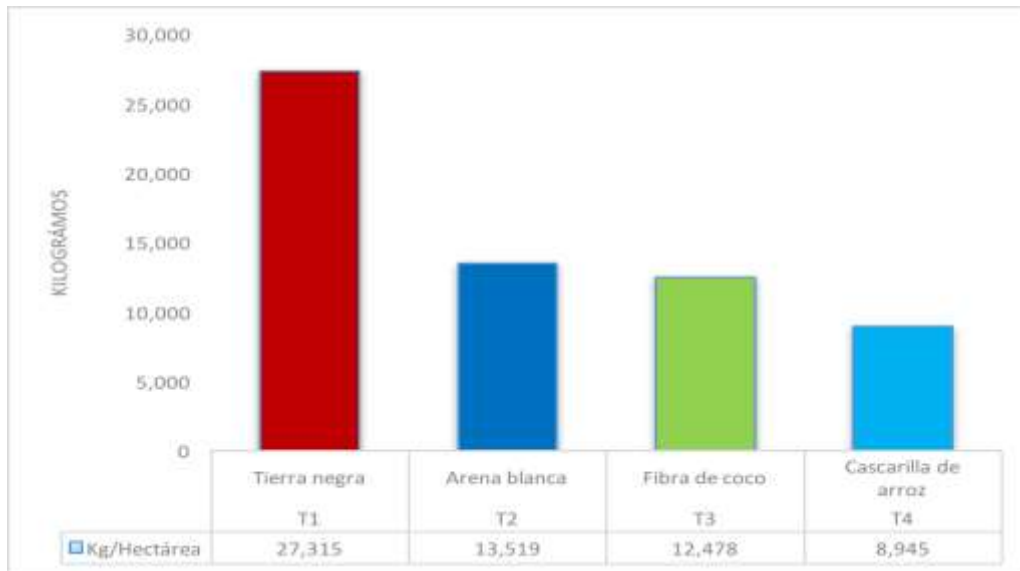


Figura 3: Rendimiento promedio expresado en kg/ha

De acuerdo a la figura 3, es notable la diferencia obtenida a nivel de rendimientos respecto al uso del suelo versus el resto de tratamientos compuestos por arena blanca, fibra de coco y cascarilla de arroz, lo cual pone de manifiesto las condiciones apropiadas de este medio de crecimiento respecto al plan de manejo y fertilización utilizado durante el experimento (Anexo No. 1).

Cuadro 5. Análisis estadístico, Centro de Prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landívar, 2012, expresado en kg/tratamiento.

Tratamiento	Repeticiones				Tratamientos	
	I	II	III	IV	Sumas totales (T)	Medias (X)
T1	18.91	12.16	15.26	12.23	58.56	14.64 A
T2	7.48	9.15	5.46	7.14	29.23	7.31 B
T3	7.04	7.63	7.47	4.84	26.98	6.75 B
T4	4.03	5.02	5.69	4.60	19.34	4.84 C
Total repeticiones (Tr)	37.46	33.96	33.88	28.81	134.11	33.53
Media de repeticiones (Xr)	9.37	8.49	8.47	7.20		33.53

X parcial



Al momento de la cosecha se realizó un conteo general de la producción total de cada tratamiento y se midió en kg/tratamiento. Al evaluar el rendimiento, se encontró que hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos sometidos a prueba.

A continuación se presenta el análisis de varianza para la variable de respuesta rendimiento (kg/ha) en el cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis de varianza de la variable rendimiento (kg/ha), Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landívar, 2012.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	PR > F
Modelo	6	222.32	74.11	*0.032	0.4801
Tratamiento	3	9.60	3.20	**18.80	3.16
Bloque	3	35.43	3.94		
Error	9	267.35			
Total correcto	15				

***N/s No significativo***

***\* Diferencia significativa***

***\*\* Diferencia altamente significativa***

Debido a que se presentó diferencias altamente significativas en los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey, la cual se presenta en el cuadro 7.

Cuadro 7. Resumen de la prueba de Tukey para la variable rendimiento (kg/ha).

