



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

TESIS DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

EVALUACION DE TRES HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annum*  
*L.*) CULTIVADOS EN HIDROPONÍA CON TRES MEZCLAS DE  
SUSTRATO.

AUTOR:

DOUGLAS JACINTO JARA DELGADO

DIRECTOR:

ING. AGR. EISON VALDIVIEZO FREIRE, MSc.

Guayaquil – Ecuador

2016





**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

La presente tesis de grado titulada “**Evaluación de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.) cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato**”, realizada por Douglas Jacinto Jara Delgado bajo la dirección del Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire MSc., ha sido aprobada y aceptada por el tribunal de sustentación, como requisito previo para obtener el título de INGENIERO AGRÓNOMO.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire MSc.

Ing. Agr. Carlos Becilla Justillo Mg.ed.  
EXAMINADOR PRINCIPAL

Dr. Ing, Fulton Lopez B, MSc.  
EXAMINADOR PRINCIPAL

## **DEDICATORIA**

*Dedico este triunfo a Dios, a mis padres José Jaime Jara y Bartola Delgado Mora a mi esposa Erika Guzmán y a mis hijos Alejandra y Fernanda Jara Delgado quienes han sido pilar fundamental en mi vida y durante toda mi carrera estudiantil y a todos mis familiares quienes directa o indirectamente han colaborado y han hecho posible este logro a cada una de esas personas les quedo gratamente agradecido.*

***Douglas***

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecerle a Dios por brindarme salud y fuerzas para seguir adelante con mis proyectos.*

*Gracias a la Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias por abrirme sus puertas para realizar mis estudios a mi Director de Tesis Ing. Agr. Eison Valdiviezo. QF, Martha Mora por su apoyo y consejos brindados en todos los años de estudios. Al Dr, Ing Agr, Fulton Lopez Bermudez Msc por su asesoramiento y revisión, a todos mis compañeros quienes me apoyaron día a día durante mi carrera estudiantil al Ing. Agr. David Zuñiga por sus consejos y ayuda en este proyecto, Gracias a todos.*

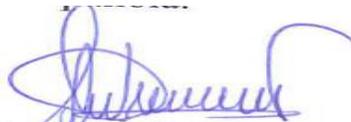
***Douglas***

## CERTIFICADO DEL GRAMÁTICO

Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire MSc., con domicilio ubicado en la ciudad de Guayaquil, por medio del presente tengo a bien CERTIFICAR: Que he recibido la tesis de grado elaborada por el Sr. **DOUGLAS JACINTO JARA DELGADO**, Con C.I 0916764491 previa la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.

TEMA DE TESIS “**EVALUACION DE TRES HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annum L.*) CULTIVADOS EN HIDROPONÍA CON TRES MEZCLAS DE SUSTRATO**”.

La tesis revisada ha sido escrita de acuerdo a las normas gramaticales y de sintaxis vigentes de la Lengua Española.



Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire MSc.

C.I.0908084320

Celular0992283146

## CERTIFICADO DEL DIRECTOR

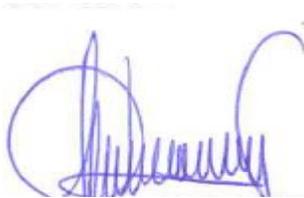
En mi calidad de tutor de la tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil.

Certifico que: he dirigido y revisado la tesis de grado presentada por Douglas Jacinto Jara Delgado.

Con C.I. # 0916764491

Cuyo tema de tesis es “Evaluación de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.), cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato”.

Revisada y corregida fue la tesis, se aprobó en su totalidad, lo certifico:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Eison Valdiviezo Freire', written over a faint horizontal line.

Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire MSc.

DIRECTOR

*La responsabilidad de los resultados,  
conclusiones y recomendaciones del  
presente trabajo de investigación,  
pertenece exclusivamente el autor.*



**Douglas Jacinto Jara Delgado**  
C.I. 0916764491  
Teléfono celular: 0991584665  
Email: [djara03\\_09@hotmail.com](mailto:djara03_09@hotmail.com)

<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>		
<b>TÍTULO:</b> “Evaluación de tres híbridos de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L.), cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato”.		
<b>AUTOR:</b> <b>DOUGLAS JACINTO JARA DELGADO</b>		<b>DIRECTOR:</b> Ing. Agr. EisonValdiviezo Freire MSc.
<b>INSTITUCIÓN:</b> UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		<b>FACULTAD:</b> CIENCIAS AGRARIAS
<b>CARRERA:</b> Ingeniería Agronómica		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>		<b>No. DE PÁGS.:</b> 76
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Cultivo, sustratos, rendimiento		
<b>PALABRAS CLAVES:</b> Híbridos, pimiento, modulo, hidroponía.		
<b>RESUMEN:</b> La presente investigación se la realizó en un invernadero ubicado en la provincia del Guayas, cantón Milagro, recinto los Monos a la altura del km 4 de la vía Milagro “El Deseo”. Se llevó a cabo en época seca. Los objetivos fueron: a) Evaluar el comportamiento agronómico de los 3 híbridos de pimiento. b) Determinar la mejor combinación de sustratos en la producción de pimiento hidropónico. c) Realizar un análisis económico comparativo entre la tecnología proponente y la convencional del sector. Se realizó la investigación con tres híbridos de pimiento y tres sustratos, bajo un sistema de cultivo hidropónico, cuyas combinaciones resultaron en nueve tratamientos, se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial A x B y con cuatro repeticiones. Para la comparación de las medias se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan con el 5% de probabilidad. Se estudiaron en total ocho variables.  Se concluyó: a) Los híbridos Quetzal y Salvador se caracterizaron por tener el mayor diámetro de fruto; b) Con la mezcla de sustrato Zeolita 50% + cascarilla 50% las plantas presentaron mayor altura de planta, número de frutos cosechados por planta, longitud de fruto, diámetro de fruto, peso de fruto y rendimiento de fruto por modulo de producción; y c) La mejor rentabilidad fue para el tratamiento tres con la interacción entre el híbrido Quetzal y el sustrato con 50 % de cascarilla de arroz y 50 % de zeolita.		
<b>No. DE REGISTRO (en base de datos):</b>		<b>No. DE CLASIFICACIÓN:</b>
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR:</b>		<b>Teléfono:</b> 05-2707096
		<b>E – mail:</b> <a href="mailto:djara03_09@hotmail.com">djara03_09@hotmail.com</a>
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b> Ciudadela Universitaria “Dr. Salvador Allende”.Av. Delta s/n y Av. Kennedy s/n. Guayaquil- Ecuador		Nombre: Ing. Agr. EisonValdiviezo Freire MSc. Teléfono: 04-2288040 E – mail: <a href="http://www.ug.edu.ec/facultades/cienciasagrarias.aspx">www.ug.edu.ec/facultades/cienciasagrarias.aspx</a>

## INDICE GENERAL

	<b>Página</b>
<b>CARATULA</b>	<b>i</b>
<b>TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iv</b>
<b>CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA</b>	<b>v</b>
<b>CERTIFICADO DEL TUTOR</b>	<b>vi</b>
<b>RESPONSABILIDAD</b>	<b>vii</b>
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS DE TEXTO</b>	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS DE ANEXOS</b>	<b>xiv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>Xv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEXOS</b>	<b>xvii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
Objetivo general	<b>2</b>
Objetivos específicos	<b>2</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1 Clasificación taxonómica	<b>3</b>
2.2 Descripción botánica	<b>3</b>
2.2.1 Raíz	<b>3</b>
2.2.2 Tallo	<b>4</b>

2.2.3	Hojas	4
2.2.4	Flores	4
2.2.5	Frutos	5
2.3	Material genético de pimiento	5
2.3.1	Principales criterios de elección	5
2.4	Cultivares de pimiento	5
2.4.1	Híbrido	7
2.5	Cultivos Hidropónicos	7
2.5.1	Hidroponía	8
2.5.2	Ventajas de cultivos hidropónicos	8
2.5.3	Nutrición de plantas	9
2.5.4	Composición de las soluciones nutritivas	10
2.5.4.1	Solución hidropónica la molina	10
2.6	Sustratos	12
2.6.1	Zeolita natural	12
2.6.2	Cascarilla de arroz	13
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>15</b>
3.1	Ubicación del ensayo	15
3.2	Características del clima y suelo	15
3.2.1	Datos meteorológicos	15

