



**TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO EXPERIMENTAL**

**PRESENTADO AL H. CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACIAG,  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Evaluación de dos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.), cultivados en sistema hidropónico en sustratos y soluciones nutritivas”

**AUTOR:**

Borislao Augusto Amores Bravo

**TUTORA:**

Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

**2017**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA.**



**TRABAJO DE TITULACION**

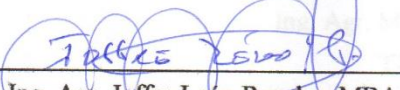
**TRABAJO EXPERIMENTAL PRESENTADO AL H. CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACIAG, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

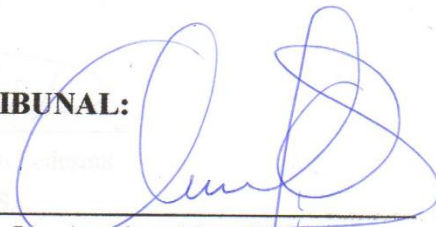
**INGENIERO AGRÓNOMO**

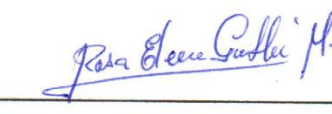
**TEMA:**

“Evaluación de dos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.), cultivados en sistema hidropónico en sustratos y soluciones nutritivas”

**APROBADA POR EL TRIBUNAL:**

  
Ing. Agr. Joffre León Paredes, MBA  
Presidente del Tribunal

  
Ing. Agr. Osca Mora Castro, MSc  
Vocal Principal

  
Ing. Agr. Rosa Guillen Mora  
Vocal Principal

**BABAHOYO-LOS RÍOS-ECUADOR**

**2017**

## CERTIFICACIÓN

Ing. Agr. MSc. Victoria Rendón Ledesma, en calidad de Tutor de la tesis titulada “Evaluación de dos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.), cultivados en sistema hidropónico en sustratos y soluciones nutritivas”.

Realizada por el egresado Borislao Augusto Amores Bravo, para optar por el título de Ingeniero Agrónomo.

### CERTIFICO:

Que el presente trabajo de investigación ha sido dirigido y supervisado en su totalidad, por lo que cumple con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

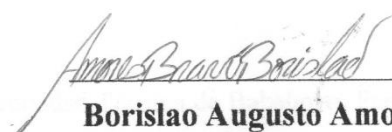


---

Ing. Agr. MSc. Victoria Rendón Ledesma  
**TUTORA DE TESIS**

## RESPONSABILIDAD

Los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidos en la presente investigación pertenecen de manera exclusiva al autor.

  
Borislaio Augusto Amores Bravo

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor desea dejar constancia de su sincera gratitud y reconocimiento a las siguientes personas e instituciones que colaboraron con el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación:

A nuestro Padre Celestial por el inmenso amor y la guía que nos brinda para cumplir nuestras metas, por el amor a la infinita misericordia que derrama sobre nosotros, siendo la principal fuente del saber.

A la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias y su personal docente, por sus conocimientos brindados para mi formación profesional.

A la Granja Experimental “San Pablo” propiedad de la UTB., especialmente al Departamento de Administración de Finca, quienes me ofrecieron toda la logística para la realización del trabajo de campo, por medio de su Administrador Ing. Agr. Fernando Arana.

A la Ing. Agr. MSc. Victoria Rendón Ledesma, Tutora de Tesis por sus oportunas sugerencias y observación continua en mi trabajo de investigación.

A mis padres por haber sembrado en mí el interés de superación, por su amor, cuidados y apoyo durante toda mi vida.

A mi hermano Boris Darío Amores Bravo y mi sobrino Boris Dariel Amores Montoya, por su amor, comprensión y apoyo para realizar este trabajo.

Finalmente, a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron en la realización de esta tesis de grado.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación va dedicado con mucho amor a Dios por ser mi roca y salvación, a mi Madre Ángela Felicita Bravo Carbo por darme la vida y el apoyo incondicional en todo momento.

A mi Padre Borislao Favian Amores Puyutaxi por ser un pilar fundamental de mi superación personal y poder hacer realidad mi sueño de ser un Ingeniero Agrónomo.

# ÍNDICE

<b>RESPONSABILIDAD</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	3
2.1. Origen de la planta de pimiento .....	3
2.2. Importancia económica .....	3
2.3. Descripción Taxonómica y Morfológica .....	3
2.3.1. Taxonomía.....	3
2.3.2 Morfología.....	4
2.4. Agroecología del cultivo .....	5
2.4.1 Temperatura.....	5
2.4.2 Suelos .....	5
2.4.3 Luminosidad .....	6
2.4.4 Precipitación.....	6
2.4.5 Altitud.....	6
2.5 Fertilización.....	6
2.6 Hidroponía.....	6
2.6.1 Cultivos sin suelo .....	7
2.6.2 Cultivo sin sustrato .....	7
2.7. Sustratos .....	7
2.7.1 Cascarilla de arroz .....	8
2.7.2 Arenas.....	9
2.8. Soluciones .....	10
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>12</b>
3.1 Localización del proyecto .....	12
3.2 Características Agro - climáticas .....	12
3.3 Material de siembra .....	12
3.3.1 Marcato F1 .....	12
3.3.2 Cortes F1 .....	12
3.4 Factores estudiados .....	12
3.5 Tratamientos .....	13
3.5.1 Solución nutritiva.....	13
3.6 Diseño Experimental.....	14

3.6.1	Características del ensayo .....	15
3.7	Manejo del Experimento.....	16
3.7.1	Análisis del agua .....	16
3.7.2	Construcción de contenedores .....	16
3.7.3	Preparación del sustrato .....	16
3.7.4	Preparación del semillero.....	17
3.7.5	Preparación de la solución nutritiva madre.....	17
3.8	Riego.....	19
3.9	Trasplante.....	19
3.10	Tutoreo.....	20
3.11	Registro del potencial de Hidrógeno (pH).....	20
3.12	Manejo de plagas y enfermedades .....	20
3.13	Manejo de los tratamientos testigos.....	21
3.14	Cosecha.....	21
3.15	Datos evaluados .....	21
3.15.1	Altura de planta .....	22
3.15.2	Días a la floración.....	22
3.15.3	Número de frutos por planta.....	22
3.15.4	Longitud y diámetro de los frutos.....	22
3.15.5	Peso de los frutos.....	22
3.15.6	Análisis foliar .....	22
3.15.7	Rendimiento del fruto (kg/ha) .....	22
3.15.8	Análisis económico.....	23
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
4.1.	Días a la floración .....	24
4.2.	Altura de planta .....	25
4.3.	Frutos por planta .....	27
4.4.	Longitud de fruto.....	28
4.5.	Diámetro de fruto .....	29
4.6.	Peso de fruto.....	30
4.7.	Rendimiento por hectárea .....	31
4.8.	Análisis económico .....	32
4.9.	Análisis Foliar .....	32
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>35</b>
6.1	Conclusiones.....	35
6.2	Recomendaciones .....	36
<b>VI.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>37</b>



<b>SUMMARY .....</b>	<b>38</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Evolución de propiedades físicas de un sustrato de turba rubia más perlita más cascarilla de arroz (3:4:3 vol.), a lo largo del tiempo de uso en un cultivo de fresa... 9	9
Cuadro 2. Apreciación de los rangos comunes de nutrientes utilizados en la solución hidropónica..... 10	10
Cuadro 3. Tratamientos, híbridos y dosis de solución nutritiva. .... 13	13
Cuadro 4. Valores promedio del pH en el sustrato..... 20	20
Cuadro 5. Días a la floración de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017. .... 24	24
Cuadro 6. Altura de planta de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017..... 26	26
Cuadro 7. Frutos por planta de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017..... 27	27
Cuadro 8. Longitud de frutos de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017. .... 28	28
Cuadro 9. Diámetro de frutos de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017. .... 29	29
Cuadro 10. Peso de frutos de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017..... 30	30
Cuadro 11. Rendimiento por hectárea de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017. .... 31	31
Cuadro 12. Análisis Foliar..... 33	33
Cuadro 13. Análisis económico..... 34	34
Cuadro 14. Datos de la variable días a la floración..... 43	43
Cuadro 15. Datos de la variable altura de planta a los 30 ddt ..... 44	44
Cuadro 16. Datos de la variable altura de planta a los 45 ddt ..... 45	45
Cuadro 17. Datos de la variable altura de planta a los 60 dd ..... 46	46
Cuadro 18. Datos de la variable frutos por planta ..... 47	47
Cuadro 19. Datos de la variable longitud de fruto..... 48	48
Cuadro 20. Datos de la variable diámetro ..... 49	49
Cuadro 21. Datos de la variable peso de fruto..... 50	50
Cuadro 22. Datos de Rendimiento (Kg/ha) ..... 51	51
Cuadro 23 Análisis Foliar..... 52	52
Cuadro 24. Análisis de agua. .... 53	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Llenado de bandejas germinadoras .....	54
Figura 2 Germinación de semillas .....	54
Figura 3 Estaquillado de terreno.....	55
Figura 4 Lavado y desinfección del sustrato .....	55
Figura 5 Establecimiento de las unidades experimentales .....	56
Figura 6. Plántulas de los híbridos utilizados .....	56
Figura 7. Plántulas de los híbridos utilizados .....	57
Figura 8. Tanques de fertirriego .....	57
Figura 9. Parcelas establecidas .....	58
Figura 10. Aplicando dosis de solución nutritiva .....	58
Figura 11. Aplicando fertilizante al testigo .....	59
Figura 12. Visita de la tutora .....	59
Figura 13. Inicio de fructificación .....	60
Figura 14. Tratamiento dosis completa. Plantas de pimiento a los 45 ddt .....	60
Figura 15. Tratamiento dosis baja. Pimiento a los 45 ddt .....	61
Figura 16. Cosecha .....	61
Figura 17. Segunda cosecha .....	62
Figura 18. Visita Coordinador Titulación.....	62
Figura 19. Comparación de los frutos entre tratamientos.....	63

## I. INTRODUCCIÓN

El pimiento es una hortaliza que se consume fresco, cocido o como especia en comidas típicas de diversos países, siendo una importante fuente de beta carotenos y constituye un importante aporte de vitamina C.

El incremento de la población a nivel nacional, hace urgente la aplicación de nuevas técnicas para obtener mayores rendimientos en los diversos cultivos, que permitan cubrir la creciente demanda de alimentos de manera efectiva y oportuna. El Ecuador debido a sus diferentes tipos de clima y suelos posee condiciones agroecológicas favorables para el desarrollo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*, L.), llegando a constituirse en un rubro importante para la comercialización a nivel interno y externo.

Debido al aumento del área sembrada del cultivo de pimiento, y por ser una de las hortalizas de principal consumo a nivel mundial. Se buscó establecer un ensayo sobre hidroponía en el que se utilizó sustratos inertes y soluciones concentradas a campo abierto y brindar un aporte importante al sector agrícola y en especial al núcleo familiar de baja economía.

FAO (2002), manifiesta que el abonado debe ser objeto de un cuidado especial ya que la planta dispone de un sistema radicular muy sensible al exceso de sales. Además, es muy exigente en Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K).

El presente trabajo experimental se realizó con la finalidad de determinar el manejo adecuado de un sistema hidropónico para el cultivo de pimiento, que mejore el recurso agua, así como optimizar el espacio, la producción familiar y comercial, sin el uso de tierra pero con diversos sustratos, en donde se depositará la solución nutritiva requerida para su desarrollo normal. El uso de sustratos desinfectados e inertes permitió tener ciertas ventajas como un cultivo libre de organismos parásitos y contaminación, reduciendo los costos de producción, aumentando la producción en menor espacio, ahorro de agua y fertilizantes, sin necesidad del uso de maquinaria agrícola.