Sustrato	Media	Grupo Tukey
Tierra	14.64	A
Arena Blanca	7.31	B
Fibra de coco	6.75	B
Cascarilla de arroz	4.84	C

\* Letra diferente indican diferencias significativas según la prueba de Tukey

Después de determinar que existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba múltiple de medias de Tukey, con un nivel de confianza del 95%, formándose dos grupos, observando que el grupo A es el tratamiento 1 que corresponde al sustrato compuesto de tierra negra, el cual no es similar a los demás ya que obtuvo un mejor rendimiento expresado en kg/ha, respecto a los demás, esto quiere decir que estadísticamente es muy superior; en el grupo B se encuentran el tratamiento 2 y 3 que corresponden a arena blanca y a la fibra de coco respectivamente, siendo muy similares respecto al rendimiento obtenido por tratamiento. En el grupo “C” se encuentra el tratamiento 4 que corresponde a cascarilla de arroz que obtuvo un menor rendimiento al en relación al resto de los tratamientos, por su baja producción durante el experimento.

Cuadro 8. Características químicas de los sustratos evaluados, utilizando el método de lixiviado.

Código	Tratamiento	pH	Conductividad eléctrica dS/cm
T1	Tierra negra	7	0.450
T2	Arena blanca	7	0.150
T3	Fibra de coco	6.0-6.4	0.440
T4	Cascarilla de arroz	6.4	0.003

Los tratamientos compuestos por tierra negra (T1) y arena blanca (T2), mostraron características físicas apropiadas al realizar su comparación frente a las características físicas deseables en un sustrato para la producción de fresa en contenedores, pero a nivel químico, sus características son inadecuadas al presentar un pH que se inclinó a la alcalinidad durante el ciclo del cultivo, lo que repercute en que el Hierro no sea absorbido por la planta y se presenten síntomas de clorosis férrica en las plantas, lo cual, puede corregirse con la acidificación de la solución nutritiva, pero debe considerarse el costo que implica esta actividad.

Así mismo, estos tratamientos presentaron altos niveles de conductividad eléctrica (CE), lo que ocasiona alteraciones en las fórmulas químicas nutrientes al estar en contacto con estos sustratos y el desarrollo de la planta por fitotoxicidad en su fase inicial. Aunque las características químicas no rebasaron los niveles máximos recomendados, se asume que estas indujeron la diferencia entre los rendimientos obtenidos en el presente experimento.

## 7.2. CALIDAD DEL FRUTO

Cuadro 9. Clasificación de los frutos cosechados de acuerdo a estándares de calidad.

Código	Categoría	Color	Sección	Sección	Peso (g)	Cantidad	%
			transversal (cm)	longitudinal (cm)			
T1	1ra	Verde Uniforme	7-8	14-15	170-227	163	48.80
	2da	Verde – rojo moderado	5-6	11-13	113-142	42	12.58
	3ra	Verde – Rojo intermedio	<5	<10	<113	129	38.62
T2	1ra	Verde Uniforme	7-8	14-15	170-227	59	23.88
	2da	Verde – rojo moderado	5-6	11-13	113-142	87	35.22
	3ra	Verde – Rojo intermedio	<5	<10	<113	101	40.90
T3	1ra	Verde Uniforme	7-8	14-15	170-227	74	40.00
	2da	Verde – rojo moderado	5-6	11-13	113-142	64	34.60
	3ra	Verde – Rojo intermedio	<5	<10	<113	47	25.40
T4	1ra	Verde Uniforme	7-8	14-15	170-227	29	17.16
	2da	Verde – rojo moderado	5-6	11-13	113-142	76	44.98
	3ra	Verde – Rojo intermedio	<5	<10	<113	64	37.86

De acuerdo con Díaz (2008), el manejo adecuado de la plantación y sobre todo, el manejo de la fruta, puede hacer la diferencia en la calidad de la producción, pero las propiedades físicas y químicas de un sustrato, pueden determinar si el mismo es adecuado para el desarrollo correcto de un cultivo.