3.2.2	Características físico-químicas+ turba	16
3.2.3	Propiedades químicas + turba	16
3.3	Materiales	17
3.3.1	Material genético	17
3.3.2	Soluciones nutritivas	18
3.3.3	Materiales de campo	19
3.3.4	Equipos	19
3.4	Factor en estudio	20
3.5	Tratamientos	20
3.6	Diseño experimental	18
3.7	Delineamiento experimental	20
3.8	Manejo del experimento	20
3.9	Variables a evaluarse	24
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS EXPERIMENTALES</b>	<b>27</b>
4.1	Resumen de los análisis estadísticos	27
4.2	Altura de planta	29
4.3	Diámetro del tallo	30
4.4	Días a la floración	30
4.5	Frutos cosechados por planta	31

4.6 Longitud del fruto	32
4.7 Diámetro del fruto	32
4.8 Peso del Fruto	33
4.9 Rendimiento por modulo	33
4.10Análisis económico de los tratamientos	35
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>38</b>
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>40</b>
<b>VII. RESUMEN</b>	<b>41</b>
<b>VIII. SUMMARY</b>	<b>42</b>
<b>IX. LITERATURA CITADA</b>	<b>43</b>
<b>X. ANEXOS</b>	<b>47</b>

## ÍNDICE DE CUADRO DE TEXTO

	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1.</b> Tratamientos estudiados	<b>20</b>
<b>Cuadro 2.</b> Esquema del análisis de la varianza	<b>21</b>
<b>Cuadro 3.</b> Resumen de la significancia estadística de ocho variables obtenidas en el experimento: “Evaluación de tres híbridos de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L.), cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato”. Guayas 2015.	<b>28</b>
<b>Cuadro 4.</b> Promedio de nueve variables obtenidas en el experimento: “Evaluación de tres híbridos de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L.), cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato”. Guayas 2015.	<b>34</b>
<b>Cuadro 5.</b> Análisis de Presupuesto parcial, obtenido en el experimento: “Evaluación de tres híbridos de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L.), cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato”. Guayas 2015.	<b>36</b>
<b>Cuadro 6.</b> Análisis de dominancia obtenido en el experimento: “Evaluación de tres híbridos de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L.), cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato”. Guayas 2015.	<b>37</b>

## ÍNDICE DE CUADROS DE ANEXOS

	<b>Página.</b>
<b>Cuadro 1A.</b> Programación SAS análisis de ocho variables obtenidas del experimento: “Evaluación de tres híbridos de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L.), cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato”.	<b>48</b>
Guayas 2015	
<b>Cuadro 2A.</b> Análisis de la varianza de la variable altura de planta (cm). Milagro, 2015	<b>49</b>
<b>Cuadro 3A.</b> Análisis de la varianza de la variable diámetro del tallo (cm). Milagro, 2015	<b>49</b>
<b>Cuadro 4A.</b> Análisis de la varianza de la variable días a la floración. Milagro, 2015	<b>50</b>
<b>Cuadro 5A.</b> Análisis de la varianza de la variable frutos cosechados. Milagro, 2015	<b>50</b>
<b>Cuadro 6A.</b> Análisis de la varianza de la variable longitud del fruto (cm). Milagro, 2015	<b>51</b>
<b>Cuadro 7A.</b> Análisis de la varianza de la variable diámetro del fruto (cm). Milagro, 2015	<b>51</b>
<b>Cuadro 8A.</b> Análisis de la varianza de la variable peso del fruto (gr). Milagro, 2015	<b>52</b>
<b>Cuadro 9A.</b> Análisis de la varianza de la rendimiento por modulo (kg). Milagro, 2015	<b>52</b>

## ÍNDICE DE FIGURA DE TEXTO

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Interacción entre híbridos de pimiento y sustratos, para la variable altura de planta (cm). Milagro, Guayas, 2015	<b>29</b>
<b>Figura 2.</b> Interacción entre híbridos de pimiento y sustratos, para la variable días a la floración. Milagro, Guayas, 2015	<b>30</b>
<b>Figura 3.</b> Interacción entre híbridos de pimiento y sustratos, para la variable frutos cosechados por planta. Milagro, Guayas, 2015.	<b>32</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1A y B</b> El semillero de pimiento en las cubetas germinadoras	<b>54</b>
<b>Figura 2A.</b> El sustrato suelo listo para ser envasado en las fundas.	<b>55</b>
<b>Figura 3A.</b> El sustrato zeolita y cascarilla de arroz listos para ser llenados en sus respectivas fundas.	<b>55</b>
<b>Figura 4A.</b> Plantas de pimientos cada una con sus respectivos tratamientos.	<b>56</b>
<b>Figura 5A.</b> Plantas de pimiento al momento de la floración	<b>56</b>
<b>Figura 6A y B.</b> El autor tomando datos en el ensayo experimental.	<b>57</b>
<b>Figura 7A.</b> El autor tomando datos sobre altura de planta	<b>58</b>
<b>Figura 8A.</b> Plantas de pimientos con frutos listos para la cosecha	<b>58</b>
<b>Figura 9A y B.</b> El autor tomando datos sobre la variable longitud de frutos cosechados	<b>59</b>
<b>Figura 10A.</b> Total de frutos cosechados	<b>60</b>
<b>Figura 11A.</b> Peso de frutos cosechados	<b>60</b>

## I. INTRODUCCIÓN

El Pimiento originario de América tropical meridional, contiene una decena de especies, que ha dado lugar a numerosas variedades de interés culinario. En Ecuador se estima que se siembran alrededor de 1420 ha, con una producción que bordea las 6955 toneladas, y un rendimiento promedio de 4,58 ton/ha (ECOAGRICULTOR, 2013).

El pimiento es cultivado en el Litoral Ecuatoriano y en los valles Interandinos donde existen condiciones ecológicas favorables. Los rendimientos que se obtienen con los híbridos de crecimiento semi determinado fluctúan entre 20.000 y 25.000 kg/ha. Es demandado por los mercados locales y del exterior, y es importante en la agroindustria para la elaboración de deshidratados, conservas, congelados, encurtidos, etc. (INIAP, 2008).

En el Ecuador las zonas ideales de cultivo son a nivel tropical, como Santa Elena, Guayas, Loja, Manabí, y valles cálidos de la sierra. Este producto en nuestro país tiene buena demanda económica ya que es habitual encontrarlo en formas culinarias en la costa y sierra.

El cultivo del pimiento, es económicamente rentable, conociendo las características fisiológicas y eco-ambientales en que necesita desenvolverse la planta. En la actualidad debido a los problemas en la salud de consumidores, productores y del agro ecosistema por el abuso de agroquímicos, estos productos de síntesis utilizados en la agricultura son los responsables de la contaminación de las aguas necesarias para la vida

humana; una alternativa para el agricultor es el estudio de nuevas formas de cultivos (hidroponía), Es también, una oportunidad de incrementar los rendimientos y poder demostrar e incentivar a nuestros productores hacia una agricultura sana, ecológica, sustentable y económicamente rentable.

Al realizar esta investigación se está dando alternativas de producción y se planteó la aplicación de tres combinaciones de sustrato, con la finalidad de evaluar su rendimiento en invernadero.

Con los antecedentes expuestos, el presente trabajo tuvo los siguientes objetivos:

## **OBJETIVOS:**

### **Objetivo General**

Generar alternativas tecnológicas bajo el sistema hidropónico, en el cultivo de pimiento para mejorar la productividad, rentabilidad y calidad.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico de los 3 híbridos de pimiento.
- Determinar la mejor combinación de sustratos en la producción de pimiento hidropónico.
- Realizar un análisis económico comparativo entre la tecnología proponente y la convencional del sector.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Clasificación taxonómica

Según INFOAGRO (2006), la clasificación taxonómica del pimiento es la siguiente:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**clase:** Magnoliopsida

**Clase:** Asteridae

**Orden:** Solanales

**Familia:** Solanaceae

**Género:** *Capsicum*

**Especie:** *annum*

**Nombre Científico:** *Capsicum annum L.*

### 2.2. Descripción botánica

Según Mendía (2000), las características botánicas del pimiento son las siguientes:

#### 2.2.1 Raíz

El sistema radicular del pimiento es pivotante y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 centímetros y 1 metro.