En el método hidropónico, la planta debe encontrar las mismas condiciones ambientales de la naturaleza, y en lo posible facilitar las reacciones químicas en el interior del tejido vegetal. La germinación, desarrollo, floración y fructificación de la planta requiere de 16 elementos básicos: azufre, boro, calcio, carbono, cloro, cobre, fósforo, hidrógeno, hierro, magnesio, manganeso, molibdeno, nitrógeno, oxígeno, potasio, zinc.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1 General**

Evaluar dos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum*, L.), cultivados en sistema hidropónico en sustrato y aplicando soluciones nutritivas.

### **1.1.2 Específicos**

- Evaluar el rendimiento de los híbridos “Marcato F1” y “Cortes F1” bajo sistema hidropónico de sustrato sólido.
- Determinar el nivel de soluciones nutritivas que maximiza el rendimiento del cultivo de pimiento.
- Analizar económicamente los tratamientos estudiados.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Origen de la planta de pimiento

Azcoytia (2017), indica que por lo descubierto hasta hoy se sabe que el pimiento y el ají debió formar parte de la alimentación humana desde épocas muy tempranas, se calcula que, desde hace 9.500 años, pero, también, que no fue una planta domesticada, y por consiguiente cultivada, hasta la fecha incierta de entre hace 7.000 y 5.500 años. Igualmente se sabe que al menos los pueblos prehispánicos, en distintos lugares de Centro y Sudamérica, consiguieron domesticar cinco especies distintas de ají y/o pimiento, las cuales son: *Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L., *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens* L. y el *Capsicum* R&P.

### 2.2. Importancia económica

Borbor y Suárez (2017), señalan que “en el Ecuador la producción de pimiento (*Capsicum annuum* L) representa un rubro importante en el sector agrícola vinculado con la explotación de esta hortaliza; se cultiva tanto en la costa como en los valles interandino”.

Deker (2011), menciona que en el Ecuador se estima que se siembra alrededor de 1.420 ha con una producción que bordea las 6 955 toneladas y un rendimiento promedio de 4,58 t/ha.

### 2.3. Descripción Taxonómica y Morfológica

#### 2.3.1. Taxonomía

Sinavimo (2017), expresa que la clasificación taxonómica del pimiento es la siguiente:

Reino: Plantae

Phylum: Espermatofita

Subphylum: Angiospermae

Clase: Dicotyledonae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *annuum*

Nombre vulgar: pimiento, chile dulce, pimiento morrón

### **2.3.2 Morfología**

Vera (2015), informa “que el pimiento es herbácea perenne, ciclo de cultivo anual, altura variable alrededor de los 0,5 metros en determinadas variedades de cultivo al aire libre, y más de 2 metros en algunos híbridos sembrados en invernadero”

#### Sistema radicular

Dionizis *et. al.* (2013), manifiestan que el sistema radicular del pimiento es pivotante y bastante profundo (dependiendo de la textura de suelo), por lo general posee numerosas raíces adventicias, que tanto horizontal como verticalmente pueden alcanzar longitudes de 0,5 a 1 metro. La profundidad que alcance depende de la textura del suelo.

#### Tallo

Jiménez (2013), indica que el tallo del pimiento es de crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura emite dos o tres ramificaciones y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo, es decir, los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente.

#### Hoja

Villamil (2015), explica que la hoja del pimiento entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado y un peciolo largo y poco aparente. El haz es liso y suave al tacto, de color verde más o menos intenso y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja prolongándose desde el peciolo. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, y el estado nutricional de la planta; existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto.

#### Flor

Cedeño (2016), indica que las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo insertadas en las axilas de las hojas. Son pequeñas y su corola es blanca. La polinización es autógena, aunque puede presentarse un porcentaje de alógama que no supera el 10 %.

## Fruto

Laguna, Gutiérrez y Sarria (2006), manifiestan que el fruto es una baya hueca con dos a cuatro lóbulos, los cuales forman cavidades entre la placenta y la pared del fruto con divisiones visibles. Son de tamaño variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos. Las semillas se encuentran insertas en la placenta que es cónica. Las semillas son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 milímetros.

### **2.4. Agroecología del cultivo**

Pinto (2013) manifiesta, que las condiciones agroecológicas para este cultivo son las siguientes:

#### **2.4.1 *Temperatura***

Según Laguna, Gutiérrez y Sarria (2006), es una planta más exigente en temperatura que el tomate. El pimiento para su desarrollo óptimo necesita una temperatura media diaria de 24°C con rangos de 15 a 30°C. A temperaturas más bajas que las anteriores su crecimiento es limitado y con temperaturas superiores a los 35°C la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es seco.

Los mismos autores mencionan que “las temperaturas diurnas óptimas para el desarrollo y producción de este cultivo son entre 23 y 25°C y las nocturnas entre 18 y 20°C, con un diferencial térmico día-noche entre 5 a 8°C.”

#### **2.4.2 *Suelos***

Pinto (2013), menciona que esta especie requiere de suelos con buen drenaje, ricos en materia orgánica, francos o arenosos, con un pH que oscile entre los 6,5 a 7,5. Tiene moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego. No es conveniente los suelos anegadizos ya que se produce la asfixia radicular y problemas fitosanitarios.



### **2.4.3 Luminosidad**

Para Pinto (2103), “es una planta exigente en luminosidad sobre todo en las primeras fases del crecimiento y en la floración, requiriéndose de 6-8 horas/sol/día”.

### **2.4.4 Precipitación**

Según Pinto (2013), “el pimiento requiere de una precipitación media de 600 a 1.200 mm regularmente bien distribuidas durante todo el periodo vegetativo”.

### **2.4.5 Altitud**

Du Pont (2105), “informa que es una planta que se adapta bien a climas situados entre los 0 a 2.000 m.s.n.m”.

## **2.5 Fertilización**

Dane (2015), manifiesta que se deberá formular el plan de fertilización y orientar su implementación según la oferta de nutrientes del suelo que se determina de acuerdo con el resultado de los análisis de laboratorio y la demanda nutricional del cultivo. Ahora bien, el cultivo de pimiento o pimentón es exigente en nitrógeno (N) y fósforo (P) desde el trasplante hasta el inicio de la floración; pero durante la época de cuajamiento y llenado de los frutos se aumentan las demandas de potasio (K), calcio (Ca) y boro (B).

## **2.6 Hidroponía**

Beltrano y Gimenez (2015), mencionan que el cultivo hidropónico es una modalidad en el manejo de las plantas, permitiendo su cultivo sin suelo. Mediante esta técnica se producen plantas, sin perder de vista las necesidades de las mismas, como luz, temperatura, agua y nutrientes. En este sistema los elementos minerales esenciales son aportados por la solución nutritiva. La solución nutritiva es una solución acuosa que contiene oxígeno y todos los nutrientes disueltos. Los nutrientes pueden ser aportados por sales o fertilizantes comerciales. Los iones en solución guardan una relación que está marcada por factores de tipo químico y fisiológico, en función de las necesidades nutritivas de un determinado cultivo. Se puede hacer una distinción dentro del sistema hidropónico:

### **2.6.1 Cultivos sin suelo**

Gilsanz (2007), explica que la hidroponía es parte de los sistemas de producción llamados Cultivos sin Suelo. En estos sistemas el medio de crecimiento y/o soporte de la planta está constituido por sustancias de diverso origen, orgánico o inorgánico, inertes o no inertes es decir con tasa variable de aportes a la nutrición mineral de las plantas.

### **2.6.2 Cultivo sin sustrato**

Ruíz (2016), lo describe como un sistema de cultivo en el cual se logra el desarrollo de las plantas en medios acuosos sin la necesidad del suelo. El crecimiento de la planta es directamente sobre el agua, con la solución nutritiva disuelta en ella y en ausencia de cualquier tipo de sustrato.

## **2.7. Sustratos**

Nava (2014), indica que sustrato es todo material sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, diferente al suelo in situ, que, al ser depositado en un contenedor, solo o mezclado, permite el anclaje del sistema radical, desempeñando un papel de soporte para las plantas.

Mora (1999), asegura que entre las propiedades generales que debe reunir un sustrato para cultivo hidropónico, están:

1. Debe ser un sustrato estéril o que permita su esterilidad.
2. Que sus propiedades físicas no se alteren en corto tiempo.
3. Permitir una buena oxigenación.
4. Debe poseer excelente drenaje.
5. Buena capacidad de retención de humedad, de forma homogénea.
6. Debe ser de fácil manejo.

Calderón y Cevallos (2017), mencionan que la retención de humedad por el sustrato, determina la posibilidad de las plantas de utilizar el agua como medio de obtención de los nutrimentos para procesos productivos y está en dependencia de la granulometría (tamaño de las partículas) y de su porosidad (espacios en las partículas).

Velásquez (1994), afirma que la capacidad de campo: Se refiere a la cantidad de agua que el sustrato puede retener después de que el agua ha sido eliminada. Es de vital importancia, ya que determina la cantidad de humedad que se mantiene alrededor de las raíces y su relación con la circulación del oxígeno.

Calderón y Cevallos (2017), aseguran que en términos generales las partículas del sustrato retienen la humedad en dos formas, las que retienen en su superficie como las arenas, y las que almacenan agua en su interior, en los espacios porosos como la piedra pómez, carbón, fibra de coco, etc.

Antonio (2015), comenta “que la capacidad de drenaje del sustrato tiene una estrecha relación con la oxigenación del mismo, permitiendo una adecuada respiración radicular”.

Hydro Enviroment (2017), afirma “que existen una serie de sustratos que pueden ser empleados en hidroponía, estos se utilizan solos o en mezcla, buscando las mejores condiciones para el desarrollo de las plantas, se pueden clasificar en tres grupos”.

- Sustratos inorgánicos: Las gravas (partículas de más de 2 mm de diámetro) que incluye la roca volcánica, piedra pómez, polvo de piedra, escoria de ladrillo y teja, y las arenas.
- Sustratos orgánicos: Cascarilla de arroz, fibra de coco, cascarilla de pergamino de café, concha de coco, aserrines, turba, etc.
- Sustratos sintéticos: Polímeros de la industria de los plásticos no biodegradables como el poliuretano, poliacrilamida y poliestireno.

### ***2.7.1 Cascarilla de arroz***

Calderón (2017), indica que la cascarilla de arroz ofrece buenas propiedades para ser usada como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades físico-químicas están que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte. Es el sustrato más empleado para los cultivos hidropónicos. El principal inconveniente que presenta la cascarilla de

arroz es su baja capacidad de retención de humedad y su escasa conductividad hidráulica (humectabilidad) cuando se usa como sustrato único.

Martínez y Roca (2011), manifiestan que el empleo repetido hasta tres años de un sustrato compuesto de turba, perlita y cascarilla de arroz (3:4:3 vol.) ha dado resultados excelentes en el cultivo de fresa, con lavado y esterilización con vapor intercalados. Los buenos resultados se atribuyen principalmente a las mejores características físicas que ha ido adquiriendo la cascarilla a lo largo del tiempo, sobre todo en cuanto a la retención de agua, en conjunto con las propiedades de la turba (Tabla 1).

**Cuadro 1. Evolución de propiedades físicas de un sustrato de turba rubia más perlita más cascarilla de arroz (3:4:3 vol.), a lo largo del tiempo de uso en un cultivo de fresa.**

Tratamiento	Densidad aparente (kg m <sup>-3</sup> )	Porosidad total (%)	Retención hídrica (%)	Capacidad de aireación (%)
Sustrato nuevo	170	83,2	38,9	44,3
1 año de uso	170	82,8	52,3	30,5
2 años de uso	210	79,2	53,7	25,5
3 años de uso	220	78,2	57,3	20,9

**Fuente:** Martínez y Roca (2011)

### 2.7.2 Arenas

Balxauli y Aguilar (2002), indican que es un material de naturaleza silíceo y de composición variable, dependiendo de la roca silíceo original. Procede de canteras (granito, gneis, basalto, etc.), o de ríos procedente de depósitos de formación aluvial, más o menos reciente. Deben estar exentas de limo y arcilla. El nivel de carbonato de calcio no deberá ser superior al 10%. El tamaño de las partículas debe estar comprendido entre 0,02 y 2 mm, y debe ser homogénea al usarla como sustrato.