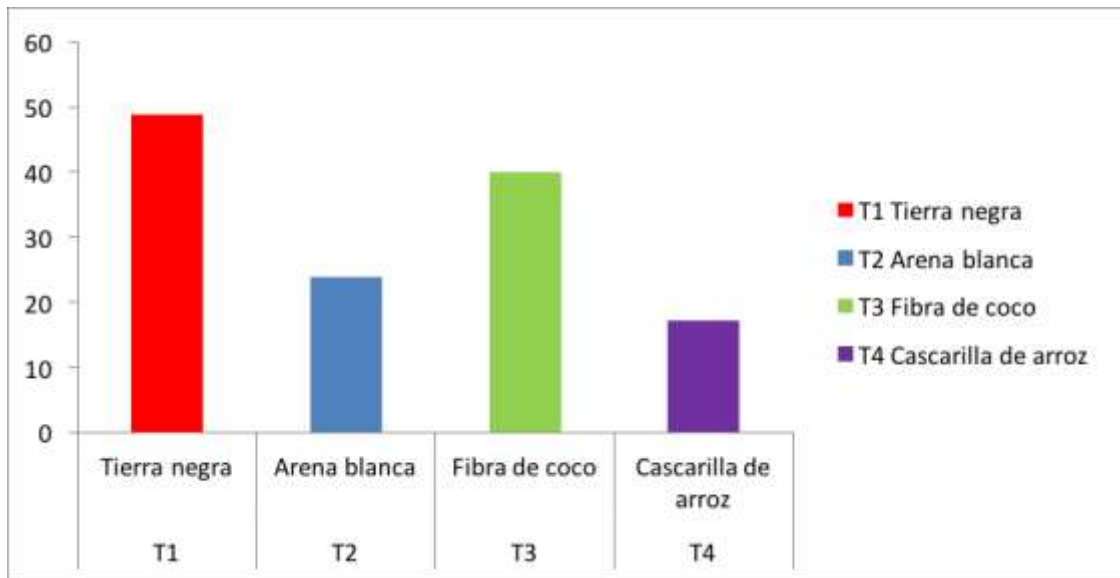


Figura 4. Porcentaje de calidad en la clasificación “Primera”

Al igual que en la variante de Rendimiento, el tratamiento 1 compuesto por Tierra Negra (T1) fue superior en la producción porcentual de frutos de primera calidad con un total de 48.80%, y con poca producción de frutos de segunda con apenas 12.58%, sumando 61.38% entre primera y segunda calidad, siendo la fibra de coco (T3) el segundo mejor tratamiento con 40% del total de los frutos producidos con primera calidad y cerca del 35% de segunda, sumando 75% entre primera y segunda calidad, mientras que la arena blanca (T2) alcanzó únicamente 23.88% de primera y 34.6% de segunda, sumando 58.48% entre ambas calidades. El tratamiento con menor cantidad de frutos de primera y segunda calidad, se dio con el uso de la cascarilla de arroz con 17.16% de primera y 44.98 de segunda, con un total de 62.14%.

Aunque existe una clasificación de tercera calidad, el mercado nacional considera esta clasificación como rechazo, debido a que por sus características es muy difícil comercializar los frutos dentro de esta categoría.

Se determinó que las características físicas y químicas de los sustratos evaluados tuvieron incidencia directa sobre la calidad del chile pimiento cosechado, condición que afectó la categoría del fruto al observarse en el desarrollo de la sección transversal y longitudinal del producto al encontrarse todos los tratamientos bajo el mismo manejo técnico y con la aplicación del mismo paquete tecnológico.

### 7.3. DÍAS A FLORACIÓN Y DURACIÓN DE LA COSECHA

Cuadro 10. Clasificación de días de floración y días de cosecha por tratamiento y corte, en Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landívar, 2012.

Código	Nombre del tratamiento	Corte	Días a floración	Días a cosecha
T1	Tierra negra	1re	37	92
		2do	37	101
		3er	37	109
T2	Arena blanca	1er	35	92
		2do	35	101
		3er	35	109
T3	Fibra de coco	1er	33	92
		2do	33	101
		3er	33	109
T4	Cascarilla de arroz	1er	37	92
		2do	37	101
		3er	37	109

De acuerdo con lo observado en el experimento, no se dieron variantes significativas respecto a los días a floración y cosecha, sin embargo, si hay diferencias en los rendimientos y la calidad del fruto según se expuso en los resultados descritos anteriormente.