### **2.2.2. Tallo**

El tallo principal es de crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continua ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente).

### **2.2.3. Hojas**

Las hojas son enteras, lampiñas y lanceoladas, con un ápice muy pronunciado y un peciolo 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, como una prolongación del peciolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que 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, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto.

### **2.2.4. Flores**

Las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es autógama, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10%.

### **2.2.5. Fruto**

El fruto es una baya hueca, semi-cartilaginosa y deprimida, 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. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 centímetros (Mendía, 2000).

## **2.3. Material genético del pimiento**

### **2.3.1. Principales criterios de elección**

Entre los principales criterios de elección están: las exigencias del material genético, características de la variedad comercial (vigor de la planta, características del fruto, resistencias a enfermedades), mercado de destino (Estructura de invernadero, suelo, clima, calidad del agua de riego.) Características del fruto (tamaño, peso, forma, color) (González y López, 2011).

## **2.4 Cultivares de pimiento**

Según AGRIPAC (2004) **Características del híbrido Quetzal**

- Pimentón híbrido tipo Marconi, muy precoz.
- Se recomienda tutorear.
- Follaje abundante que cubre bien los frutos.
- Frutos de aproximadamente 230 – 250 g de peso, que termina en una punta, excelente color rojo vino y buena firmeza.
- Cosecha aproximadamente 70 días después de trasplante.
- Resistencia a tipos de virus como: Tobacomosaic Virus (TMV), Potato Virus Y (PVY), Tobaccoetch virus (TEV), Pepino mosaic virus (PepMoV), Tobamo Po.
- Excelente rendimiento.
- Hábito de crecimiento: semi indeterminado.
- Dimensiones del fruto 17 cm. de largo por 4cm. de diámetro.
- Paredes del fruto 4 mm. de espesor.
- Número de lóbulos del fruto de 3 a 4.
- Presentación: 1000 semillas y 5000 semillas (Semillas Magna, 2013).

### **Pimentón híbrido Salvador**

#### **Características:**

- Excelente pimentón híbrido para mercado, fresco, tipo lamuyo.
- Es una planta vigorosa, muy productiva.
- Frutos verdes – rojos, 3 – 4 cascos, semi precoz.
- Posee paredes gruesas y de muy buen sabor.
- Planta de porte medio, protege muy bien sus frutos de los golpes de sol.
- Planta de alto rendimiento (SEMILLAS MAGNA, 2013).

## **Híbrido Nathalie AGRIPAC (2004)**

### **Características:**

- Una planta de follaje denso.
- Crecimiento indeterminado.
- Altura oscila entre 0.30 y 1.5 m.
- Sistema radicular es pivotante.
- Tallo es semileñoso.
- Flores son pentámeras y aparecen en la axila de las hojas y se cuenta una flor por nudo.
- Color es verde y se torna rojo al madurar.
- Su sabor es dulce.
- Los frutos presentan un tamaño de 8 a 15 cm., de largo y de 3 a 5 cm, de ancho.
- Peso del fruto varía de 170 a 220 gramos cosecha a los 90 días después del trasplante (González, 2008).

En estudios realizados en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) con aplicación de soluciones nutritivas dieron rendimientos en los híbridos Quetzal de 37.938 kg/ ha y Salvador de 36.011 kg/ha, con una media general de 29.373,45 kg/ha (González y López, 2011).

### **2.4.1 Híbrido**

Un híbrido se considera al descendiente del cruce entre especies, géneros o, en casos raros, familias, distintas. Como definición más imprecisa puede considerarse también un híbrido aquel que procede del cruce entre progenitores de subespecies distintas o variedades de una especie (Oforia, 2007).

## **2.5. Cultivos hidropónicos**

### **2.5.1 Hidroponía**

Andrade (2007) cita que los cultivos hidropónicos o hidroponía pueden ser definidos como la técnica del cultivo de las plantas sin utilizar el suelo, usan un medio inerte, al cual se añade una solución de nutrientes que contienen todos los elementos esenciales vitales por la planta para su normal desarrollo. Puesto que muchos de estos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio de cultivo se los denomina a menudo cultivo sin suelo, mientras que el cultivo solamente en agua sería el verdadero cultivo hidropónico.

### **2.5.2 Ventajas de cultivos hidropónicos**

Andrade (2007) da a conocer las siguientes ventajas de los cultivos hidropónicos:

- Provee a las raíces en todo momento de un nivel de humedad constante, independiente del clima o de la etapa de crecimiento del

cultivo.

- Reduce el riesgo por exceso de irrigación.
- Evita el gasto inútil de agua y fertilizantes.
- Asegura la irrigación en toda el área radicular.
- Reduce considerablemente los problemas de enfermedades producida por patógenos del suelo.
- Aumenta los rendimientos y mejora la calidad de producción.
- Utiliza poco espacio.
- Brinda una mayor producción.

### **2.5.3 Nutrición de las plantas**

Andrade (2007) dice que los nutrientes para las plantas a través del sistema de hidroponía son suministrados en forma de solución nutritiva que se consiguen en el comercio agrícola. Las soluciones pueden ser preparadas por los mismos cultivadores cuando ya han adquirido experiencia en el manejo de los cultivos o tienen áreas lo suficientemente grandes como para que se justifique hacer una inversión en materias primas para su preparación.

Alternativamente, si las mismas estuvieran disponibles en el comercio, es preferible comprar las soluciones concentradas, ya que en este caso sólo es necesario disolverlas con un poco de agua para aplicarlas al cultivo. Las 21 soluciones nutritivas concentradas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto desarrollo y adecuada producción de raíces, bulbos, tallos, hojas, flores, frutos y semillas. Andrade (2007).

#### **2.5.4 Composición de las soluciones nutritivas**

Además de los elementos que los vegetales extraen del aire y del agua (carbono, hidrógeno y oxígeno) ellos consumen con diferentes grados de intensidad los siguientes elementos indispensables para la vida de los vegetales, son requeridos en distintas cantidades por las plantas. Entre los que necesitan en cantidades grandes están el nitrógeno, el fósforo y el potasio. En cantidades intermedias el azufre, el calcio y el magnesio. En cantidades muy pequeñas (elementos menores) el hierro, manganeso, cobre, zinc, boro y molibdeno útiles pero no indispensables para su vida: cloro, sodio, silicio innecesarios para las plantas, pero necesarios para los animales que las consumen: cobalto y yodo Andrade (2007).

Es muy importante tener en cuenta que cualquiera de los elementos antes mencionados pueden ser tóxicos para las plantas si se agregan al medio en proporciones inadecuadas, especialmente aquellos que se han denominado elementos menores Andrade (2007).

##### **2.5.4.1 Solución hidropónica “La Molina”**

Universidad Nacional Agraria, La Molina (2005). En el artículo “Solución Nutritiva La Molina” pública que la solución hidropónica La Molina fue formulada después de varios años de investigación en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Con el propósito de difundir la hidroponía con fines sociales, se eligieron para su preparación, fertilizantes que se pueden conseguir con facilidad en las diferentes provincias del Perú.

### **Concentración de la solución nutritiva**

La solución nutritiva preparada con solución hidropónica La Molina tiene la siguiente concentración:

210	ppm	K,1.00	ppm	Fe
190	ppm	N,0.50	ppm	Mn
150	ppm	Ca*,0.50	ppm	B*
70	ppm	S*,0.15	ppm	Zn
45	ppm	Mg*,0.10	ppm	Cu
35	ppm	P,0.05	ppm	Mo

1 ppm (una parte por millón) = 1 mg/litro incluye las cantidades que aporta el agua.

No existe una solución nutritiva óptima para todos los cultivos, porque no todos tienen las mismas exigencias nutricionales, principalmente en nitrógeno, fósforo y potasio. Existe un gran número de soluciones nutritivas para distintos cultivos, y muchas satisfacen los requerimientos de un buen número de ellos lo que hace que se le pueda sacar un mejor beneficio y rendimiento.

La concentración de la solución nutritiva variará, según el agua que se utilice para prepararla. Por otro lado, la fórmula puede ser ajustada a la concentración que uno desee aplicar conociendo previamente el análisis de

agua. También la fórmula puede ser ajustada de acuerdo a los fertilizantes que se puedan conseguir en otros países (La Molina, 2005).

