



Universidad de Guayaquil

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**



**FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACION**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Tema:

**“Características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador”.**

Autor:

Elías German Painii Carriel

Tutor:

Ing. Agr. Lauro Díaz Ubilla M.Sc

Vinces - Los Ríos - Ecuador

2017



Universidad de Guayaquil



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACION**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Tema:

**“Características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador”.**

Autor:

Elías German Painii Carriel

Tutor:

Ing. Agr. Lauro Díaz Ubilla M.Sc

**Tribunal De Sustentación Aprobado**

---

**ING. Albino Fernández**

**Presidente**

---

**ING Blanca Ortiz**  
**Vocal**

---

**ING Bravo Agustín**  
**Vocal**

La responsabilidad del contenido de este trabajo de Investigación me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias para el Desarrollo de la Universidad de Guayaquil.

---

Elías German Painii Carriel

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado durante todo el proceso de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos débiles y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis Padres Ing. Elías Painii Carranza y la Sra. Cecilia Carriel Quinto por su apoyo en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por permitirme la oportunidad de tener una excelente educación durante el transcurso de mi vida y sobre todo por ser un ejemplo de vida, y de los cuales aprendí que de luchar es para personas humildes y luchadoras.

A mi hermana Katherine Painii Carriel quien día a día me motiva a luchar por mi objetivo

A mi tutor de proyecto Ing. Lauro Díaz quien me dio la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación en uno de sus proyectos y por estar siempre pendiente de mí, apoyándome incondicionalmente durante todo el proceso de mi titulación y más de tutor es mi amigo ya que siempre estuvo con una palabra de aliento cuando sentía desmayar por las situaciones difíciles que se presentaban en el transcurso de la vida.

A los Ing. Luis Espinoza y Wilmer Roca quienes estuvieron presente durante todo el proceso de mi trabajo de investigación ayudándome cuando los necesite.

A todo el personal administrativo y de servicio de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo de la Universidad de Guayaquil.

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor

A mí mismo por haberme propuesto la meta por cumplir con mucho esfuerzo y sacrificio la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

## INDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>ÍNDICE CONTENIDO</b> .....	<b>I</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VII</b>
<b>SUMARY</b> .....	<b>VIII</b>
<b>I INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
1.1 Situación problematizadora.....	3
1.1.1 Descripción del problema. ....	3
1.1.2 Problema. ....	3
1.1.3 Preguntas de la investigación. ....	3
1.1.4 Delimitación del problema.....	3
1.1.4.1 Temporal. ....	3
1.1.4.2 Espacial.....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 General.....	4
1.2.2 Específicos. ....	4
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
2.1. Origen.....	5
2.1.2 Clasificación taxonómica y morfología de la planta pimiento.....	5
2.1.3 Características físicas y químicas del pimentón.....	5
2.2 Acidez, acidez titulable.....	6
2.2.1 Acidez. ....	6
2.2.2 Acidez titulable. ....	6
2.2.3 °Brix. ....	6
2.2.4 Color.....	7
2.3. La fertilización foliar y la absorción de nutrientes en las plantas.....	7
2.3.1 Funciones del nitrógeno en la planta de pimiento.....	8
2.3.2 Funciones del fósforo en la planta de pimiento.....	8
2.3.3 Funciones del potasio en la planta de pimiento.....	9
2.4 Ventajas de la fertilización foliar.....	9

2.4.1 Desventajas de la fertilización foliar .....	9
2.4.2 El bio-pirosil o ácido piroleñoso, la nutrición, fertilización foliar, normas INEN.....	10
2.5 Experiencias investigativas. ....	12
<b>III. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>14</b>
3.1 Localización del sitio experimental. ....	14
3.1.2 Material de siembra.....	14
3.1.2.1 Características generales del pimentón híbrido Quetzal. ....	14
3.2 Métodos.....	14
3.3 Factores estudiados .....	15
3.4 Tratamientos.....	15
3.5 Diseño experimental .....	15
3.5.1 Esquema del análisis de varianza.....	15
3.5.2 Modelo matemático.....	15
3.5.3 Pruebas de rangos múltiples.....	16
3.5.4 Delineamiento del experimento. ....	16
3.6 Manejo del lote experimental.....	16
3.6.1 Siembra del semillero.....	16
3.6.2 Riego de semillero.....	16
3.6.3 Preparación de hoyos. ....	16
3.6.4 Trasplante.....	17
3.6.5 Riego. ....	17
3.6.6 Manejo de malezas.....	17
3.6.7 Aplicación de fertilizante.....	17
3.6.9 Cosecha. ....	20
3.7 Datos evaluados .....	20
3.7.1 Variables para determinar la calidad del fruto. ....	20
3.7.1.1 <i>Peso del fruto por planta en Kilogramos.</i> ....	20
3.7.1.2 <i>Longitud del fruto en Centímetro.</i> ....	20
3.7.1.3 <i>Diámetro del fruto en centímetro.</i> ....	20
3.7.1.4 <i>Color.</i> ....	20
3.7.1.5 <i>Medición del grosor de la pared del fruto (pericarpio) en milímetro.</i> ....	21
3.7.1.6 <i>Total de semillas por fruto.</i> ....	21
3.7.1.6 <i>Porcentaje de vaneamiento de semillas por fruto.</i> ....	21
3.7.1.8 <i>Determinación de acidez total titulable.</i> .....	21

3.7.1.9 Medición del pH en el fruto de pimiento.....	22
3.7.1.10 Medición de °Brix. ....	22
3.7.1.11 Análisis químico del fruto de pimiento.....	22
3.7 Instrumentos.....	22
3.8.1 Materiales de oficina. ....	22
3.8.2 Herramienta de campo. ....	23
3.8.3 Insumos. ....	23
3.8.4 Equipos.....	23
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>24</b>
4.1 Peso del fruto por planta en gramos. ....	24
4.2 Longitud del fruto centímetro ....	25
4.4 Color.....	27
4.5 Medición del grosor de la pared del fruto (pericarpio) en milímetro. ....	28
4.6 Total de semillas por fruto. ....	29
4.7 Porcentaje de vaneamiento de semillas por fruto.....	30
4.8 Determinación de acidez total titulable. ....	31
4.9 Medición del pH en el fruto de pimiento. ....	32
4.10 Medición de °Brix.....	33
4.11 Análisis químico del fruto de pimiento. ....	34
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>40</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Peso del fruto en gramos, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.....	23
<b>Cuadro 2.</b> Longitud del fruto, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador.....	24
<b>Cuadro 3.</b> Diámetro de fruto, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador.....	25
<b>Cuadro 4.</b> Color del fruto, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.....	26
<b>Cuadro 5.</b> Medición del grosor de la pared del fruto (pericarpio) en milímetro, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador.....	27
<b>Cuadro 6.</b> Total de semillas por fruto, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador.....	28
<b>Cuadro 7.</b> Porcentaje de semillas vanas, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.....	29
<b>Cuadro 8.</b> Acidez total titulable del fruto, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.....	30

<b>Cuadro 9.</b> Medición del pH, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador.....	31
<b>Cuadro 10.</b> Medición de grados brix, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador.....	32
<b>Cuadro 11.</b> Análisis químico del fruto de pimiento, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador.....	33

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Contenido nutricional del bio-pirosil.	11
<b>Tabla 2.</b> Método de análisis de características químicas del pimiento.....	12
<b>Tabla 3.</b> Cantidad de solución agua/bio-pirosil a aplicarse por planta .....	17
<b>Tabla 4.</b> Dosis y distribución de fertilizantes edáficos y foliar a aplicar durante el ensayo en la fertilización al 100 %.....	18
<b>Tabla 5.</b> Dosis y distribución de fertilizantes edáficos y foliar a aplicar durante el ensayo en la fertilización al 75 %.....	18
<b>Tabla 6.</b> Dosis y distribución de fertilizantes edáficos y foliar a aplicar durante el ensayo en la fertilización al 50 %.....	19
<b>Tabla 7.</b> Dosis y distribución de fertilizantes edáficos y foliar a aplicar durante el ensayo en la fertilización al 25 %.....	19

## RESUMEN

El reciente trabajo de investigación cuyo título es: “Características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L.), por la aplicación de bio piroxil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador”, se realizó en los predios de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo de la Universidad de Guayaquil, ubicada a 1,5 km. de la vía Vinces-Palestina, tuvo como objetivos: determinar las características físicas del fruto del pimiento por la aplicación de tres dosis de bio piroxil vía foliar como complemento de la fertilización edáfica y conocer las características químicas del fruto del pimiento, se utilizó un Diseño experimental Completamente al Azar, empleando cuatro tratamientos y cinco repeticiones. No se encontró diferencia significativa en los tratamientos obteniendo los siguientes resultados: el T<sub>3</sub> obtuvo frutos con peso de 61,68 g, diámetro 4,45 cm, grosor de la pared del fruto con 4,66 mm, mayor pH con 5,51 y de °Brix con 5,51, en lo que respecta mayor longitud, mayor número y vaneamiento de semillas lo obtuvo el T<sub>2</sub> con 14,93 cm, 183,25 semillas buenas, lo que representa un 6,42 % respectivamente, en cuanto al color el mayor promedio lo obtuvo el T<sub>1</sub> con 383,18 RBG y en la acidez la obtuvo el T<sub>4</sub> con 1,38.

**Palabras Clave:** Horticultura, solanaceae, características físicas y químicas.

## SUMMARY

The recent research work entitled "Physical and chemical characteristics of pepper fruit (*Capsicum annum* L.), by the application of bio pirosil via foliar under semi-controlled conditions in the area of Vinces, Ecuador", was carried out on the premises of the Faculty Of Sciences for the Development of the University of Guayaquil, located to 1,5 km. Of the Vinces-Palestine route, had the following objectives: to determine the physical characteristics of the fruit of the pepper by the application of three doses of bio pirosil via foliar as complement of the soil fertilization and to know the chemical characteristics of the pepper fruit, a Design was used Experimental Completely at random, using four treatments and five replicates. No significant difference was found in the treatments, obtaining the following results: T3 obtained fruits with weight of 61,68 g, diameter 4,45 cm, thickness of the fruit wall with 4,66 mm, higher pH with 5,51 and Of brix degrees with 5,51, with regard to greater length, greater number and vaneamiento of seeds was obtained the T2 with 14,93 cm, 183,25, and 6,42% respectively, as far as the color the greater average Obtained the T1 with 383,18 RBG and in the acidity was obtained the T4 with 1,38.