#### 7.4. COSTOS Y PRESUPUESTOS PARCIALES

Un presupuesto parcial es una herramienta de análisis que permite estimar el resultado económico de una actividad que en este caso es agrícola; a continuación se presenta, los resultados obtenidos, siguiendo la metodología de presupuestos parciales, en base a los costos que varían en cada uno de los tratamientos.

Cuadro 11. Rentabilidad de los tratamientos evaluados.

Código	Tratamiento	kg/ha Total	Costo total	Ingreso Bruto (Q)	Ingreso Neto	Rentabilidad (%)
T1	Tierra negra	27,315	Q21,852.00	Q29,148.00	Q7,296.00	33.39
T2	Arena blanca	13,519	Q10,815.20	Q12,951.90	Q2,136.70	19.76
T3	Fibra de coco	12,478	Q. 9,982.40	Q15,459.30	Q5,476.90	54.87
T4	Cascarilla de arroz	8,945	Q.7,156.00	Q8,797.50	Q1,641.50	22.94

De acuerdo al cuadro No. 11, la mejor rentabilidad se dio del uso del tratamiento T3, constituido por el sustrato de fibra de coco con 54.87% de rentabilidad, seguido de la tierra negra (T1) con 33.39% de rentabilidad. Los tratamientos a base de arena blanca (T2) y cascarilla de arroz (T4), están por debajo del margen de rentabilidad deseable para la actividad agrícola con 19.76% y 22.94% respectivamente.

El porcentaje de rentabilidad de los tratamientos evaluados estuvo directamente relacionado con los rendimientos obtenidos de cada tratamiento, con el costo de producción y por la calidad obtenida.

Para realizar el cálculo del ingreso bruto, se consideró el precio promedio pagado en el mercado nacional para chile pimiento, siendo este de Q1.80/kg de fruto fresco de primera calidad y de Q1.50 para el de segunda, de acuerdo a los datos reportados por el MAGA (2013)., así como los costos de producción (Anexo 6)

## VIII. CONCLUSIONES

- El mayor rendimiento global lo alcanzó el tratamiento compuesto por tierra negra (T1), con una producción de 59.06 kg/tratamiento, obtenido de un total de 36 plantas con un promedio de 1.64 kg/planta, para una producción proyectada de 27,315 kg/ha. Dicho rendimiento se dio debido a que las características físicas y químicas del suelo fueron apropiadas para la aplicación del paquete tecnológico y técnico desarrollado durante el experimento. El segundo tratamiento con mayor rendimiento se obtuvo del uso de arena blanca (T2), con un rendimiento de 29.23 kg/tratamiento, equivalente a 13,519 kg/ha, con un promedio de 0.81 kg/planta.
- Al igual que en la variante de Rendimiento, el tratamiento 1 compuesto por Tierra Negra (T1) fue superior en la producción porcentual de frutos de primera calidad con un total de 48.80%, y con poca producción de frutos de segunda calidad con apenas 12.58%, sumando 61.38% entre ambas calidades, siendo la fibra de coco (T3) el segundo mejor tratamiento con 40% del total de los frutos producidos con primera calidad y cerca del 35% de segunda, sumando 75% entre las categorías mencionadas.
- En la evaluación de las variables de respuesta en cuanto a días de floración y duración de cosecha, se determinó que no existe diferencia estadística significativa para ninguno de los tratamientos sometidos a prueba.
- La mejor rentabilidad se dio del uso del tratamiento T3, constituido por el sustrato de fibra de coco con 54.87% de rentabilidad, seguido de la tierra negra (T1) con 33.39% de rentabilidad. Los tratamientos a base de arena blanca (T2) y cascarilla de arroz (T4), están por debajo del margen de rentabilidad deseable para la actividad agrícola con 19.76% y 22.94% respectivamente. El porcentaje de rentabilidad de los tratamientos evaluados estuvo directamente relacionado con los rendimientos obtenidos en cada tratamiento, el costo de producción y por la calidad obtenida.