## **2.6. Sustratos**

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Burés, 1997).

### **2.6.1 Zeolita natural**

Las zeolitas comprenden un numeroso grupo de hidrosilicatos que presentan una estrecha semejanza en la composición química, en la asociación geológica y el yacimiento. En sentido general el nombre de Zeolita proviene de dos palabras griegas “zein” que significa hervir y “lithos” piedra. Las Zeolitas fueron empleadas en la antigüedad como piedras de construcción. La capacidad de intercambio iónico de las Zeolitas fue investigada por primera vez hace unos 100 años, su capacidad de tamiz molecular para la separación de gases hace 50 años, empleándose las Zeolitas sintéticas a escala industrial hace aproximadamente 40 años. (Obregón, 2005).

Diversos autores plantean que las Zeolitas naturales son una familia de minerales con estructura cristalina tetraédrica, con poros generalmente

llenos de agua, enlazados de tal manera que forman canales, lo que les permite perder y ganar agua reversiblemente e intercambiar los cationes componentes de su estructura, sin alterar esta condición. Las Zeolitas son minerales del grupo de los aluminosilicatos hidratados, que se presentan preferentemente en las rocas de origen volcánico. Entre las principales propiedades de los minerales zeolíticos es importante destacar su baja densidad (muy livianos), su elevada capacidad de intercambio catiónico (potasio por sodio, calcio por magnesio o algunos metales pesados), su elevado poder de absorción-adsorción, y la gran facilidad que presentan los minerales que pertenecen a la familia de las zeolitas para deshidratarse (Mundaca, 2008).

### **2.6.2 Cascarilla de arroz**

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte (Mundaca, 2008).

La cascarilla de arroz es el sustrato más empleado para los cultivos hidropónicos bien sea cruda o parcialmente carbonizada. El principal inconveniente que presenta la cascarilla de arroz es su baja capacidad de retención de humedad y lo difícil que es lograr el reparto homogéneo de la misma (humectabilidad) cuando se usa como sustrato único en camas o bancadas.

Entre las características físicas la más destacable negativa es sin duda la escasa capacidad de retención de agua fácilmente disponible, mientras que como ventaja más notable se podría destacar la escasa salinidad que presenta (Urrestarazu, 2004).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del ensayo

La presente investigación se la realizó en el invernadero ubicado en recinto “Los Monos”, Cantón Milagro, Provincia del Guayas a la altura del km cuatro de la vía Milagro “El Deseo”, que tiene las siguientes características. Luminosidad: 1040 h/luz/año, Temperatura: 32 °C, precipitación: 1300 mm, Altura: 14 msnm, Longitud: 75° 36´ Latitud: 2° 9´.

#### 3.2.1 Datos metereologicos

Los datos tomados en cuenta para esta investigacion son los ofrecidos por la estación metereológica Milagro<sup>2/</sup> por la cercanía al sitio de la investigacion lo que muestra un clima tropical, mientras que la formación ecológica corresponde a la conocida como bosque seco tropical.

Las condiciones climaticas típicas, con los siguientes datos meteorológicos:

Temperatura media (°C): 25,1

Humedad relativa media:80

Punto de rocío (°C): 21,5

Tensión de vapor (Hpa): 25,7

Precipitación (mm): 1.342,0

Nubosidad (octavos): 7

Heliofania (horas): 1.017,2

Evaporación (tanque “A”) (mm): 131,1

Viento velocidad máxima media: 6,3

---

<sup>1/</sup>Red-de-estaciones-meteorológicas\_(2010)

<sup>2/</sup> Estación meteorologica del Ing. Valdez, 1960-2010.

### 3.2.2 Características físico-químicas + Turba

La investigación se la realizó a su inicio en condiciones iguales, partiendo de un semillero donde el material utilizado es la turba de marca Klasman TS1 con las siguientes características:

Sustrato a base de turba rubia de alta calidad listo para su uso, con el pH corregido mediante la adición de  $\text{CaCO}_3$ , para la producción de plantas tolerante a sales:

- Libre de gérmenes y patógenos
- pH corregido no es necesario añadir cal
- Con agente humectante incorporado
- Micro elementos de liberación controlada
- NPK soluble en agua

#### Propiedades químicas + Turba

- pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) 6,0
- Materia orgánica (% ms) 94 – 99
- Cenizas (% ms) 1 – 6
- Nitrógeno 280 mg/L de sustrato
- Fósforo 320 mg/L de sustrato
- Potasio 360 mg/L de sustrato
- Magnesio 120 mg/L de sustrato

### **3.3. Materiales**

#### **3.3.1. Material genético**

Se utilizó los híbridos de pimiento Quetzal, Salvador, Nathalie.

##### **Híbrido Quetzal**

Pimentón híbrido tipo Marconi, muy precoz, se recomienda tuturar, follaje abundante que cubre bien los frutos, frutos de aproximadamente 230 – 250 g de peso, que termina en una punta, excelente color rojo vino y buena firmeza.

##### **Híbrido Salvador**

Excelente pimentón híbrido para mercado, fresco, tipo lamuyo, es una planta vigorosa, muy productiva, frutos verdes – rojos, 3 – 4 cascos, semi precoz, posee paredes gruesas y de muy buen sabor.

##### **Híbrido Nathalie**

Una planta de follaje denso, crecimiento indeterminado, altura oscila entre 0.30 y 1.5 m, sistema radicular es pivotante, tallo es semileñoso, flores son pentámeras y aparecen en la axila de las hojas y se cuenta una flor por nudo.

### 3.3.2 Soluciones nutritivas

#### Soluciones concentradas

Se utilizó la solución concentrada “La Molina”. Los fertilizantes y dosis de los mismos se presentan a continuación:

Esta solución se preparó en 10 litros de agua.

#### *Solución concentrada A:*

Super fosfato triple	18% N, 46% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	400,00 g
Nitrato de potasio	13.5% N, 44% K <sub>2</sub> O	1.100,00 g
Nitrato de amonio	31%N, 5%SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	700,00 g
Nitrato de calcio	31%Ca, 5%SO <sub>4</sub>	136.88 g

Nota: Se dejara remojando el DAP un día antes de la preparación.

Esta solución se preparó en 5 litros de agua.

#### *Solución concentrada B:*

- Sulfato de magnesio 14 % MgO	618,75 g
- Fertilom-combi	30,00 g
- Ácido bórico	3,00 g

## **Preparación**

Para preparar cada solución concentrada, los fertilizantes se añadieron al agua en el orden establecido. Por otro lado, para preparar un litro de solución nutritiva se deberá agitar previamente las soluciones concentradas A y B, luego se añadirán a un litro de agua, 5 ml de solución concentrada A y 2 ml de la solución B.

### **Solución con base de hierro**

Para tratamientos con solución nutritiva: La solución se preparara con sulfato ferroso al 2.5% (2.5 g/100 ml de agua), de esta se tomara 1 ml y se adicionara en 1 litro. Además se aplicara 1 ml de ácido húmico a un litro de esta solución (Delmonte, s.f.)

### **3.3.3 Materiales de campo**

Rastrillos, palas, machetes, piolas, cinta métrica, libreta de campo, fundas de polietileno, alambre, estaquilla, clavos, madera y caña, plástico amarillo, tubería de 16 mm, tanque plástico de 200 litros, cañas, abrazaderas, filtro, goteros 1 L/h, serán con capacidad de 60 % de luminosidad.

### **3.3.4 Equipos**

Computadora, balanza digital, cámara fotográfica, calculadora, bomba de fumigar.