Los mismos autores (2002), mencionan además que tiene una densidad aparente de 1,5 g/cm<sup>3</sup>, un espacio poroso <50 %. Con tamaños de partícula inferiores a 0,5 mm. la capacidad de retención de agua es alta. Con los tamaños aconsejados presenta un buen

drenaje. Si está exenta de limo, arcilla y carbonato de calcio, es inerte químicamente y presenta una capacidad de intercambio catiónico muy baja <5 meq/100 g. Por su gran resistencia mecánica es un sustrato permanente.

## 2.8. Soluciones

Llanos (2017), indica que en los cultivos hidropónicos todos los elementos esenciales se suministran a las plantas disolviendo las sales minerales en agua para preparar la solución de nutrientes. La elección de las sales que deberán ser usadas depende de un elevado número de factores. En hidroponía las sales fertilizantes deberán tener una alta solubilidad, puesto que deben permanecer en solución para ser tomadas por las plantas. Por ejemplo, el Calcio puede ser suministrado por el nitrato cálcico o por el sulfato cálcico; este último es más barato, pero su solubilidad es muy baja; por tanto, el nitrato cálcico deberá ser el que se use para suministrar la totalidad de las necesidades de este elemento. El pH debe ser mantenido entre los rangos deseables (6 - 7).

Según Sela (2017), el rango óptimo de pH para la solución nutritiva es 5,8-6,3. Los micronutrientes están más disponibles en un pH más bajo, pero cuando el pH se cae por debajo de 5,5; se corre el riesgo de toxicidad de los micronutrientes, así como problemas de disponibilidad del calcio y del magnesio. En cultivos hidropónicos, especialmente en sistemas cerrados, las raíces afectan el pH de la solución nutritiva por los iones soltados por las plantas que se acumulan en la solución. La proporción amónico/nitrato es uno de los principales factores que afectan el pH de la solución nutritiva.

**Cuadro 2. Apreciación de los rangos comunes de nutrientes utilizados en la solución hidropónica.**

Rangos Comunes de Nutrientes en la solución Hidropónica		
Elemento	Formas iónicas absorbidas por la planta	Rango Común (ppm = mg/l)
Nitrógeno	Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), Amonio ( $\text{NH}_4^+$ )	100 – 250
Fósforo	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{PO}_4^{-3}$ , $\text{HPO}_4^{-2}$	30 – 50
Potasio	$\text{K}^+$	100 – 300
Calcio	$\text{Ca}^{+2}$	80 – 140
Magnesio	$\text{Mg}^{+2}$	30 – 70
Azufre	Sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ )	50 – 120

Hierro	$\text{Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3}$	1.0 – 3.0
Cobre	$\text{Cu}^{+2}$	0.08 – 0.2
Manganeso	$\text{Mn}^{+2}$	0.5 – 1.0
Zinc	$\text{Zn}^{+2}$	0.3 – 0.6
Molibdeno	Molibdato ( $\text{MoO}_4^{-2}$ )	0.04 – 0.08
Boro	$\text{BO}_3^{-2}, \text{B}_4\text{O}_7^{-2}$	0.2 – 0.5
Cloruro	$\text{Cl}^-$	< 75
Sodio	$\text{Na}^+$	< 50

**Fuente:** Sela, G. 2017. Soluciones nutritivas en Hidroponía

Chavarría (2013), afirma que en las dosis 1 (286.60, 344.28, 333.45, 37.59 y 58.89) y 2 (227.97, 297.27, 263.1, 28.20 y 44.17) en kg/ha de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , CaO y MgO respetivamente se encontró la mayor absorción de nutrientes de los 0 a los 65 días después de la siembra que incluye las fases de establecimiento y crecimiento exponencial y de los 113 a los 141 días después de la siembra, periodo de máxima producción de fruto.

Salazar y Juárez (2013), informan que la cantidad en kilogramos de nutrientes extraída por una tonelada de fruto es la siguiente:

N	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$	CaO	MgO
2.91	0.61	3.73	1.34	0.45

Suárez (2006) sostiene “que el mayor rendimiento lo alcanzó el tratamientos 8 (Hibrido Quetzal con 300 kg/ha de N, 150 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 250 kg/ha de  $\text{K}_2\text{O}$ , 27 kg/ha de MgO y 35 kg/ha de CaO) con una producción de 157 500,09 kg/ha”

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización del proyecto**

La presente investigación se llevó a cabo durante la época seca del año 2017, en la Granja Experimental “San Pablo” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el kilómetro 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo, con coordenadas geográficas de 79° 32,3’ longitud oeste y 0,1° 49’ latitud sur, sitio elevado a 8 m.s.n.m<sup>1</sup>.

#### **3.2 Características Agro - climáticas**

La climatología del sector es tropical húmedo, registra temperaturas medias de 27,7°C, una precipitación media anual de 2034,8 mm., con una heliofanía de 804,7 horas-luz anual y humedad relativa del 74 %<sup>2</sup>.

#### **3.3 Material de siembra**

##### **3.3.1 *Marcato FI***

Pimiento híbrido para campo abierto o invernadero, precoz, planta muy vigorosa, tipo Marconi alargado de 4-5 x 17-20 cm. De color verde oscuro y se torna rojo a la maduración. Es un pimiento resistente al TMV raza 0, al PMMV (13) y al PVY, Tipo cuerno de color rojo, con adaptabilidad a un hábitat versátil.

##### **3.3.2 *Cortes FI***

Pimiento híbrido para campo abierto o invernadero, tallo erguido, de crecimiento determinado, tipo california, su fruto desarrolla cuatro lóbulos y es de pared gruesa. De color verde oscuro y se torna rojo- violeta al madurarse. Resistente al BST, TM raza 0.

#### **3.4 Factores estudiados**

---

<sup>1</sup> Fuente: Datos Estación meteorológica INAHMI-UTB, 2016.

<sup>2</sup> Fuente: Departamento de Suelos y agua, FACIAG -UTB, 2016.

a) Variable independiente: Concentración solución nutritiva (tres niveles)

b) Variable dependiente: Productividad de dos híbridos de pimiento

### 3.5 Tratamientos

Con la combinación de los dos factores se establecieron 8 tratamientos que se describen a continuación:

**Cuadro 3. Tratamientos, híbridos y dosis de solución nutritiva.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Híbridos</b>	<b>Niveles de Solución Nutritiva</b>
T1	Marcato	Dosis alta (5 cc. Sol. A + 2 cc. Sol. B por litro de agua.)
T2	Marcato	Dosis media (2,50 cc. Sol. A + 1 cc. Sol. B por litro de agua.)
T3	Marcato	Dosis baja (1,25 cc. Sol. A + 0,50 cc. Sol. B por litro de agua.)
T4	Marcato	Testigo (140 Kg. N. + 65 Kg. P. + 190 Kg. K. por hectárea.)
T5	Cortes	Dosis alta (5 cc. Sol. A + 2 cc. Sol. B por litro de agua.)
T6	Cortes	Dosis media (2,50 cc. Sol. A + 1 cc. Sol. B por litro de agua.)
T7	Cortes	Dosis baja (1,25 cc. Sol. A + 0,50 cc. Sol. B por litro de agua.)
T8	Cortes	Testigo (140 Kg. N. + 65 Kg. P. + 190 Kg. K. por hectárea.)

Los tratamientos T4 y T8 son los testigos y fueron trasplantados en suelo firme con una fertilización (N, P, K) usada por nuestros agricultores y aplicada de manera fraccionada en tres momentos del cultivo. El resto de los tratamientos fueron trasplantados en una mezcla de sustratos dentro de fundas de polietileno y fertilizados con la solución nutritiva.

#### 3.5.1 Solución nutritiva

La concentración de la solución nutritiva que se ensayó fue considerada en base a los resultados obtenidos por Pazmiño (2008)<sup>3</sup>

Esta solución que la llamaremos en adelante “Solución Madre”, está a su vez conformada por tres soluciones preparadas individualmente y llamadas: Solución concentrada A, solución concentrada B, y solución concentrada de micronutrientes.

---

<sup>3</sup> Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo.



### ***Solución concentrada A:***

(La cantidad de fertilizante para 5.00 litros de agua, volumen final)

Nitrato de potasio 13,5 % N, 45 % K <sub>2</sub> O	550 gramos
Nitrato de amonio 33,%N	350 gramos
Superfosfato triple 45 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 20 % CaO	180 gramos

### ***Solución concentrada B:***

(Cantidad de fertilizante para 2.00 litros de agua, volumen final)

Sulfato de magnesio 16 % MgO, 13 % S	220 gramos
Quelato de Hierro 6% de Fe	17 gramos
Solución de micronutrientes	0,40 litros

### ***Solución de micronutrientes:***

(Cantidad de fertilizante para 1,00 litro de agua, volumen final)

5,0 gramos de sulfato de manganeso (MnSO<sub>4</sub>, 4H<sub>2</sub>O)

3,0 gramos de ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)

1,7 gramos de sulfato de zinc (ZnSO<sub>4</sub>, 7H<sub>2</sub>O)

1,0 gramo de sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>, 5H<sub>2</sub>O)

0,2 gramos de molibdato de amonio ((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> 4H<sub>2</sub>O)

## **3.6 Diseño Experimental**

En el ensayo experimental se empleó el diseño de Bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial 2 x 3 + 2 en tres repeticiones.

### Esquema del análisis de varianza

F. de V.	GL
Total	23
Bloque	2
Trat.	7
FA	1
FB	2
IAB	2
T1 vs T2	1
Tgo vs R	1
Error	14

Para determinar las diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos; se empleó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 95 % de probabilidad.

#### 3.6.1 Características del ensayo

Número de Repeticiones:	3
Número de Tratamientos:	8
Número total de parcelas:	24
Longitud de la parcela:	3,2 m.
Ancho de la parcela:	2,0 m.
Separación entre repeticiones:	1,5 m.
Área de la parcela:	6,4 m <sup>2</sup>
Área útil de la parcela:	3,2 m <sup>2</sup>
Área de una repetición:	51,2 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo:	230,4 m <sup>2</sup>
Distancia entre planta:	0,4 m.
Distancia entre hileras:	0,8 m.
Número de plantas por parcela:	20
Número total de plantas:	480

### **3.7 Manejo del Experimento**

#### **3.7.1 *Análisis del agua***

Se utilizó agua de río, a la que previamente se le realizó un análisis químico en el INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) estación experimental Boliche. Dando como resultado que el agua es moderadamente salina y baja en sodio. Ver cuadro 20.

#### **3.7.2 *Construcción de contenedores***

Consistió en fundas de polietileno con capacidad para 10 libras, las mismas que fueron rellenas con un sustrato mixto (60 % de tamo de arroz + 40 % de arena) que previamente humedecidos, desinfectados y lavados, donde serán trasplantadas las plántulas de pimiento.

#### **3.7.3 *Preparación del sustrato***

A la cascarilla de arroz se le hizo un tratamiento que consistió en remojarla por 10 días en tanques de 200 litros. En el primer día de remojo se lo desinfectó con 300 cc de cloro comercial por 24 horas. Cada día se le lavaba y renovaba el agua. Después del remojo se lo colocó sobre plástico negro para que se ventile por tres días y pierda el olor característico de fermento, quedando listo para la mezcla.

