



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

## TEMA:

ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN EL  
CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.)

## AUTORES:

APUPALO DIAS PEDRO JAVIER

VILELA FALCONES JOFFRE ALFONSO

## TUTOR:

EDISSON WILFRIDO CUENCA CUENCA Ph.D.

LODANA – MANABÍ – ECUADOR

2019

## CERTIFICACIÓN

Ingeniero Agrónomo

EDISSON WILFRIDO CUENCA CUENCA Ph.D.

CERTIFICO:

Que el trabajo de titulación “Elaboración de la curva de absorción de nutrientes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo cubierta” es trabajo original de los egresados Javier ApupaloDías y Joffre Vilela Falcones, el cual fue realizado bajo mi dirección.

.....

Edisson Cuenca Cuenca. Ph.D.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACION

## CERTIFICACIÓN

Ingeniero Agrónomo

GEORGE ALEXANDERCEDEÑO GARCÍA Ph.D.

CERTIFICO:

Que he revisado, estilo y ortografía del trabajo de titulación “Elaboración de la curva de absorción de nutrientes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo cubierta” elaborado por Javier ApupaloDias y Joffre Vilela Falcones, el presente trabajo de investigación ha sido escrito de acuerdo a las normas ortográficas y sintaxis vigentes en el REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.

.....

George CedeñoGarcíaPh.D.

REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACION

## DECLARACIÓN

Quien suscribe Javier ApupaloDías y Joffre Vilela Falcones, hace constar que son los autores de la tesis Titulada: “Elaboración de la curva de absorción de nutrientes en el cultivo de pimiento (*Capsicumannuum* L.) bajo cubierta”, el cual constituye una elaboración personal que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, realizada únicamente con la dirección del asesor de dicho trabajo, Edison Cuenca CuencaPh.D.; y que hemos consultados las referencias bibliográficas que se incluyen en este trabajo.

A través de la presente declaración de este trabajo investigativo es de sumo derecho de propiedad intelectual de los autores, en tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo, interpretación de datos y la elaboración de las conclusiones, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referido debidamente en el texto de dicho trabajo.

.....

Pedro Javier ApupaloDías

.....

Joffre Alfonso Vilela Falcones

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo se lo dedico principalmente al forjador de mi camino, a mi padre celestial Dios el que siempre me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo.

A mis padres con mucho cariño por ser mi mayor motivación en el transcurso de todos estos años Colombia Vilela Falcones y Alfonso Vilela Estrada por su apoyo incondicional y por sus buenos consejos y sobre todo por inculcarme buenos valores para ser una mejor persona.

A mi hermana (o) Andrea Vilela y JosuepVilela que son un pilar fundamental en mi vida y especial a Karla Vilela Falcones, por el apoyo moral y económico que día a día me brindo por estar siempre presente acompañándome en toda mi etapa universitaria.

A todos mis amigos, y futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada para que el trabajo se realice con éxito, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

*Joffre Vilela Falcones*

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo se lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Pedro Apupalo Zamora y Marcia Días Suarez por brindarme su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años de vida Universitaria, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanas (os) y a mi esposa Cira Zambrano Verduga quienes son un pilar fundamental en mi vida, por estar siempre presentes acompañándome y por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

*Javier Apupalo Días*

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, doy gracias al creador Dios por permitirme tener tan buena experiencia dentro de la Universidad, gracias a la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí por permitirme convertirme en un profesional en lo que tanto me apasiona.

De manera especial a mi tutor al Ingeniero Edison Cuenca Cuenca Ph.D. por haberme guiado en la elaboración de este trabajo de titulación, y al revisor Ing. George Cedeño Ph.D. por su apoyo y orientación en el transcurso de toda la investigación.

Agradezco a cada uno de los docentes formadores, personas de gran sabiduría quienes me aportaron sus valiosos conocimientos por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro

A mi compañero de tesis quien puso todo su dedicación y empeño para llevar con éxito esta investigación, a mis compañeros por brindarme su apoyo en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, por confiar en mí, por todo su conocimiento impartido en el transcurso de toda la etapa estudiantil también agradezco por abrirme las puertas y por permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Tutor de la presente investigación Ingeniero Edison Cuenca CuencaPh.D. quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo de titulación, al revisor George Cedeño Dr. Sc. principalmente por su ayuda durante todo este proceso de formación.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN / PROBLEMÁTICA.....	17
II.	ANTECEDENTES.....	19
III.	JUSTIFICACIÓN .....	21
IV.	OBJETIVOS .....	21
	4.1. General:.....	22
	4.2. Específicos:.....	22
V.	MARCO REFERENCIAL .....	23
	5.1. Generalidades del cultivo .....	23
	5.1.1. Origen.....	23
	5.1.2 Clasificación taxonómica del pimiento.....	23
	5.2. Morfología del pimiento.....	24
	5.2.1. Tallo .....	24
	5.2.2. Raíz .....	24
	5.2.3. Hoja.....	24
	5.2.4. Flor.....	24
	5.2.5. Fruto .....	24
	5.2.6. Semillas .....	25
	5.3. Requerimientos edafoclimaticos.....	25
	5.3.1. Temperatura .....	25
	5.3.2. Humedad ambiental.....	25
	5.3.3. Luminosidad.....	26
	5.3.4. Suelo.....	26
	5.4. Etapas fenológicas del pimiento .....	26
	5.5. Características del híbrido de pimiento.....	27
	5.6. Nutrición del cultivo de pimiento .....	27
	5.6.1. Extracción de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).....	28
	5.6.2. Nitrógeno.....	28
	5.6.3. Fósforo .....	29

5.6.4. Potasio.....	30
5.8. Factores que afectan el crecimiento.....	31
5.8.1. Factores genéticos .....	31
5.8.2. Factores ambientales. ....	31
5.9. Factores que afectan la disponibilidad de nutrientes.....	32
5.9.1. Textura .....	32
5.9.2. Estructura .....	32
5.9.3. Porosidad.....	32
5.9.4. Humedad del suelo .....	33
5.9.5. pH del suelo.....	33
5.9.6. Capacidad de intercambio iónico.....	33
5.9.7. Materia orgánica.....	33
VI. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	35
6.1. Localización del ensayo .....	35
6.2. Características climáticas de la zona .....	35
6.3. Material genético.....	35
6.4. Diseño experimental.....	35
6.5. Tratamientos.....	36
6.6. Delineamiento experimental.....	36
6.7. Variables a evaluar. ....	37
6.7.1. Número de frutos por planta .....	37
6.7.2. Peso fresco de frutos (gramos) .....	37
6.7.3. Diámetro (Ø) y longitud de fruto (cm) .....	37
6.7.4. Rendimiento (kg. ha <sup>-1</sup> ).....	37
6.7.5. Concentración de nutrientes en raíz, tallo-ramas, hojas y frutos .....	37
6.7.6. Extracción de nutrientes .....	38
6.7.7. Elaboración de la curva de absorción de nutrientes .....	38
6.7.8. Análisis estadístico. ....	38
6.8. Manejo del ensayo.....	39
6.8.1. Análisis de suelo.....	39
6.8.2. Preparación del suelo.....	39
6.8.3. Elaboración de semillero .....	39
6.8.4. Trasplante. ....	39

6.8.5. Riego.....	39
6.8.6. Fertilización.....	40
6.8.7. Tutorado.....	40
6.8.8. Aporcado.....	40
6.8.9. Poda.....	41
6.8.10. Control de Malezas.....	41
6.8.11. Control de insectos.....	41
6.8.12. Control de enfermedades.....	41
6.8.13 Cosecha.....	41
6.8.14. Recolección de la muestra en raíz, tallos-hojas y fruto.....	42
VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	43
7.1. Evaluación de la influencia de las diferentes dosis de NPK en variables agronómicas y rendimiento del cultivo de pimiento.....	43
7.2. Curva de absorción de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de pimiento.....	45
7.3. Diagnosticar el efecto de la absorción de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) sobre el rendimiento del cultivo de pimiento.....	51
VIII. CONCLUSIONES.....	53
IX. RECOMENDACIONES.....	54
X. BIBLIOGRAFIA.....	55
XI. ANEXOS.....	62

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica del pimiento.....	23
<b>Tabla 2.</b> Requerimientos de temperatura según etapa del cultivo.....	25
<b>Tabla 3.</b> Extracción de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) .....	28
<b>Tabla 4.</b> Dosis de nutrientes NPK (kg. ha <sup>-1</sup> ).....	36
<b>Tabla 5.</b> Fertilización para el cultivo de pimiento.....	40
<b>Tabla 6.</b> Correlaciones entre el rendimiento y la absorción de macronutrientes en el cultivo de pimiento.....	50

## ÍNDICE DE GRÁFICO

<b>Gráfico 1.</b> Variables agronómicas y rendimiento del cultivo de pimiento .....	43
<b>Gráfico 2.</b> Absorción de nitrógeno en órganos del cultivo de pimiento. ....	45
<b>Gráfico 3.</b> Absorción de fosforo en órganos del cultivo de pimiento .....	46
<b>Gráfico 4.</b> Absorción de potasio en órganos del cultivo de pimiento.....	47
<b>Gráfico 5.</b> Absorción de calcio y magnesio en órganos del cultivo de pimiento.....	48
<b>Gráfico 6.</b> Absorción de nutrientes en el cultivo.....	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Limpieza y preparación del terreno.....	62
<b>Anexo 2.</b> Elaboración y siembra de semillero.....	63
<b>Anexo 3.</b> Germinación de plántulas.....	64
<b>Anexo 4.</b> Trasplante de plántulas.....	65
<b>Anexo 5.</b> Fertilización.....	66
<b>Anexo 6.</b> Altura y diámetro de planta.....	67
<b>Anexo 7.</b> Fructificación.....	68
<b>Anexo 8.</b> Cosecha.....	69
<b>Anexo 9.</b> Frutos dañados.....	70
<b>Anexo 10.</b> Separación de los diferentes órganos de las plantas.....	71
<b>Anexo 11.</b> Muestras de los diferentes órganos de las plantas llevadas a estufa.....	72

## RESUMEN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es un cultivo que tiene gran importancia debido a su alto consumo diario y por su gran aporte nutritivo a los humanos. Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar la curva de absorción de nutrientes (NPK) en el cultivo de pimiento híbrido Quetzal. El estudio fue ejecutado en el campus experimental la Teodomira perteneciente a la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron conformados por cuatro dosis de Nitrógeno, Fósforo y Potasio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ): TR ( $\text{N}_0\text{-P}_0\text{-K}_0$ ), T1 ( $\text{N}_{144}\text{-P}_{24}\text{-K}_{204}$ ), T2 ( $\text{N}_{199}\text{-P}_{42}\text{-K}_{261}$ ), y T3 ( $\text{N}_{240}\text{-P}_{60}\text{-K}_{317}$ ). Las variables evaluadas fueron: biomasa seca de raíz, tallo y hojas, número de frutos por planta, peso fresco de frutos, diámetro y longitud de fruto, rendimiento, concentración de nutrientes en raíz, tallo-ramas, hoja, frutos, y extracción de nutrientes. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en diámetro y altura de planta, mientras que la generación de biomasa seca y de rendimiento sí hubo, lo que indicaría que estas variables fueron afectadas por las diferentes dosis de NPK. El tratamiento 3 fue el que permitió que la planta exprese el mayor rendimiento con  $46000 \text{ kg ha}^{-1}$ . La mayor extracción de nitrógeno y fósforo estuvo dada por los frutos con valores de 88,11 y  $22,03 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente, mientras que para potasio, calcio y magnesio se dio en las hojas con valores de 117,64; 58,81 y  $12,75 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente. El orden decreciente de absorción total de nutrientes fue de:  $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{P} > \text{Mg}$ ; mientras que la asociación del órgano que tiene mejor concentración de nutrientes para que las plantas de pimiento expresen su mayor potencial de rendimiento son las hojas. La mayor absorción de nutrientes se dio a partir de los 60 ddt, por lo que las mayores dosis de nutrientes deben ser aplicadas a partir de esta etapa.