### 3.4 Factores estudiados

Híbridos de pimiento: Quetzal (H1)  
Salvador (H2)  
Nathalie (H3)

Sustratos: Arena 50% + cascarilla 50% (S1)  
Zeolita 50% + cascarilla 50% (S2)  
Cascarilla 50% + Suelos 50% (S3)

### 3.5 Tratamientos

**Cuadro 1.** Tratamientos aplicados en el ensayo.

<b>Nº. de tratamiento</b>	<b>Combinación</b>	<b>Material</b>	<b>Especificación del sustrato</b>
1.	H1 S1	Quetzal	Arena + Cascarilla de arroz
2.	H1 S2	Quetzal	Zeolita + Cascarilla de arroz
3.	H1 S3	Quetzal	Suelo + Cascarilla de arroz
4.	H2 S1	Salvador	Arena + Cascarilla de arroz
5.	H2 S2	Salvador	Zeolita + Cascarilla de arroz
6.	H2 S3	Salvador	Suelo + Cascarilla de arroz
7.	H3 S1	Nathalie	Arena + Cascarilla de arroz
8.	H3 S2	Nathalie	Zeolita + Cascarilla de arroz
9.	H3 S3	Nathalie	Suelo + Cascarilla de arroz

### 3.6 Diseño experimental y análisis de varianza

Las fuentes de variación y los grados de libertad se detallan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Esquema del análisis de varianza.

<b>F. de V.</b>	<b>G.L.</b>
Repeticiones (r-1)	3
Tratamientos (t-1)	8
Híbridos (h-1)	2
Sustrato (s-1)	2
H x S (h-1)(s-1)	4
Error experimental (r-1)(h-1)	24
Total	35

### 3.7 Delineamiento experimental

Distancia entre parcelas	0.80
Distancia entre hileras	0.30
Distancia entre plantas	0.35
Distancia entre repeticiones	0.30
Número de plantas por unidad experimental	3
Número de unidades útiles	2
Ancho del experimento	3.60 m
Largo del experimento	9.80 m
Área del experimento	35.8 m <sup>2</sup>
Área útil del experimento	18.43 m <sup>2</sup>

### **3.8 Manejo del experimento**

Durante el desarrollo del experimento se llevó a cabo las siguientes labores:

#### **Preparación del sustrato**

Los sustratos fueron preparados en el invernadero y el llenado de fundas en el mismo sitio.

El sustrato cascarilla de arroz fue mojado durante 15 días para eliminar impurezas y patógenos, se cambió el agua cada tres días, mediante este método también se obtuvo una fermentación o descomposición del mismo.

El sustrato arena gruesa nos sirve como retenedor de agua, que permita que el agua sea absorbida o se adhiera a su superficie.

En cultivos hidropónicos las mezclas usadas son totalmente inorgánicas y carecen de nutrientes (se suministran por el agua).

El sustrato zeolita natural son silico-aluminatos de origen sedimentario volcánico, por tanto 100% natural. Su interior está formado por cavernas y canales que lo convierten en un cristal hueco con un gran porcentaje de su capacidad volumétrica para almacenar agua, la cual por procesos de intercambio catiónico, cederá racionadamente a las plantas; posee además, polaridad negativa que le permite atraer todo tipo de cationes, existiendo

especial selectividad por  $K_2O$ ,  $NH_4$ ,  $P_2O_5$ , Ca, Mg, y otros esenciales en la nutrición de los cultivos.

El Sustrato suelo sirvió para poder analizar si se adapta bien al sustrato cascarilla de arroz que se le incorporo.

### **Semillero**

El semillero se puso a germinar el día 02 de julio de 2015 en cubetas plásticas rellenas con sustrato compuesto de turba rubia, se sembró en cada alveolo (celda) una semilla. Durante este periodo se realizaron riegos.

### **Trasplante**

Esta labor se realizó, el día 27 de julio de 2015 a los 25 días de sembrada las semillas e inmediatamente se realizó un riego.

### **Riego**

Esta labor se llevó a cabo de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo utilizando un sistema por goteo con ferti-riego.

### **Control de plagas y enfermedades**

Se realizó un monitoreo de plagas y enfermedades, según la incidencia de las mismas se aplicó productos químicos, de acuerdo a las presencia de las mismas.

## **Cosecha**

Esta labor se la realizó a los 100 días de puesta a germinar las semillas con fecha 10 de octubre de 2015 conforme fueron madurando los frutos.

### **3.9 Variables evaluadas**

#### **Altura de planta (cm)**

Se evaluaron dos plantas del área útil de cada tratamiento, se midió en centímetros desde la base hasta el ápice de la planta.

#### **Diámetro del tallo (cm)**

Con un calibrador vernier se procedió a medir el diámetro del tallo, pero se tomó en cuenta cinco centímetros arriba de la base del tallo.

#### **Número de frutos por planta**

De cada una de las plantas en tratamiento se contó los frutos en cada cosecha desde los 80 hasta los 110 días, y luego se promedió el número de frutos por planta.

### **Longitud del fruto (cm)**

Se procedió a medir el largo del fruto en centímetros desde la corona hasta la base con una cinta métrica, de todos los frutos de las plantas evaluadas de cada tratamiento al momento de cada cosecha.

### **Diámetro del fruto (cm)**

Se procedió a medir el diámetro de los frutos en centímetros con un calibrador Vernier, en la parte más prominente, de todos los frutos de las plantas, al momento de la cosecha para luego sacar el promedio

### **Peso del fruto (g)**

Se procedió a pesar cada fruto en gramos con ayuda de una balanza electrónica, al momento de cada cosecha y luego se promediaron.

### **Días a la floración**

Esta variable se la tomó una vez que las unidades experimentales abrieron sus capullos florales.

### **Días a la cosecha**

Esta variable se la registró en días transcurridos desde el trasplante hasta cuando los frutos presentaron la madurez comercial.

### **Rendimiento (kg/modulo)**

En la unidad experimental se realizó la cosecha manual con una frecuencia semanal; en total se efectuaran aproximadamente 5 cosechas. El peso total de cada cosecha se calculó en kg/ha, se sumó y promedió el valor final que sirvió para el cálculo del análisis económico.

### **Análisis económico**

Se empleó la metodología de presupuesto parcial propuesta por el Programa de Economía del Centro Internacional de Maíz y Trigo CIMMYT (1988), con sede en México

## **IV. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

### **4.1 Resumen de los análisis estadísticos**

Analizadas estadísticamente las ocho variables agronómicas, se determinó que las repeticiones no alcanzaron significancia en todas las variables. Mientras que en el factor híbridos (A), de igual forma todas las variables estudiadas presentaron igualdad estadística, excepto la variable diámetro del fruto que fue altamente significativa (Cuadro 3).

El F “C” de la fuente de variación sustratos (B), mostró valores altamente significativos en todas las variables. En la interacción de los Factores Híbridos de pimiento (A) y Sustratos (B), las variables altura de planta (ALPLA), días a la floración (DFL) y frutos cosechadas (FRCOS) presentaron valores significativos, las demás variables fueron no significativas (Cuadro 3).

Los coeficientes de variación de estas variables fluctuaron dentro de un intervalo de valor de 2.63 % en la variable días a la floración (DFL) y 14,08 % en la variable rendimiento por modulo (REND) (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Resumen de la significancia estadística de ocho variables obtenidas en el experimento: “Evaluación de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.) cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato”. Guayas 2015.

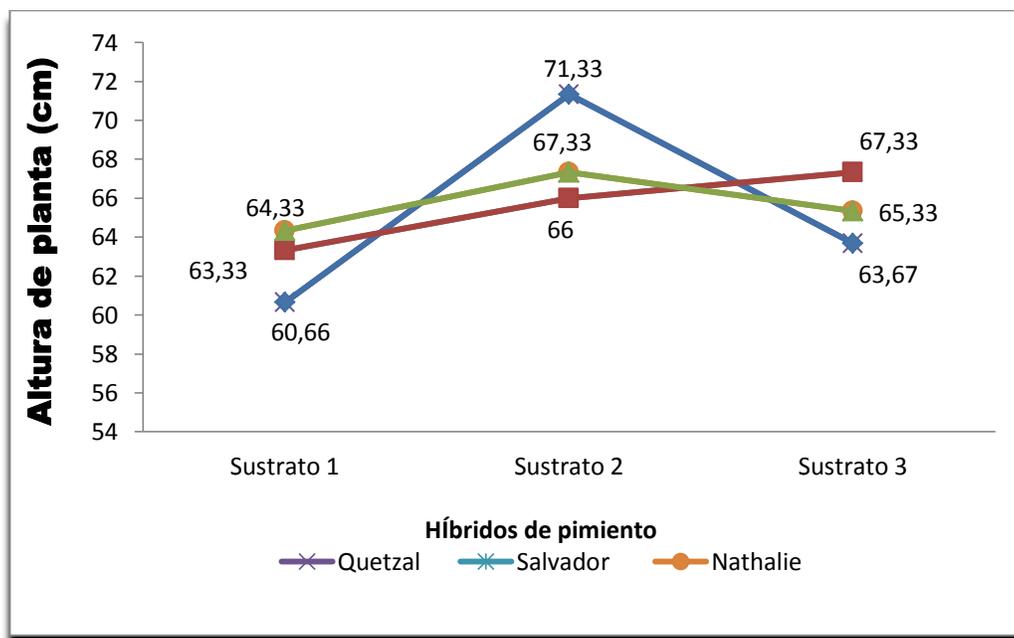
<b>F. de V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>ALPLA</b>	<b>DIATA</b>	<b>DFL</b>	<b>FCOS</b>	<b>LFRU</b>	<b>DIAFR</b>	<b>PFR</b>	<b>REND</b>
<b>Repetición</b>	2	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
<b>A</b>	2	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.
<b>B</b>	2	**	**	**	**	**	**	**	**
<b>A*B</b>	4	*	N.S.	*	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
<b>C.V. (%)</b>		3.35	7.38	2.63	13.58	4,78	3.95	5.82	14.08