A la arena de río con un diámetro promedio de un milímetro, se le hizo un lavado con abundante agua, se le dejó escurrir por dos días, quedando listo para la mezcla.

A continuación, se homogenizó la mezcla, cogiendo dos partes (de volumen) de cascarilla de arroz y una parte (volumen) de arena, colocándola dentro de las fundas plásticas, permeables para permitir el drenaje, hasta sus bordes.

### **3.7.4 Preparación del semillero**

Se emplearon bandejas germinadoras con sustrato “turba”. El tiempo de permanencia de las plántulas fue de 23 días, momento en que se las trasplantó a los contenedores porque ya tenían 4 hojas verdaderas.

### **3.7.5 Preparación de la solución nutritiva madre**

Los componentes de la solución nutritiva “Madre” conformada por la solución concentrada A, más la solución concentrada B, más la solución concentrada de micronutrientes, deben guardarse en recipientes separados.

Se recomienda no mezclar la solución concentrada A con la solución concentrada B sin la presencia de agua para que no se inactiven gran parte de los elementos nutritivos disueltos en ellas, resultando más perjudicial que benéfico para las plantas. Se debe colocar agua en un recipiente, de plástico de ser posible, agregar la dosis de solución concentrada A, mezclar, luego agregar la dosis de la solución concentrada B y volver a mezclar.

#### **3.7.5.1 Preparación de la solución concentrada “A”**

Esta solución se aforó a 5 litros como volumen final:

- En un recipiente limpio se colocó 2 litros de agua
- Se agregó el nitrato de potasio (13,5 % N + 45 % K<sub>2</sub>O), se agitó hasta disolver totalmente.
- En otro recipiente, en un litro de agua se disolvió el nitrato de amonio (33 % N), luego se lo agregó sobre el nitrato de potasio.
- En un recipiente por separado se remojó el DAP en 0,2 litros de agua durante una hora.
- Se colocó el DAP remojado en un mortero y se lo trituroó completamente, agitándolo continuamente.
- El sobrenadante del DAP se lo vertió sobre la solución de nitrato de potasio y nitrato de amonio; se trituroó y lavó varias veces el DAP que quedaba en el recipiente incorporándolo a la solución anterior. Al final quedó una arenilla que se eliminó.

- Se agregó agua hasta completar un volumen de 5 litros de solución concentrada A, la misma que se almacenó en un envase plástico, limpio y oscuro, en un lugar fresco.

#### ***3.7.5.2 Preparación de la solución concentrada “B”***

Esta solución se aforó a 2 litros como volumen final:

- En un litro de agua se agregó el sulfato de magnesio (16 % MgO + 13 % S) y se agitó hasta que los cristales se disolvieron totalmente.
- Luego se agregó 0.4 litros de la solución de micronutrientes y se agitó.
- A continuación, se agregó el quelato de hierro (6 % Fe), removiéndolo hasta su completa disolución.
- Se agregó agua hasta completar un volumen de 2 litros de solución concentrada B. Se la colocó en un envase plástico y oscuro, guardándola en un lugar fresco.

#### ***3.7.5.3 Preparación de la solución concentrada de micronutrientes.***

Esta solución se aforó a 1 litro como volumen final:

- Se disolvió en agua hirviendo, lentamente cada uno de los siguientes compuestos en el orden indicado:
- Sulfato de manganeso ( $\text{MnSO}_4, 4\text{H}_2\text{O}$ )
- Ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )
- Sulfato de zinc ( $\text{ZnSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$ )
- Sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}$ )
- Molibdato de amonio ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} 4\text{H}_2\text{O}$ )

#### ***3.7.5.4 Dosis de la solución nutritiva madre utilizada en los tratamientos***

A los tratamientos 1 y 5 se aplicó la dosis: 5 cc. Sol. A + 2 cc. Sol. B por litro de agua, que la llamaremos en adelante “Dosis alta”.

A los tratamientos 2 y 6 se administró la dosis: 2,50 cc. Sol. A + 1 cc. Sol. B por litro de agua, que la llamaremos en adelante “Dosis media”.

A los tratamientos 3 y 7 se suministró la dosis: 1,25 cc. Sol. A + 0,50 cc. Sol. B por litro de agua, que la llamaremos en adelante “Dosis baja”.

La solución nutritiva se aplicó a partir del segundo día después del trasplante, de manera consecutiva, hasta el día de la última cosecha en cada parcela, menos en las parcelas testigo.

Se utilizó 5 litros de agua diariamente para cada parcela a los que se incorporó 5 veces la dosis respectiva. De esta preparación se aplicó, después del riego diario, 250 centímetros cúbicos por planta (20 plantas por parcela) de manera manual.

### **3.8 Riego**

La frecuencia del riego fue diaria, pero en ocasiones cuando la temperatura ambiente y la luminosidad eran altas se aplicaba 2 veces (mañana y tarde). También se aplicó 2 veces en la etapa de fructificación.

Inmediatamente después del primer riego, cuando eran dos diarios, se aplicó la solución nutritiva.

El sistema de riego que se aplicó se asemejó mucho al sistema “por goteo”. Se utilizaron tanques elevados, los mismos que eran llenados, por medio de una bomba de caudal, con agua del río; a los tanques estaban conectadas mangueras de 8 milímetros de diámetro, extendidas en cada hilera de las repeticiones. A cada planta se le proporcionó 1.5 litros de agua por riego.

### **3.9 Trasplante**

El trasplante se realizó a los 23 días, cuando las plántulas tenían 4 hojas verdaderas. En cada contenedor con el sustrato previamente humedecido se colocó una plántula, teniendo cuidado que las raíces queden extendidas hacia abajo dentro del hoyo. Cada parcela estaba conformada de 4 hileras y 5 plantas por hilera, total 20 plantas por parcela.

### 3.10 Tutorio

Se templó un alambre a lo largo y sobre cada una de las hileras a una altura de 1.5 metros, apoyados en estacas de caña guadua. Del alambre se colgaron piolas plásticas suaves, adecuadas para no lastimar la corteza, las que se envolvían en tallos y ramas conforme crecían y se hacían más pesadas las plantas con los frutos.

### 3.11 Registro del potencial de Hidrógeno (pH)

Se realizó el análisis del pH (Potencial de hidrógeno) del sustrato, para ello se utilizó los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la U.T.B. Se tomó las lecturas cada semana, dando como resultado en cada tratamiento los siguientes promedios:

**Cuadro 4. Valores promedio del pH en el sustrato.**

N°	Tratamiento	Resultado	Valoración
T1	Marcato - Dosis alta	6,9	Ligeramente ácido
T2	Marcato – Dosis media	7,0	Neutro
T3	Marcato - Dosis baja	7,0	Neutro
T4	Marcato – Testigo	5,2	Fuertemente ácido
T5	Cortes – Dosis alta	6,5	Ligeramente ácido
T6	Cortes – Dosis media	7,3	Ligeramente alcalino
T7	Cortes – Dosis baja	7,1	Ligeramente alcalino
T8	Cortes – Testigo	6,1	Ligeramente ácido

### 3.12 Manejo de plagas y enfermedades

Se realizó monitoreo diario en el área del ensayo detectándose a los 7 días después del trasplante (ddt) presencia de ácaros y para su control se aplicó un extracto de Neem, que es un insecticida-repelente de origen vegetal, cuya preparación se hizo por infusión: 1200 gramos de material vegetal de neem/10 litros de agua. La dosis aplicada fue de 50 cc. del extracto/litro de agua.

A los 15 ddt. Se aplicó inimectin 1,8 EC., que es un insecticida-acaricida de acción translaminar y de origen biológico, cuyo principio activo es la avermectina B1 del grupo Abamectina. Obtenida de fermentaciones en laboratorio de bacterias del suelo. La dosis utilizada fue de 0.5 cc./lt. de agua. Obteniendo buen control de ácaros y otros insectos como los crisomélidos, especialmente el verde común (*Diabrotica balteata*, Leconte). Como medida preventiva se aplicó cada 10 días Sulcobre (sulfato de cobre pentahidratado) para prevenir y controlar enfermedades fungosas. La dosis utilizada fue de 1 cc. /lt. de agua).

### **3.13 Manejo de los tratamientos testigos**

Las plántulas de las parcelas testigos fueron trasplantadas en suelo para simular un cultivo normal y corriente. Los riegos aplicados no fueron diarios, sino de acuerdo a sus necesidades, monitoreando la capacidad de campo de las mismas, por lo general cada 2 o 3 días.

En cuanto a la fertilización, la dosis recomendada en el ensayo fue de 140 Kg. N. + 65 Kg. P. + 190 Kg. K. por hectárea, la que se aplicó en tres fracciones: a los 8 ddt., 22 ddt. y a los 36 ddt. En la primera fracción se incorporó 33 % N + 100 % P + 33 % K; en la segunda fracción 33 % N + 33 % K; y, en la tercera fracción 34 % N + 34 % K.

El control de plagas y enfermedades, así como el Tutorio fue similar a los otros tratamientos.

### **3.14 Cosecha**

La cosecha se la realizó en forma manual en tres ocasiones: a los 68, 75 y 82 días después de la siembra

### **3.15 Datos evaluados**

En cada parcela útil se registraron los siguientes datos.



### ***3.15.1 Altura de planta***

Se tomó la altura de cinco plantas útiles, a los 30, 45 y 60 días después del trasplante, se midió desde la superficie del suelo hasta el ápice de la hoja más sobresaliente de la planta, en cada tratamiento. Se registró en centímetros.

### ***3.15.2 Días a la floración***

Este dato se tomó el día en que más del 50 % de las plantas emitieron su inflorescencia en cada tratamiento.

### ***3.15.3 Número de frutos por planta***

De las cinco plantas de cada parcela útil que se tomó la altura, se contaron los frutos de la primera, segunda y tercera cosecha en cada tratamiento.

### ***3.15.4 Longitud y diámetro de los frutos***

De todos los frutos de las plantas antes mencionadas, se registró su longitud y diámetro en centímetros.

### ***3.15.5 Peso de los frutos***

Se registró el peso de los frutos cosechados en la parcela útil de cada tratamiento en gramos.

### ***3.15.6 Análisis foliar***

Se tomaron muestras foliares de cada tratamiento para su respectivo análisis, al momento de la floración.

### ***3.15.7 Rendimiento del fruto (kg/ha)***

El rendimiento se estimó en base al peso de los frutos provenientes del área útil de las tres primeras cosechas, para luego ser transformada en Kg/ha.

### **3.15.8 *Análisis económico***

Se realizó en función del rendimiento (ajustado) del fruto en kg/ha y al costo de cada uno de los tratamientos, según la metodología sugerida por Aula Fácil (Asdrual, G., 2017).

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Días a la floración

Los promedios de floración se presentan en el Cuadro 5. El análisis de variancia detectó para los híbridos alta significancia, no se registró para los niveles de solución nutritiva e interacciones. El coeficiente de variación fue 1,08 %.

El híbrido Marcato con 54,75 días tuvo mayor tiempo a la floración, siendo estadísticamente superior al híbrido Cortes (53,58 días) que fue más precoz en florecer. El testigo tratado con NPK al sustrato presentó más tiempo a la floración (60 días) y la interacción entre el híbrido Marcato más el testigo NPK, reportó mayor tiempo a la floración del cultivo, donde las demás interacciones no difirieron significativamente.