**Keywords:** Horticulture, Solanaceae, physical and chemical characteristics.

## I INTRODUCCION

El pimiento (*Capsicum annum* L), es una planta originaria de México, Perú y Bolivia. Es una hortaliza de gran demanda tanto por su importante aporte calórico así como también por su alto contenido de agua y fibra. Pertenece a la familia de las Solanáceas al igual que el tomate, la papa y la berenjena (Villafuerte, 2016).

En Ecuador la producción de esta hortaliza representa un rubro importante en el sector agrícola vinculado con esta actividad; se cultiva tanto en la costa como en los valles interandinos y amazonia, siendo las provincias costeras de Guayas, Manabí y Esmeraldas las de mayor producción.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en estudios realizados en el año 2010, sobre áreas cultivadas de pimiento, ubica al Ecuador en el puesto 56 entre 99 países productores, con una extensión de 1 800 hectáreas. Los cultivos están ubicados en la sierra el 50 %, costa 45 %, y en la región amazónica 5 %, es cultivado por un gran número de pequeños y medianos agricultores (FAO, 2011).

Como todo fruto el pimiento presenta propiedades físicas y químicas, atributos de calidad del pimentón, incluyen principalmente, la intensidad del color y el sabor que determinan la gran variabilidad de la fruta y por lo tanto la preferencia del consumidor

Dentro de las propiedades químicas del fruto de pimiento tenemos el pH que varía desde 5,1 hasta 6,3 y el contenido de humedad entre 8,6 % y 10,8 % respecto al peso total. El pimentón con un contenido de humedad de menos del 11 % se considera aceptable para la comercialización para asegurar el almacenamiento, pero sin favorecer el crecimiento de hongos (Fernandez, 2014).

De acuerdo a la Norma técnica ecuatoriana INEN (1996-2012). Hortalizas frescas. Pimiento o pimentón. En lo que respecta a los requisitos físicos y químicos expresa lo siguiente:

El pimentón puede ser clasificado en función de su color, que puede ser: el color extractable, expresado en unidades de color ASTA (American Spices Trade Association) de acuerdo a la Norma ISO 7541, o el color visible, medido por comparación con una muestra de referencia, y también en función de su grado de picor y características físicas y químicas.

En Ecuador la producción de hortalizas es relativamente baja teniendo en cuenta el potencial productor que tiene nuestro país, problemas como un deficiente conocimiento en cuanto al manejo de la fertilidad complementado con el uso de alternativas orgánicas que permiten mejorar la calidad del fruto hacen que la producción no sea óptima; además, de que los frutos no presentan características físico-químicas deseables al consumidor Borbor-Suarez, (2007).

La fertilización foliar en la agricultura es cada vez más frecuente por la demanda nutricional de los cultivos de altos rendimientos, donde el objetivo generalmente es suplir los requerimientos nutricionales en épocas críticas (caso micronutrientes esenciales); acortar o retardar ciclos en la planta e inducir etapas específicas fenológicas; además, de contrarrestar condiciones de stress en la planta; aporte energético en etapas productivas o nutrición foliar con fines de sanidad vegetal, lo cual lo menciona (Villacis, 2014).

Los atributos de calidad del pimentón incluyen, principalmente, la intensidad del color y el sabor que determinan la gran variabilidad de la fruta y por lo tanto la preferencia del consumidor. El color del pimentón es muy importante y es el criterio principal para evaluar su calidad y su valor, porque su color determina en gran medida, el precio que recibe el productor (Collantes, 2015).

Por las consideraciones expuestas el presente trabajo tiene por objeto realizar los estudios necesarios en lo que corresponde a la utilización del ácido piroleñoso en aplicaciones foliares en este cultivo y determinar las características físicas y químicas del fruto en la zona de Vinces-Ecuador.

## **1.1 Situación problematizadora**

### **1.1.1 Descripción del problema.**

Actualmente son pocas conocidas ciertas características físicas y químicas del pimiento especialmente en lo que respecta al grosor de la pared del fruto, acidez titulable, pH, °Brix entre otros, no existiendo suficiente investigaciones que citen con veracidad las características deseadas.

Por otro lado se desconoce si los frutos de pimiento que se presentan en el mercado nacional, reúnen ciertas condiciones y características físicas y químicas deseables de acuerdo a los estándares del INEN, es poca la información disponible sobre las propiedades físicas y químicas.

### **1.1.2 Problema.**

Se desconoce las características físicas y químicas del fruto de pimiento con la aplicación de bio piroxil en forma foliar.

### **1.1.3 Preguntas de la investigación.**

¿Cuáles serán los efectos del bio piroxil sobre las características físicas del fruto de pimiento?

¿Cuáles serán las características químicas del fruto del pimiento por la aplicación de tres dosis bio piroxil?

### **1.1.4 Delimitación del problema**

#### ***1.1.4.1 Temporal.***

Desde la época de los años setenta, al inicio de la revolución verde hasta la actualidad.

#### ***1.1.4.2 Espacial.***

En los suelos de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo, ubicado en el cantón Vinces en provincia de Los Ríos.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 General.**

Determinar las características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de tres dosis de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador.

### **1.2.2 Específicos.**

- Determinar las características físicas del fruto del pimiento por la aplicación de tres dosis de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas como complemento de la fertilización edáfica
  
- Identificar las características químicas del fruto del pimiento por el efecto de la aplicación de tres dosis bio-pirosil vía foliar como complemento de la fertilización edáfica.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Origen

Según Bonilla y Sánchez (citados por Borbor y Suarez, 2007), el pimiento es originario de la zona de Bolivia y Perú, donde además de *Capsicum annum* L. se cultivan al menos otras cuatro especies. Fue llevado al viejo mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España; desde ahí pasó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses.

#### 2.1.2 Clasificación taxonómica y morfología de la planta pimiento.

- División: Spermatophyta
- Línea XIV: Angiospermae
- Clase A: Dicotyledoneae
- Rama 2: Malvales- Tubiflorae
- Orden XXI: Solanales (Personatae)
- Familia: Solanaceae
- Género: *Capsicum*
- Especie: *annum*

#### 2.1.3 Características físicas y químicas del pimentón

El pH varía desde 5,1 hasta 6,3 y el contenido de humedad entre 8,6 % y 10,8 % respecto al peso total. El pimentón con un contenido de humedad de menos del 11 % se considera aceptable para la comercialización para asegurar el almacenamiento, pero sin favorecer el crecimiento de hongos. El contenido total de cenizas varía entre el 6,1 % y 7,2 %, lo cual está por debajo del valor límite máximo admisible (10 %). El método Asta es el más utilizado para medir la calidad comercial del pimentón porque cuantifica el contenido total de carotenoides indirectamente (Fernandez, 2014).

Los valores Asta del pimentón varían de 112-144 unidades en las muestras analizadas. Cualquier cambio en los parámetros de color podría ser consecuencia de las condiciones agrícolas y/o factores meteorológicos, especialmente los relacionados con la temperatura, la insolación y la pluviometría, que influyen en los niveles de pigmento en frutos de pimiento.

### 2.1.4 Composición química del fruto de pimiento.

Agua:	94 %
Hidratos de carbono:	3,7 % (fibra 1,2 %)
Lípidos:	0,2 %
Proteínas:	0,9 %
Sodio:	0,5 mg/100 g
Calcio:	12 mg/100 g
Hierro:	0,5 mg/100 g
Potasio:	186 mg/100 g
Fósforo:	26 mg/100 g
Ácido ascórbico (Vit. C):	131 mg/100 g
Retinol (Vit. A):	94 mg/100 g
Tiamina (Vit. B1):	0,05 mg/100 g
Riboflavina (Vit. B2):	0,04 mg/100 g
Ácido fólico (Vit. B3):	11 microgramos/100 g

Infoagro, (1997).

## 2.2 Acidez, acidez titulable

### 2.2.1 Acidez.

Se denomina acidez al grado de una sustancia que describe su capacidad de donar protones, los cuales son capaces de acidificar una disolución acuosa.

### 2.2.2 Acidez titulable.

La acidez se define como la suma de los ácidos en estado libre que existen en una solución y que sean valorables, cuando se realiza la neutralización hasta  $\text{pH}=7,0$ , por adición de una disolución alcalina. La determinación de la acidez total se realiza en la práctica en base a una valoración ácido-base, utilizando como reactivo valorante una base fuerte como es el hidróxido sódico (NaOH), y tomando como punto de equivalencia  $\text{pH}=7,0$  (Reyes, 2011)

### 2.2.3 °Brix.

Es el porcentaje de sólidos solubles presentes en alguna sustancia. En frutas, este valor indica la cantidad de azúcar (sacarosa) presente. La cantidad de azúcar en la fruta es esencial ya sea para consumo en fresco mejorando su sabor como para la elaboración de

ciertos productos, las normativas exigen que se mantenga un contenido de sólidos de azúcar determinado, existen muchos factores que pueden influir en los valores °Brix de manera consistente e importante. Estos factores incluyen la variedad, la madurez o etapa de crecimiento, el agua y el manejo de la fertilización (Coronel, 2009)

#### **2.2.4 Color.**

Según Gil, (2013), los frutos inmaduros de pimiento suelen ser verdes, aunque en Centro-Europa los hay también amarillos e incluso color marfil. Los pimientos maduran en color rojo, pero también en anaranjado y amarillo, éstos muy corrientes en Italia, y en muy contadas ocasiones, morados y negros como las berenjenas. Así que hay diferentes evoluciones en la maduración de los frutos, la más corriente de verde a rojo.

Desde el punto de vista del consumidor sobre todo importa el color maduro, porque los colorantes rojos son carotenos (provitamina A) de gran efecto beneficioso en la salud. Se encuentran en mayor cantidad en los frutos rojos que en los amarillos o anaranjados. Así que se puede elegir, en principio, los rojos tienen más antioxidantes carotenoides que los anaranjados, pero se conoce algunos casos de personas a las que los rojos les resultan indigestos y no ocurre así con los que maduran en naranja.

En lo que respecta al color el factor varietal es una de las causas más importantes que influyen en la formación del color del pimiento, cada variedad tiene un color una intensidad y brillo diferente (Collantes, 2015).

### **2.3. La fertilización foliar y la absorción de nutrientes en las plantas**

La fertilización foliar es una técnica ampliamente utilizada en la agricultura para corregir las deficiencias nutricionales en diferentes sistemas de cultivo. Esta práctica resultante de la aplicación de los nutrientes en las partes aéreas de las plantas, está diseñada para complementar y/o suplementar y mantener el equilibrio nutricional de las plantas, especialmente durante los períodos de máxima demanda, favoreciendo así la provisión adecuada para mejorar los caracteres genéticos de la producción. Los nutrientes se pueden aplicar en forma soluble en agua y por medio de equipo en la planta. Lógicamente, esta práctica no sustituye la fertilización a través de la raíz, sino que la complementa (Melendez & Molina, 2002).