F. de V. Fuente de variación; G.L. Grados de libertad; ALPLA= Altura de planta. DIATA= Diámetro del tallo. DFL= Días a la floración. FCOS= Frutos cosechados por planta. LFRU= Longitud del fruto. DIAFR= Diámetro del fruto. PFR= Peso de fruto. REND= Rendimiento por modulo.

## 4.2 Altura de planta

El sustrato dos (Zeolita 50% + cascarilla 50%) fue el mejor presentando un valor de 68,44 centímetros, diferente al sustrato uno (Arena 50% + cascarilla 50%) que con un promedio de 63 centímetros fue el que presentó menor altura de planta (Cuadro 4).

En la interacción de esta variable se observó que en el híbrido Quetzal y el sustrato uno presentaron el promedio de altura de planta más bajo con 60,66 centímetros, mientras que el mismo híbrido Quetzal con el sustrato dos presentó la máxima altura de planta con un valor de 71.33 centímetros (Figura 1).



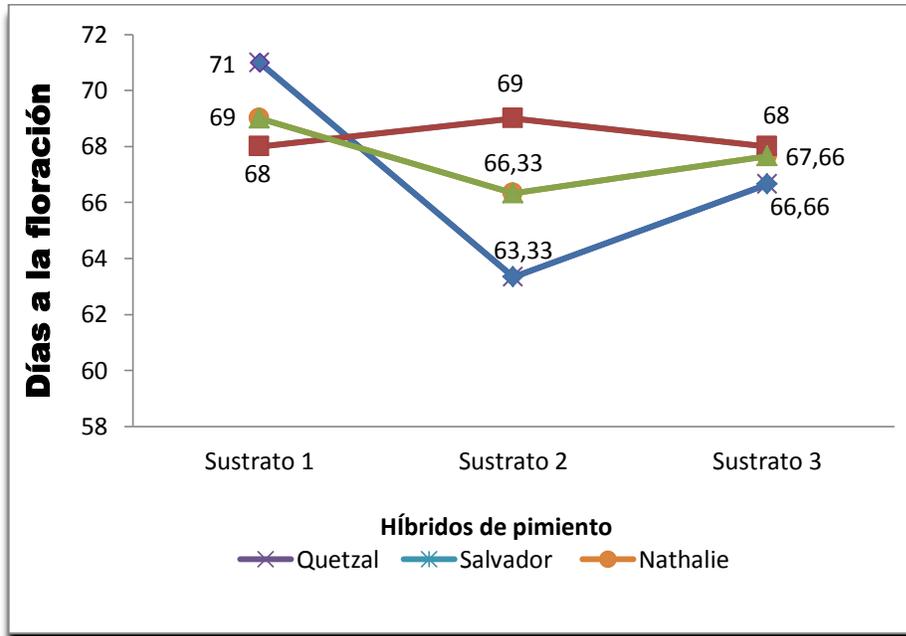
**Figura 1.** Interacción entre híbridos de pimiento y sustratos, para la variable altura de planta (cm). Milagro, Guayas, 2015.

### 4.3 Diámetro del tallo

Con el sustrato tres (Cascarilla 50% + Suelos 50%) se obtuvo el mayor promedio de ésta variable con 6,11 milímetros difiriendo estadísticamente de los promedios logrados con los sustratos uno y dos con valores de 4,66 y 4,11 milímetros respectivamente (Cuadro 4).

### 4.4 Días a la floración

La floración más precoz se obtuvo con el sustrato dos (Zeolita 50% + cascarilla 50%), con 66,22 días, en tanto que la floración más tardía ocurrió con las plantas cultivadas con el sustrato uno (Arena 50% + cascarilla 50%) (Cuadro 4).



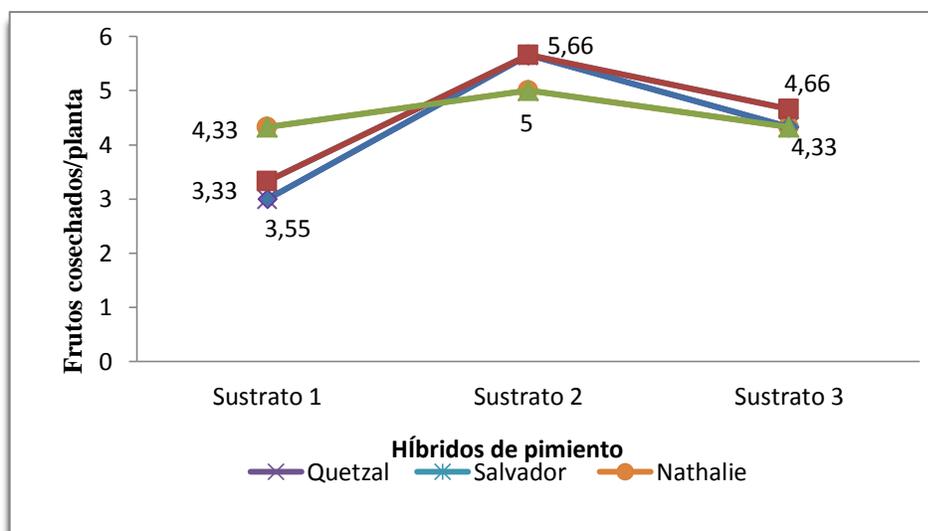
**Figura 2.** Interacción entre híbridos de pimienta y sustratos, para la variable días a la floración. Milagro, Guayas, 2015.

En la interacción de esta variable se observó que el híbrido Quetzal y el sustrato uno presentó el promedio de floración más tardío con valor de 71 días. De igual manera el híbrido Quetzal pero con el sustrato dos fue la interacción con promedio de floración más precoz presentando promedio de 63,33 días (Figura 2).

#### **4.5 Frutos cosechados por planta**

El mayor número de frutos cosechados se obtuvo en plantas cultivadas con el sustrato dos con 5,44 frutos/planta, difiriendo de los otros dos sustratos estudiados, siendo el más bajo el sustrato uno con 3,55 frutos /planta (Cuadro 4).

De acuerdo con la interacción los híbridos Quetzal y Salvador y el sustrato dos (Zeolita 50% + cascarilla 50%), presentaron los promedios más altos de frutos cosechados por planta con valor de 5,66 frutos en ambos casos. Los híbridos Salvador y Quetzal con el sustrato uno fueron las interacciones con promedios frutos cosechados más bajos con promedios de 3,55 y 3,33 frutos, respectivamente (Figura 3).



**Figura 3.** Interacción entre híbridos de pimiento y sustratos, para la variable frutos cosechados por planta. Milagro, Guayas, 2015.

#### 4.6 Longitud del fruto

Se determinó que el sustrato dos (Zeolita 50% + cascarilla 50%) presentó el mejor promedio de ésta variable con un valor de 14,33 centímetros y los sustratos uno y tres fueron inferiores estadísticamente presentado promedios de 12,11 y 12,33 centímetros en su orden (Cuadro 4).