**Cuadro 5. Días a la floración de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017.**

Híbridos	Niveles Solución Nutritiva	Días
Marcato		54,75 a
Cortes		53,58 b
	Alta	51,83 <sup>ns</sup>
	Media	52,33
	Baja	52,50
	Testigo NPK	60,00
Marcato	Alta	52,33 <sup>ns</sup>
	Media	53,00
	Baja	53,00
	Testigo NPK	60,67
Cortes	Alta	51,33
	Media	51,67
	Baja	52,00
	Testigo NPK	59,33
Significancia Factor A		**
Significancia Factor B		Ns
Significancia Interacción		Ns
C.V. (%)		1,08

---

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Duncan  $p \leq 0,05$   
ns : no significativo \*\*: Altamente significativo

## 4.2. Altura de planta

Los promedios de altura de planta a los 30, 45 y 60 días después del trasplante se muestran en el Cuadro 6.

El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para los híbridos y niveles de solución nutritiva, no habiendo para las interacciones a los 30 días después del trasplante. La evaluación a los 45 días después del trasplante reportó alta significancia para los niveles de solución nutricional, no existiendo para híbridos e interacciones. La variación a los 60 días después de la siembra fue alta para niveles de solución nutritiva e interacciones, no logrando esta en los híbridos. Los coeficientes de variación fueron 5,72, 6,03 y 6,83 %, respectivamente.

La evaluación a los 30 días después del trasplante reportó mayor altura en el híbrido Cortes (29,67 cm), el cual fue estadísticamente superior al pimiento Marcato. Los niveles de solución nutritiva alta (33,03 cm) y media (31,00) fueron estadísticamente iguales entre sí, pero superiores a los demás tratamientos, encontrándose la menor significancia en el testigo NPK (22,9 cm). En las interacciones la siembra del híbrido Cortes tratado con un nivel de solución alto presentó más altura (34,33 cm).

En la evaluación a los 45 días después de la siembra el híbrido Cortes fue más alto (39,84 cm). El uso del nivel nutricional alto (44,47 cm) y Testigo NPK (44,8 cm) fueron estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de tratamientos, siendo el nivel nutricional bajo el menor registro. La siembra del híbrido Cortes tratado con el Testigo NPK (45,27 cm) fue estadísticamente igual al mismo híbrido tratado con una solución nutritiva alta (45,67 cm), además del híbrido Marcato tratado con el Testigo NPK (44,33 cm) y Marcato fertilizado con una solución nutritiva alta (43,27 cm). El menor promedio se dio en el híbrido Marcato tratado con el nivel bajo de solución nutritiva (28,60 cm)

A los 60 días después de la siembra el híbrido Cortes fue más alto (47,72 cm). Las plantas del Testigo NPK (59,7 cm) fueron estadísticamente superiores a los demás tratamientos, con el Nivel de solución nutritiva baja con el menor promedio (33,33 cm). Las plantas del híbrido Cortes tratadas con el Testigo NPK mostraron mayor altura (64,8 cm).

**Cuadro 6. Altura de planta de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017.**

Híbridos	Niveles Solución Nutritiva	Altura de planta (cm)		
		30	45	60
Marcato		27,07 b	37,93 <sup>ns</sup>	43,00 <sup>ns</sup>
Cortes		29,67 a	39,84 a	47,72 a
	Alta	33,03 a	44,47 a	49,30 b
	Media	31,00 a	36,27 b	39,10 c
	Baja	27,13 b	30,00 c	33,33 d
	Testigo NPK	22,90 c	44,80 a	59,70 a
Marcato	Alta	31,73 <sup>ns</sup>	43,27 ab	47,87 <sup>ns</sup>
	Media	29,33	35,53 c	37,80
	Baja	25,53	28,60 d	31,73
	Testigo NPK	21,67	44,33 ab	54,60
Cortes	Alta	34,33	45,67 a	50,73
	Media	32,67	37,00 c	40,43
	Baja	28,73	31,40 d	34,93
	Testigo NPK	24,13	45,27 a	64,80
Significancia Factor A		**	Ns	Ns
Significancia Factor B		**	**	**
Significancia Interacción		Ns	Ns	Ns
C.V. (%)		5,72	6,03	6,86
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Duncan $p \leq 0,05$ ns : no significativo ** : Altamente significativo				

### 4.3. Frutos por planta

La variable registrada en el Cuadro 7 presentó alta significancia en los niveles de solución nutritiva, no habiendo para los híbridos e interacciones. El coeficiente de variación para fue de 13,86 %.

El híbrido Cortes con 7,04 frutos tuvo mayor número. La aplicación del nivel alto de solución nutritiva (9,55 frutos) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos, siendo la dosis baja de solución el menor promedio. La interacción entre el híbrido Cortes más el nivel alto de solución nutritiva, reportó mayor cantidad de frutos (10,27) siendo estadísticamente superior al resto de tratamiento con excepción de Marcato más el nivel alto de solución nutritiva, que presente similitud significativamente.

**Cuadro 7. Frutos por planta de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017.**

Híbridos	Niveles Solución Nutritiva	Frutos
Marcato		6,42 <sup>ns</sup>
Cortes		7,04 a
	Alta	9,55 a
	Media	7,75 b
	Baja	3,90 c
	Testigo NPK	5,72 b
Marcato	Alta	8,83 ab
	Media	7,30 bc
	Baja	3,83 e
	Testigo NPK	5,72 c
Cortes	Alta	10,27 a
	Media	8,20 b
	Baja	3,97 e
	Testigo NPK	5,72 c
Significancia Factor A		Ns
Significancia Factor B		**
Significancia Interacción		**
C.V. (%)		13,86

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Duncan  $p \leq 0,05$   
 ns : no significativo \*\*: Altamente significativo

#### 4.4. Longitud de fruto

En el Cuadro 8 se observan los promedios de longitud de frutos obtenidos. El análisis determinó alta significancia estadística para los híbridos, niveles de solución nutritiva e interacción. El coeficiente de variación fue de 3,83 %.

El híbrido Marcato presentó mayor longitud de frutos (11,04 cm) estadísticamente superior al pimiento Cortes. La aplicación del Testigo NPK (11,58 cm) fue estadísticamente superior y diferentes al resto de tratamientos, observándose la menor longitud cuando se aplicó un nivel alto de solución nutritiva (9,8 cm). La interacción entre el híbrido Marcato más el testigo tratado con NPK fue estadísticamente igual al pimiento Cortes fertilizado con NPK. El híbrido Cortes tratado con nivel alto de solución nutritiva quine presento el menor promedio con 8.97 cm.

**Cuadro 8. Longitud de frutos de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017.**

Híbridos	Niveles Solución Nutritiva	Longitud (cm)
Marcato		11,04 a
Cortes		9,84 b
	Alta	9,80 c
	Media	9,90 c
	Baja	10,48 b
	Testigo NPK	11,58 a
Marcato	Alta	10,63 bc
	Media	10,67 bc
	Baja	11,03 b
	Testigo NPK	11,83 a
Cortes	Alta	8,97 e
	Media	9,13 e
	Baja	9,93 d
	Testigo NPK	11,33 ab

Significancia Factor A

\*\*

Significancia Factor B	*
Significancia Interacción	**
C.V. (%)	3,83

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Duncan  $p \leq 0,05$

\*\* : Altamente significativo

#### 4.5. Diámetro de fruto

En el Cuadro 9 se detallan los valores de diámetro de fruto, en este el análisis de varianza determinó alta significancia estadística en los híbridos, niveles de solución nutricional e interacciones. El coeficiente de variación fue 3,71 %.

El híbrido de pimiento Cortes presentó mayor diámetro de frutos (4,82 cm), superior estadísticamente al pimiento Marcato. El uso del testigo NPK (4,88 cm) y el nivel de solución alto (4,85 cm) presentaron diámetros más grandes estadísticamente iguales entre sí, pero superiores al resto de tratamientos; con menor diámetro el nivel nutricional bajo (4,32 cm). La interacción entre el pimiento Marcato más el testigo NPK (4,98 cm) fue estadísticamente igual a las interacciones del híbrido Cortes más solución nutricional alta, Cortes más solución nutricional media y Cortes más Testigo NPK; pero superior al resto de interacciones, siendo el menor promedio el uso de pimiento Marcato con la solución nutricional baja (4,17 cm).

**Cuadro 9. Diámetro de frutos de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017.**

Híbridos	Niveles Solución Nutritiva	Diámetro (cm)
Marcato		4,52 b
Cortes		4,82 a
	Alta	4,85 a
	Media	4,57 b
	Baja	4,32 b
	Testigo NPK	4,88 a
Marcato	Alta	4,63 bc
	Media	4,30 de
	Baja	4,17 e
	Testigo NPK	4,98 a
Cortes	Alta	5,07 a



Media	4,83 ab
Baja	4,60 bcd
Testigo NPK	4,78 ab
Significancia Factor A	**
Significancia Factor B	**
Significancia Interacción	**
C.V. (%)	3,71

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Duncan  $p \leq 0,05$

\*\* : Altamente significativo

#### 4.6. Peso de fruto

El peso de frutos, obtuvo alta significancia para la solución nutritiva e interacciones, no obteniéndose respuestas en los híbridos, con un coeficiente de variación de 10,98 % (Cuadro 10).

El híbrido Cortes presentó más peso (77,82 g). El uso del testigo NPK (87,83 g) y el nivel de solución alto (84,85 g) presentaron pesos mayores, estadísticamente iguales entre sí, pero superiores al resto de tratamientos. La interacción entre el pimiento Marcato más el testigo NPK (90,6 g) fue estadísticamente igual a las interacciones del híbrido Marcato más solución alta, Cortes más solución alta y Cortes más Testigo NPK; pero superior al resto de interacciones, teniéndose el menor peso con la siembra de Marcato más solución nutricional Baja (65,03 g).

**Cuadro 10. Peso de frutos de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017.**

Híbridos	Niveles Solución Nutritiva	Peso (g)
Marcato		77,23 <sup>ns</sup>
Cortes		77,82 a
	Alta	84,85 a
	Media	68,55 b
	Baja	68,98 b
	Testigo NPK	87,83 a
Marcato	Alta	88,60 ab
	Media	64,83 cd

	Baja	65,03 d
	Testigo NPK	90,60 a
Cortes	Alta	81,10 abc
	Media	72,27 bcd
	Baja	72,93 bcd
	Testigo NPK	85,05 ab
Significancia Factor A		Ns
Significancia Factor B		**
Significancia Interacción		**
C.V. (%)		10,98

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Duncan  $p \leq 0,05$

\*\* : Altamente significativo ns : no significativo

#### 4.7. Rendimiento por hectárea

En el Cuadro 11 se detalla el rendimiento de frutos, el análisis de varianza determinó alta significancia estadística en solución nutricional e interacciones, no habiendo en híbridos, coeficiente de variación de 15,27 %.

El híbrido de pimiento Cortes presentó mayor rendimiento (9738,03 kg/ha). El uso de solución nutritiva nivel alto (15869,8 kg/ha) dio mayor rendimiento, estadísticamente superior a los demás tratamientos, con menor diámetro el nivel nutricional bajo (4827,09 kg/ha). La interacción entre el pimiento Marcato más solución alta (15975,01 kg/ha) fue estadísticamente igual a la interacciones del híbrido Cortes más solución nutricional alta (15764,59 kg/ha), pero superiores a los demás tratamientos, siendo el menor promedio el uso de pimiento Marcato con la solución nutricional baja (4010,42 kg/ha).

**Cuadro 11. Rendimiento por hectárea de pimiento con el uso de soluciones nutritivas en hidroponía. Babahoyo, 2017.**

Híbridos	Niveles Solución Nutritiva	kg/ha
Marcato		9231,78 <sup>ns</sup>
Cortes		9738,03 a
	Alta	15869,80 a
	Media	9459,38 b

	Baja	4827,09 d
	Testigo NPK	7783,34 c
Marcato	Alta	15975,01 a
	Media	9591,67 b
	Baja	4010,42 d
	Testigo NPK	7350,00 bc
Cortes	Alta	15764,59 a
	Media	9327,09 b
	Baja	5643,75 cd
	Testigo NPK	8216,67 bc
Significancia Factor A		Ns
Significancia Factor B		**
Significancia Interacción		**
C.V. (%)		15,27

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Duncan  $p \leq 0,05$

\*\* : Altamente significativo ns : no significativo

#### 4.8. Análisis económico

En el Cuadro 13 se precian los resultados del análisis económico realizado al ensayo, en este, el tratamiento en dosis alta del híbrido Marcato presentó mayor utilidad económica con un beneficio neto de 6379.29 dólares por hectárea. El tratamiento del híbrido de pimiento Marcato con la solución nutricional baja tuvo el menor beneficio neto con 911.48 dólares/ha.