Estos mismos autores mencionan que para ser absorbido y realizar sus respectivas funciones, el nutriente debe entrar en la célula vegetal. Para eso, hay que superar dos barreras: la primera es la cutícula/epidermis; y la segunda son las membranas plasmalema y tonoplasto; que comprenden por lo tanto una fase pasiva (penetración cuticular) y una activa (captación celular).

Melendez y Molina, (2002) expresan que las plantas pueden fertilizarse suplementariamente a través de las hojas mediante aplicaciones de sales solubles en agua, de una manera más rápida que por el método de aplicación al suelo.

Los nutrimentos se absorben por el follaje con una velocidad notablemente diferente. El nitrógeno se destaca por su rapidez de absorción necesitando de 0,5-2 horas para que el 50 % de lo aplicado penetre en la planta. Los demás elementos requieren tiempos diferentes y se destaca el fósforo por su lenta absorción, requiriendo hasta 10 días para que el 50 % sea absorbido (Melendez & Molina, 2002)

### **2.3.1 Funciones del nitrógeno en la planta de pimiento.**

Es el elemento que beneficia al crecimiento y desarrollo de las plantas, con su valor nutritivo, debido a que influye en la formación de hojas y ramas; las plantas demandan de grandes cantidades nitrógeno, por su importancia en numerosos procesos transcendentales de la planta, ya que forman parte de compuestos esenciales para las células, como los aminoácidos y ácidos nucleicos. Por lo tanto, la falta de nitrógeno impide un rápido crecimiento de la planta. (Roveda, Cabra, & Ramirez, 2008).

### **2.3.2 Funciones del fósforo en la planta de pimiento.**

Los efectos positivos que conllevan una buena disponibilidad de fósforo son mayor desarrollo radicular, crecimiento y desarrollo general de la planta, aceleración de la floración, fructificación y es fundamental para la formación de la semilla y mayor resistencia a las condiciones climáticas adversas además está implicado en la transferencia de características hereditarias de una generación a la siguiente (Mora , 2011).

### **2.3.3 Funciones del potasio en la planta de pimiento.**

Promueve el desarrollo de tejidos meristemáticos, intervienen en la apertura de los estomas y por tanto en la fotosíntesis, es importante en la formación de hidratos de carbono, interviene en el metabolismo del N, y en la síntesis de la clorofila. Un nivel adecuado de K incrementa la resistencia de la planta a la sequía y heladas, le da mayores y mejores azúcares a los frutos, granos, interviene en la calidad y presentación de productos. Además, el potasio mejora la resistencia a plagas y enfermedades, debido que incrementa el grosor de las paredes celulares y aumenta la firmeza de tallos y pecíolos (Macías, 2014).

### **2.4 Ventajas de la fertilización foliar**

Una vez que se ha realizado la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando varias vías: a) la corriente de transpiración vía xilema, b) las paredes celulares, c) el floema y otras células vivas y, d) los espacios intercelulares. La principal vía de translocación de nutrimentos aplicados al follaje es el floema. El movimiento de célula a célula ocurre a través del protoplasma, por las paredes o espacios intercelulares. El movimiento por el floema se inicia desde la hoja donde se absorben y sintetizan los compuestos orgánicos, hacia los lugares donde se utilizan o almacenan dichos compuestos.

En consecuencia, las soluciones aplicadas al follaje no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta tanto no se produzca movimiento de sustancias orgánicas producto de la fotosíntesis Melendez & Molina, (2002).

Rottenberg, (2015) Menciona que la nutrición foliar con fertilizantes totalmente solubles en agua aumenta los rendimientos y mejora la calidad. Debido que la absorción de nutrientes a través de las hojas es más rápida que a través de las raíces, la aplicación foliar es la técnica a elegir cuando se necesita una corrección de insuficiencias nutricionales.

#### **2.4.1 Desventajas de la fertilización foliar**

La penetración de nutrimentos a través de la hoja es afectada por factores externos tales como la concentración del producto, la valencia del elemento, el o los nutrimentos involucrados, el ión acompañante, las condiciones tecnológicas de la aplicación y de factores ambientales tales como temperatura, humedad relativa, precipitación y viento. Así

como también, por factores internos como la actividad metabólica. El grosor de la capa cuticular varía enormemente entre especies de plantas y es también afectado por factores ambientales, tal es el caso de comparar plantas que crecen a la sombra con aquellas a plena luz, además, la capacidad de absorción por la hoja disminuye con la edad de la misma, debido a una disminución en la actividad metabólica, a un incremento en la permeabilidad de la membrana y a un aumento en el grosor de la cutícula (Melendez & Molina, 2002).

#### **2.4.2 El bio-pirosil o ácido piroleñoso, la nutrición, fertilización foliar, normas INEN.**

Es un producto natural, biodegradable y totalmente soluble en agua. No produce toxicidad a la dosis recomendada, no causa contaminación al ambiente y no tiene efecto residual en aguas, cultivos y suelos. Científicamente está demostrado que con aplicaciones regulares de bio-pirosil (orgánico) hay mayor producción en los cultivos, y menos incidencias de plagas. Está constituido por sílice (orgánico), macro y micro elementos, auxinas, citoquininas, vitaminas, humus y pH de 3.90 a 3,93 (Coello, 2012).

El bio-pirosil se lo obtiene en forma artesanal de la quema del tamo de arroz: el líquido resultante es utilizado en los cultivos; para obtener 1 L de ácido se requiere 1 363 kg de tamo. En el proceso se utiliza un quemador el mismo que puede ser elaborado con un tanque de 200 L al cual se le realizan perforaciones en su entorno, también lleva un tubo condensador en su parte superior con una salida para recoger el líquido producto del proceso y para que escapen los gases que se generan durante la combustión.

**Tabla 1.** Contenido nutricional del bio-pirosil.

Resultado del análisis bioquímico del bio-pirosil	
N	0,04%
P	1,32 µg/g-L
K	1,49 µg/g-1
Ca	10,00 µg/g-1
Mg	0,49 µg/g-1
S	0,77 µg/g-1
Fe	50,20 µg/g-1
Mn	18,00 µg/g-1
Zn	0,50 µg/g-1
Mo	0,005 µg/g-1
Cu	0,15 µg/g-1
B	0,056 µg/g-1
Na	0,70 µg/g-1
<b>Fitohormonas</b>	
Auxinas	0,04ppb
Giberalinas	No detectable
Citoquininas	0,008ppb
<b>Vitaminas</b>	
Características bioquímicas	C-K
Partición coloidal	Buena
Capacidad de carga biopolimerica	Buena

**Fuente:** INIAP Santa Catalina

Según Balcaza (citado por Vega, 2013), la alimentación del pimiento necesita diferentes tipos de nutrientes, según su estado fenológico. De los macro elementos, el pimiento es muy demandante de nitrógeno, sobre todo en la etapa de crecimiento. En los suelos cultivados bajo invernadero en la zona, la sucesión de cultivos y el aporte de enmiendas y fertilizantes permiten iniciar el ciclo con altos niveles de nitrógeno, por eso es muy probable que un programa de fertirrigación se inicie sin este nutriente.

Según Kuepper (citado por López, 2013), en ciertas estaciones y áreas de producción, la demanda de algunos nutrimentos es requerida para el rápido desarrollo de hojas y raíces que pueden exceder el suministro de las raíces y reservas. Las aplicaciones foliares son frecuentemente de duración limitada y coinciden con un estado específico de crecimiento vegetativo o productivo.

Las muestras de pimentón deben analizarse para demostrar su conformidad con los requisitos de esta norma mediante la aplicación de los métodos de análisis referidos en este apartado y en la siguiente tabla.

**Tabla 2:** Método de análisis de características químicas del pimiento.

Características	Requisitos				Método de Análisis
	I	II	III	IV	
Materia natural colorante, en unidades de color ASTA (valores mínimos)	120	100	80	60	ISO 7541
Contenido en capsaicina, µg/g (valores máximos) Valor de Scoville (µg/g × 15)	30 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	ASTA 21.3
Contenido en humedad, fracción de masa, % (valor máximo)	11	11	11	11	Véase el anexo A
Cenizas totales, % S.S.S (valor máximo)	8,0	8,0	8,5	10,0	ISO 928
Cenizas insoluble en ácido, % S.S.S (valor máximo)	b 0,6	b 0,7	b 0,9	b 1,0	ISO 930
Extracto etéreo no volátil, % S.S.S (valor máximo)	17,0	17,0	20,0	25,0	ISO 1108

<sup>a</sup> Por encima de este valor el pimentón es picante. Si se requiere pimentón picante, su grado debería formar parte del acuerdo entre el comprador y el vendedor.

<sup>b</sup> Si el producto contiene un agente antiaglomerante, se permite que este valor sea superior hasta el 1%.

**Fuente:** INEN-NORMA TECNICA ECUATORIANA (Instituto nacional de Normalización) 1996-2012

## 2.5 Experiencias investigativas.

Coello.,(2012) en su investigación “Manejo de pulgones transmisores de enfermedades virales en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.), en la zona de Vinces” menciona que el tratamiento con mayor promedio fue T<sub>0</sub> (Testigo Relativo Cipermetrina 2 L/ha) con 49,29 gr/fruto.

Así mismo indica que no hubo significancia estadística en longitud del fruto en cm, el tratamiento que presentó el mayor promedio fue T<sub>0</sub> (testigo relativo Cipermetrina 2 L/ha) con 11,20 cm; y el de menor promedio T<sub>1</sub> (Bio-pirosil 2 L/ha) con 10,51cm.

Nivela, (2006) en su investigación denominada “Estudio de la eficacia de varios bio-insecticidas para el control de insectos-plagas que afectan al cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L)”, reportó que no existió diferencia estadística entre los valores; sin embargo, numéricamente el tratamiento, Ácido piro leñoso registro 15, 06 cm de longitud de fruto.

Espinoza, (2016) En su proyecto de investigación “Morfología y rendimiento de la planta de pimiento (*Capsicum annum* L), con la aplicación de dosis de bio-pirosil vía foliar como complemento de la fertilización edáfica en la zona de Vinces”. Menciona que el tratamiento con mayor diámetro del fruto lo obtuvo el T<sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK con 5,27 cm.