## **IX. RECOMENDACIONES**

- Establecer cultivos de chile pimiento bajo condiciones de invernadero utilizando tierra negra o fibra de coco como sustrato para el desarrollo de dicha actividad productiva, ya que representa una buena oportunidad de obtener un rendimiento y rentabilidad ajustada a los requerimientos del mercado actual según los resultados del presente experimento.
- No se recomienda el uso de arena blanca o cascarilla de arroz, ya que presentan bajos rendimientos y baja calidad, lo que representa baja o nula rentabilidad para el productor.
- Realizar más investigaciones respecto al uso de sustratos alternativos al suelo y a la fibra de coco, con el fin de que el agricultor tenga acceso a materiales disponibles localmente para lograr una producción de acuerdo a las necesidades del mercado y con la mayor rentabilidad.

## X. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abaj García, J. (2002) Evaluación de 4 fuentes orgánicas para la producción de sustratos y pilones de repollo Brassica olerácea Var. Capitata Finca Experimental Bejo, S.A., Parramos, Chimaltenango., Guatemala C.A., ENCA
- Alpi-F.Tognoni, (1999). Cultivo en invernadero., España., Tercera edición., Ediciones mundi-prensa.
- Arévalo, G. y Gauggel, C. (2005). Manual de laboratorio de ciencia de suelos y aguas, Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano”, Honduras, C.A., 71pp.
- Cabrera, N. (1998). Propiedades, uso y manejo de los sustratos de cultivo para la producción de plantas en macetas. Chapingo Hortic. México.
- Díaz, A. (2008). Buenas prácticas agrícolas: guía para pequeños y medianos agroempresarios. Serie de Agronegocios. Cuadernos de Exportación / IICA. Honduras.
- Escobar, M. (1994). Diagnóstico de la producción del chile pimiento (Capsicum annum) en la aldea Bárcenas, Villa Nueva. EPS. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía, 33p.
- Godoy A. Ignacio, (2001). Hidroponía, cultivo sin tierra., primera edición., Guatemala C.A.
- González, R. (1963). Cultivo de Chile Pimiento (Capsicum annum L.). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de comunicación social, Guatemala.

Hartmann, H. y Kester, D. (2002). Plant propagation. Principles and practices, Prentice Hall. New Jersey. 880 pp.

López Torres M., (1994). Horticultura., México, D. F., Primera Edición., Editorial Trillas.

MAGA, (2013). El agro en cifras 2013 (en línea). Guatemala, GT. consultado 14 jun. 2015. Disponible en <http://web.maga.gob.gt/download/El-agro-en-cifras-small.pdf>

Montes, A. (1990). Olericultura I. Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano”. Departamento de Horticultura. Honduras C.A.

Sade A., (1997). Cultivos bajo Condiciones forzadas., Tel Aviv, Israel Imprenta Estudio Rehak

Sánchez E., (1988). Un sistema de producción de plantas, Hidroponía., México D.F..., Tercera Edición.

Sánchez, R. (2004). Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón. COAH, México

Zárate, B. (2007). Tesis “Produccion de tomate (*Lycopersicon esculentum mill.*) hidroponico con sustratos bajo invernadero”, Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca, México, 176pp

## XI. ANEXOS

Anexo 1. Tabla de control de fertilización en el cultivo de chile pimiento, en Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landívar, 2012.