#### 4.9. Análisis Foliar

El Cuadro 12 muestra los valores del análisis foliar realizado al cultivo. Este determinó que los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, se encuentran dentro de los valores adecuados en las planta. De las misma manera se presentan un balance adecuado en los niveles de calcio, magnesio y azufre, sin embargo se aprecia mayor variabilidad entre estos. En los microelementos boro, cobre y manganeso, presentan un balance adecuado en los niveles; sin embargo los niveles de hierro y zinc presentaron mayor variabilidad, en algunos casos muy superiores al balance adecuado.

## Cuadro 12. Análisis Foliar

ANÁLISIS FOLIAR DE TESIS DE PIMIENTO AL 28 DE AGOSTO DEL 2017

	ELEMENTOS NUTRITIVOS																				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn										
	%			mg/Kg (ppm)																	
<b>T 1</b>	3,88	0,22	5,56	1,13	0,478	28	25	15,8	6,6	132	95,3										
<b>T 2</b>	2,97	0,22	4,32	1,38	0,373	22	22	29,35	8,2	207	86,6										
<b>T 3</b>	2,39	0,22	5,22	1,03	0,493	21	27	29	8,2	152	71,7										
<b>T 4</b>	4,81	0,26	7,39	1,65	0,741	27	30	115,7	21,4	310	109,3										
<b>T 5</b>	3,91	0,25	5,84	0,87	0,439	25	22	19,8	6,6	107	118										
<b>T 6</b>	2,95	0,23	4,59	0,77	0,335	31	15	16,03	6,6	92	75,2										
<b>T 7</b>	2,64	0,22	4,96	1,1	0,357	23	28	17,5	8,2	599	118										
<b>T 8</b>	4,79	0,22	6,75	1,2	0,52	31	18	61,1	18,1	168	74,4										
<b>NIVEL ADECUADO</b>	3,0	4,5	0,2	0,5	5,5	6,0	0,5	1,0	0,1	0,4	23	10	100	20	100	5,0	20,0	50	250	20	300

**Método empleado:** Digestión por vía húmeda con ácido sulfúrico más óxido de selenio

**Fuente:** Laboratorio de análisis de suelos y plantas "SALBRA"

**Cuadro 13. Análisis económico**

HIBRIDO	DOSIS	RENDIMIENTO Kg/ha	INGRESO	GASTOS	COSTO	COSTOS	COSTO	COSTOS	BENEFICIO NETO \$/ha
			\$ 0,53/Kg	FIJOS USD/ha	FERTILIZANTE USD/ha	APLICACIÓN RIEGO Y FERTILIZANTES (\$/ha)	COSECHA \$/ha	TOTALES \$/ha	
MARCATO	ALTA	15975.01	8466.76	1071.35	648.44	160	207.68	2087.47	6379.29
MARCATO	MEDIA	10550.84	5591.95	1071.35	324.22	160	124.69	1680.26	3911.69
MARCATO	BAJA	4448.13	2357.51	1071.35	162.11	160	52.57	1446.03	911.48
MARCATO	TESTIGO	8085.00	4285.05	1041.01	445.22	320	95.55	1901.78	2383.27
CORTES	ALTA	15764.59	8355.23	1071.35	648.44	160	204.94	2084.73	6270.50
CORTES	MEDIA	10259.81	5437.70	1071.35	324.22	160	121.25	1676.82	3760.88
CORTES	BAJA	6208.13	3290.31	1071.35	162.11	160	73.37	1466.83	1823.48
CORTES	TESTIGO	9705.01	5143.66	1041.01	445.22	320	106.82	1913.05	3230.61

**Elaborado por:** Amores Borislaio 2017.

Precio de kg de pimienta a septiembre 2017 = \$ 0,53

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Entre las conclusiones obtenidas en la presente investigación están:

1. Los mayores rendimientos de frutos 15 975,01 y 15 764,59 Kg/ha., se obtuvieron con la dosis alta de solución nutritiva en los dos híbridos.
2. El empleo de solución nutritiva en la dosis alta incrementó el rendimiento de frutos en un 51 % en comparación con los testigos.
3. En general, los tratamientos en hidroponía con solución nutritiva presentaron una precocidad de 8 días en la floración frente a los testigos.
4. Los tratamientos en dosis alta también incrementaron el número de frutos por planta en un 40,1 % referente a los testigos.
5. El análisis foliar demostró que en los tratamientos T2, T3, T6 y T7 (dosis medias y bajas) el nivel de nitrógeno (2,39 % - 2,95 %) estuvo por debajo del nivel adecuado (3,0 % – 4,5 %), lo que afectó en la altura de las plantas, frutos por planta y rendimiento/ha..

## **6.2 Recomendaciones**

Una vez analizadas las conclusiones se puede recomendar lo siguiente:

- ✓ Realizar cultivos de pimiento en hidroponía utilizando la dosis alta de solución nutritiva en sustratos para incrementar los rendimientos.
- ✓ Realizar estudios con dosis mayores de solución nutritiva y nuevos sustratos para observar la variación de rendimientos.
- ✓ Repetir la investigación en nuevos cultivares de pimiento con la finalidad de comprobar los resultados obtenidos en el presente ensayo para establecer recomendaciones definitivas en cuanto a la adaptación al sistema hidropónico.

## VI. RESUMEN

Durante la temporada seca 2017 se realizó el presente estudio en la Granja Experimental “San Pablo” de la Universidad Técnica de Babahoyo. Los objetivos fueron: 1) Evaluar el rendimiento de los híbridos de pimiento “Marcato F1” y “Cortes F1” bajo sistema hidropónico de sustrato sólido, 2) Determinar el nivel de soluciones nutritivas que maximiza el rendimiento del pimiento, y 3) Realizar un análisis económico. Se formularon seis tratamientos que combinaban dos híbridos y tres soluciones con una concentración de nutriente creciente, más dos tratamientos testigos con fertilización convencional (140 Kg. N. + 65 Kg. P. + 190 Kg. K. por hectárea) en terreno firme, todas las parcelas se establecieron a campo abierto. Se empleó el diseño experimental de Bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial  $2 \times 3 + 2$  en tres repeticiones y para determinar las diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 95% de probabilidad. Las variables estudiadas fueron altura de planta a los 30, 45 y 60 días después del trasplante, días a la floración, número de frutos por planta, longitud, diámetro y peso de frutos, análisis foliar al inicio de la floración y rendimiento.

Las plantas cultivadas bajo el sistema hidropónico presentaron una floración anticipada en comparación con los testigos.; El análisis foliar demostró que en los tratamientos T2, T3, T6 y T7 (dosis medias y bajas) el nivel de nitrógeno (2,39 % - 2,95 %) estuvo por debajo del nivel adecuado (3,0 % – 4,5 %), lo que afectó en la altura de las plantas, frutos por planta y rendimiento/ha. La solución de nutrientes más concentrada hizo que el híbrido Marcato sea el de mayor rendimiento con un ingreso neto de \$ 6325 por hectárea en comparación con \$ 2383,27 del testigo. Los costos de producción fueron \$ 2087,47 y \$ 1901,78 en el mismo orden para este híbrido.



## SUMMARY

During the dry season of 2017 the present study was carried out in the Experimental Farm "San Pablo" of the Technical University of Babahoyo. The objectives were: 1) To evaluate the performance of the "Marcato F1" and "Cortes F1" hybrids under the hydroponic system of solid substrate, 2) Determine the level of nutritive solutions that maximizes pepper yield, and 3) Carry out a economic analysis. Six treatments were formulated that combined two hybrids and three solutions with a growing nutrient concentration, plus two control treatments with conventional fertilization (140 Kg. N. + 65 Kg. P. + 190 Kg. K. per hectare) on firm ground, all the plots were established in the open field. The experimental design of randomized complete blocks (BCA) with factorial arrangement  $2 \times 3 + 2$  in three repetitions was used and to determine the statistical differences between the means of the treatments the Duncan Multiple Range test was used at 95% probability. . The variables studied were plant height at 30, 45 and 60 days after the transplant, days to flowering, number of fruits per plant, length, diameter and weight of fruits, foliar analysis at the beginning of flowering and yield.

The plants cultivated under the hydroponic system presented an anticipated flowering compared to the controls; the foliar analysis showed that in the treatments T2, T3, T6 and T7 (medium and low doses) the nitrogen level (2.39% - 2.95%) was below the adequate level (3.0% - 4, 5%), which affected the height of the plants, fruits per plant and yield / ha. The more concentrated nutrient solution made the Marcato hybrid the highest yield with a net income of \$ 6325 per hectare compared to \$ 2383.27 for the control. The production costs were \$ 2087.47 and \$ 1901.78 in the same order for this hybrid.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Antonio, A. (2015). *Evaluación de sustratos para hidroponía en canaletas*. COATEPEQUE: Universidad Rafael Landívar.
- Asdrual, G. (17 de mayo de 2017). *Relación Beneficio Costo*. Obtenido de Aula Facil: <http://www.aulafacil.com/cursos/119712/empresa/organizacion/gestion-de-proyectos/relacion-beneficio-costos>
- Azcoytia, C. (18 de noviembre de 2017). Obtenido de HISTORIA DEL PIMIENTO, GUINDILLA, CHILI, AXÍ O AJÍ: <https://www.historiacocina.com/historia/articulos/pimiento.htm>
- Balxauli, C. y Aguilar, J. (2002). *Cultivo sin suelo de hortalizas. Aspectos prácticos y experiencias*. Valencia: Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Beltrano, J. y Gimenez, D. (2015). *Cultivo en hidroponía*. La plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Borbor, A. y Suárez, G. (2007). *Producción de tres híbridos de pimiento (Capsicum annum) a partir de semillas sometidas a imbibición más campo magnético en el campo experimental Rio Verde, canton Santa Elena*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Calderon, F. (30 de noviembre de 2017). *La "Caolinización" de la Cascarilla de arroz para mejorar la retención de humedad*. Obtenido de [http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla\\_Caolinizada/La\\_Cascarilla\\_Caolinizada.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm)
- Calderón, F. y Cevallos, F. (2 de diciembre de 2017). *Los Sustratos - Dr. Calderón Labs*. Obtenido de [http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los\\_Sustratos.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm)
- Cedeño, H. (2016). *Evaluación de tres formas de tutorado en pimiento (Capsicum annum L.) cultivado con dos niveles de fertilización*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Chavarría, A. (2013). Eficiencia de tres fuentes fertilizantes sobre la producción de chile dulce (Capsicum annum) c.v. Natali y sus curvas de absorción, en la producción de chile dulce en invernadero. *Revista agrícola*, 29 - 39.
- DANE. (2015). *El cultivo del pimentón (Capsicum annum L) bajo invernadero*. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Deker, I. (2011). *Adaptación de cinco híbridos de pimiento (Capsicum annum L)*. Guayaquil: Universidad Estatal de Guayaquil.
- Dionizis, N. (2013). *Manejos del cultivo del pimiento, en el valle de Azapa*. URURI: INIA.
- Duque, G. y Oña, L. (2007). *Respuesta del cultivo de pimiento (Capsicum annum), a dos biofertilizantes de preparación artesanal aplicados al suelo con cuatro dosis, en la Granja Experimental E.C.A.A*. Ibarra: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- FAO. (2002). *El cultivo protegido en clima mediterráneo*. Roma: FAO.
- Gilsanz, J. (2007). *Hidroponía*. Melo: Prontográficas S.A.