Morales, (2013) en su investigación “Evaluación de la producción y calidad de pimiento (*Capsicum annum* L.) cv ‘Cannon’ obtenido mediante biofertilización” obtuvo el mayor promedio el Testigo 7,64 mm de grosor. El mismo autor menciona que en la variable medición del pH alcanzo un promedio de 5,06 además obtuvo un promedio de 5,1 de °Brix

(Staller, 2012) en su proyecto de investigación “Caracterización morfológica, agronómica y de calidad del pimiento y pimentón de la variedad tap de cortí” obtuvo el mayor promedio de color con 254,83 RGB.

(Sanchez, 2013) En su investigación “Evaluación de la calidad físico química (°bx, pH, acidez, actividad de agua y color) del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) deshidratado” reporto un mayor promedio de 0,64 %.

Cada pimiento tiene un rendimiento de 0,7 gramos de semillas. Considere 60 semillas por fruto, por lo que 1-2 frutos destinados a producir semilla son suficientes para la siguiente siembra (FAO, 2011).

### III. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Localización del sitio experimental.

El trabajo de investigación se realizó en la Facultad de Ciencias para el Desarrollo de la Universidad de Guayaquil, ubicada a 1,5 km en la vía Vinces-Palestina, siendo sus coordenadas geográficas: 1° 32' de latitud Sur (paralelo), 79° 47' de longitud Occidental, (meridiano), con una altura de 14 msnm su temperatura promedio de 26 °C y precipitación promedio anual de 1 400 mm <sup>1/</sup>.

#### 3.1.2 Material de siembra.

Como material genético se utilizó el pimentón híbrido Quetzal, cuyas características son:

##### 3.1.2.1 Características generales del pimentón híbrido Quetzal.

Pimentón híbrido tipo Marconi, muy precoz.

- 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: *Tobacco mosaic Virus (TMV)*, *Potato Virus Y (PVY)*, *Tobacco etch virus (TEV)*, *Pepino mosaic virus (PepMoV)*, *Tobamo Po*.
- Excelente rendimiento.
- Hábito de crecimiento: semi indeterminado.
- Dimensiones del fruto 17 cm de largo por 4 cm de diámetro.
- Paredes del fruto 4 mm de espesor.
- Número de lóbulos del fruto de 3-4.
- Presentación: 1 000 semillas y 5 000 semillas.

#### 3.2 Métodos

Se utilizará los métodos teóricos: inductivo-deductivo y análisis-síntesis; el método empírico denominado experimental.

- ✓ El método deductivo fue utilizado en la evaluación del cultivo: tamaño fruto, diámetro del fruto, número fruto, etc.

<sup>1/</sup> Datos tomados del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

- ✓ El inductivo se utilizó para la obtención de los resultados en los objetivos específicos del proyecto,
- ✓ El análisis fue utilizado en los resultados
- ✓ la síntesis en las conclusiones y recomendaciones
- ✓ El método experimental en la aplicación del ensayo en el campo.

### 3.3 Factores estudiados

En la investigación se estudió el efecto de la aplicación de Bio-pirosil (ácido piroleñoso) en tres dosis en el cultivo de pimiento.

### 3.4 Tratamientos

T <sub>1</sub> – testigo (sin bio-pirosil o ácido piroleñoso)	+ 100 % NPK.
T <sub>2</sub> – bio-pirosil (3,75 L/ha)	+ 75 % NPK.
T <sub>3</sub> – bio-pirosil (5,00 L/ha)	+ 50 % NPK.
T <sub>4</sub> – bio-pirosil (6,25 L/ha)	+ 25 % NPK.

### 3.5 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

#### 3.5.1 Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamiento	t – 1	3
Error Exp.	t (r – 1)	12
Total	tr – 1	15

#### 3.5.2 Modelo matemático.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Una observación

$\mu$  = Media de la población

$T_i$  = Efecto *i*ésimo de los tratamientos

$\epsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio (Error experimental).

### 3.5.3 Pruebas de rangos múltiples.

Los datos fueron evaluados por medio del análisis de varianza y para comprobar las medias de los tratamientos. Se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % de probabilidad estadística.

### 3.5.4 Delineamiento del experimento.

Tipo de diseño	= Completamente al Azar
Número de tratamientos	= 4
Número de repeticiones	= 4
Número de parcelas	= 16
Número de hileras por parcela	= 5
Frutos analizar por parcela	= 10
Distancia entre bloques (m.)	= 1
Distancia entre hileras (m.)	= 1
Distancia entre planta (m.)	= 0,40
Área de cada parcela (m <sup>2</sup> )	= 16
Área útil de las parcela (m <sup>2</sup> )	= 256
Área total del experimento (m <sup>2</sup> )	= 276

## 3.6 Manejo del lote experimental

### 3.6.1 Siembra del semillero.

El almácigo se realizó gavetas germinativas, cuyos alviolos fueron llenados por una combinación constituida por 50 % de suelo tierra amarilla y 50 % de humus de lombriz, se colocó una semilla por sitio.

### 3.6.2 Riego de semillero.

Se aplicó de forma manual utilizando regadera, su frecuencia dependió de las condiciones climáticas y estado de humedad del sustrato.

### 3.6.3 Preparación de hoyos.

Con la ayuda de una excarbadora se procedió a abrir los hoyos a una distancia entre plantas de 0,40 x 1 m entre hilera, a una profundidad aproximada de 15 cm y un diámetro de 20 cm. se colocó materia orgánica en la cantidad de 500 g en el fondo.

### 3.6.4 Trasplante.

El trasplante se realizó cuando las plantas presentaron las primeras hojas verdaderas aproximadamente a los 30 días después de la siembra del almácigo.

### 3.6.5 Riego.

Una vez trasplantado se aplicó riegos por goteo según el estado de humedad de suelo y condiciones ambientales.

### 3.6.6 Manejo de malezas.

Se realizó de forma química utilizando herbicida de contacto como, Paraquat con dosis de 1,5 L/ha dirigida a las hileras, y también se aplicó el herbicida sistémico Glifosato, con dosis de 2 L/ha, alrededor del cultivo, posteriormente se realizaron controles de maleza manuales con rabones.

### 3.6.7 Aplicación de fertilizante.

**Tabla 3.** Cantidad de solución agua/bio-pirosil a aplicarse por planta

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis L/ha</b>	<b>Dosis/4 parc (cc)</b>	<b>Dosis/Lparc</b>	<b>Agua/disolv en 4 parcela</b>	<b>Agua/disolv por parcela</b>	<b>cc/plantas</b>
T1 = bio-pirosil	0	0	0	0	0	0
T2 = bio-pirosil	3,75 L/ha	24	6	2,56 litros	640 cc	16 cc/plantas
T3 = bio-pirosil	5,00 L/ha	32 cc	8	2,56 litros	640 cc	16 cc/plantas
T4 = bio-pirosil	6,25 L/ha	40 cc	10	2,56 litros	640 cc	16 cc/plantas

**Tabla 4.** Dosis y distribución de fertilizantes edáficos y foliar a aplicar durante el ensayo en la fertilización al 100 %.

<b>Aplicaciones para testigo (N = 200; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 60 y K<sub>2</sub>O = 160)</b>				
<b>Primera aplicación</b>				
<b>Productos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/parcela</b>	<b>g/planta</b>
DAP	100	130,43	209	<b>5</b>
Urea	15	14,18	23	<b>1</b>
CIK	50	133	213	<b>5</b>
<b>Total</b>				<b>11</b>
<b>Segunda aplicación</b>				
<b>Productos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/parcela</b>	<b>g/planta</b>
Urea	35	152,17	243	<b>6</b>
CIK	50	133	213	<b>5</b>
<b>Total</b>				<b>11</b>
<b>Tercera aplicación</b>				
<b>Productos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/parcela</b>	<b>g/planta</b>
Urea	50	217,39	348	<b>9</b>
<b>Total</b>				<b>9</b>

**Tabla 5.** Dosis y distribución de fertilizantes edáficos y foliar a aplicar durante el ensayo en la fertilización al 75 %.

<b>Aplicaciones al 75 % (N = 150; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 45 y K<sub>2</sub>O = 120)</b>				
<b>Primera aplicación</b>				
<b>Productos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/parcela</b>	<b>g/planta</b>
DAP	100	97,83	156	<b>4</b>
Urea	15	10,63	17	<b>0,43</b>
CIK	50	100	160	<b>4</b>
<b>Total</b>				<b>8,43</b>
<b>Segunda aplicación</b>				
<b>Productos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/parcela</b>	<b>g/planta</b>
Urea	35	114,13	183	<b>5</b>
CIK	50	100	160	<b>4</b>
<b>Total</b>				<b>9</b>
<b>Tercera aplicación</b>				
<b>Productos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/parcela</b>	<b>g/planta</b>
Urea	50	163,04	260	<b>7</b>
<b>Total</b>				<b>7</b>

**Tabla 6.** Dosis y distribución de fertilizantes edáficos y foliar a aplicar durante el ensayo en la fertilización al 50 %.

<b>Aplicaciones al 50 % (N = 100; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 30 y K<sub>2</sub>O = 80)</b>				
<b>Primera aplicación</b>				
<b>Productos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/parcela</b>	<b>g/planta</b>
DAP	100	65,22	104	3
Urea	15	7,09	11	0,28
CIK	50	67	107	3
<b>Total</b>				<b>6,28</b>
<b>Segunda aplicación</b>				
<b>Productos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/parcela</b>	<b>g/planta</b>
Urea	35	76,09	122	3
CIK	50	67	107	3
<b>Total</b>				<b>6</b>
<b>Tercera aplicación</b>				
<b>Productos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/parcela</b>	<b>g/planta</b>
Urea	50	108,70	173	4
<b>Total</b>				<b>4</b>

**Tabla 7.** Dosis y distribución de fertilizantes edáficos y foliar a aplicar durante el ensayo en la fertilización al 25 %.

<b>Aplicaciones al 25 % (N = 50; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 15 y K<sub>2</sub>O = 40)</b>				
<b>Primera aplicación</b>				
<b>Productos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/parcela</b>	<b>g/planta</b>
DAP	100	32,61	52	1
Urea	15	3,54	6	0,14
CIK	50	33	53	1
<b>Total</b>				<b>2,14</b>
<b>Segunda aplicación</b>				
<b>Productos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/parcela</b>	<b>g/planta</b>
Urea	35	38,04	61	2
CIK	50	33	53	1
<b>Total</b>				<b>3</b>
<b>Tercera aplicación</b>				
<b>Productos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/parcela</b>	<b>g/planta</b>
Urea	50	54,35	87	2
<b>Total</b>				<b>2</b>

### **3.6.8 Controles fitosanitarios.**

Se realizó monitoreo constantes y se observó presencia de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), para esto se aplicó un insecticida sistémico ACETAMIPRIL 20 % SP. a una dosis de 250-300 g/ha con intervalos de 8 días también se presentó marchitamiento a la planta producida por hongo *fusarium spp.* (Fusariosis) se utilizó fosetil aluminio (Fozzy 80 sp) en dosis de 750-800 g/ha en intervalos de 8 días

### **3.6.9 Cosecha.**

La misma se la realizó de forma manual, una vez que los frutos alcanzaron su madurez fisiológica; es decir, que presentaron las características como: el color, hombros llenos y despigados rápido, lo que indico el inicio de la cosecha.