#### 4.7 Diámetro del fruto

El híbrido Quetzal y salvador presentaron los promedios diferenciándose estadísticamente del híbrido Nathalie cuyo valor promedio es de 4.75 (Cuadro 4).

Con el sustrato tres se obtuvo el mayor promedio de 5,43 cm, difiriendo de los sustratos uno y tres cuyos valores fueron 4,57 y 5,02, respectivamente (Cuadro 4).

#### **4.8 Peso del fruto**

Con el sustrato dos, se presentó el mejor rendimiento con 190,83 gramos, mientras que con el sustrato uno presentó el promedio más bajo con 158,48 kg (Cuadro 4).

#### **4.9 Rendimiento por modulo (35,8 m<sup>2</sup>)**

Con el sustrato dos (Zeolita + Cascarilla de arroz) se presentó el mayor promedio con un valor de 112,19 kg, diferente estadísticamente al los otros dos sustratos que presentaron promedios inferiores a éste tratamiento (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Promedio de nueve variables obtenidas en el experimento: “Evaluación de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.), cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato”. Guayas Milagro 2015.

F. de V.	Altura de planta (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Días a la floración	Frutos cosechados/planta	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Peso del fruto (g)	Rendimiento (kg/modulo) <sup>2/</sup>
<b>Híbridos:</b>								
<b>Quetzal</b>	65.63 <sup>N.S.</sup>	4.88 <sup>N.S.</sup>	67.00 <sup>N.S.</sup>	4.33 <sup>N.S.</sup>	12.88 <sup>N.S.</sup>	5.11 a	180.93 <sup>N.S.</sup>	86.67 <sup>N.S.</sup>
<b>Salvador</b>	65.41	4.88	68.33	4.55	12.77	5.16 a	174.38	86.40
<b>Nathalie</b>	65.72	5.11	67.66	4.55	13.11	4.75 b	172.00	85.08
<b>Sustrato:</b>								
<b>Sustrato 1.</b>	63.00 c <sup>1/</sup>	4.66 b <sup>1/</sup>	69.33 a <sup>1/</sup>	3.55c <sup>1/</sup>	12.11 b <sup>1/</sup>	4.57 c	158.48 c <sup>1/</sup>	60.63 c <sup>1/</sup>
<b>Sustrato 2.</b>	68.44 a	4.11 b	66.22 c	5.44 a	14.33 a	5.43 a	190.83 a	112.19 a
<b>Sustrato 3.</b>	65.32 b	6.11 a	67.44 b	4.44 b	12.33 b	5.02 b	178.00 b	85.38 b
<b><math>\bar{x}</math></b>	65.50	4.96	67.67	4.48	12.92	8.47	175.80	86.05
<b>C.V. (%)</b>	3.35	7.38	2.63	13.58	6.86	9.35	5.82	14.08

1/ Valores señalados con la misma letra no difiere estadísticamente entre sí (Duncan  $\leq$  0,05); N.S. No Significativo.

2/ Módulo de 35,8 m<sup>2</sup>.

#### **4.10 Análisis económico de los tratamientos**

Realizado el análisis económico se determinó que el mejor beneficio bruto lo presentó el tratamiento dos con USD 360,10, establecido en un módulo de sistema hidropónico con 108 plantas de pimiento, en los costos que varían las semillas para los tres híbridos utilizados tuvieron un valor de USD 6,10 por modulo. El sustrato tres (50% cascarilla de arroz y 50% suelo) fue el más económico con un valor de USD 54 para las 108 plantas, mientras que el sustrato dos (50% zeolita y 50% cascarilla de arroz) fue el más costoso con un valor de USD 378 por modulo (Cuadro 5).

En el total de costos variables los tratamientos tres (H1-S3), seis (H2-S3) y ocho (H3-S3) con USD 76.30 representaron el costo más bajo, mientras que el tratamiento dos (H1-S2), cinco (H2-S2) y ocho (H3-S2) presentaron el valor más alto con USD 400.30 (Cuadro 5).

Los tratamientos que no fueron dominados con respecto del tratamiento de menor costo variable (tratamiento tres), en el híbrido Quetzal, fueron los tratamientos uno y dos. Mientras que en el híbrido Salvador, los tratamientos no dominados respecto al tratamiento seis fueron los tratamiento cuatro y cinco. Por otra parte en el híbrido Nathalie, los tratamientos no dominados respecto al tratamiento nueve fueron los tratamiento siete y ocho. Con esto determinamos que la mejor rentabilidad la presenta el tratamiento tres (H3-S3) (Cuadro 6).

**Cuadro 5.** Análisis de Presupuesto parcial, obtenido en el experimento: “Evaluación de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.), cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato”. Guayas Milagro 2015.

Rubros	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
	H1-S1	H1-S2	H1-S3	H2-S1	H2-S2	H2-S3	H3-S1	H3-S2	H3-S3
<b>Rendimiento bruto (kg/modulo)</b>	156,60	360,10	263,4	170,6	344,5	263,2	218,5	305,1	242,1
<b>Rendimiento ajustado (kg/modulo)</b>	148,77	342,10	250,23	162,07	327,28	250,04	207,58	289,85	230
<b>Beneficio bruto (USD/modulo)</b>	148,77	342,10	250,23	162,07	327,28	250,04	207,58	289,85	230
<b>Costos que varían (semillas) (USD/modulo)</b>	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10
<b>Costo de sustratos (USD/modulo)</b>	86,40	378	54	86,40	378	54	86,40	378	54
<b>Jornal de llenado del sustrato (USD/mod.)</b>	16,20	16,20	16,20	16,20	16,20	16,20	16,20	16,20	16,20
<b>Total de costos variables (USD/modulo)</b>	108,70	400,30	76,30	108,70	400,30	76,30	108,70	400,30	76,30
<b>Beneficio neto (USD/modulo)</b>	40,07	-58,21	173,93	53,37	-73,03	173,74	98,88	-110,46	153,70

**Cuadro 6.** Análisis de dominancia obtenido en el experimento: “Evaluación de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.), cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato”. Guayas Milagro 2015.

<b>Tratamiento</b>	<b>Interacción</b>	<b>Total de costos variables (USD/ha/mes)</b>	<b>Beneficio neto (USD/ha/mes)</b>	<b>Dominancia</b>
<b>T3.</b>	<b>H1-S3</b>	76,30	173,93	
<b>T6.</b>	<b>H2-S3</b>	76,30	173,74	⁠/Dominado
<b>T9.</b>	<b>H3-S3</b>	76,30	153,70	Dominado
<b>T7.</b>	<b>H3-S1</b>	108,70	98,88	Dominado
<b>T4.</b>	<b>H2-S1</b>	108,70	53,37	Dominado
<b>T1.</b>	<b>H1-S1</b>	108,70	40,07	Dominado <sup>1</sup>
<b>T8.</b>	<b>H3-S2</b>	400,30	-110,46	Dominado
<b>T5.</b>	<b>H2-S2</b>	400,30	-73,03	Dominado
<b>T2.</b>	<b>H1-S2</b>	400,30	-58,21	Dominado

<sup>1/</sup> Dominado por tener un bajo beneficio neto con un total de costos variables altos.

## V. DISCUSIÓN

Los híbridos Quetzal y Salvador se caracterizaron por tener el mayor diámetro de fruto, al respecto Zúñiga (2015) señala que con el híbrido Quetzal obtuvo el mayor promedio de diámetro del fruto a diferencia del híbrido Bengal que probó en su experimento.

Con el sustrato dos (Zeolita 50% + cascarilla 50%), las plantas de pimiento presentaron mayor altura de planta, número de frutos cosechados por planta, longitud de fruto, diámetro de fruto, peso de fruto y rendimiento de fruto por modulo de producción. Con el sustrato tres (Cascarilla 50% + Suelos 50%), se logró mayor diámetro del tallo, sobre esto Urrestarazu (2004), indica que entre las principales propiedades físico-químicas un sustrato orgánico es de baja tasa de descomposición, liviano, buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte.

La cascarilla de arroz es el sustrato más empleado para los cultivos hidropónicos bien sea cruda o parcialmente carbonizada, estas características combinadas con las de la zeolita, reportadas por Mundaca (2008), que son su baja densidad (muy livianos), su elevada capacidad de intercambio catiónico (potasio por sodio, calcio por magnesio), su elevado poder de absorción-adsorción y la gran facilidad que presentan los minerales que pertenecen a la familia de las zeolitas para deshidratarse, que influyeron favorablemente en las características agronómicas mencionadas en el párrafo anterior.