- Hydro Environment . (4 de diciembre de 2017). *Guía: Tipos de sustratos para Hidroponia*. Obtenido de Hydro Environment : [http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=32](http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=32)
- Jimenez, P. (2013). *Producción de pimiento (Capsicum annum. L) híbrido Marconi con cuatro distancias de siembra y fertilización química en Las Naves*. Quevedo: Universidad Estatal de Quevedo.
- Laguna, T. Gutiérrez, C. y Sarria, M. (2006). *Guía tecnológica de la Chiltoma*. Managua: INTA.
- Llanos, P. (1 de diciembre de 2017). *La Solución Nutritiva, Nutrientes Comerciales, Formulas completas*. Obtenido de <http://www.drcalderonlabs.com/Hidroponicos/Soluciones1.html>
- Martínez, F. y Roca, D. (2011). Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. En R. Flores, *Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo* (págs. 37-77). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Mora, L. (1999). Sustratos para cultivos sin suelo o hidroponía. En C. d. Rica, *XI CONGRESO AGRONÓMICO NACIONAL Y DE RECURSOS NATURALES* (págs. 95 - 100). SanJosé: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Nava, J. (2014). *Evaluación de Sustratos Hidropónicos en Tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) Bajo invernadero*. Saltillo: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Pinto, N. (2013). *El cultivo del pimiento y el clima del Ecuador*. Quito: Inamhi.
- Pionner. (2015). *Diccionario de Semillas*. Wilmington: Du Pont.
- Ruíz, S. (7 de marzo de 2016). *Sistema de cultivo hidropónico sin sustrato*. Obtenido de [https://prezi.com/wxqxtbhte\\_qn/sistema-de-cutivo-hidroponico-sin-sustrato/](https://prezi.com/wxqxtbhte_qn/sistema-de-cutivo-hidroponico-sin-sustrato/)
- Salazar, F. y Juárez, P. (2013). Rendimiento macronutritional en plantas de Chile . *Bio Ciencias*, 27 - 34.
- Sela, G. (1 de diciembre de 2017). *Soluciones Nutritivas en Hidroponía*. Obtenido de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/hydroponic-nutrient-solutions>
- Sinavimo. (18 de noviembre de 2017). *Capsicum annum | Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y ...* Obtenido de <http://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/capsicum-annuum>
- Suárez, J. . (2006). *Estudio de tres niveles de fertilización química y su efecto en el comportamiento Agronómico de dos Híbridos de pimiento (Capsicum annum L) en el sector del recinto "El Limón" Cantón Palestina Provincia del Guayas"*. Guayaquil: Espol.
- Valentín, M.,. (2011). *Crecimiento y extracción de macronutrientes del Chile de agua (Capsicum annum L.)*. Chapingo: Universidad Autónoma de Chapingo).
- Velásquez, G. (1994). *Cultivos hidropónicos*. Monserrat.
- Vera, A. (2015). *Uso de tres abonos orgánicos en el desarrollo y producción de tres variedades de pimiento (Capsicum annum) en el cantón El Empalme*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Villamil, J. (2015). *Evaluación de tres híbridos de chile pimiento morron (Capsicum annuum L.) en cultivo hidropónico en invernadero*. Torreón: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

# ANEXOS

**Cuadro 14. Datos de la variable días a la floración**

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	52	52	53	157	52,33
A1B2	53	53	53	159	53
A1B3	52	53	54	159	53
A2B1	51	51	52	154	51,33
A2B2	51	52	52	155	51,67
A2B3	52	52	52	156	52
T1	61	61	60	182	60,67
T2	60	59	59	178	59,33

Sumatoria Total: 1300,00 CV: 1,08% Media: 54,17

**Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA)**

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	287,33	23				
Bloque	0,58	2	0,29	0,85 ns	3,74	6,51
Trat.	282	7	40,29	118,5 **	2,76	4,28
FA	5,55	1	5,55	16,32 **	4,6	8,86
FB	1,44	2	0,72	2,12 ns	3,74	6,51
IAB	0,12	2	0,06	0,18 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	2,67	1	2,67	7,84 **	4,6	8,86
Tgo vs R	272,23	1	272,23	800,67 **	4,6	8,86
Error	4,75	14	0,34			

**Ubicación de Rangos Tratamientos**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
T1	60,67		A			
T2	59,33		B			
A1B2	53		C			
A1B3	53		C			
A1B1	52,33		C D			
A2B3	52		C D			
A2B2	51,67		D			
A2B1	51,33		D			

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	52,78		A			
A2	51,67		B			

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B3	52,5		A			
B2	52,33		A			
B1	51,83		A			

**Cuadro 15. Datos de la variable altura de planta a los 30 ddt**

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	31	32	32,2	95,2	31,73
A1B2	27,2	29,6	31,2	88	29,33
A1B3	23,2	26,6	26,8	76,6	25,53
A2B1	33,2	32,6	37,2	103	34,33
A2B2	35	31,6	31,4	98	32,67
A2B3	28,4	27,4	30,4	86,2	28,73
T1	22,2	21,6	21,2	65	21,67
T2	24,8	24	23,6	72,4	24,13

Sumatoria Total: 684,40 CV: 5,72% Media: 28,52

**Resultados para el Analisis de Varianza (ADEVA)**

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	455,19	23				
Bloque	6,46	2	3,23	1,21 ns	3,74	6,51
Trat.	411,46	7	58,78	22,1 **	2,76	4,28
FA	41,71	1	41,71	15,68 **	4,6	8,86
FB	107,79	2	53,9	20,26 **	3,74	6,51
IAB	0,46	2	0,23	0,09 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	9,13	1	9,13	3,43	4,6	8,86
Tgo vs R	252,38	1	252,38	94,88 **	4,6	8,86
Error	37,27	14	2,66			

**Ubicación de Rangos Tratamientos**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2B1	34,33		A			
A2B2	32,67		A			
A1B1	31,73		A B			
A1B2	29,33		B C			
A2B3	28,73		C			
A1B3	25,53		D			
T2	24,13		D E			
T1	21,67		E			

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	31,91		A			
A1	28,87		B			

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	33,03		A			
B2	31		A			
B3	27,13		B			

**Cuadro 16. Datos de la variable altura de planta a los 45 ddt**

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	47	39,4	43,4	129,8	43,27
A1B2	35,4	35,6	35,6	106,6	35,53
A1B3	26,4	31,6	27,8	85,8	28,6
A2B1	43,2	44,2	49,6	137	45,67
A2B2	39	36,2	35,8	111	37
A2B3	31,4	30	32,8	94,2	31,4
T1	45,2	44,4	43,4	133	44,33
T2	46,8	44,4	44,6	135,8	45,27

Sumatoria Total: 933,20 CV: 6,03% Media: 38,88

### Resultados para el Analisis de Varianza (ADEVA)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	1018,87	23				
Bloque	5,32	2	2,66	0,48 ns	3,74	6,51
Trat.	936,58	7	133,8	24,33 **	2,76	4,28
FA	22,22	1	22,22	4,04 ns	4,6	8,86
FB	631,59	2	315,8	57,42 **	3,74	6,51
IAB	1,41	2	0,71	0,13 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	1,31	1	1,31	0,24	4,6	8,86
Tgo vs R	280,06	1	280,06	50,92 **	4,6	8,86
Error	76,97	14	5,5			

### Ubicación de Rangos Tratamientos

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2B1	45,67		A			
T2	45,27		A			
T1	44,33		A B			
A1B1	43,27		A B			
A2B2	37		C			
A1B2	35,53		C			
A2B3	31,4		D			
A1B3	28,6		D			

### Rangos para el factor F(A)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	38,02		A			
A1	35,8		A			

### Rangos para el factor F(B)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	44,47		A			
B2	36,27		B			
B3	30		C			



**Cuadro 17. Datos de la variable altura de planta a los 60 dd**

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	51,8	46,4	45,4	143,6	47,87
A1B2	39,2	36,4	37,8	113,4	37,8
A1B3	31,4	33,4	30,4	95,2	31,73
A2B1	45,8	49,4	57	152,2	50,73
A2B2	43,4	37,8	40	121,2	40,4
A2B3	36,4	32,2	36,2	104,8	34,93
T1	57,4	54,4	52	163,8	54,6
T2	64,4	66,8	63,2	194,4	64,8

Sumatoria Total: 1088,60 CV: 6,86% Media: 45,36

**Resultados para el Analisis de Varianza (ADEVA)**

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	2770	23				
Bloque	10,7	2	5,35	0,55 ns	3,74	6,51
Trat.	2623,81	7	374,83	38,72 **	2,76	4,28
FA	37,55	1	37,55	3,88 ns	4,6	8,86
FB	784,46	2	392,23	40,52 **	3,74	6,51
IAB	0,27	2	0,14	0,01 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	156,06	1	156,06	16,12 **	4,6	8,86
Tgo vs R	1645,47	1	1645,47	169,99 **	4,6	8,86
Error	135,49	14	9,68			
Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
T2	64,8		A			
T1	54,6		B			
A2B1	50,73		B C			
A1B1	47,87		C			
A2B2	40,4		D			
A1B2	37,8		D			
A2B3	34,93		D E			
A1B3	31,73		E			

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	42,02		A			
A1	39,13		A			

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	49,3		A			
B2	39,1		B			
B3	33,33		C			

**Cuadro 18. Datos de la variable frutos por planta**

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	10,6	7,9	8	26,5	8,83
A1B2	7	7	7,9	21,9	7,3
A1B3	3,1	4,4	4	11,5	3,83
A2B1	9,7	11,4	9,7	30,8	10,27
A2B2	7,9	7,9	8,8	24,6	8,2
A2B3	2,6	5,3	4	11,9	3,97
T1	5,28	6,6	5,28	17,16	5,72
T2	5,72	6,16	5,28	17,16	5,72

Sumatoria Total: 161,52 CV: 13,86% Media: 6,73

**Resultados para el Analisis de Varianza (ADEVA)**

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	126,23	23				
Bloque	1,56	2	0,78	0,9 ns	3,74	6,51
Trat.	112,45	7	16,06	18,46 **	2,76	4,28
FA	3,04	1	3,04	3,49 ns	4,6	8,86
FB	99,97	2	49,99	57,46 **	3,74	6,51
IAB	1,28	2	0,64	0,74 ns	3,74	6,51
T1 vs T2		1		0	4,6	8,86
Tgo vs R	8,16	1	8,16	9,38 **	4,6	8,86
Error	12,22	14	0,87			

**Ubicación de Rangos Tratamientos**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2B1	10,27		A			
A1B1	8,83		A B			
A2B2	8,2		B			
A1B2	7,3		B C			
T1	5,72		C			
T2	5,72		C D			
A2B3	3,97		E			
A1B3	3,83		E			

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	7,48		A			
A1	6,66		A			

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	9,55		A			
B2	7,75		B			
B3	3,9		C			

**Cuadro 19. Datos de la variable longitud de fruto**

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	10,2	11,3	10,4	31,9	10,63
A1B2	10,8	10,4	10,8	32	10,67
A1B3	11,2	10,8	11,1	33,1	11,03
A2B1	8,9	8,8	9,2	26,9	8,97
A2B2	8,9	9	9,5	27,4	9,13
A2B3	10,6	9,5	9,7	29,8	9,93
T1	12,2	11,6	11,7	35,5	11,83
T2	10,98	11,5	11,5	33,98	11,33