**Palabras claves:** concentración de nutrientes, etapa fenológica, extracción de nutrientes, quetzal.

## ABSTRACT

The pepper (*Capsicum annuum L.*). It is a crop that is of great importance due to its high daily consumption in the daily basket and for its great nutritional contribution to humans. This research was carried out with the objective of evaluating the nutrient absorption curve (NPK) in the cultivation of Quetzal hybrid pepper. The study was carried out on the Teodomira experimental campus belonging to the Faculty of Agronomic Engineering of the Technical University of Manabí. A completely randomized block design with four treatments and four repetitions was used. The treatments were made up of four doses of Nitrogen, Phosphorus and Potassium (kg ha<sup>-1</sup>): TR (N0-P0-K0), T1 (N144-P24-K204), T2 (N199-P42-K261), and T3 (N240-P60-K317). The variables evaluated were: dry biomass of root, stem and leaves, number of fruits per plant, fresh weight of fruits, diameter and length of fruit, yield, concentration of nutrients in root, stem-branches, leaf, fruits, and extraction of Nutrients. The results showed that there were no significant differences in plant diameter and height, while the generation of dry biomass and yield did exist, which would indicate that these variables were affected by the different doses of NPK. Treatment 3 was the one that allowed the plant to express the highest yield with 46,000 kg ha<sup>-1</sup>. The greatest extraction of nitrogen and phosphorus was given by the fruits with values of 88.11 and 22.03 kg ha<sup>-1</sup> respectively, while for potassium, calcium and magnesium it occurred in the leaves with values of 117.64; 58.81 and 12.75 kg ha<sup>-1</sup> respectively. The decreasing order of total nutrient absorption was: K > N > Ca > P > Mg; while the association of the organ that has the best concentration of nutrients so that pepper plants express their greatest yield potential are the leaves. The greatest absorption of nutrients occurred after 60 ddt, so the higher doses of nutrients should be applied from this stage.

Keywords: nutrient concentration, phenological stage, nutrient extraction, quetzal.

## I. INTRODUCCIÓN /PROBLEMÁTICA

Según Verdosoto (2016), el pimiento es una hortaliza de importancia económica que puede cultivarse en climas variados; en Ecuador se cultiva en la Sierra (50%), Costa (45%) y Amazonía(5%), según datos proporcionados por la asociación de productores hortícolas del Ecuador y consideran que a nivel mundial el fruto es de mucha importancia debido a las bondades de (vitaminas A y C) que presenta para la alimentación.

Según el MAGAP (2010), en el Ecuador se siembra alrededor de 956 hectáreas (ha) de pimiento en monocultivo y 189 (ha) con otros cultivos asociados, cosechándose (500) y(511) toneladas respectivamente, con bajos rendimientos de 5,62 y 2,70 toneladas/ha, En el 2013 la producción de pimiento fue estimada en 570 toneladas, con una superficie de siembra de 1796 (ha). (FAOSTAT, 2013) En la provincia de Manabí la superficie sembrada esta alrededor de 380 ha, con un rendimiento promedio de 4,8 t ha<sup>-1</sup>. También encontramos este cultivar en las provincias de Guayas, El Oro, Imbabura, Chimborazo y Loja. (Cobo, 2012)

La agricultura protegida se define como el sistema de producción que permite modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos, con el propósito de alcanzar un crecimiento óptimo y un alto rendimiento. En nuestro país el pimiento bajo invernadero es un cultivo con menor superficie cultivada; es por esto que se ha considerado relevante para el campo el llevar a cabo un estudio sobre la fertilización del cultivo de pimiento bajo condiciones de invernadero y campo abierto, (Lopez , 2011)

En Colombia los bajos rendimientos están asociados a varios factores, entre ellos, prácticas inadecuadas de fertilización lo que conlleva a una pérdida gradual de la fertilidad del suelo (Sabando & Cedeño , 2016). Así mismo Salazar y Juárez (2013), consideran que también hay factores que pueden afectar el rendimiento de los cultivos, como los asociados al genotipo, y los de tipo externo, determinados por las condiciones climáticas, las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y la calidad de agua.

Sin embargo, uno de los factores que mayor influencia tiene sobre el rendimiento es el mal manejo de la fertilización, en la mayoría de los casos los productores no realizan un manejo tecnificado en los cultivos, dejando de lado los análisis físico químicos del suelo que son

fundamental para decidir las dosis de nutrientes a usar y evitar una escasa o excesiva cantidad del mismo, con ello se asegura que la planta exprese su máximo potencial genético, aumentando los beneficios económicos y contribuyendo a la sustentabilidad de la producción (Rivera , 2005).En el mismo sentido Collantes (2015), sugiere que, en nuestro país, la baja producción de hortalizas ha sido relacionada a la falta de apoyo al sector agrícola, poca información tecnológica a productores, y al mal uso de un plan de fertilización. Con este orden de ideas, se plantea la siguiente problemática:

¿Cómo influyen las dosis de fertilización sobre el rendimiento y la absorción de N-P-K en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*)?

## II. ANTECEDENTES

Azofeifa y Moreira (2005), analizaron la absorción y distribución de nutrientes en plantas de *Capsicum annuum* L. (Chile dulce) CV. UCR 589 en Alajuela, Costa Rica, y los resultados mostraron que el orden de extracción de nutrientes fue potasio, nitrógeno, fósforo, calcio, azufre y magnesio ( $K > N > P > Ca > S$  y Mg), con valores de 180, 139, 26, 38 y 13 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Las cantidades de nutrientes en las distintas partes de la planta variaron durante el ciclo de crecimiento, y al final del ciclo, la planta acumula el N, P, Mg, K, y S, en mayor cantidad en los frutos y el Ca especialmente en la parte aérea. En 2008, estos mismos autores realizaron un experimento análogo, pero con Chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. CV. HOT), y encontraron que el orden de extracción de nutrientes fue de  $K > N > Ca > S > P$  y Mg con valores de 79,3, 60, 31,7, 8,2, 7,6 y 7,3 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Adicionalmente hallaron que, al final del ciclo, la planta acumula K, Ca y Mg principalmente en la parte aérea, P y S en la fruta y N en los frutos y la parte aérea.

Mendoza (2010), investigaron la extracción de nutrientes del pimiento morrón, donde se observó un comportamiento muy similar en cuatro concentraciones (63%, 65%, 58% y 63%) por lo que se concluye que es posible mantener las plantas hasta 42 ddt (días después del trasplante) con una solución nutritiva a base de NPK al 25%. Este autor recomienda regar las plantas con solución nutritiva a 75 %, con la que obtuvo un efecto estadísticamente igual a los demás tratamientos, con mayor concentración de sales nutritivas en todas las etapas fenológicas. En conclusión, recomienda abastecer los macro nutrientes en los siguientes tiempos: N, entre 80 y 98 ddt; P, entre 81 y 115 ddt; K, entre 87 y 112 ddt; Ca, entre 81 y 106 ddt; y Mg, entre 72 y 103 días después de trasplante. Por otra parte, para producir una tonelada de fruto de pimiento morrón indeterminado, se necesitan 24 kg N, 0,2 kg P, 2,3 kg K, 0,5 kg Ca, 0,4 kg Mg basándose en el rendimiento presentado por las plantas desarrolladas en la concentración a 75 %.

Salasar y Juárez (2013), determinaron que la cantidad necesaria de nutriente para producir una tonelada de producto fresco es de: 2,4-4,0 kg de nitrógeno (N); 0,4-1,0 kg de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); 3,4-5,29 kg de potasio (K<sub>2</sub>O); 0,55-1,80 kg de calcio (CaO) y 0,28-0,49 kg de magnesio (MgO).

Poveda y Intriago (2017), en un estudio con el híbrido Marcato, determinaron que al final de su ciclo de vida la concentración de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) se comportó en orden descendente para hojas, tallo y fruto (N); fruto, hojas y tallos (P), y hojas, tallo y fruto (K). En el híbrido Quetzal, la concentración de estos macronutrientes se comportó siguiendo el siguiente orden: hojas = tallo > fruto (N), hojas = tallo > fruto (P), y hojas = tallo > fruto (K). Al final del ciclo de vida del híbrido Marcato, el orden de extracción fue  $K > N > P$ , con valores de 217,53; 111,47; 18,62  $\text{kg ha}^{-1}$ , respectivamente. Para el híbrido Quetzal, el orden de extracción fue  $K > N > P$  con valores 201,73; 71,83; 21,10  $\text{kg ha}^{-1}$  respectivamente.

### **III. JUSTIFICACIÓN**

La fertilidad del suelo y la nutrición vegetal se torna fundamental ante el aumento de la población mundial, que para el 2050 será cercana a 10000 millones de habitantes; se hace evidente entonces la necesidad de obtener mayores rendimientos con el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías en el uso de los fertilizantes, aportando al suelo las cantidades ideales que la relación suelo-planta requiere (Vallejo & Estrada, 2016).

Se impone así la necesidad de generar conocimientos para hacer más eficaces las técnicas de producción, optimizando el aporte de fertilizantes, disminuyendo los costos de producción y propiciando una óptima calidad y cantidad de productos cosechados. En efecto, en el país no hay estudios que muestren las cantidades de NPK que se necesitan para producir un kilo de pimiento, cuánto nutriente recupera la planta de la fertilización aplicada, y cuál es su distribución en la misma (Poveda & Intriago, 2017).

Sin dudas, la fertilización de los suelos es un proceso que exige cuidados y una especial atención de los agricultores, y la realización de estudios sobre la adsorción de NPK en el cultivo de pimiento híbrido, contribuiría a la determinación de la cantidad necesaria de nutrientes en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de pimiento, y a obtener cosechas rentables que permitan el mejoramiento del nivel de vida de los pequeños agricultores que viven y cultivan en la Costa ecuatoriana (Ramos, 2015).

### **IV. OBJETIVOS**

#### **4.1.General:**

- Evaluación de la curva de absorción de nutrientes (NPK) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.).