FECHA	PRODUCTO	TIPO	PESO	TIPO DE APLICACIÓN
29/02/2012	Polly feed	20 20 20	150cc	Fertiriego
02/03/2012	Polly feed	20 20 20	150cc	Fertiriego
03/03/2012	Polly feed	20 20 20	150cc	Fertiriego
05/03/2012	Polly feed	20 20 20	150cc	Fertiriego
06/03/2012	Polly feed	20 20 20	150cc	Fertiriego
07/03/2012	Polly feed	20 20 20	150cc	a pie de planta
08/03/2012	Polly feed	20 20 20	150cc	a pie de planta
08/03/2012		Nitrato Cal	75cc	a pie de planta
09/03/2012	Polly feed	20 20 20	150cc	a pie de planta
09/03/2012		Nitrato Cal	75cc	a pie de planta
12/03/2012	Polly feed	20 20 20	150cc	a pie de planta
12/03/2012		Nitrato Cal	75cc	a pie de planta
14/03/2012	Polly feed	20 20 20	150cc	a pie de planta
14/03/2012	Bayfolan		75cc	
14/03/2012		Nitrato Cal	75cc	a pie de planta
19/03/2012	Polly feed	20 20 20	100cc	a pie de planta
19/03/2012		Nitrato Cal	75cc	a pie de planta
22/03/2012	Polly feed	20 20 20	100cc	a pie de planta
22/03/2012	Bayfolan		80cc	foliar en mochila de 16lt
22/03/2012		Nitrato Cal	75cc	a pie de planta
23/03/2012	Polly feed	20 20 20	100cc x 3	a pie de planta
24/03/2012	Polly feed	20 20 20	100cc x 3	a pie de planta
26/03/2012	Polly feed	20 20 20	100cc x 3	a pie de planta
27/03/2012	Polly feed	20 20 20	100cc x 3	a pie de planta
28/03/2012	Polly feed	20 20 20	100cc x 3	a pie de planta
29/03/2012	Polly feed	20 20 20	100cc x 3	a pie de planta
30/03/2012	MAP	12 61 0	100cc	a pie de planta
30/03/2012		Calcio	50cc	a pie de planta
31/03/2012		Calcio	150cc	a pie de planta
31/03/2012		Urea	150cc	a pie de planta
31/03/2012	MAP	12 61 0	100cc	a pie de planta
31/03/2012		Calcio	50cc	a pie de planta
02/04/2012	MAP	12 61 0	100cc	a pie de planta
02/04/2012		Calcio	50cc	a pie de planta
02/04/2012	Hakaphos R.	18 18 18	125cc	al tallo

03/04/2012		Calcio	150cc	a pie de planta
03/04/2012		Urea	150cc	a pie de planta
04/04/2012	MAP	12 61 0	100cc	a pie de planta
04/04/2012		Calcio	50cc	a pie de planta
04/04/2012		Calcio	150cc	a pie de planta
04/04/2012		Urea	150cc	a pie de planta
05/04/2012		Calcio	150cc	a pie de planta
05/04/2012		Urea	150cc	a pie de planta
05/04/2012	MAP	12 61 0	100cc	a pie de planta
05/04/2012		Calcio	50cc	a pie de planta
06/04/2012	MAP	12 61 0	100cc	a pie de planta
06/04/2012		Calcio	50cc	a pie de planta
06/04/2012		Calcio	150cc	a pie de planta
06/04/2012		Urea	150cc	a pie de planta
07/04/2012		Calcio	150cc	a pie de planta
07/04/2012		Urea	150cc	a pie de planta
07/04/2012	Hakaphos V.	13 40 13	125cc	al tallo
09/04/2012	MAP	12 61 0	100cc	a pie de planta
09/04/2012		Calcio	75cc	a pie de planta
09/04/2012	Metalosate	Zn y Bo	50cc	contacto foliar
09/04/2012		Urea	150cc	a pie de planta
10/04/2012		Calcio	150cc	a pie de planta
10/04/2012		Urea	150cc	a pie de planta
10/04/2012	MAP	12 61 0	100cc	a pie de planta
10/04/2012		Calcio	75cc	a pie de planta
11/04/2012	MAP	12 61 0	100cc	a pie de planta
11/04/2012		Calcio	75cc	a pie de planta
11/04/2012		Calcio	150cc	a pie de planta
11/04/2012		Urea	150cc	a pie de planta
12/04/2012		Calcio	150cc	a pie de planta
12/04/2012		Potasio	125cc	a pie de planta
12/04/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
12/04/2012		Calcio	75cc	a pie de planta
13/04/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
13/04/2012		Calcio	75cc	a pie de planta
13/04/2012		Calcio	150cc	a pie de planta
13/04/2012		Potasio	125cc	a pie de planta
14/04/2012		Calcio	150cc	a pie de planta
14/04/2012		Potasio	125cc	a pie de planta
14/04/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
14/04/2012		Calcio	75cc	a pie de planta