## **3.7 Datos evaluados**

### **3.7.1 Variables para determinar la calidad del fruto.**

#### ***3.7.1.1 Peso del fruto por planta en Kilogramos.***

Con la ayuda de una balanza se procedió a pesar un fruto por planta de las 10 plantas escogidas al azar dentro del área útil de cada parcela al momento de la cosecha.

#### ***3.7.1.2 Longitud del fruto en Centímetro.***

Con la ayuda de una cinta métrica se procedió a medir el largo 10 frutos de los escogidos al azar en 10 plantas evaluadas de las parcelas al momento de cada cosecha.

#### ***3.7.1.3 Diámetro del fruto en centímetro.***

El diámetro de los frutos se lo realizó utilizando un pie de rey, colocándolo en la parte más prominente, de los 10 frutos seleccionados al azar de las 10 plantas evaluadas por repetición al momento de cada cosecha, estos valores se presentaron en milímetro y fueron transformados a centímetro por el método pigma.

#### ***3.7.1.4 Color.***

Primero al fruto se realizó la limpieza con toallas húmedas para eliminar la presencia de impurezas y/o tierra, posteriormente se realizó mediciones en fruto obteniendo lecturas del área cromática RGB (rojo, verde, azul). Para lo cual se tomaron diez frutos por

parcela, de estos se tomaron al azar cuatro frutos para la respectiva toma de datos, esta labor se realizó cuatro ocasiones por cosecha, durante el desarrollo de la investigación.

#### ***3.7.1.5 Medición del grosor de la pared del fruto (pericarpio) en milímetro.***

Se determinó con un calibrador o vernier, para lo cual se cortó el pimiento en forma ecuatorial, se seleccionó una mitad del pimiento y se tomó la medida del grosor en la parte interna cercana a los lóculos de cada pimiento. Para el análisis de esta variable se tomó 10 frutos por parcela de estos se tomaron al azar cuatro frutos para la respectiva toma de datos.

#### ***3.7.1.6 Total de semillas por fruto.***

De diez frutos tomados al azar en cada parcela se procedió, a contar el número de semillas, y luego se promediaron estos resultados, esta labor se realizó en cuatro cosechas.

#### ***3.7.1.6 Porcentaje de vaneamiento de semillas por fruto.***

Para determinar el número de semillas vanas, se tomaron 10 frutos de pimiento por parcela del área útil, se observó las semillas negras con anomalías, también mediante la prueba de agua las que flotaron fueron las vanas se procedió el conteo y mediante cálculos de regla de tres simples se determinó el porcentaje de vaneamiento.

#### ***3.7.1.8 Determinación de acidez total titulable.***

La acidez titulable se determinó en porcentaje de ácido cítrico siguiendo el procedimiento descrito por la Asociación de Agricultura Chemistis AOAC donde se utilizó una mezcla de 40 mL de agua destilada y 10 mL de jugo de pimiento, titulándola con hidróxido de sodio 0,1 N y usando fenolftaleína como indicador y se determinó el punto final de valoración. Luego se aplicó la siguiente ecuación.

$$\text{Porcentaje ácido cítrico} = \frac{V_n \text{ (ml)} * N \text{ (NaOH)} * 0,064}{\text{Vol. de jugo}} * 100$$

#### **Donde**

Vn (mL) volumen del hidróxido gastado

N normalidad (NaOH)

0,064: peso equivalente del ácido cítrico.

Para obtener estos datos se tomaron 10 muestras por cada parcela es cada cosecha; es decir, cada ocho días.

#### ***3.7.1.9 Medición del pH en el fruto de pimiento.***

Para la determinación del pH en frutos de pimiento se extrajo previamente el jugo de fruto con un extractor, posteriormente se utilizó el potenciómetro digital, previamente calibrado. Para obtener estos datos se tomaron tres frutos por cada parcela en cada cosecha.

#### ***3.7.1.10 Medición de °Brix.***

Para determinar esta variable se utilizó un refractómetro, para lo cual de cada parcela se cosecho 10 frutos del área útil, de los cuales se extrajo los líquidos y se colocaron en el lector del instrumento y así se obtuvieron los °Brix, se realizó a cada tratamiento por cuatro ocasiones durante el desarrollo de la investigación.

#### ***3.7.1.11 Análisis químico del fruto de pimiento.***

Del área útil de cada tratamiento se tomaron diez frutos al azar los mismos que fueron llevados al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuaria (INIAP) para su respectivo análisis, los parámetros que se determinaron fueron: humedad, hidratos de carbono, sodio, calcio, hierro, potasio, fósforo.

### **3.7 Instrumentos**

#### **3.8.1 Materiales de oficina.**

- ✓ Cuadernos de apuntes
- ✓ Hojas de registro
- ✓ Pendrive
- ✓ Discos grabables
- ✓ Carpetas
- ✓ Fundas plásticas y de papel
- ✓ Mandil

### **3.8.2 Herramienta de campo.**

- ✓ Machete
- ✓ Bombas
- ✓ Mochila
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Tijeras de podar

### **3.8.3 Insumos.**

- ✓ Fertilizantes (DAP, Urea, Muriato de Potasio y Bonanza)  
Herbicidas (2-4D Amina, glifosato, Pendimentalin)  
Bio-pirosil (humus líquido)

### **3.8.4 Equipos.**

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Calculadora
- ✓ Computadora
- ✓ Impresora
- ✓ Potenciómetro
- ✓ Refractómetro

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Peso del fruto por planta en gramos.

Según el análisis de varianza podemos observar, que fue no significativo para los tratamientos y repeticiones, con un coeficiente de variación de 10,52 % (ver cuadros de anexo 1)

Efectuada la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que no difieren estadísticamente, numéricamente el T<sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil + 50 % NPK y el T<sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil + 75 % NPK obtuvieron mayores promedios con 61,68 y 60,98 g respectivamente y el de menor valor fue el T<sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK con 55,98 g. (ver cuadro 1).

Estos resultados numéricamente son superiores a los obtenidos por Rottenberg, (2015) quien en su investigación obtuvo un promedio de 49,29 g/fruto, es posible que aplicando dosis altas de bio-pirosil se incremente el peso del fruto, porque dentro de sus composición contiene mayor cantidad de nitrógeno, el cual aumenta los rendimientos y mejora su calidad de las cosechas, tal como lo menciona el autor.

**Cuadro 1.** Peso del fruto en gramos, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.

Tratamientos	Peso en gramos
T <sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil + 50 % NPK	61,86 a*
T <sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil + 75 % NPK	60,98 a
T <sub>1</sub> = 0,00 litros de bio-pirosil + 100 % NPK	60,79 a
T <sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK	55,98 a
<b>Tukey (5 %)</b>	<b>13,90</b>

\*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

## 4.2 Longitud del fruto centímetro

De acuerdo al análisis de varianza podemos observar, que fue no significativo para los tratamientos y repeticiones, con un coeficiente de variación de 3,51 % (ver cuadro de anexo 2).

Al aplicar la prueba Tukey al 5 % de probabilidad estadística a los promedios de los tratamientos se encontró que no difieren estadísticamente, numéricamente el T<sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil + 75 % NPK presentó mayor longitud con un promedio de 14,93 cm, seguido por el T<sub>1</sub> = 0,00 litros de bio-pirosil + 100 % NPK con 14,85 cm y el de menor valor lo obtuvo el T<sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK con 14,45 cm (ver cuadro 2).

Estos promedios son similares a los obtenidos por Nivelá, (2006), quien en su investigación obtuvo 15,06 cm de longitud, es factible que las aplicaciones a base de bio-pirosil aumenten la longitud de los frutos, porque dentro de sus composición contiene mayor cantidad de nitrógeno, lo que pudo haber influido en esta similitud (Rottenberg, 2015).

**Cuadro 2.** Longitud del fruto, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annuum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio en cm.</b>
T <sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil + 75 % NPK	14,93 a*
T <sub>1</sub> = 0,00 litros de bio-pirosil + 100 % NPK	14,85 a
T <sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil + 50 % NPK	14,83 a
T <sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK	14,45 a
<b>Tukey (5 %)</b>	<b>1,14</b>

\*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

### 4.3 Diámetro del fruto en centímetro.

Efectuado el análisis de varianza podemos notar, que fue no significativo, para los tratamientos y repeticiones, con un coeficiente de variación de 6,40 % (ver cuadro de anexo 3).

Realizada la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que no difieren estadísticamente, numéricamente el T<sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil + 50 % NPK obtuvo los frutos con mayor diámetro con 4,45 cm seguido por el T<sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK con 4,32 cm y el de menor promedio fue el T<sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil + 75 % NPK con 4,12 cm (ver cuadro 3).

Estos resultados son similares a los obtenidos por Espinoza, (2016) quien en su proyecto de investigación logró hasta 5,27 cm de diámetro del fruto, es posible que la aplicación foliar realizada haya influido positivamente en los resultados, lo cual concuerda con lo expresado por Melendez y Molina, (2002) quienes expresan que las plantas pueden fertilizarse suplementariamente a través de las hojas mediante de una manera más rápida que por el método de aplicación al suelo.

**Cuadro 3.** Diámetro de fruto, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio en cm.</b>
T <sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil + 50 % NPK	4,45 a*
T <sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK	4,32 a
T <sub>1</sub> = 0,00 litros de bio-pirosil + 100 % NPK	4,17 a
T <sub>2</sub> = 3,75 litros de bio- pirosil + 75 % NPK	4,12 a
<b>Tukey (5 %)</b>	<b>0,60</b>

\*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

#### 4.4 Color.

El análisis de varianza muestra que fue no significativo para los tratamientos y repeticiones en todas las lecturas del color, con un coeficiente de variación de 10,17 % 4,57 % y 17,42 % respectivamente (ver cuadros de anexo 4-5-6).

Al aplicar la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que no difieren estadísticamente, numéricamente el T<sub>1</sub> = 0,00 litros de bio-pirosil + 100 % NPK obtuvo mayor valor RGB con 383,18-327,14-270,44 y de menor valor para los tratamientos T<sub>3</sub> = 5 litros de bio-pirosil + 50 % NPK y el T<sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil + 75 % NPK con 357,70-306,53-228,83 (ver cuadro 4).