#### **4.2.Específicos:**

- Evaluar la influencia de las diferentes dosis de NPK en el desarrollo agronómico y rendimiento del cultivo de pimiento.
- Determinar la curva de absorción de N, P, K, Ca y Mg en diferentes etapas fenológicas del cultivo de pimiento.
- Diagnosticar el efecto de la absorción de nutrientes N, P, K, Ca y Mg sobre el rendimiento del cultivo de pimiento.

## V. MARCO REFERENCIAL

### 5.1.Generalidades del cultivo

#### 5.1.1.Origen

El pimiento es originario de la zona de Bolivia y Perú donde fue introducido en Europa a partir del siglo XVI distribuyéndose al resto de Europa y del mundo, pertenece a la familia Solanaceae y el género *Capsicum* que comprenden otras especies, su introducción en Europa fue de mucha importancia por su aprovechamiento en la alimentación humana como hortaliza de acompañamiento, como condimento o colorante, además vino a sustituir otro condimento muy utilizado como era la pimienta negra de gran importancia comercial (Buña , 2013)

#### 5.1.2Clasificación taxonómica del Pimiento

Según Dekker (2011), la clasificación taxonómica del cultivo de pimiento se detalla en la siguiente tabla 1.

**Tabla 1** Clasificación taxonómica del Pimiento

Reino :	Vegetal
División :	Magnoliophyta
Subdivisión :	Magnoliopsida
Clase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Genero:	<i>Capsicum</i>
Especie:	<i>annuum</i>

## **5.2.Morfología del pimiento**

La planta de pimiento es herbácea o semileñosa su ciclo de cultivo es anual, es de crecimiento erecto que puede ser 0.5 en variedades de crecimiento determinado hasta 2 m en híbridos bajo condiciones protegidas (Corpoica, 2014)

### **5.2.1.Tallo**

El tallo principal es de crecimiento limitado o determinado, erecto y frágil y con una altura variable, lo cual está en funciones a las variedades al manejo del cultivo y las condiciones ambientales, el tallo es de epidermis brillantes, con estrías muy pronunciadas longitudinalmente (Granicher , 2012)

### **5.2.2. Raíz**

El sistema de raíces del pimiento consta de una raíz axonomorfa de la que se ramifica un conjunto de raíces laterales, alcanzando una profundidad en el suelo de unos 30-60 cm en la parte superficial, es pivotante y profunda llega a profundidades de 0.7 a 1.2 pero la mayoría de las raíces se encuentran a una profundidad de 5 a 40 cm. (Casimilas , 2012)

### **5.2.3. Hoja**

Según Molina (2016), las hojas son planas, simples, lanceoladas con un ápice muy pronunciado y un peciolo largo o poco aparente y de forma ovoide alargada, el haz es liso y suave al tacto.

### **5.2.4. Flor**

Las flores son pequeñas de color blanca, son perfectas aparecen de forma solitaria insertadas en las axilas de las hojas, su polinización es automaga aunque puede existir un porcentaje de alogamia del 10%. (Casimilas , 2012)

### **5.2.5. Fruto**

Según Infoagro (2015), el fruto del pimiento es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida de colores variable que se da a través de la maduración pasando del verde al amarillo,

anaranjado o rojo, el tamaño del fruto es variable pudiendo alcanzar un peso que va desde escasos gramos hasta más de 500 gr.

### 5.2.6. Semillas

La semilla son redondeadas de una forma aplastadas están insertadas en una placenta cónica de disposición central en la cual en su mayoría son de color amarillo pálido y se sitúan en la región central (corazón) (Granicher , 2012).

## 5.3. Requerimientos edafoclimaticos

### 5.3.1. Temperatura

Es una planta exigente en este parámetro, ya que por sus características en cada etapa de desarrollo del cultivo, requiere de temperaturas por sobre los 15° ya que al existir temperaturas por debajo de los 15°C el crecimiento se retarda y a menos de 10°C se detiene por completo, además temperaturas superiores a los 30°C la planta se ve afectada y puede provocar la caída de las flores (INIA, 2013). En la tabla 2 se detalla los requerimientos de temperatura según esta de cultivo.

**Tabla 2. Requerimientos de temperatura según etapa del cultivo.**

Temperatura °C			
Etapas de cultivo	Mínima	Máxima	Optima
Germinación	13	40	20-25
Crecimiento vegetativo	15	32	20-25 (día) 16-18 (noche)
Floración y fructificación	10	35	26-28 (día) 18-20 (noche)

### 5.3.2. Humedad ambiental

La humedad es uno de los principales factores que se debe considerar en el desarrollo del cultivo de pimiento, la humedad que se encuentra entre el 50% y el 70% es la óptima. En casos extremos

donde la humedad es superior al 70% y existe altas temperaturas se pueden ocasionar complicaciones principalmente que favorecen el desarrollo de enfermedades y también pueden ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados. (Molina , 2016).

### **5.3.3. Luminosidad**

Según DANE (2015), el pimiento es una planta muy exigente en luminosidad, principalmente en los primeros estadios de desarrollo y durante la floración, requiriendo entre 6 a 8 horas/sol/día, si la intensidad de la radiación solar es demasiado alta, se puede producir ciertos problemas en el cultivo tales como rajadura de frutos, golpe de sol y posteriormente coloración irregular en la madurez del fruto.

### **5.3.4. Suelo**

En cuanto a suelo este cultivo requiere que estos sean profundos, de baja salinidad, aunque son modernamente tolerantes a la salinidad, ricos en materia orgánica, bien aireada y con buen drenaje, ya que suelos con alta humedad pueden ocasionar problemas fitosanitarios y también asfixia radicular. El pH debe ser de 5.5 a 7.5 para que la planta sea capaz de asimilar todos los nutrientes disponibles en el suelo (Granicher , 2012).

## **5.4. Etapas fenológicas del pimiento**

La fenología comprende el estudio de los fenómenos biológicos vinculados a ciertos ritmos periódicos o fases y la relación que existe con el ambiente donde ocurren. En su ciclo ontogénico, los vegetales experimentan cambios visibles o no, que están estrechamente relacionados con el genotipo y el ambiente en que se desarrollan y la interacción entre éstos; el resultado del complejo de interacciones, ocasiona amplias respuestas de los diferentes cultivos y variedades (Aguilar , Garcia , & Castillo , 2011)

Los eventos o etapas que comúnmente se observan en el desarrollo de los cultivos, se denominan fases fenológicas, como siembra, germinación, emergencia, inicio de floración y cosecha, estas etapas fenológicas están controladas principalmente por la temperatura, el fotoperiodo y el estrés hídrico por lo que un cultivo puede no llegar a desarrollar todas sus etapas fenológicas si crece en condiciones climáticas diferentes a su región (Vidal , 2010 )

El conocimiento de la fenología es importante para su manejo correcto y determina que la duración de las etapas fenológicas se basa en el periodo que transcurre entre fases específicas, que depende del origen de las plantas (siembra directa o trasplante); también menciona tres grandes etapas: 1) 50% desde la siembra hasta el aclareo, 2) 75% del aclareo o trasplante al amarre de fruto y 3) 100 % del amarre de fruto a la cosecha o fin de ésta. (Granicher , 2012)

### **5.5. Características del híbrido de pimiento**

Según Semillas Magna(2013).

- Pimentón híbrido tipo Marconi, muy precoz.
- Planta media a grande de aproximadamente 50 cm de altura.
- Se recomienda empalar.
- Follaje abundante que cubre bien los frutos.
- Frutos de aproximadamente 230 – 250 gr de peso, que termina en una punta, excelente color verde a rojo y buena firmeza.
- Tolerante TMV (0), PVY, TEV, PepMoV, Tobamo Po.
- Zona de siembra región costa, Sierra y Galápagos.
- Habito de crecimiento semi indeterminado.
- Inicio de cosecha 100 a 110 días.

### **5.6. Nutrición del cultivo de pimiento**

La nutrición mineral en el cultivo de pimiento, se asegura restituyendo a los suelos, generalmente con fertilizantes químicos, los elementos nutritivos que las plantas extraen, o que los suelos pierden por lavado, retrogradación y erosión, poniendo a su disposición lo que se precisa en cada momento para lograr la óptima productividad y calidad de las cosechas y a su vez evitar la pérdida de nutrientes y la consiguiente contaminación del medio ambiente (García , Jiménez, & Marotta , 2009).

Un programa ideal de fertilización debiera tener en cuenta, un estado nutricional balanceado, tanto en los aspectos de dosis de fertilizantes aplicados como en los aspectos de momentos de aplicación de estos fertilizantes (Berrios, Arredondo, 2007). Por ello, un análisis de suelos sería de

gran utilidad para determinar las condiciones químicas y físicas del suelo, al utilizarlo como referencia para el uso correcto de fertilizantes químicos y orgánicos en nuestros cultivos, (Carrera, 2014).

### 5.6.1. Extracción de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K)

**Tabla 3.**

<b>FUENTE</b>	<b>N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>P (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>K (kg ha<sup>-1</sup>)</b>
<i>(Ferreyra y Gaonzales, 1982)</i>	138-150	14.0 -15,42	122 - 142
<i>(Ciampitti y Garcia, 2007)</i>	96	12	92
<i>(Salasar y Juarez, 2013)</i>	139	23	247
<i>(Poveda y Intriago, 2017)</i>	111,74	18,62	217,53

### 5.6.2. Nitrógeno

Es el nutriente que más afecta el crecimiento y la producción del pimentón; es fundamental en la formación de aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, clorofila, alcaloides y bases nitrogenadas, ideales para obtener un rápido crecimiento (Patiño, 2014).

Según Villota (2014), el Nitrógeno cumple las siguientes funciones:

- ✓ Acelera la división celular.
- ✓ Acelera la elongación de las raíces y mejora en ellas la capacidad de absorber fósforo.
- ✓ Es componente de las vitaminas.
- ✓ Es necesario en la síntesis de clorofila, elemento primordial en la fotosíntesis para la formación de hidratos de carbono.
- ✓ Aumenta la producción de las cosechas y forrajes.

Una de las funciones más importantes del nitrógeno es la de tener una acción directa sobre el incremento de la masa seca porque favorece el desarrollo del tallo, el crecimiento del follaje y contribuye en la formación de frutos y granos, sin embargo, un exceso de este elemento provoca un crecimiento excesivo del follaje, un escaso desarrollo en el sistema radical y un retardo en la formación de flores y frutos cuando la planta lo asimila en forma de anión (Florez & Rodriguez , 2004).

El Nitrógeno juega un papel crítico en la asimilación del fósforo, induciendo un incremento en la absorción de éste por parte de la planta, la forma en que la planta toma el nitrógeno (nitrato o amonio) también tiene una considerable repercusión en la toma de fósforo, esto indica que, si el nitrógeno se absorbe predominantemente como amonio, al absorberse más cationes que aniones las raíces segregan protones, con la consiguiente disminución del pH. Por el contrario, si es el nitrato el que es absorbido de forma preferencial, el balance entre aniones y cationes se desplaza hacia una mayor cantidad de aniones que de cationes, por lo que se segregan OH<sup>-</sup> y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, lo que incrementa el pH de la superficie radicular (Fernández, 2007).