16/05/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
16/05/2012		Calcio	75cc	a pie de planta
16/05/2012		Calcio	150cc	a pie de planta
16/05/2012		Potasio	125cc	a pie de planta
17/05/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
17/05/2012		Potasio Mult. Y	125cc	a pie de planta
17/05/2012	Metalosate	Trop	50cc	contacto foliar
18/05/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
18/05/2012		Calcio	75cc	a pie de planta
18/05/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
18/05/2012		Potasio	125cc	a pie de planta
19/05/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
19/05/2012		Potasio	125cc	a pie de planta
19/05/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
19/05/2012		Calcio	75cc	a pie de planta
20/05/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
20/05/2012		Calcio	75cc	a pie de planta
20/05/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
20/05/2012		Potasio	125cc	a pie de planta
21/05/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
21/05/2012		Potasio	75cc	a pie de planta
21/05/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
21/05/2012		Calcio	125cc	a pie de planta
23/04/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
23/04/2012		Calcio	125cc	a pie de planta
23/04/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
23/04/2012		Potasio	75cc	a pie de planta
24/04/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta
24/04/2012		Potasio	125cc	a pie de planta
24/04/2012	MAP	12 61 0	200cc	a pie de planta
24/04/2012		Potasio	75cc	a pie de planta
25/04/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta
25/04/2012		Calcio	75cc	a pie de planta
25/04/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta
25/04/2012		Potasio	125cc	a pie de planta
26/04/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta
26/04/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
26/04/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta
26/04/2012		Calcio	75cc	a pie de planta
27/04/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta

27/04/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
27/04/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta
27/04/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
28/04/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta
28/04/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
28/04/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta
28/04/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
30/04/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta
30/04/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
30/04/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta
30/04/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
01/05/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta
01/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
01/05/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta
01/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
02/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
02/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
02/05/2012	Polly feed	20 20 20	125cc	a pie de planta
02/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
03/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
03/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
03/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
03/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
04/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
04/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
04/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
04/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
05/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
05/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
05/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
05/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
07/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
07/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
07/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
07/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
08/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
08/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
08/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
08/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
09/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
09/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta

09/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
09/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
10/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
10/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
10/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
10/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
11/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
11/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
11/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
11/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
12/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
12/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
12/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
12/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
14/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
14/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta
14/05/2012	MAP	12 61 0	125cc	a pie de planta
14/05/2012	Nitrato Pot.	13 0 46	125cc	a pie de planta

---



Anexo 2. Tabla de control del uso de fungicidas en el cultivo de chile pimiento, en Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landivar, 2012.

<b>FECHA</b>	<b>PRODUCCION</b>	<b>TIPO</b>	<b>PESO</b>	<b>TIPO DE APLICACIÓN</b>
01/02/2012	Acrobat		75cc	3 aplicaciones a paredes en pediluvio con agua c/3días
01/02/2012	Vanodine		25cc	
14/03/2012	BordoCop	Contacto	75cc	por aspersión directo
14/03/2012	Pronto 50wp		50cc	
22/03/2012	Ridomil	Sistémico	50cc	
02/04/2012	Barrot		75cc	
03/04/2012	Ridomil	Sistémico	50cc	
09/04/2012	Rovral 50 wp	Contacto	75cc	por contacto
17/04/2012	BordoCop	Contacto	75cc	por aspersión directo
17/04/2012	Ridomil	Sistémico	50cc	

Anexo 3. Tabla de control fitosanitario de insecticidas en el cultivo de chile pimiento, en Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landívar, 2012.

<b>FECHA</b>	<b>PRODUCCION</b>	<b>TIPO</b>	<b>PESO</b>	<b>TIPO DE APLICACIÓN</b>
01/02/2012	Oberon 24 sc		25cc x 16lt agua	Directo a paredes y sustratos antes de trasplantar
02/03/2012	Decis 2,5 EC		25cc	
14/03/2012	Oberon 24 sc	contacto	25cc	a las hojas
15/03/2012	Decis 2,5 EC		25cc	
22/03/2012	Rienda 21,2 EC	contacto	1/4 x 1lt agua	
23/03/2012	Decis 2,5 EC		25cc	
03/04/2012	Vydate L	foliar	25cc	al follaje
04/04/2012	Decis 2,5 EC		25cc	
09/04/2012	Oberon 24 sc	contacto	50cc	a las hojas
17/04/2012	Vydate L	foliar	25cc	al follaje
18/04/2012	Decis 2,5 EC		25cc	

Anexo 4. Análisis de varianza de la variable de rendimiento (kg/ha), en Centro de prácticas San Ignacio Universidad Rafael Landivar, 2012.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F (0.05%)	PR > F
Tratamiento	3	222.32	74.11	*0.032	0.4801
Bloque	3	9.60	3.20	**18.80	3.16
Error	9	35.43	3.94		
Total correcto	15	267.35			