Estos resultados son superiores a los obtenidos por (Staller, 2012) quien en su investigación obtuvo 254,83 RGB, es posible que esto se deba a la característica de la variedad mas no al efecto del bio-pirosil tal como lo menciona (Collantes 2015) que cada variedad tiene un color una intensidad y brillo diferente.

**Cuadro 4.** Color del fruto, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.

Tratamientos	Cosecha	Color RGB	
		2 días después	4 días después
T <sub>1</sub> = 0,00 litros de bio-pirosil + 100 % NPK	383,18 a*	327,14 a*	270,44 a*
T <sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil + 75 % NPK	361,93 a	306,53 a	240,03 a
T <sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil + 50 % NPK	357,70 a	313,45 a	228,83 a
T <sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK	341,55 a	311,08 a	232,83 a
<b>Tukey (5 %)</b>	<b>81,06</b>	<b>31,76</b>	<b>93,48</b>

#### 4.5 Medición del grosor de la pared del fruto (pericarpio) en milímetro.

En el análisis de varianza podemos observar que fue no significativo para los tratamientos y repeticiones, con un coeficiente de variación de 10,69 %. (ver cuadros de anexo 7).

Aplicada la prueba Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que no difieren estadísticamente, numéricamente el T<sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil + 50 % NPK y T<sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK el obtuvieron los frutos con mayor grosor con 4,66 mm y el de menor grosor lo obtuvo el T<sub>1</sub> = 0,00 litros de bio-pirosil + 100 % NPK con 4,42 mm (ver cuadro 5).

Estos promedios son inferiores a los obtenidos por Morales, (2013), quien en su investigación obtuvo 7,64 mm de grosor de la pared del fruto, esto posiblemente ocurrió porque él utilizó mayores cantidades de biofertilizantes ricos en potasio, lo cual pudo haber influido en el grosor de pared del fruto, como lo menciona Macias, (2014) que este elemento incrementa el grosor de las paredes celulares, y aumenta la firmeza de tallos y pecíolos.

**Cuadro 5.** Medición del grosor de la pared del fruto (pericarpio) en milímetro, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador.

Tratamientos		Promedio en mm.
T <sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil +	50 % NPK	4,66 a*
T <sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil +	25 % NPK	4,66 a
T <sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil +	75 % NPK	4,45 a
T <sub>1</sub> = 0,00 litros de bio-pirosil +	100 % NPK	4,42 a
<b>Tukey (5 %)</b>		<b>1,07</b>

\*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

#### 4.6 Total de semillas por fruto.

Al efectuar el análisis de varianza podemos observar, que fue no significativo para los tratamientos y repeticiones, con un coeficiente de variación de 9,95 % (ver anexos de cuadro 8).

Efectuada la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que no difiere estadísticamente, numéricamente el T<sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil + 75 % NPK con 183 semillas por fruto, seguido por el T<sub>1</sub> = 0,00 litros de bio-pirosil + 100 % NPK con 174 semillas, mientras que el de menor cantidad de semillas fue el T<sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK con 147 semillas por fruto (ver cuadro 6).

Estos resultados son superiores a los obtenidos por la (FAO, 2011) donde mencionan que cada pimiento tiene 0,70 g de semillas lo cual contiene 60 semillas, esto posiblemente se dé a que entre los componentes del bio-pirosil contiene fosforo el cual promueve la formación de semillas como lo menciona Mora, (2011) que este elemento es fundamental para la formación de la semilla.

**Cuadro 6.** Total de semillas por fruto, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador.

<b>Tratamientos</b>		<b>Total de semillas por fruto.</b>
T <sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil +	75 % NPK	183 a*
T <sub>1</sub> = 0,00 litros de bio-pirosil +	100 % NPK	174 a
T <sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil +	50 % NPK	170 a
T <sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil +	25 % NPK	148 a
<b>Tukey (5 %)</b>		<b>37,06</b>

\*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

#### 4.7 Porcentaje de vaneamiento de semillas por fruto.

De acuerdo al análisis de varianza podemos observar, que no fue significativo para los tratamientos y repeticiones, con un coeficiente de variación de 32,04 % (ver anexos del cuadro 9).

Realizada la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que no difieren estadísticamente, sin embargo, numéricamente el T<sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil + 75 % NPK obtuvo los frutos con menor semillas vanas con el 6,42 % seguido por el T<sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil + 50 % NPK con el 7,17 % y el mayor porcentaje de semillas vanas la obtuvo el T<sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK con el 10,91 % (ver cuadro 7).

Estos resultados son bajos comparados con la (FAO, 2011) que obtiene 60 semillas por fruto más del 10 % de semillas vanas por fruto, lo cual concuerdan con lo expresado por (Mora, 2011) que el fosforo es fundamental para la formación de la semilla.

**Cuadro 7.** Porcentaje de semillas vanas, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar en la zona de Vinces-Ecuador.

Tratamientos	Semillas vanas
T <sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil + 25 % NPK	6,42 a*
T <sub>1</sub> = 0,00 litros de bio-pirosil + 50 % NPK	7,17 a
T <sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil + 100 % NPK	7,58 a
T <sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 75 % NPK	10,91 a
<b>Tukey (5 %)</b>	<b>5,67</b>

\*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

#### 4.8 Determinación de acidez total titulable.

Efectuado el análisis de varianza podemos notar, que fue no significativo, para los tratamientos, con un coeficiente de variación de 23,12 % (ver cuadro 10).

Al realizar la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que no difieren estadísticamente, numéricamente el T<sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK con 1,38 los demás tratamientos obtuvieron valor de 1,05 (ver cuadro 8).

Estos resultados son superiores a los obtenidos por (Sanchez, 2013) quien en su investigación obtuvo 0,64 % esto probablemente se dé por el efecto del bio-pirosil que contiene pH de 3,90- 3,93 como lo menciona (Reyes, 2011) que la acidez depende de su pH.

**Cuadro 8.** Acidez total titulable del fruto, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.

<b>Tratamientos</b>		<b>Acidez total titulable.</b>
T <sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil +	25 % NPK	1,38 a*
T <sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil +	50 % NPK	1,05 a
T <sub>1</sub> = 0,00 litros de bio-pirosil +	100 % NPK	1,05 a
T <sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil +	75 % NPK	1,05 a
<b>Tukey (5 %)</b>		<b>0,58</b>

#### 4.9 Medición del pH en el fruto de pimiento.

Al realizar el análisis de varianza muestra que fue no significativo para los tratamientos y repeticiones, con un coeficiente de variación de 2,25 % (ver anexos cuadro 11).

Realizada la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad, se encontró que no difiere estadísticamente, numéricamente el  $T_3 = 5,00$  litros de biopirosil + 50 % NPK alcanzó mayor valor de pH con 5,51, seguido por el  $T_4 = 6,25$  litros de biopirosil + 25 % NPK con un pH de 5,43 y de menor valor el  $T_2 = 3,75$  litros de biopirosil + 75 % NPK con pH de 5,36 (ver cuadro 9).

Estos resultados numéricamente son similares a los obtenidos por (Morales, 2013) quien en su investigación obtuvo un promedio de pH de 5,06, es posible que esto se deba a la característica del pimiento mas no por efecto del bio-pirosil lo cual concuerda con lo expresado por (Fernandez, 2014) que el pH en el fruto de pimiento varia de 5,1-6,3.

**Cuadro 9.** Medición del pH, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador

Tratamientos		Promedio.
$T_3 = 5,00$ litros de bio-pirosil +	50 % NPK	5,51 a*
$T_4 = 6,25$ litros de bio-pirosil +	25 % NPK	5,43 a
$T_1 = 0,00$ litros de bio-pirosil +	100 % NPK	5,43 a
$T_2 = 3,75$ litros de bio-pirosil +	75 % NPK	5,36 a
<b>Tukey (5 %)</b>		<b>0,27</b>

\*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

#### 4.10 Medición de °Brix.

Según el análisis de varianza podemos observar que fue, no significativo para los tratamientos y repeticiones, con un coeficiente de variación de 2,25 % (ver cuadros de anexo 12)

La prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que no difieren estadísticamente, numéricamente el T<sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil + 50 % NPK obtuvo 5,51 de °brix, seguido del T<sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK que alcanzó 5,43 siendo el T<sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil + 75 % NPK el que obtuvo menor valor con 5,36 °brix (ver cuadro 10).

Estos valores numéricamente son similares a los obtenidos (Morales, 2013) con 6,03 posiblemente esto sea, debido al comportamiento de la producción y del momento del desarrollo de la planta o por la variedad mas no por la aplicación del bio-pirosil como lo menciona (Coronel, 2009) que los °Brix pueden variar de manera consistente e importante por la variedad, la madurez del fruto o etapa de crecimiento.

**Cuadro 10.** Medición de grados brix, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar en la zona de Vinces, Ecuador.

<b>Tratamientos</b>	<b>Grados Brix .</b>
T <sub>3</sub> = 5,00 litros de bio-pirosil + 50 % NPK	5,51 a*
T <sub>4</sub> = 6,25 litros de bio-pirosil + 25 % NPK	5,43 a
T <sub>1</sub> = 0,00 litros de bio-pirosil + 100 % NPK	5,43 a
T <sub>2</sub> = 3,75 litros de bio-pirosil + 75 % NPK	5,36 a
<b>Tukey (5 %)</b>	<b>0,27</b>

\*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

#### 4.11 Análisis químico del fruto de pimiento.

De acuerdo al análisis químico podemos observar el contenido de elementos en el fruto de pimiento en el caso del nitrógeno mayor contenido obtuvieron los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> con 24 %, en el caso del fosforo el T<sub>4</sub> alcanzó un 0,35 %, en el potasio el mayor porcentaje lo obtuvo el T<sub>1</sub> con 2,86 %, en el calcio se obtuvo mayor valor en el T<sub>4</sub> con 0,68 %, el magnesio obtuvo mayor resultados en el T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>4</sub> con 0,20 %, el azufre presento mayor valor en el T<sub>3</sub> con un 0,35 % en lo que respecta al boro el mayor valor en el T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> con 32 ppm el zinc alcanzó mayor valor en el T<sub>4</sub> con 25 ppm, el cobre obtuvo mayor valor en el T<sub>4</sub> con 10 ppm, en el caso del hierro el mayor valor en el T<sub>1</sub> con 131 ppm y con el caso del manganeso tenemos mayor valor en el T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> y el T<sub>4</sub> con 14 ppm, en cuanto a la humedad del fruto del pimiento tenemos que el T<sub>2</sub> presentó mayor porcentaje con 95,1 % (ver cuadro 11)

**Cuadro 11.** Análisis químico del fruto de pimiento, en las características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces, Ecuador.