### 5.6.3. Fósforo

Es uno de los elementos minerales más importantes para el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas, este elemento es móvil dentro de la planta y es esencial para procesos metabólicos como la fotosíntesis y la producción de azúcar y energía. Además, promueve el crecimiento y desarrollo de las raíces, de las estructuras reproductivas siendo indispensable para la formación de la semilla. Se encuentra en el suelo en formas orgánicas e inorgánicas. Las plantas captan el fósforo que requieren a partir de aniones fosfato (HPO<sub>4</sub><sup>-2</sup> y H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-1</sup> principalmente) que se encuentran dentro de la solución del suelo (Aguilar , 2017).

Según Numera y Meza (2012), el Fósforo cumple las siguientes funciones en la planta:

- ✓ Ayuda a las raíces y a las plántulas a desarrollarse rápidamente.
- ✓ Permite soportar inviernos rigurosos.
- ✓ Aumenta la eficiencia del uso del agua.
- ✓ Acelera la madurez, lo cual es importante para la cosecha y para la calidad del cultivo.
- ✓ Contribuye a aumentar la resistencia a las enfermedades en algunas plantas.
- ✓ Es indispensable para la transferencia de energía en células vivas, y en la fotosíntesis de las plantas.

Tittonel , Perniola y Caruso (2002), determinaron que el incremento en la aplicación de N, aplicado solo o en combinación con P y K, aumenta la masa vegetativa y el rendimiento, dependiendo del cultivar, tipo de suelo y nivel de fertilizante aplicado.

El P y el K son esenciales en la fotosíntesis, en las enzimas y las reacciones que requieren de energía, en la formación y calidad de semilla, tolerancia al estrés, madurez del cultivo, formación de raíz, las investigaciones de campo han mostrado muchos casos de la interacción P/K. Estos muestran los beneficios económicos y agronómicos cuando se elimina la deficiencia de P y K como factores limitantes de la producción (Numera & Meza , 2012).

#### **5.6.4. Potasio**

Es un catión monovalente ( $K^+$ ) y junto con el nitrógeno son absorbidos en grandes cantidades por las plantas. La mayor parte del potasio absorbido depende de la difusión del elemento y de otros factores, como contenidos muy altos de calcio y magnesio, los cuales disminuyen la absorción del potasio (Florez & Rodriguez , 2004).

Los cultivos absorben potasio en grandes cantidades igual o incluso más que el nitrógeno, es fundamental para los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas, no solo porque aumenta el rendimiento de los cultivos, sino que también interviene en la calidad de los frutos dándole firmeza, calidad organoléptica, maduración uniforme e incremento en la vida útil, además es esencial en el proceso fotosintético (Imas , 2017).

Según Carriel y German (2017), el potasio cumple las siguientes funciones:

- ✓ 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 nitrógeno, y en la síntesis de la clorofila.
- ✓ Incrementa la resistencia de la planta a la sequía y heladas, mejora la resistencia a plagas y enfermedades, debido que incrementa el grosor de las paredes celulares y aumenta la firmeza de tallos y peciolo.

Es crucial la relación N/K, ya que es un elemento abundante en los frutos, con lo que su suministro debe de estar asegurado en los periodos generativos, y señala que, aunque haya mucho potasio, si su ratio con respecto al nitrógeno es muy baja, se puede producir una

reducción en la entrada en floración, derivando en plantas con muchas partes vegetativas (hojas y ramas) y pocas generativas flores y frutos (Inaki, 2017).

El establecimiento de relaciones N/K adecuadas, por fases del cultivo, se identifica como uno de los problemas fundamentales que afecta el comportamiento productivo del cultivo, esta relación determina el equilibrio entre los procesos vegetativos y reproductivos, pues el potasio actúa como regulador del crecimiento cuando la disponibilidad de nitrógeno es alta, garantiza además un adecuado incremento del rendimiento, además regula la aparición de determinados desórdenes fisiológicos que inciden en la apariencia interna y externa de los frutos, fundamentalmente en el color y constituye un aspecto de manejo agronómico que incide en la durabilidad de la cosecha (Hernandez , Laffita , & Moreno , 2009).

## **5.8. Factores que afectan el crecimiento**

### **5.8.1. Factores genéticos**

La constitución genética de una determinada especie es de mucha importancia ya que está condiciona la naturaleza y las características específicas de la misma. Tanto el crecimiento y el desarrollo de la planta es una interacción continua entre los caracteres impresos en los genes, de esta manera dentro de la especie vegetal existes variedades que rinden más que otras, una de las características es por dar mayor calidad del producto o mayor producción, otras por ser resistentes al ataque de plagas o enfermedades (Herrera, 2010).

### **5.8.2. Factores ambientales.**

Se puede especificar como la suma de todas las condiciones externas que afectan la vida y desarrollo de un organismo los cuales probablemente los factores ambientales más importante son los siguientes; Temperatura, humedad, luz, composición de la atmosfera, reacción del suelo, suministro de elementos nutritivos, pendiente del terreno y drenaje de los suelos y otros factores que puedan llegar afectar el crecimiento (Echeverria & Garcia , 2005).

## **5.9. Factores que afectan la disponibilidad de nutrientes.**

La disponibilidad de nutrientes en el suelo es esencial para el adecuado crecimiento y desarrollo de la planta para poder obtener rendimientos elevados, existen varios factores limitantes que afectan la disponibilidad de los de los nutrientes en el suelo los cuales podemos mencionar; Textura, estructura, densidad aparente, porosidad, humedad del suelo, pH, capacidad de intercambio iónico, iones en el suelo (antagonismo y sinergismo) y materia orgánica entre otros factores (Banadeo & Moreno , 2017).

### **5.9.1. Textura**

Según Andrade (2014), la textura hace referencia al porcentaje relativo de las fracciones minerales del suelo menores a 2 mm de diámetro tal como la arena de (2.0 a 0.02mm), limo (de 0.02 a 0.002 mm) y arcilla (menores a 0.002 mm o menores a 2 micras) estas determinan la clase textural a la que pertenece, estas propiedades influyen en la fertilidad del suelo al influir en:

- ✓ La aireación
- ✓ La capacidad de retención del agua
- ✓ La capacidad de retención de nutrientes

### **5.9.2. Estructura**

Se refiere a la distribución o agregados de las fracciones minerales de los suelos (arena, limo y arcilla) en unidades mayores, la estructura es de mucha importante tanto para la fertilidad del suelo como para el crecimiento de la planta, por que influyen en la cantidad y naturaleza de la porosidad, ayudando a regular el régimen de humedad y aire en el suelo, ya que ofrecen resistencia a la erosión y regulan la permeabilidad (Herrera, 2010).

### **5.9.3. Porosidad**

Se refiere a la proporción de espacios vacíos o cavidades que son ocupados por agua y aire en un volumen dado del suelo. Los espacios de poros en los suelos presentan gran variación de acuerdo al tipo de suelo y a la forma en el que ha sido manejado el suelo (Echeverria & Garcia , 2005).

Para el crecimiento de las plantas es más importante el tamaño que el espacio poroso total. Se generaliza, que en condiciones ideales de aireación, permeabilidad y retención de agua un suelo debe tener un balance de poros grandes (macroporos mayores a 30 micras de diámetro) que permite el libre desplazamiento de agua y aire y pequeños (microsporos menores a 30) donde gran parte del agua retenido en el suelo puede ser usado por las plantas (FAO, 2005).

#### **6.9.4. Humedad del suelo**

La humedad del suelo es de mucha importancia ya que influye en las propiedades físicas tales como los poros, compactación, penetrabilidad, resistencia al corte, consistencia, succión total de agua y color del suelo. La humedad del suelo es muy dinámica y depende del clima, vegetación, profundidad del suelo, y de las características y condiciones físicas del perfil (Arabuko, 2018).

#### **5.9.5. pH del suelo**

El pH en los suelos es una propiedad química de mucha importancia porque ayuda a conocer que tan acida o alcalina es la solución del suelo, que es de donde las raíces y los microorganismos del suelo toman sus nutrientes. El pH usa una escala de medición cuyo rango de fluctuación es de 0 a 14, siendo 7 neutro. Un pH por debajo de los de 7 es ácido y por encima de 7 es básico, en el cual el rango óptimo para la mayoría de las especies oscila entre 5,5 y 7,0 sin embargo muchas plantas se han adaptados para crecer a valores de pH fuera de su rango (Osorio , 2012).

#### **5.9.6. Capacidad de intercambio iónico**

En la fertilidad del suelo la capacidad de intercambio catiónico es muy importante en la fertilidad de los suelos para retener y liberar iones positivos, gracias a su contenido en arcillas y materia orgánica, las arcillas, la alófana y el humus poseen sitios cargados negativamente que atraen cationes, a mayor atracción las pérdidas de elementos por lixiviación se reducen (Herrera, 2010).

#### **5.9.7. Materia orgánica.**

La materia orgánica favorece la formación de una estructura estable de agregados en el suelo por medio de la estrecha asociación de las arcillas con la materia orgánica. Esta asociación

incrementa la capacidad de retención de agua ya que puede absorber de tres a cinco veces más de su propio peso, lo cual es especialmente importante en el caso de los suelos arenosos. La materia orgánica incrementa la retención de los nutrientes del suelo disponibles para las plantas debido a su capacidad de intercambio de cationes (Flores , 2010).

## **VI. MATERIALES Y METODOLOGIA**

### **6.1. Localización del ensayo**

La presente investigación se realizó en la estación experimental “La Teodomira” perteneciente a la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en el km 27 en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana, provincia de Manabí; localizada geográficamente a 01° 09'51" de latitud Sur y 80°23' 24 W de longitud Oeste con una altitud de 60 msnm (INHAMI, 2018)

### **6.2. Características climáticas de la zona**

De acuerdo a la posición geográfica de la zona, presentan los siguientes parámetros climáticos:

Precipitación anual : 682,50 mm

Heliofanía anual : 1,354 horas luz

Temperatura promedio : 25,39°C

Evaporación anual : 1625,40 mm

### **6.3. Material genético**

Se utilizó el híbrido de pimiento Quetzal, distribuido por la empresa AGRIPAC.

### **6.4. Diseño experimental**

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

## 6.5. Tratamientos.

Los tratamientos fueron conformados por diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales se describen en la tabla 4, usando lo sugerido por Salazar y Juárez (2013) para un rendimiento de 60 toneladas por hectárea.