Sumatoria Total: 250,58 CV: 3,83% Media: 10,44

**Resultados para el Analisis de Varianza (ADEVA)**

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	24,16	23				
Bloque	0,07	2	0,04	0,25 ns	3,74	6,51
Trat.	21,91	7	3,13	19,56 **	2,76	4,28
FA	9,24	1	9,24	57,75 **	4,6	8,86
FB	1,63	2	0,82	5,13 *	3,74	6,51
IAB	0,27	2	0,14	0,88 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	0,39	1	0,39	2,41	4,6	8,86
Tgo vs R	10,38	1	10,38	64,88 **	4,6	8,86
Error	2,18	14	0,16			

**Ubicación de Rangos Tratamientos**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
T1	11,83		A			
T2	11,33		A B			
A1B3	11,03		B			
A1B2	10,67		B C			
A1B1	10,63		B C			
A2B3	9,93		D			
A2B2	9,13		E			
A2B1	8,97		E			

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	10,78		A			
A2	9,34		B			

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B3	10,48		A			
B2	9,9		B			
B1	9,8		B			

**Cuadro 20. Datos de la variable diámetro**

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	4,7	4,6	4,6	13,9	4,63
A1B2	4,3	4,3	4,3	12,9	4,3
A1B3	4,3	4,4	3,8	12,5	4,17
A2B1	5,3	5	4,9	15,2	5,07
A2B2	4,9	4,8	4,8	14,5	4,83
A2B3	4,4	4,7	4,7	13,8	4,6
T1	5,14	5,05	4,74	14,93	4,98
T2	4,86	4,57	4,92	14,35	4,78

Sumatoria Total: 112,08 CV: 3,71% Media: 4,67

**Resultados para el Analisis de Varianza (ADEVA)**

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	2,59	23				
Bloque	0,08	2	0,04	1,33 ns	3,74	6,51
Trat.	2,07	7	0,3	10 **	2,76	4,28
FA	0,98	1	0,98	32,67 **	4,6	8,86
FB	0,66	2	0,33	11 **	3,74	6,51
IAB	0,01	2	0,01	0,33 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	0,06	1	0,06	1,87	4,6	8,86
Tgo vs R	0,36	1	0,36	12,01 **	4,6	8,86
Error	0,44	14	0,03			

**Ubicación de Rangos Tratamientos**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2B1	5,07		A			
T1	4,98		A			
A2B2	4,83		A B			
T2	4,78		A B			
A1B1	4,63		B C			
A2B3	4,6		B C D			
A1B2	4,3		D E			
A1B3	4,17		E			

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	4,83		A			
A1	4,37		B			

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	4,85		A			
B2	4,57		B			
B3	4,38		B			

**Cuadro 21. Datos de la variable peso de fruto**

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	74,7	76,2	114,9	265,8	88,6
A1B2	66,3	63,5	64,7	194,5	64,83
A1B3	64,5	66,5	64,1	195,1	65,03
A2B1	82,8	78,6	81,9	243,3	81,1
A2B2	74	68,7	74,1	216,8	72,27
A2B3	72,5	70,1	76,2	218,8	72,93
T1	93,3	91,2	87,3	271,8	90,6
T2	77,85	89,4	87,9	255,15	85,05

Sumatoria Total: 1861,25 CV: 10,98% Media: 77,55

**Resultados para el Analisis de Varianza (ADEVA)**

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	3377,69	23				
Bloque	176,72	2	88,36	1,22 ns	3,74	6,51
Trat.	2186,59	7	312,37	4,31 **	2,76	4,28
FA	30,68	1	30,68	0,42 ns	4,6	8,86
FB	1035,26	2	517,63	7,14 **	3,74	6,51
IAB	230,19	2	115,1	1,59 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	46,2	1	46,2	0,64	4,6	8,86
Tgo vs R	844,26	1	844,26	11,65 **	4,6	8,86
Error	1014,38	14	72,46			

**Ubicación de Rangos Tratamientos**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
T1	90,6		A			
A1B1	88,6		A B			
T2	85,05		A B			
A2B1	81,1		A B C			
A2B3	72,93		B C D			
A2B2	72,27		B C D			
A1B3	65,03		D			
A1B2	64,83		C D			

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	75,43		A			
A1	72,82		A			

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	84,85		A			
B3	68,98		B			
B2	68,55		B			

**Cuadro 22. Datos de Rendimiento (Kg/ha)**

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	17525	13606,26	16793,76	47925,02	15975,01
A1B2	9787,5	9518,76	9468,76	28775,02	9591,67
A1B3	3887,5	5131,26	3012,5	12031,26	4010,42
A2B1	16237,5	16262,5	14793,76	47293,76	15764,59
A2B2	9643,76	10793,76	7543,76	27981,28	9327,09
A2B3	5600	6037,5	5293,76	16931,26	5643,75
T1	6700	8175	7175	22050	7350
T2	5906,25	11325	7418,75	24650	8216,67

Sumatoria Total: 227637,60 CV: 15,27% Media: 9484,90

**Resultados para el Analisis de Varianza (ADEVA)**

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	432353585,8	23				
Bloque	5529537,76	2	2764768,88	1,32 ns	3,74	6,51
Trat.	397448416,3	7	56778345,19	27,06 **	2,76	4,28
FA	670868,06	1	670868,06	0,32 ns	4,6	8,86
FB	368986031,3	2	184493015,7	87,93 **	3,74	6,51
IAB	3502217,34	2	1751108,67	0,83 ns	3,74	6,51
T1 vs T2	1126666,67	1	1126666,67	0,54	4,6	8,86
Tgo vs R	23162632,96	1	23162632,96	11,04 **	4,6	8,86
Error	29375631,66	14	2098259,4			

**Ubicación de Rangos Tratamientos**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1B1	15975,01		A			
A2B1	15764,59		A			
A1B2	9591,67		B			
A2B2	9327,09		B			
T2	8216,67		B C			
T1	7350		B C			
A2B3	5643,75		C D			
A1B3	4010,42		D			

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	10245,14		A			
A1	9859,03		A			

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	15869,8		A			
B2	9459,38		B			
B3	4827,09		C			

**Cuadro 23 Análisis Foliar**

ANÁLISIS FOLIAR DE TESIS DE PIMIENTO AL 28 DE AGOSTO DEL 2017											
TRATAMIENTOS	ELEMENTOS NUTRITIVOS										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
	%					mg/Kg (ppm)					
<b>T 1</b>	3,88	0,22	5,56	1,13	0,478	28	25	15,8	6,6	132	95,3
<b>T 2</b>	2,97	0,22	4,32	1,38	0,373	22	22	29,35	8,2	207	86,6
<b>T 3</b>	2,39	0,22	5,22	1,03	0,493	21	27	29	8,2	152	71,7
<b>T 4</b>	4,81	0,26	7,39	1,65	0,741	27	30	115,7	21,4	310	109,3
<b>T 5</b>	3,91	0,25	5,84	0,87	0,439	25	22	19,8	6,6	107	118
<b>T 6</b>	2,95	0,23	4,59	0,77	0,335	31	15	16,03	6,6	92	75,2
<b>T 7</b>	2,64	0,22	4,96	1,1	0,357	23	28	17,5	8,2	599	118
<b>T 8</b>	4,79	0,22	6,75	1,2	0,52	31	18	61,1	18,1	168	74,4
<b>NIVEL ADECUADO</b>	3,0 4, 5	0,2 0, 5	5,5 6, 0	0,5 1, 0	0,1 0, 4	0,23	10 1 0 0	20 1 0 0	5,0 20 ,0	50 2 5 0	20 3 0 0

**Método empleado:** Digestión por vía húmeda con ácido sulfúrico más óxido de selenio

**Fuente:** Laboratorio de análisis de suelos y plantas "SALBRA"

**Cuadro 24. Análisis de agua.**

VALORES DEL ANÁLISIS DE AGUA (DE RÍO) PARA RIEGO EN ENSAYO DE PIMIENTO EN HIDROPONÍA. 14 DE JULIO DEL 2017													
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	mg/l		pH	ppm de suelo				miligramos/litro (mg/l)					
	SDT			K	Ca	Mg	Na	N	Cl-	Zn	Cu	Fe	Mn
de Río San Pablo	53	N	7,995 N	0,223 N	4,365 N	0,671	1,20	N C	83,3	N C	N C	N C	N C
DUREZA DEL AGUA Y OTROS DATOS													
de Río San Pablo	mg/l					mmh/cm <sub>2</sub>	mg/l	mg/l					
	Dureza cálcica		Dureza magnésica		Dureza total	Bicarbonatos	CE	SO4	Cl-				
	10,9		2,33		13,2 N	58,73 N	99 N	20,75 N	83,31 N				

**Fuente:** Laboratorio de análisis de suelos y plantas "SALBRA"

**Significado:**

A = Alto, M = medio, B = Bajo

N = Normal

Ac = Ácido, Al = Alcalino

MAc = Medianamente ácido, LAc = Ligeramente ácido

NC = No cuantificable

**SDT** = Sedimentos Disueltos Totales

**CE.** = Conductividad eléctrica

**pH.** Medición directa



Figura 1 Llenado de bandejas germinadoras



Figura 2 Germinación de semillas



**Figura 3 Estaquillado de terreno**



**Figura 4 Lavado y desinfección del sustrato**



**Figura 5 Establecimiento de las unidades experimentales**



**Figura 6. Plántulas de los híbridos utilizados**



**Figura 7. Plántulas de los híbridos utilizados**



Plántulas de híbrido Marcato

**Figura 8. Tanques de fertirriego**



**Figura 9. Parcelas establecidas**



**Figura 10. Aplicando dosis de solución nutritiva**



**Figura 11. Aplicando fertilizante al testigo**



**Figura 12. Visita de la tutora**



**Figura 13. Inicio de fructificación**



**Figura 14. Tratamiento dosis completa. Plantas de pimienta a los 45 ddt**



**Figura 15. Tratamiento dosis baja. Pimiento a los 45 ddt**



**Figura 16. Cosecha**













**Figura 17. Segunda cosecha**



**Figura 18. Visita Coordinador Titulación**



Figura 19. Comparación de los frutos entre tratamientos

	
H. Marcato dosis completa	H. Cortes dosis completa
	
H. Marcato media dosis	H. Cortes media dosis
	
H. Marcato dosis baja	H. Cortes dosis baja
	
H. Marcato Testigo	H. Cortes Testigo



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA.**



**TRABAJO DE TITULACION**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PRESENTADO AL H. CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACIAG, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

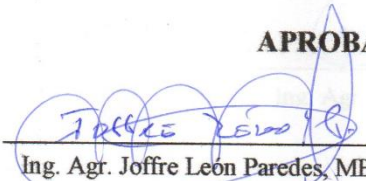
**CERTIFICADO:**

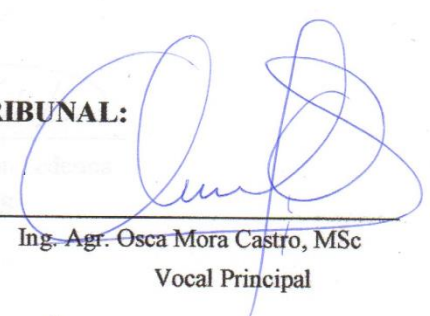
Que el presente trabajo de investigación ha sido diseñado y supervisado en su totalidad por la H. Faciag, con los datos:


**TEMA:**

“Evaluación de dos híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.), cultivados en sistema hidropónico en sustratos y soluciones nutritivas”

**APROBADA POR EL TRIBUNAL:**

  
Ing. Agr. Joffre León Paredes, MBA  
Presidente del Tribunal

  
Ing. Agr. Osca Mora Castro, MSc  
Vocal Principal

  
Ing. Agr. Rosa Guillen Mora  
Vocal Principal

**BABAHOYO-LOS RÍOS-ECUADOR**

**2017**