El análisis de presupuesto parcial realizado con la metodología del CIMMYT (1988), estableció que el tratamiento tres (H1-S3 híbrido Quetzal cultivado en Cascarilla 50% + Suelos 50%) cuyo beneficio neto fue el más rentable.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye:

- Los híbridos Quetzal y Salvador se caracterizaron por tener el mayor diámetro de fruto.
- Con la mezcla de sustrato Zeolita 50% + cascarilla 50% las plantas presentaron mayor altura de planta, número de frutos cosechados por planta, longitud de fruto, diámetro de fruto, peso de fruto y rendimiento de fruto por modulo de producción
- La mejor rentabilidad fue para el tratamiento tres con la interacción entre el híbrido Quetzal y el sustrato con 50 % de cascarilla de arroz y 50 % de zeolita.

Se recomienda:

- Validar los mejores resultados obtenidos en esta investigación en proyectos más grandes.
- Realizar trabajos utilizando los mismos factores estudiados con otras especies de plantas.

## VII. RESUMEN

La presente investigación se la realizó en un invernadero ubicado en la provincia del Guayas, cantón Milagro, recinto los Monos a la altura del km 4 de la vía Milagro “El Deseo”. Se llevó a cabo en época seca. Los objetivos fueron: a) Evaluar el comportamiento agronómico de los 3 híbridos de pimiento. b) Determinar la mejor combinación de sustratos en la producción de pimiento hidropónico. c) Realizar un análisis económico comparativo entre la tecnología proponente y la convencional del sector.

Se realizó la investigación con tres híbridos de pimiento y tres sustratos, bajo un sistema de cultivo hidropónico, cuyas combinaciones resultaron en nueve tratamientos, se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial A x B y con cuatro repeticiones. Para la comparación de las medias se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan con el 5% de probabilidad. Se estudiaron en total ocho variables.

Se concluyó: a) Los híbridos Quetzal y Salvador se caracterizaron por tener el mayor diámetro de fruto; b) Con la mezcla de sustrato Zeolita 50% + cascarilla 50% las plantas presentaron mayor altura de planta, número de frutos cosechados por planta, longitud de fruto, diámetro de fruto, peso de fruto y rendimiento de fruto por modulo de producción; y c) La mejor rentabilidad fue para el tratamiento tres con la interacción entre el híbrido Quetzal y el sustrato con 50 % de cascarilla de arroz y 50 % de zeolita.

## VIII. SUMMARY

This research was made in a greenhouse located in the province of Guayas, Canton Milagro, Monkey enclosure to the km 4 Milagro via Desire. It was conducted in the dry season. The objectives were: a) To evaluate the agronomic performance of the 3 hybrid pepper. b) To determine the best combination of substrates in the production of hydroponic pepper. c) Conduct a comparative economic analysis between the nominating conventional technology and industry.

The research was conducted with three hybrids pepper and three substrates, under a hydroponics system, which resulted in nine treatment combinations, block design was used totally at random (DBCA) factorial arrangement A x B with four repetitions, the multiple range test of Duncan was used with a 5% chance for comparison of means, eight variables were studied in total.

It concludes: a) Hybrid Quetzal and Salvador is characterized by having the greatest diameter of the fruit; b) With the substrate mixture Zeolite 50% + 50% scale plants showed higher plant height, number of fruit per plant, fruit length, fruit diameter, fruit weight and fruit yield by production module fruits; and c) The best performance was for the three treatment with the interaction between the hybrid Quetzal and substrate with 50% rice husks and 50% zeolite.

## V. LITERATURA CITADA

- Agripac S.A. 2004.** Características de los híbridos de pimiento Quetzal y Nathalie. Disponible en: [agripacsa.com](http://agripacsa.com) (Revisado 14 de enero del 2015).
- Andrade R. 2007.** Cultivo Hidropónico. Chile. Consultado en línea el 18 de Enero. Disponible en <http://html.rincondelvago.com/cultivo-hidroponico.html>
- Balcaza, L. 1999.** Cultivo de pimiento en invernáculo. Boletín hortícola N.- 24 INTA - U NLP.
- Burés, S. 1997. Sustratos.** Barcelona, ES. Burés S.A. En línea. Consultado el 2 de Enero del 2014. Disponible en: [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80373\\_I\\_curso\\_de\\_gestion\\_de\\_viveros\\_forestales/80-373/7\\_manejo\\_de\\_sustratos.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80373_I_curso_de_gestion_de_viveros_forestales/80-373/7_manejo_de_sustratos.pdf)
- Cáceres, S.; Ramírez, W.; Ishikawa, Y. 2001.** Presencias de las plagas en el cultivo de pimiento de corrientes. Resúmenes 7ma reunión de comunicación científica y técnica. Facultad de ciencias agrarias de corrientes, p. 104.
- Cadahia, C. 1998.** Manual técnico sobre el cultivo de pimiento. Cultivos hortícolas y ornamentales.
- CIMMYT 1988.** Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Método utilizado para el análisis económico Disponible en

<http://www.cimmyt.org/es> 1p (Consultado el 10 de noviembre del 2015).

**Delmonte, s.f.** Humilig. Hoja Divulgativa. Compañía exportadora de productos químicos Delmonte, Guayaquil, Ecuador.

**Ecoagricultor. 2013. Agricultura ecológica. El cultivo del pimiento.** En línea. Consultado el 14 de agosto de 2013. Disponible en: <http://www.ecoagricultor.com/2013/02/el-cultivo-del-pimiento/>

**Gonzales y López 2011 principales** criterios de elección aplicación de soluciones nutritivas disponible en revista el Agro 1-3p Consultado el 10 de Noviembre de2015

**Infoagro, 2006.** Clasificación taxonómica del pimiento.

**INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) E.E. Litoral Sur, 2008.** Manual de cultivos. Edit. por A. Villavicencio y W. Vásquez. Manual N° 73. Quito. EC. s.p.

**Mendia, J. 2000.** Algunas consideraciones sobre el manejo de cultivo de pimiento en invernáculo. FCS As y Fs. UNLP. Tirada interna.

**Mitidieri, 1. 2000.** Control de las enfermedades en cultivos hortícolas. Seminario EEA INTA San Pedro, 30 de mayo de 1995.

**Mundaca R.2008.** Uso de zeolita natural como mejorador de las propiedades físicas y químicas del suelo. Consultado en línea

Disponible en <http://zeolitas.blogspot.com/2008/05/antecedentes-generales.html>

**Namesny, A. 2000.** Pimientos. Ediciones de horticultura, SL. Madrid, España.

**Obregón, R. 2005.** Investigación de la actividad y selectividad de la zeolita natural, clinoptilolita como catalizador para la obtención de compuestos alquilaromaticos. Universidad Autónoma De Nuevo León. México. En línea. Consultado el 2 de noviembre del 2014. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/1979/1/1020151108.PDF>

**Oforia, 2007.** Hibrido. (En línea). Consultado el 19 de Agosto 2013. Disponible en <http://oforia.wordpress.com/2007/04/26/hibrido/>

**Ortega, A. 2002.** Enfermedades del pimiento. Síntomas y Manejo Quinquenio 1996 - 2000. Corrientes. 124 pp.

**Polack, L.; Mitidieri, M. Silvestre C.; Brambilla J.; Brambilla, V.2001.** Manejo integrado de plagas y enfermedades de tomate. Experiencia en establecimiento comercial. En XXIV congreso argentino de horticultura. ASAGO. San salvador de Jujuy, septiembre de 2001.

**Polack, A.; Mitidieri, M; Silvestre, C; Azzaro,; Quiroga, D. 2002.** Producción de tomate diferenciado. Una experiencia de trabajo integrado entre productores, el INTA y el SENASA. XXV Congreso de horticultura. 1 encuentro virtual de las ciencias hortícolas.

**Urrestarazu, M. 2004.** Tratado de cultivo sin suelo. 3 ed. Almería, ES.  
Mundi-prensa.675 p.

**Zúñiga, 2015.** Determinación de dosis optimas de boro en dos híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.)”. pp. 23.