Elementos	T1	T2	T3	T4
<b>Nitrógeno</b>	2,3 %	2,4 %	2,3 %	2,4 %
<b>Fosforo</b>	0,33 %	0,29 %	0,33 %	0,35 %
<b>Potasio</b>	2,86 %	2,13 %	2,17 %	2,54 %
<b>Calcio</b>	0,67 %	0,67 %	0,64 %	0,68 %
<b>Magnesio</b>	0,20 %	0,20 %	0,17 %	0,20 %
<b>Azufre</b>	0,10 %	0,26 %	0,35 %	0,29 %
<b>Boro</b>	29 ppm	32 ppm	32 ppm	28 ppm
<b>Zinc</b>	24 ppm	23 ppm	20 ppm	25 ppm
<b>Cobre</b>	8 ppm	6 ppm	7 ppm	10 ppm
<b>Hierro</b>	131 ppm	62 ppm	77 ppm	75 ppm
<b>Manganeso</b>	24 ppm	19 ppm	24 ppm	24 ppm
<b>Humedad</b>	95,0 %	95,1 %	93,8 %	94,9 %

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- La mejor dosis correspondió al  $T_3 = 5,00$  litros de bio-pirosil + 50 % NPK por que obtuvo valores superiores en las variables: peso del fruto con 61,68 g, frutos de mayor diámetro con 4,45 cm, mayor grosor en la pared del fruto con 4,66 mm, un pH con 5,51.
- El  $T_2 = 3,75$  litros de bio-pirosil + 75 % NPK obtuvo frutos de mayor longitud con 14,93, mayor número de semillas y menor vaneamiento con 183,25 y 6,42 % respectivamente.
- De acuerdo los resultados al no existir diferencia significativa se acepta la hipótesis alternativa que decía “Aplicando bio-pirosil no mejoran las características físicas y químicas del fruto del pimiento”.
- En conclusión en lo que respecta a las características químicas no hay significancia estadística por lo cual todos los tratamientos presentan similitud.

Igualmente se recomienda:

- Aplicar bio-pirosil en dosis de 5,00 L/ha porque mejora característica químicas y físicas en el fruto de pimiento como: peso, diámetro y grosor de la pared del pericarpio
- Efectuar estudios físicos químicos, aplicando bio-pirosil en diferentes cultivos hortícolas para comprobar resultados.
- Realizar estudios aplicando bio-pirosil, bajo condiciones controladas y campo abierto.

## VI. BIBLIOGRAFIA

- Coello, D. (10 de Febrero de 2012). Universidad De Guayaquil. Obtenido de Manejo de pulgones transmisores de enfermedades virales en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.*), en la zona de Vinces: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3123>
- Collantes, J. (14 de Mayo de 2015). <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/22/1/T-UTEQ-0008.pdf>. Recuperado el 27 de abril de 2016, de Universidad Técnica ESTATAL DE QUEVEDO, Tesis de Grado: Estudio de dos tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en dos híbridos comerciales de pimiento (*Capsicum annum L.*) en la parte alta de la Cuenca del Río Guayas: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/22/1/T-UTEQ-0008.pdf>
- Coronel Leon , J. (12 de agosto de 2009). Escuela Politecnica del Litoral. Obtenido de Alternativas de mejora en el manejo postcosecha de tomate riñon Cultivados en la Provincia de Santa Elena: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11926/3/tesis.pdf>
- Espinoza, L. (2016). Morfología y rendimiento de la planta de pimiento (*Capsicum annum L.*), con la aplicación de dosis de bio pirosil vía foliar como complemento de la fertilización edáfica en la zona de Vinces. Vinces: Universidad De Guayaquil. Obtenido de Morfología y rendimiento de la planta de pimiento (*Capsicum annum L.*), con la aplicación de dosis de bio pirosil vía foliar como complemento de la fertilización edáfica en la zona de Vinces.
- FAO. (14 de agosto de 2010). Food and agriculture organization of the United Nations. Obtenido de Estadísticas sobre el cultivo de pimiento.: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- FAO. (ABRIL de 13 de 2011). FAO. Obtenido de Manual técnico producción artesanal de semillas de hortalizas para la huerta familiar:

[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/AGRO\\_Noticias/docs/Hortalizas\\_Huerta\\_Familiar.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/Hortalizas_Huerta_Familiar.pdf)

FAO. (23 de octubre de 2014). FAO. Obtenido de Producción vegetal. Pimiento (*Capsicum spp.*): <http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s08.htm>

Fernandez, T. J. (15 de enero de 2014). Evaluación de la calidad físico-química y nutricional del pimentón dulce de Tadla-Azilal (Marruecos). Recuperado el 3 de mayo de 2016, de [interempresas.net](http://www.interempresas.net): [http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/118168-Evaluacion-calidad-fisico-quimica-nutricional-pimenton-dulce-Tadla-Azilal-\(Marruecos\).html](http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/118168-Evaluacion-calidad-fisico-quimica-nutricional-pimenton-dulce-Tadla-Azilal-(Marruecos).html)

Gavilanes, L. I. (17 de Febrero de 2015). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Obtenido de Efecto de la fertilización foliar y edáfica con hierro y zinc para la biofortificación agronomica del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum L.*): <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/4265/1/13T0809%20Gavilanes%20Fernandez%20Lilian%20Isabel.pdf>

Jimenez, P. (3 de Agosto de 2013). Producción de pimiento (*Capsicum annum. L*) híbrido marconi con cuatro distancia de siembra y fertilización química en las naves. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/>: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/568/1/T-UTEQ-0108.pdf>

Macias. (13 de Septiembre de 2014). Evaluación el efecto de cuatro dosis de abonadura en el rendimiento de tres híbridos de pimiento. Obtenido de [biblioteca.ueb.edu.ec](http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/): <http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/174/TEISIS/pdf>

Mora , J. (20 de Enero de 2011). Universidad Veracruzana. Obtenido de Recopilación bibliográfica para la nutrición del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*): <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/31060/1/MoraHeredia.pdf>

- Morales, J. (13 de Diciembre de 2013). Universidad Autónoma de Querétaro. Obtenido de Evaluación de la producción y calidad de pimiento (*Capsicum annuum L.*) cv 'Cannon' obtenido mediante biofertilización: <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/901/1/BORBOR%20NEIRA%20ALBERTO%20Y%20SU%C3%81REZ%20SU%C3%81REZ%20GARDENIA.pdf>
- Reyes, I. M. (20 de Marzo de 2011). [es.scribd.com/doc/51180657/Acidez-de-titulacion-3](https://es.scribd.com/doc/51180657/Acidez-de-titulacion-3). Recuperado el 29 de MARZO de 2016, de Acidez de titulación: <https://es.scribd.com/doc/51180657/Acidez-de-titulacion-3>
- Rottenberg, O. (31 de Agosto de 2015). Nutrición foliar con fertilizantes foliares. Obtenido de Haifa: [http://www.haifa-group.com/spanish/knowledge\\_center/fertilization\\_methods/foliar\\_nutrition/](http://www.haifa-group.com/spanish/knowledge_center/fertilization_methods/foliar_nutrition/)
- Roveda, G., Cabra, L., & Ramirez, M. (16 de Enero de 2008). Uso de los microorganismos con potencial como biofertilizantes en el cultivo de mora. Obtenido de Corporación colombiana de investigación agropecuaria: <https://books.google.com.ec/books?id=iH5Iuh2oQIQC&pg=PA30&lpg=PA30&dq=Uso+de+los+microorganismos+con+potencial+como+biofertilizantes+en+el+cultivo+de+mora&source=bl&ots=pcDRoDCTor&sig=aGBDdmodFPgTGWe5oVLgetnVD14&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwje4KXS5dnKAhVCZCYK>
- Sanchez, F. (17 de Enero de 2013). Universidad Veracruzana. Obtenido de evaluación de la calidad fisicoquímica (°bx, ph, acidez, actividad de agua y color) del chile habanero (*Capsicum chinense Jacq*) DESHIDRATADO: <http://studylib.es/doc/7455062/evaluar-la-calidad-fisicoqu%C3%ADmica-del-chile-habanero-deshi...>
- Staller, M. (22 de Febrero de 2012). Universitat de les Illes Balears. Obtenido de Caracterización morfológica, agronómica y de calidad del pimiento y pimentón de

la variedad tap de cortí: [www.caib.es/sites/M65/horticultura-718/archivopub.do?ctrl...id=138528](http://www.caib.es/sites/M65/horticultura-718/archivopub.do?ctrl...id=138528)

Suarez y Donoso, J. y. (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 Limos cantón Palestina provincia del Guayas. Guayaquil, Guayas, Ecuador: UG.

Villafuerte, B. L. (05 de Enero de 2016). [repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/9592](http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/9592). Recuperado el 4 de mayo de 2016, de Universidad de Guayaquil, Comportamiento de dos híbridos de pimiento (*Capsicum annum L.*) SOBRE LA INCIDENCIA DE: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/9592#sthash.Tcc3nZrL.dpuf>

# ANEXOS

**Cuadro 1 del anexo.** Peso del fruto en gr, características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. Tabla</b>
<b>Tratamientos</b>	84,60	3	28,20 <b>NS</b>	0,71	3,49
<b>Repeticiones</b>	22,11	3	7,37 <b>NS</b>	0,24	3,49
<b>Error</b>	357,21	9	39,69		
<b>Total</b>	463,28	15			
<b>Cv (%)</b>	<b>10,52</b>				

**NS = no significativa**

**\* = Significativo**

**\*\* = Altamente significativo**

**Cuadro 2 del anexo.** Longitud de fruto, características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. Tabla</b>
<b>Tratamientos</b>	0,54	3	0,18 <b>NS</b>	0,67	3,49
<b>Repeticiones</b>	0,19	3	0,06 <b>NS</b>	0,19	3,49
<b>Error</b>	2,42	9	0,27		
<b>Total</b>	3,16	15			
<b>Cv (%)</b>	<b>3,51</b>				

**NS = no significativa**

**\* = Significativo**

**\*\* = Altamente significativo**

**Cuadro 3 del anexo.** Diámetro de fruto, características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinges-Ecuador.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. Tabla</b>
<b>Tratamientos</b>	0,27	3	0,09 <b>NS</b>	1,21	3,49
<b>Repeticiones</b>	0,27	3	0,09 <b>NS</b>	1,19	3,49
<b>Error</b>	0,67	9	0,07		
<b>Total</b>	1,20	15			
<b>Cv (%)</b>	<b>6,40</b>				