**Tabla 4.**

Tratamientos	Dosis de nutrientes NPK (kg. ha <sup>-1</sup> )		
TR	0	0	0
T1	144	24	204
T2	199	42	261
T3	240	60	317

**T: Tratamiento, R: Referencial.**

## 6.6. Delineamiento experimental

Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	4
Numero unidades experimentales (UE)	16
Superficie de la parcela experimental (9m x 5m)	45 m <sup>2</sup>
Área útil (4m x 3m)	12 m <sup>2</sup>
Distanciamiento entre hileras	1 m
Distanciamiento entre plantas	0,5 m
Distancia entre repeticiones	2 m
Número de plantas por sitio	1
Número de plantas útiles UE	24
Número de plantas por unidad experimental	90
Número de plantas total	1440
Distancia entre unidades experimentales	2 m
Superficie del ensayo (44m x 28m)	1232 m <sup>2</sup>

## **6.7. Variables a evaluar.**

### **6.7.1. Número de frutos por planta**

En cada pase de cosecha realizado en el cultivo se procedió a obtener un registro con sus respectivos datos del número de frutos de las plantas útiles de cada unidad experimental.

### **6.7.2. Peso fresco de frutos (gramos)**

En cada cosecha efectuada en el cultivo, se registró el peso en una balanza, todos los frutos del área útil de cada tratamiento, posteriormente se promedió con el número de frutos cosechados.

### **6.7.3. Diámetro ( $\emptyset$ ) y longitud de fruto (cm)**

De los frutos cosechados del área útil se escogieron 10 al azar, posteriormente estos fueron medidos en diámetro con la ayuda de un calibrador pie de rey en la parte media y longitud desde el pedúnculo hasta el ápice con la ayuda de una cinta métrica.

### **6.7.4. Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )**

Para la evaluación de esta variable se consideró el registro del peso de todos los frutos cosechados en 10 plantas de cada unidad experimental y posteriormente mediante regla de tres se transformó estos datos a ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

### **6.7.5. Concentración de nutrientes en raíz, tallo-ramas, hojas y frutos**

Para el análisis de nitrógeno se utilizó el método de Kjeldhal determinándose por destilación alcalina o titulación, fósforo mediante la metodología del molibdato-vanadato por colorimetría y para potasio por medio de digestión HCL 6M, por espectrofotometría de absorción atómica.

### **6.7.6. Extracción de nutrientes**

La extracción de nutrientes se determinó mediante el producto de la concentración de nutrientes obtenidos por el rendimiento de la materia seca de los diferentes órganos de la planta raíz, tallo-ramas, hoja y frutos de pimiento.

### **6.7.7. Elaboración de la curva de absorción de nutrientes**

El procedimiento que se utilizó para la obtención de curvas de absorción es el adaptado por Bertsch (2003), el cual se describe a continuación:

- Se seleccionará el material de pimiento a evaluar.
- Se crearán cuatro grupos de plantas cada uno representando una etapa fenológica.
- Se tomarán ocho plantas por cada unidad experimental para obtener: peso fresco, peso seco y concentraciones de nutrientes en los tejidos.
- Se calculará el peso seco acumulado de biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para cada etapa fenológica, por órgano de planta, obteniendo de la sumatoria de todos los órganos (raíz, tallo-hoja, y fruto) el total por etapa.
- Se obtendrá la curva de absorción de NPK en  $\text{kg ha}^{-1}$ , colocando las etapas fenológicas en el eje x y los  $\text{kg}^{-1}\text{ha}$  obtenidos en cada etapa en el eje y, para los diferentes tejidos y el total, para la cual se usará un modelo lineal.

### **6.7.8. Análisis estadístico.**

Se realizó un ANOVA a todas las variables, considerando el diseño de bloques completos al azar, las variables que presentaron diferencias significativas fueron sometidas a una comparación de medias de Duncan ( $P < 0.05$ ), y correlaciones, utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2017.

## **6.8. Manejo del ensayo**

### **6.8.1. Análisis de suelo**

Para el análisis de suelo se tomaron 10 submuestras, de cada una de estas se colectó 100 gramos para obtener un kg, las muestras se las envió al Departamento de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Pichilingue, para determinar las características físicas y químicas del suelo.

### **6.8.2. Preparación del suelo**

La preparación del suelo consistió en limpiar todo el terreno de las malezas, esta actividad se efectuó un mes antes del trasplante, con la ayuda del tractor se procedió a realizar un pase de arado de disco, dos pases de rastra, un pase de rotavator con la finalidad de dejar el terreno bien mullido, posteriormente se delimitaron las parcelas de acuerdo a la investigación.

### **6.8.3. Elaboración de semillero**

Para el semillero se utilizaron bandejas germinadoras de plástico de 180 cavidades cada una, utilizando como sustrato 15 kg de turba, colocando 1 semilla de pimiento en cada alveolo a una profundidad de 2 mm y posteriormente se cubrió superficialmente con sustrato, como fuente de prevención se colocó alrededor de las bandejas ceniza para evitar daños al semillero por insectos cortadores de plántulas.

### **6.8.4. Trasplante.**

Se realizó después de haber hecho la siembra en semillero cuando las plántulas tuvieron dos hojas verdaderas, aproximadamente desde los 21 a 24 días después de la siembra, con una altura superior a 10 cm, colocando una planta por sitio en hoyos de 8 a 10 cm de profundidad de acuerdo a la distancia de siembra (0.5 m entre planta y 1.0 m entre hileras).

### **6.8.5. Riego.**

Se utilizó un sistema de riego por goteo para el cual se instaló cintas de Netalim de 16 mm con sus respectivos goteros a una distancia de 20 cm, entre goteros las mismas que fueron conectadas

a la tubería de 2 pulgadas. La frecuencia del riego efectuado dependió netamente de las condiciones de humedad del ambiente y del suelo.

### 6.8.6. Fertilización.

La fertilización del cultivo se detalla en la tabla 5, a cada tratamiento se empleó el porcentaje correspondiente de acuerdo a las frecuencias de tiempo establecidos en los tratamientos, las fuentes utilizadas fueron urea (46%N), fosfato diamónico (18% N - 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), y nitrato de potasio (13,5% N - 45% K<sub>2</sub>O).

**Tabla 5. Fertilización para el cultivo de pimiento**

Elemento	Días después del trasplante						
	0	15	30	45	65	85	105
Nitrógeno	(5%)	(12%)	(15%)	(20%)	(16%)	(16%)	(16%)
Fósforo	(10%)	(20%)	(20%)	(20%)	(10%)	(10%)	(10%)
Potasio	(5%)	(12%)	(15%)	(20%)	(16%)	(16%)	(16%)

### 6.8.7. Tutorado

Esta labor se efectuó utilizando estacas de 1.9 m en forma vertical en cada línea del cultivo ubicada a 2m, sobre estas se colocó alambre a lo largo de la hilera, una vez instalada las líneas de alambra se procedió a amarrar las plantas desde el tallo utilizando piola de polietileno, cuidadosamente sin lastimar la planta con la finalidad que las plantas no se volcaran y ofrecieran frutos de calidad.

### 6.8.8. Aporcado

Consistió en cubrir con tierra la parte del tallo de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular.

### **6.8.9. Poda**

Se realizó la poda quincenalmente eliminando hojas bajas, enfermas y chupones a fin de equilibrar la planta y disminuir la transpiración excesiva como consecuencia de un alto número de hojas no funcionales.

### **6.8.10. Control de Malezas**

El control de malezas se lo hizo de forma manual con la ayuda del machete, cada 8 días se precedió a desmalezar para evitar la competencia nutricional con el cultivo.

### **6.8.11. Control de insectos**

El control de insectos-plaga se lo efectuó monitoreando cada una de las unidades experimentales estudiadas, en el cual los principales problemas insectiles presente en el cultivo donde se detectaron plagas como mosca blanca *Bemisiatabaci* el cual utilizamos para su debido control Kemolt (ACETAMIPRID) 15g/bomba. Otra plaga presente fue el ataque de ácaros y para ello se realizaron aplicaciones de Fulmetin (ABAMECTINA) en dosis de 25cc/bomba.

### **6.8.12. Control de enfermedades**

Para el control enfermedades se utilizó Talón (MANCOZED) en dosis de 30g/bomba y Decapo (CHLOROTOLONIL) en dosis de 50cc/bomba para el control de Cercosporay pata el control de Oidio *Leveillulataurica* utilizamos Topas (PENCONAZOL) en dosis de 20ml/bomba.

### **6.8.13 Cosecha**

La cosecha se la realizó aproximadamente a los 70 días después del trasplante en el área útil y en forma manual, mediante la observación del fruto que presentó las características comerciales la cual se manifestó con una tonalidad verde oscuro, se colectaron los frutos por separado, tanto en plantas evaluadas como en las no evaluadas y se procedió a tomar los datos respectivos a los frutos de cada tratamiento, se efectuaron 5 pases de cosecha, cada  $15 \times 5 = 75$  días de cosecha por cada unidad experimental.

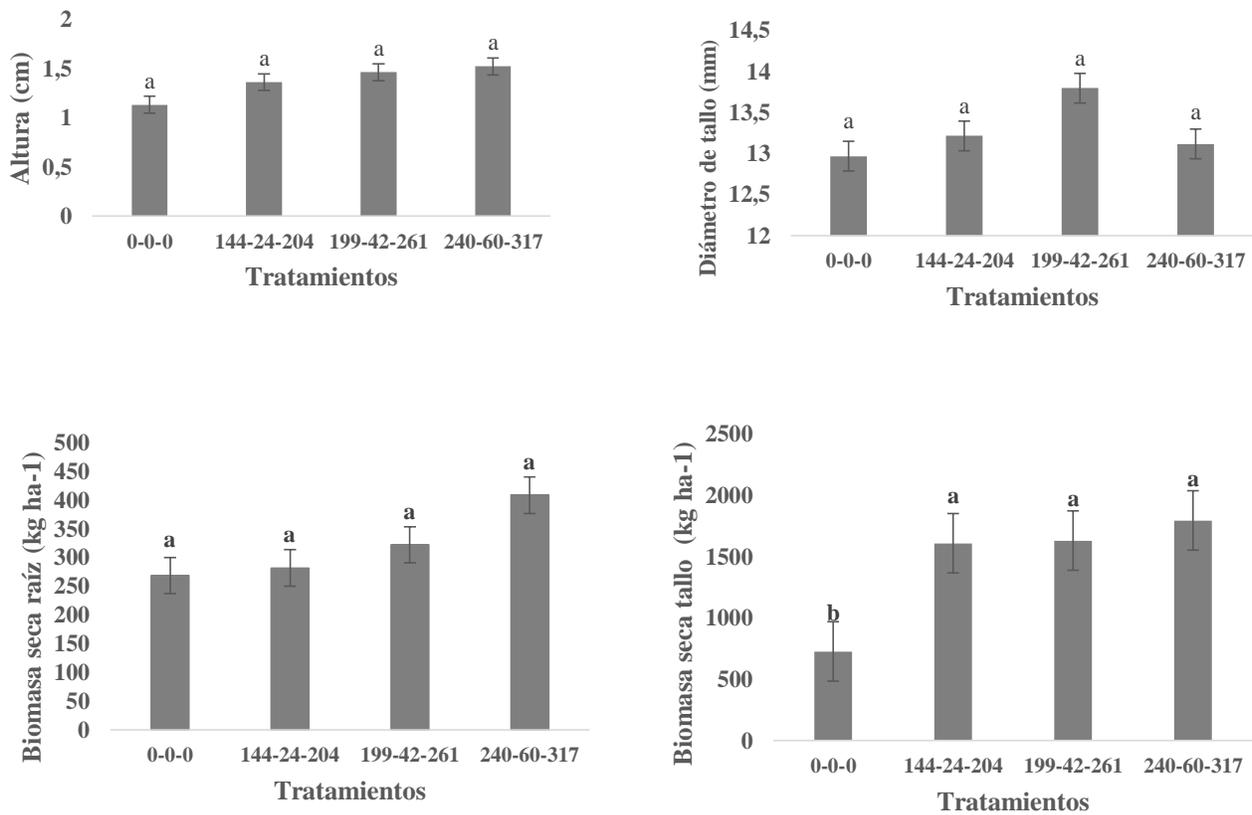
#### **6.8.14. Recolección de la muestra en raíz, tallos-hojas y fruto.**