**N/s No significativo**

**\* Diferencia significativa**

**\*\* Diferencia altamente significativa**

Valores obtenidos por medio del análisis de varianza (ANDEVA) según el procedimiento indicado por Little y Hills, (1989) con un factor de corrección de 1,124.09

Anexo 5. Cálculo para el análisis de varianza con un Factor de corrección de: 1,124.09

$$C = \frac{(\text{Sumatoria } X)^2}{r \cdot n}$$

r = repeticiones

n = tratamientos

$$C = \frac{(134.11)^2}{4(4)} = \frac{17,985.49}{16} = 1,124.09$$

Sumas de cuadrados y cuadrados medios:

$$\text{Bloques: } SCB = \frac{\text{Sumatoria } (Tb)^2}{n} - C$$

$$SCB = \frac{(37.46)^2 + (33.96)^2 + (33.88)^2 + (28.81)^2}{4} - 1,124.09$$

$$SCB = 1,133.60 - 1,124.09$$

$$SCB = 9.60$$

$$CMB = SCB/gf (B) = \frac{9.60}{3} = 3.20$$

Sumas de cuadrados y cuadrados medios:

$$\text{Tratamientos: } SCT = \frac{\text{Sumatoria } (Tt)^2}{r} - C$$

$$SCT = \frac{(58.56)^2 + (29.23)^2 + (26.98)^2 + (19.34)^2}{4} - C$$

$$SCT = \frac{3,429.27 + 854.39 + 727.92 + 374.04}{4} - C$$

$$SCT = \frac{5,385.62}{4} - C$$

$$SCT = 1,346.41 - 1,124.09 = 222.32$$

$$CMT = SCT/gf (T) = \frac{222.32}{3} = 74.11$$

$$\text{Total SC} = \text{Sumatoria } (X)^2 - C$$

$$\text{Total SC} = 1,391.44 - 1,124.09 = 267.35$$

$$\text{Error} = SCE = SC - SCT - SCB$$

$$SCE = 267.35 - 222.32 - 9.60 = 35.43$$

Anexo 6. Costos de producción para el cultivo de chile pimiento en distintos sustratos realizado en Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landívar, 2012.

Código	Tratamiento	kg/ha Total	kg/ha primera	kg/ha segunda	kg/ha tercera	Costo total	Precio de venta (kg/primera)	Precio de venta (kg/segunda)	Ingreso Bruto (Q)	Ingreso Neto	Rentabilidad (%)
T1	Tierra negra	27,315	13,330	3,436	10,549	Q21,852.00	Q.1.80	Q.1.50	Q29,148.00	Q7,296.00	33.39
T2	Arena blanca	13,519	3,228	4,761	5,529	Q10,815.20	Q.1.80	Q.1.50	Q12,951.90	Q2,136.70	19.76
T3	Fibra de coco	12,478	4,991	4,317	3,169	Q. 9,982.40	Q.1.80	Q.1.50	Q15,459.30	Q5,476.90	54.87
T4	Cascarilla de arroz	8,945	1,535	4,023	3,387	Q.7,156.00	Q.1.80	Q.1.50	Q8,797.50	Q1,641.50	22.94

#### Supuestos de estimación:

- Los costos estimados están orientados a un sistema tecnológico promedio de producción
- Se utilizó un costo de producción promedio de Q0.80 por kilogramo
- Por fines de cálculo, se estimó la tercera calidad con valor Q0.00 a nivel de ingresos por considerarse rechazo.

Anexo 7. Costos de establecimiento de infraestructura productiva, realizado en el Centro de prácticas San Ignacio, Universidad Rafael Landivar, 2012.

Tratamiento	Costo de Infraestructura productiva	Jornales	Costo por Jornal	Mano de obra	Costo Total (Q)
Tierra	Q1369.00	8	68	544	1,913.00
Arena Blanca	Q1200.00	20	68	1360	2,560.00
Fibra de coco	Q1870.00	25	68	1700	3,570.00
Cascarilla de arroz	Q670.00	15	68	1020	1,690.00