**NS = no significativa**

**\* = Significativo**

**\*\* = Altamente significativo**

**Cuadro 4 del anexo.** Color del fruto, características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinges-Ecuador.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. Tabla</b>
<b>Tratamientos</b>	3526,99	3	1175,66 <b>NS</b>	0,87	3,49
<b>Repeticiones</b>	5895,13	3	1965,04 <b>NS</b>	1,46	3,49
<b>Error</b>	12136,98	9	1348,55		
<b>Total</b>	21559,10	15			
<b>Cv (%)</b>	<b>10,17</b>				

**NS = no significativa**

**\* = Significativo**

**\*\* = Altamente significativo**

**Cuadro 5 del anexo.** Color del fruto 2 días después de la cosecha, características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. Tabla</b>
<b>Tratamientos</b>	944,64	3	314,88 <b>NS</b>	1,52	3,49
<b>Repeticiones</b>	3966,29	3	1322,10 <b>NS</b>	6,39	3,49
<b>Error</b>	1862,85	9	206,98		
<b>Total</b>	6773,77	15			
<b>Cv (%)</b>	<b>4,57</b>				

**NS = no significativa**

**\* = Significativo**

**\*\* = Altamente significativo**

**Cuadro 6 del anexo.** Color del fruto 4 días después de la cosecha, características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. Tabla</b>
<b>Tratamientos</b>	4255,50	3	1418,50 <b>NS</b>	0,79	3,49
<b>Repeticiones</b>	1346,45	3	448,82 <b>NS</b>	0,25	3,49
<b>Error</b>	16139,14	9	1793,24		
<b>Total</b>	21741,09	15			
<b>Cv (%)</b>	<b>17,42</b>				

**NS = no significativa**

**\* = Significativo**

**\*\* = Altamente significativo**

**Cuadro 7 del anexo.** Grosor de la pared del fruto, características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. Tabla</b>
<b>Tratamientos</b>	0,21	3	0,7 NS	0,30	3,49
<b>Repeticiones</b>	0,94	3	0,31 NS	1,33	3,49
<b>Error</b>	2,13	9	0,24		
<b>Total</b>	3,28	15			
<b>Cv (%)</b>	<b>10,69</b>				

**NS = no significativa**

**\* = Significativo**

**\*\* = Altamente significativo**

**Cuadro 8 del anexo.** Total de semillas por frutos, características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. Tabla</b>
<b>Tratamientos</b>	2719,19	3	906,40 NS	3,22	3,49
<b>Repeticiones</b>	217,19	3	72,40 NS	0,26	3,49
<b>Error</b>	2537,06	9	281,90		
<b>Total</b>	5473,44	15			
<b>Cv (%)</b>	<b>9,95</b>				

**NS = no significativa**

**\* = Significativo**

**\*\* = Altamente significativo**

**Cuadro 9 del anexo.** Semillas vanas en el fruto de pimiento, características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. Tabla</b>
<b>Tratamientos</b>	47,45	3	15,82 NS	2,40	3,49
<b>Repeticiones</b>	12,30	3	4,10 NS	0,63	3,49
<b>Error</b>	59,41	9	6,60		
<b>Total</b>	119,16	15			
<b>Cv (%)</b>	<b>32,64</b>				

**NS = no significativa**

**\* = Significativo**

**\*\* = Altamente significativo**

**Cuadro 10 del anexo.** Acidez del fruto, características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. Tabla</b>
<b>Tratamientos</b>	0,32	3	0,11 NS	1,54	3,49
<b>Repeticiones</b>	026	3	0,09 NS	1,28	3,49
<b>Error</b>	0,62	9	0,07		
<b>Total</b>	1,19	15			
<b>Cv (%)</b>	<b>23,12</b>				

**NS = no significativa**

**\* = Significativo**

**\*\* = Altamente significativo**

**Cuadro 11 del anexo.** Medición del pH, características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. Tabla</b>
<b>Tratamientos</b>	0,05	3	0,02 NS	1,05	3,49
<b>Repeticiones</b>	0,02	3	0,01 NS	0,52	3,49
<b>Error</b>	0,13	9	0,01		
<b>Total</b>	0,20	15			
<b>Cv (%)</b>	<b>2,25</b>				

**NS = no significativa**

**\* = Significativo**

**\*\* = Altamente significativo**

**Cuadro 12 del anexo.** Medición de grados brix, características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de bio-pirosil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces-Ecuador.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. Tabla</b>
<b>Tratamientos</b>	0,05	3	0,02 NS	1,05	3,49
<b>Repeticiones</b>	0,02	3	0,01 NS	0,52	3,49
<b>Error</b>	0,13	9	0,01		
<b>Total</b>	0,20	15			
<b>Cv (%)</b>	<b>2,25</b>				

**NS = no significativa**

**\* = Significativo**

**\*\* = Altamente significativo**

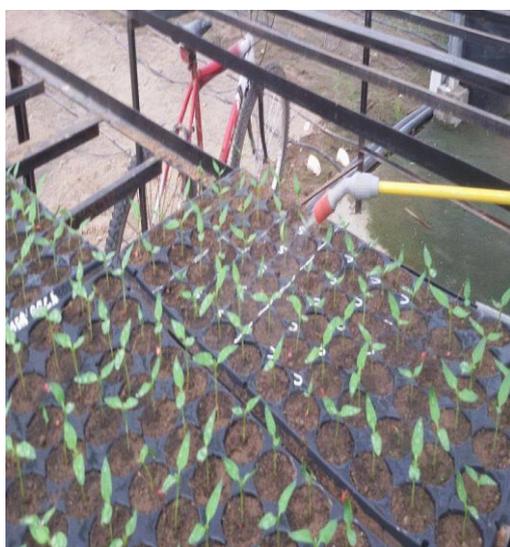
### Anexo 13. Fotos



*Figura 1. Semilla.*



*Figura 2. Siembra del semillero.*



*Figura 3. Riego del semillero.*



*Figura 4. Riego por goteo.*



*Figura 5.* Peso de fertilizante químico.



*Figura 6.* Monitoreo de plagas y enfermedades.



*Figura 7.* Frutos cosechados a evaluar.



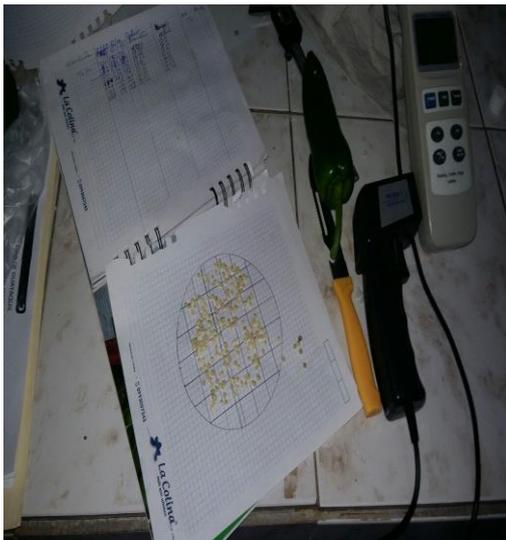
*Figura 8.* Peso de fruto.



*Figura 9.* Determinación del pH del fruto.



*Figura 10.* RGB utilizado para determinar color.



*Figura 11.* Numero de semillas por fruto.



*Figura 12.* Determinación de la acidez titulable.



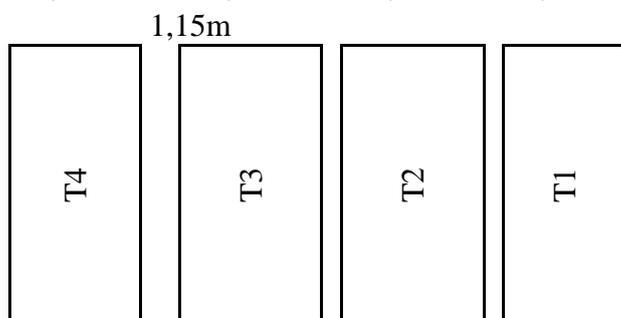
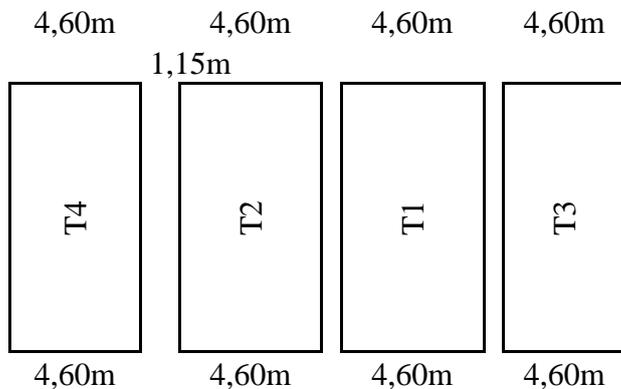
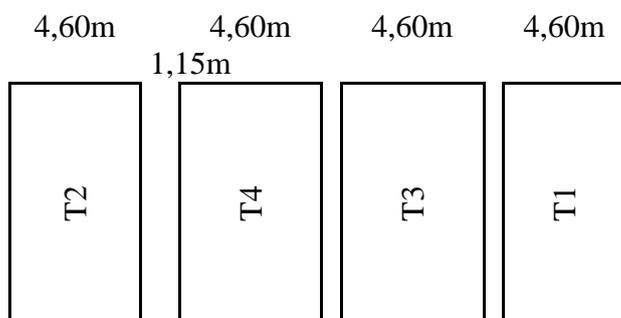
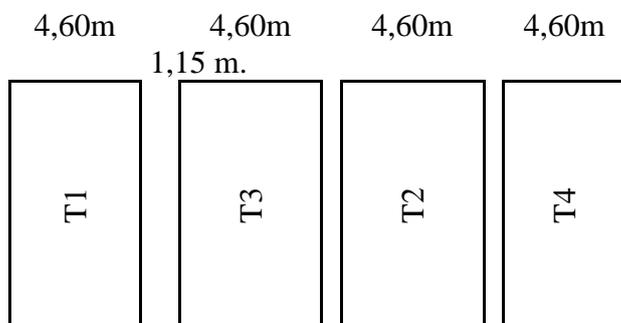
*Figura 13.* Dosificando bio-pirosil



*Figura 14.* Bio-pirosil.

### Plano de campo

“Características físicas y químicas del fruto de pimiento (*Capsicum annum* L), por la aplicación de biopirosil vía foliar en la zona de Vinces, Ecuador”.



T1 = NPK 100 % + biopirosil

T2 = NPK 75 % + biopirosil 3,75 L/ha

T3 = NPK 50 % + biopirosil 5,00 L/ha

T4= NPK 25 % + biopirosil 6,25 L/ha