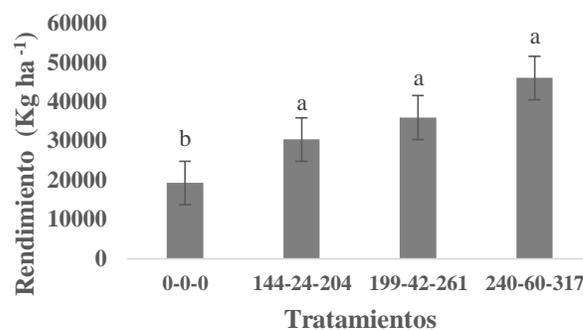
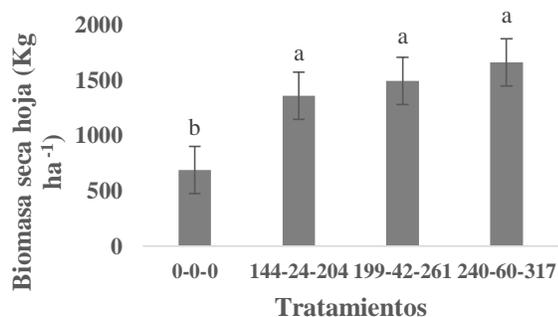
Las muestras de los diferentes órganos en el cultivo de pimiento se procedieron a recolectar a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante, en el cual se escogieron tres plantas del área útil de cada unidad experimental. Los diferentes órganos (raíz, tallo, hojas y frutos) que se recolectaran de cada unidad experimental, serán llevados a estufa a una temperatura de 70 °C por un periodo de 48 horas hasta obtener un peso constante, lo cual indicaría que la muestra está totalmente seca, una vez culminado este proceso serán etiquetadas para proceder a moler cada muestra, en la cual terminado este proceso serán enviadas al laboratorio de AGROCALIDAD o INIAP para sus respectivos análisis.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 7.1. Evaluación de la influencia de las diferentes dosis de NPK en variables agronómicas y rendimiento del cultivo de pimienta

Gráfico 1. Variables agronómicas y rendimiento del cultivo de pimienta





El gráfico 1 muestra la comparación de medias para las variables agronómicas (altura de planta, diámetro de tallo, biomasa seca de raíz, tallo y hojas) y rendimiento, de acuerdo al análisis de varianza se observó, que en altura de planta no hubo diferencias significativas, sin embargo el mayor valor lo obtuvo el T3 (1,52 cm), y el de menor el TR (1,13 cm), estos resultados son menores a los registrados por Molina (2016), al genotipo Quetzal cuyo valor fue de 1,67 cm; de la misma manera, el diámetro de tallo no mostró diferencias significativas, resultados similares encontró Villota (2014).

En la generación de biomasa seca de raíz tampoco existió diferencias estadísticas, sin embargo hubo diferencias numéricas, siendo el mejor tratamiento el T3 con un valor de 408,89 kg ha<sup>-1</sup>, y el de menor 268,89 kg ha<sup>-1</sup> el TR. En biomasa seca de tallo se observó que hay diferencias significativas, siendo el T3 el que alcanzó el mayor valor 1792,05 kg ha<sup>-1</sup> y el TR con el menor valor 724 kg ha<sup>-1</sup>; para la biomasa seca de hoja se encontró diferencias significativas, al igual que en tallo, el T3 fue el que consiguió el mayor valor con 1792,05 kg ha<sup>-1</sup> y el de menor valor el TR 724,33 kg ha<sup>-1</sup>, las diferencias significativas de estas variables coinciden con lo sugerido por Aleman, Domínguez, y Guerra (2018), quienes encontraron diferencias estadísticas en peso seco de tallos y hojas, donde aclararon que esto puede estar dado porque en el interior del invernadero las plantas se desarrollan en condiciones óptimas de humedad, y ello provoca una mayor eficiencia en la toma de agua y minerales, lo que se ve reflejado en el crecimiento vegetativo.

En rendimiento se pudo observar que existe diferencias significativas, obteniendo el mayor rendimiento (46127,03 kg ha<sup>-1</sup>) el tratamiento de mayor fertilización (T3), y el de menor el

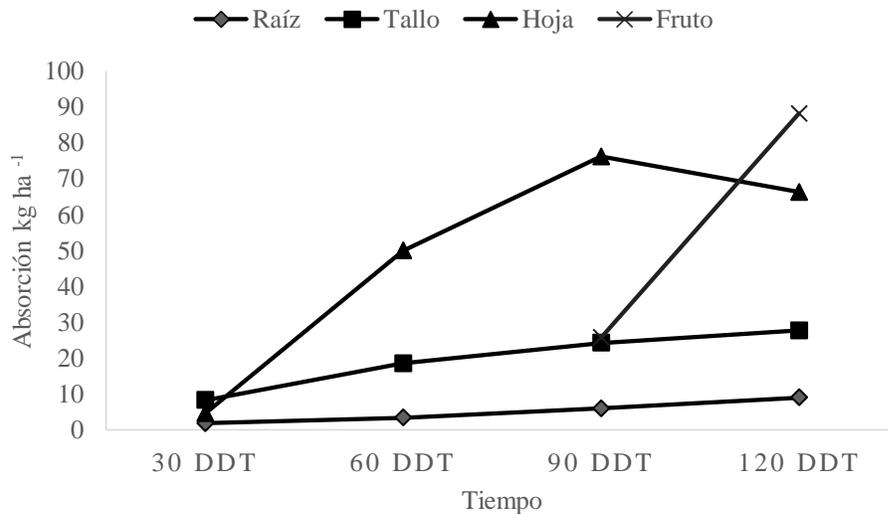
tratamiento que no se hizo aplicación de fertilizantes (TR). Estos resultados son superiores a los obtenidos por Ceron y Veintimilla (2013), donde se puede apreciar que el mayor rendimiento fue de 41020 kg ha<sup>-1</sup>. Por otra parte, Olvera (2015), en un estudio realizado en pimiento con aplicaciones de diferentes fertilizantes alcanzó rendimientos hasta de 7958,9 kg ha<sup>-1</sup>, valor que fue inferior en un 82% en relación al obtenido en esta investigación.

Según Salazar y Juárez (2013), esto se debe que los tratamientos fueron influenciados por la fertilización química que se les dio, en este sentido, las plantas expresaron el máximo potencial de rendimiento con la mayor dosis de fertilización que se les adiciono, así mismo Camposano (2015), sugiere que los cultivos que se les emplean una nutrición adecuada y un buen manejo serán más vigorosos lo cual beneficia la producción, según Berrios y Belmar (2007), por este motivo, es necesario contar con una clara comprensión del rol de cada fertilizante, además se presta atención especial al NPK que han demostrado ser elementos de vital importancia en todos los estudios realizados en campo.

## **7.2. Curva de absorción de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de pimiento.**

La curva de absorción de nutrientes en el cultivo de pimiento, se obtuvo a partir del tratamiento que alcanzó el mejor rendimiento (T3), puesto que la concentración de nutrientes que se obtuvo en estas plantas fue la que permitió satisfacer sus necesidades metabólicas y a su vez alcanzar el máximo rendimiento, y potencial genético, haciendo más eficiente el uso de los fertilizantes (Montoya, García, & Crespo, 2016).

### **Gráfico 2. Absorción de Nitrógeno en órganos del cultivo de pimiento**

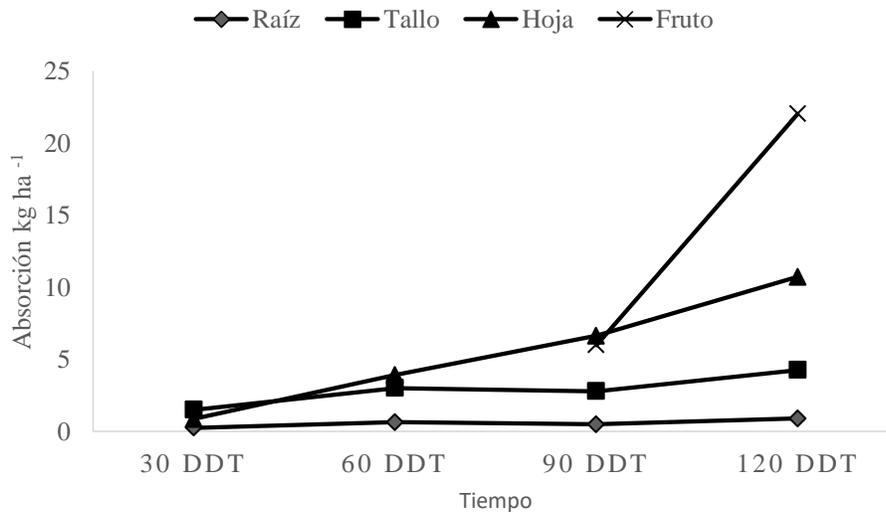


En el gráfico 2 se observa la extracción total del nitrógeno en las distintas etapas fenológicas del cultivo, el cual muestra una acumulación importante para los diferentes órganos vegetativos de las plantas, hasta antes del llenado de frutos la mayor absorción de nitrógeno la obtuvo las hojas (90 ddt), posteriormente se redujo la extracción, puesto a que ese nutriente fue traslocado a los frutos, y es en esta etapa es donde se requiere de la mayor cantidad de Nitrógeno para la formación de los frutos. En este sentido Saravia (2004), manifiesta que la absorción del nitrógeno en los diferentes órganos de la planta se ve influenciada por la etapa fenológica, en el cual con el pasar de los días existe un crecimiento con diferente magnitud en cada estadio del cultivo, debido a que favorece al desarrollo del follaje y del proceso de fotosíntesis.

La absorción de N en pimienta tuvo el siguiente orden: frutos > hojas > tallos > raíz con 88,11; 66,22; 27,69 y 9,01 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, resultados similares encontraron (Pire & Colmenarez, 1996).

La extracción de Fósforo a lo largo del periodo fenológico del cultivo presentó un incremento en hoja y tallo (Gráfico 3); hasta los 90 ddt el órgano que absorbió en mayor cantidad este nutriente fueron las hojas, de los 90 a los 120 ddt empezó el llenado de fruto por lo que este órgano fue el que presentó la mayor extracción en esta etapa con un valor de 22,03 kg ha<sup>-1</sup>.

**Gráfico 3.** Absorción de Fósforo en órganos del cultivo de pimienta

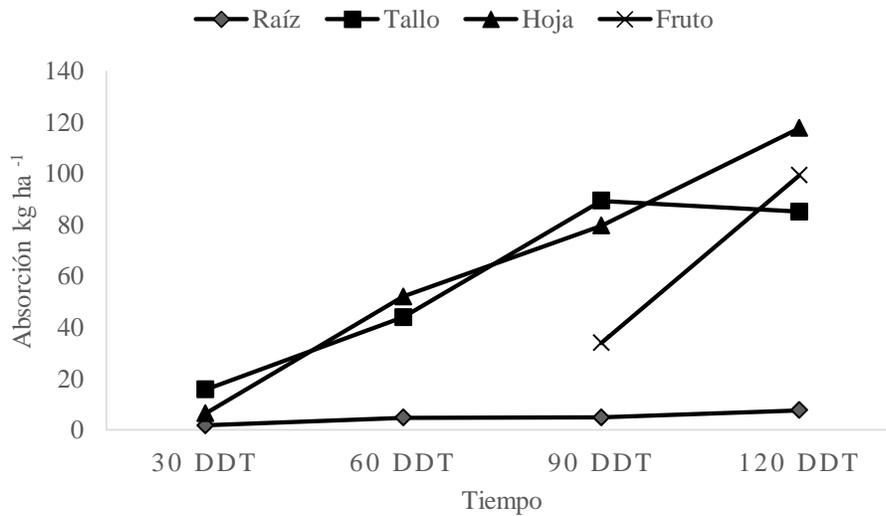


Por otra parte, la absorción de fósforo en raíz a los 90 ddt tiene una baja importante con respecto a los 60 ddt ( $-0,15 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y los 120 ddt ( $-0,40 \text{ kg ha}^{-1}$ ), esto se puede deber a que el fósforo en esta etapa es utilizado para formar sus órganos florales y llenado de frutos (Marschner, 1995).

La absorción de P en pimiento tuvo el siguiente orden: frutos > hojas > tallos > raíz con 22,03; 10,7; 4,25 y  $0,87 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente. Según Calderón (1990), la mayor absorción de fosforo desde la etapa reproductiva, puede deberse a varias razones, pudiendo ser que se necesita una alta acumulación de P en el fruto para formar compuestos de almacenamiento en las semillas (fitatos), y estenuitriente es necesario para activar la síntesis de carbohidratos y translocación de los carbohidratos a los frutos.

El gráfico 4, muestra la absorción de nutrientes de potasio en los diferentes órganos del pimiento, a diferencia del N y del P el orden de absorción por los órganos varia, siendo el siguiente:hojas > frutos > tallos > raíz con 117,64; 99,23; 85,07 y  $7,66 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente.

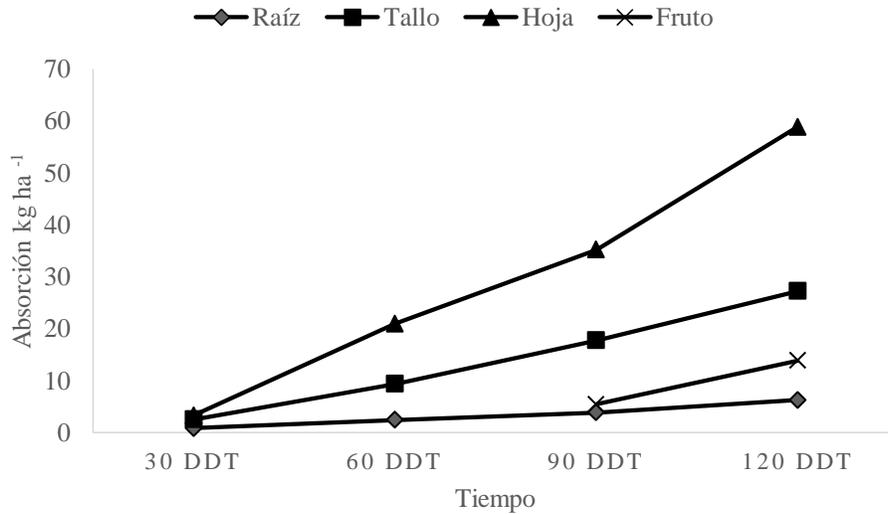
**Gráfico 4.** Absorción de Potasio en órganos del cultivo de pimiento



Claramente se puede observar que el órgano que absorbió en mayor cantidad este nutriente son las hojas, resultado que esta dado puesto que el potasio ha sido descrito como el elemento de calidad para la producción de los cultivos, en el cual muestra que durante los periodos de formación y maduración del fruto existe un incremento de K y se expresa principalmente en el metabolismo de los carbohidratos y translocación de metabolitos a partir de las hojas y otros órganos vegetativos a los órganos en desarrollos, aumentando la síntesis de proteínas, almidón y solidos solubles contenidos en la planta mejorando el color y sabor, así como factores de considerable relevancia para el rendimiento (Sawan , 2013 ).

La absorción de calcio en pimiento resulto de la manera siguiente: hojas > tallos > frutos > raíz con 58,81; 27,22; 13,83 y 6,24 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente (Gráfico 5).

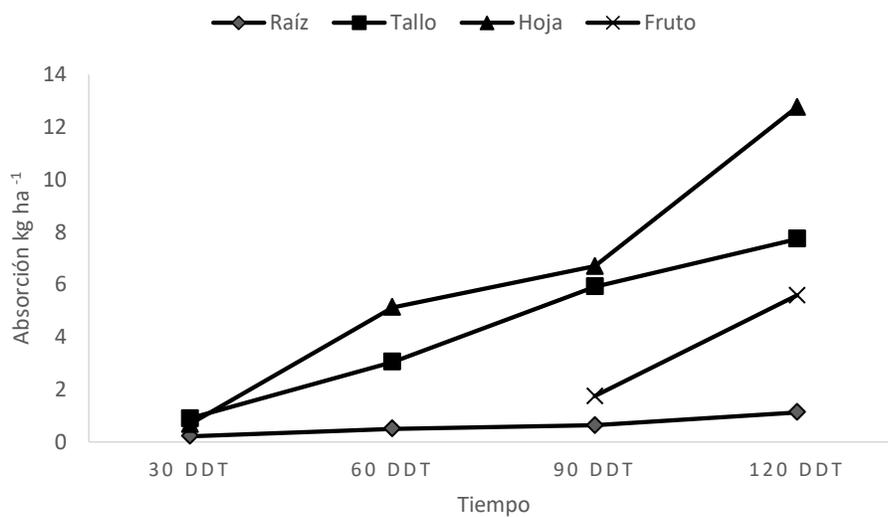
**Gráfico 5.** Absorción de Calcio en órganos del cultivo de pimiento



El órgano de pimiento que absorbió la mayor cantidad de calcio fueron las hojas, seguido de los tallos, esto se puede explicar puesto que el calcio se mueve por el xilema en forma pasiva hasta la parte aérea (corriente transpiratoria), siendo el órgano de mayor transpiración las hojas (Marschner, 1995), por lo que se encuentra en mayor concentración en los tejidos foliares; además forma parte de las paredes celulares.

La absorción de magnesio en órganos de pimiento estuvo dada de siguiente manera: hojas > tallos > frutos > raíz con 12,75; 7,73; 5,58 y 1,12 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente (Gráfico 6).

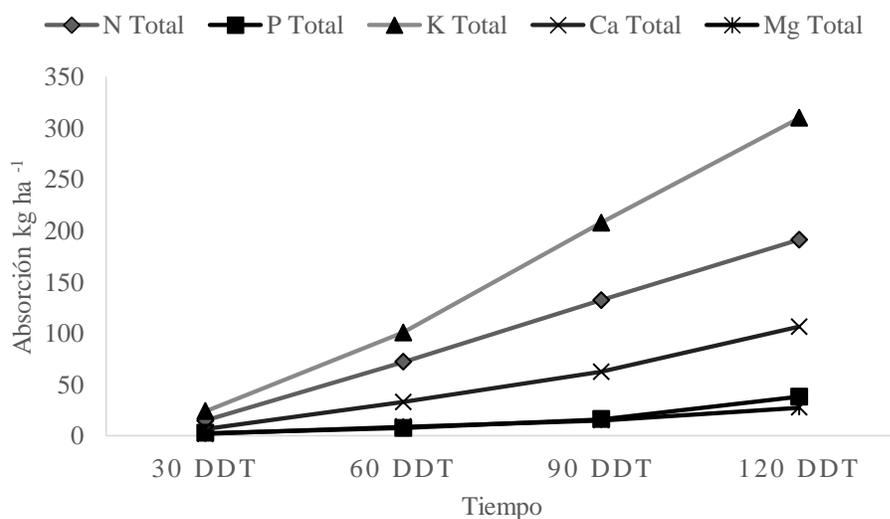
**Gráfico 6.** Absorción de Magnesio en órganos del cultivo de pimiento



Taiz y Zeiger (2010), indican que la mayor absorción de magnesio se da en hojas, debido que es donde se sintetiza la mayor cantidad de clorofila. En el mismo sentido sugieren que del 15 al 30% del magnesio total en plantas está asociado con la clorofila, mientras que el 70 ó 85% restante está relacionado con varios procesos enzimáticos de la fotosíntesis y respiración.

En el Gráfico 7 se observa las curvas de extracción de macronutriente (N, P, K, Ca, Mg) en plantas de pimiento, claramente se puede apreciar que el K y el N fueron los nutrientes que se extrajeron en mayor cantidad, lo que coincide con los resultados de Salazar et al (2016).

**Gráfico 7.** Absorción de nutrientes en el cultivo de pimiento



Por otra parte, en nitrógeno, los resultados obtenidos son bajos en comparación con los reportados por Castillo (2014), quien reporto que la absorción es de 270 kg ha<sup>-1</sup>; Azofeifay Moreira (2005), encontraron valores similares a los presentes en esta investigación.

En fósforo los valores obtenidos son superiores comparados con Malaver (2014), que reportaron a los 180 ddt la mayor absorción con 24,44 Kg ha<sup>-1</sup>, asimismo, los resultados obtenidos siguen siendo altos en relación a los reportados por Mendoza,(2010) quien obtuvo la mayor absorción de P a los 150 ddt con un valor de 21,4 kg ha<sup>-1</sup>.

Para potasio los resultados alcanzados en la presente investigación son bajos comparados con los de Castillo (2014), quien reporto que obtuvo la mayor absorcion a los 165 ddt con un valor de

506.8 kg ha<sup>-1</sup>, pero coinciden con los valores obtenidos por Martínez (2015), quien reportaron valores aproximados a 320kg ha<sup>-1</sup>.

Por otro lado, Malaver (2014), ha reportado un valor de absorción de Ca de 73,90 kg ha<sup>-1</sup>, valor que es inferior en relación a los encontrados en la presente investigación, mientras que magnesio, los resultados no son favorables ya que están bajos comparados con los reportados por Castillo (2014), quien obtuvo 44.5 kg ha<sup>-1</sup>.

Según Rincón (1993), los rangos adecuados en la absorción de N, P, K y Ca son de: 85 a 225; 20 a 70; 90 a 300 y de 70 y 121 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente; en relación a los valores obtenidos en cada uno de los nutrientes, se encuentran dentro de estos rangos.

### 7.3. Diagnóstico del efecto de la absorción de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) sobre el rendimiento del cultivo de pimiento.

**Tabla 6: Correlaciones entre el rendimiento y la absorción de macronutrientes en el cultivo de pimiento**

Variable (1)	Variable (2)	Pearson	p-valor	
Rendimiento	Raíz	N	0,74	0,0058
		P	0,77	0,0032
		K	0,79	0,0024
		Ca	0,77	0,0036
		Mg	0,77	0,0036
	Tallo	N	0,83	0,0008
		P	0,84	0,0006
		K	0,83	0,0008
		Ca	0,85	0,0005
		Mg	0,82	0,001
	Hoja	N	0,94	<0,0001
		P	0,93	<0,0001
		K	0,92	<0,0001
		Ca	0,91	<0,0001
		Mg	0,91	<0,0001

Al analizar la absorción en raíz, tallo y hoja en la tabla 6, se puede apreciar que la correlación entre el rendimiento y la absorción de nutriente en el caso de los valores de Pearson que se observan, en el cual entre más cercanos estos valores a 1 existe mayor correlación, esto indica de que las variables 1 (rendimiento) y 2 (absorción de nutrientes) dependen una de la otra, interpretando de que a mayor absorción de N, P, K, Ca y Mg en los diferentes órganos de la planta, mayor será el rendimiento alcanzado por la plantación. El órgano que tiene mayor relación en el incremento del rendimiento son las hojas, esto debido a que la planta en su fase de desarrollo se prepara, acumula los nutrientes en la parte foliar, y cuando llega la etapa reproductiva los nutrientes son traslocados a los frutos, lo cual incide directamente sobre el rendimiento de los cultivos; en este sentido Sonneveld y Voogt (2009), manifiestan que el requerimiento de nutrientes por los cultivos es la cantidad que necesita cada planta para poder cumplir sus necesidades metabólicas, y expresar sus máximos rendimientos.

## VIII. CONCLUSIONES

1. El empleo de diferentes niveles de NPK no incidieron en el diámetro y altura de planta, sin embargo, la generación de biomasa seca de raíz, tallo, hoja y de rendimiento si se vieron afectadas por la aplicación de fertilizantes, lo que sugiere que la absorción de nutrientes fue mayor y permitió que los órganos de la planta tengan mayor peso.
2. La absorción de N, P, K, Ca y Mg, fue baja en las primeras etapas (< 60 ddt), a partir de los 60 ddt es donde se evidenció la mayor extracción de nutrientes, por lo que la mayor necesidad de fertilización se origina en esta etapa, no así en la primera, puesto que el nutriente quedaría fuera del alcance del sistema radicular.
3. El orden decreciente de absorción total de nutrientes fue:  $K > N > Ca > P > Mg$ ; mientras que la asociación del órgano que tiene mejor concentración de nutrientes para que las plantas de pimiento expresen su mayor potencial de rendimiento son las hojas.

## IX. RECOMENDACIONES

- 1 Tomando como base los resultados obtenidos de la presente investigación se sugiere seguir realizando estudios de absorción y acumulación de nutrientes en otros cultivos.
- 2 Continuar esta investigación con híbridos de importancia comercial en el país con intervalos de tiempo más cortos y con otros métodos de fertilización.
- 3 Probar el uso de materia orgánica junto con el nivel de fertilización del cultivo para realizar una agricultura sustentable.
- 4 Dar a conocer a los agricultores y a las empresas agrícolas la importancia de realizar la curva de absorción de nutrientes en los diferentes cultivos, ya que de esta manera nos indica en qué momento se debe realizar la labor de fertilización, en qué período es necesario cierto elemento para la planta, cual es el nivel más adecuado de fertilización y posteriormente realizar un buen programa de fertilización para llegar a obtener buenos rendimientos que sean económicamente viables.
- 5 Utilizar el híbrido Quetzal empleando un programa de fertilización 191- 37 - 309 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, ya que dentro de las diferentes variables evaluadas en la presente investigación fue el que mejor comportamiento presentó.

## X. BIBLIOGRÁFIAS.

Aguilar . (2017). EVALUACION DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN FUNCION DE LA ACTIVIDAD ENZIMATICA EN CULTIVO ECOLOGICO Y CONVENCIONAL DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.). *INSTITUTO DE CONSERVACION Y MEJORA DE LA AGRODIVERSIDAD VALENCIANA. UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA. VALENCIA* .

Aguilar , R., Garcia , V., & Castillo , F. (2011). Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivados en hidroponía. *SciELO* .

Aleman , R., Dominguez, J., & Guerra , Y. (2018). Indicadores morfofisiológicos y productivos del pimiento sembrado en invernadero y a campo abierto en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana. *SciELO* , 17-19.

Andrade , M. (2014). *FERTILIDAD DEL SUELO Y PARAMETROS QUE LO DEFINEN*. Logroño: Universidad de la Rioja .

Arabuko, N. (28 de Mayo de 2018). *Humedad del suelo*. Obtenido de <http://www.gruposacsa.com.mx/humedad-del-suelo-se-comporta-importancia/>

Azofeifa, A., & Moreira, M. (2005). Absorción y distribución de nutrientes en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. CV. HOT) en Alajuela Costa Rica. *Agronomia Costarricense* 29(1): 77-84. ISSN:0377-9424 / , 77-84.

Banadeo, E., & Moreno , I. (2017). *El sistema suelo-planta Principios generales*. Rio cuarto-Argentina: UniRio.

Berrios , M., & Belmar, C. (2007). CropKit Guía de Manejo de Nutrición Vegetal de Especialidad Pimiento. *SQM* , 46-51.

Bertsch, F. (2009). Absorción de nutrientes por los cultivos. San Jose. Costa Rica : ACCS.

Buña , C. (2013). ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DEL PIMIENTO (*Capsicum annuum*.)VAR. VERDE, BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CANTÓN. Bucay. Guayas.

Calderon , A. (1990). *Manual del Fruticultor Moderno. Volumen 1, 2 y 3*. Mexico: Ediciones Ciencia y Técnica S. A.

Carrera, B. (2014). EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annum L.* VARIEDAD TROPICAL IRAZU A CAMPO ABIERTO, PARA EL CONTROL DE MARCHITEZ POR PHYTOPHTHORA (*Phytophthora capsici* Leo.) EN LA PARROQUIA DE IMBAYA PROVINCIA DE IMBABURA. *UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE. FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIA Y AMBIENTALES. ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA. IBARRA. ECUADOR .*

Carriel , P., & German , E. (2017). "Característica Físicas y químicas de fruto de pimiento (*Capsicum annum L.*), por la aplicación de bio - piroxil vía foliar bajo condiciones semi controladas en la zona de Vinces. Ecuador.". *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO, GUAYAQUIL. ECUADOR .*

Casimilas , H. (2012). MANUAL DE PRODUCCION DE PIMENTON BAJO INVERNADERO. *BOGOTA : UNIVERSIDAD DE BOGOTA JORGUE TADEO LOZADA .*

Castillo, L. (2014). “CURVAS DE EXTRACCIÓN DE MACRONUTRIENTES EN AJÍ ESCABECHE (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), BAJO LAS CONDICIONES DEL VALLE CHICAMA”. *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA. TESIS MAGÍSTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA .*

Celedona , M. (2011). CRECIMIENTO Y EXTRACCION DE MACRONUTRIMENTOS DEL CHILE DE AGUA (*Capsicum annum L.*) . *UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO. INSTITUTO DE HORTICULTURA. CHAPINGO, MEXICO. .*

Ceron , E., & Veintimilla , V. (2013). “EVALUACIÓN DE LA INTERACCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL PIMIENTO (*Capsicum annum L.*) EN LA ZONA DE RÍO VERDE, CANTÓN SANTA. Guayaquil, Santa Elena , Ecuador .

Ciampitti, I., & Garcia , F. (2007). REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES ABSORCION Y EXTRACCION DE MACRONUTRIENTES Y NUTRIENTES SECUNDARIOS. HORTALIZAS, FRUTALES Y FORRAJES. . *IPMI. BUENOS AIRES, ARGENTINA.*

Cobo, R. (2012). Efecto de la fertilización a base de biol en la producción de pimiento. En R. M. Jaramillo, *Efecto de la fertilización a base de biol en la producción de pimiento (Capsicum* (págs. 27-28). Quito.

Collantes , J. (2015). Estudio de dos tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en dos híbridos comerciales de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en la parte alta de la cuenca del rio Guayas. *Universidad Tecnica Estatal de Quevedo .*

Corpoica. (2014). Modelo Productivo del Cultivo de Pimenton bajo condiciones protegidas en el Oriente Antioqueño. Colombia . *Corpoica .*

DANE. (2015). El cultivo del pimentón (*Capsicum annum* L) bajo invernadero. Colombia .

Deker , L. (2011). ADAPTACIÓN DE CINCO HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.) EN LA ZONA DE CATARAMA, CANTÓN URDANETA. Guayas.

Echeverria , H. E., & Garcia , F. (2005). *Fertilidad de Suelos y Fertilizacion de Cultivos.* Argentina : INTA.

F, Bertsch. (2003). *Arsorcion de nitrientes por los cultivos.* San Jose, Costa Rica.

FAO. (2005). Optimizacion de la humedad del suelo para la produccion vegetal . *FAO .*

FAOSTAT. (2013). Organizaciones de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion.

Fernandez , M. T. (2007). FOSFORO: AMIGO O ENEMIGO. *Redalyc.org. INSTITUTO CUBANO DE INVESTIGACIONES DE LOS DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZUCAR (ICIDCA) .*

Ferreyra , R., & Gaonzales , M. (1982). EFECTOS DE DIFERENTES ALTURAS DE AGUA SOBRE EL CULTIVO DE PIMIENTO. RELACIONES HIDRICAS DEL PIMIENTO Y ABSORCION DE N, P Y K. *LA PLATINA EXPERIMENTAL STATION (INIA), SANTIAGO, CHILE. .*

Flores , L. (2010). *Fisicas del Suelo. Mexico* . Obtenido de <http://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/edafo/lfs/MANUAL%20DEL%20LABORATORIO%20DE%20FISICA%20DE%20SUELOS1.pdf>

Florez , V., & Rodriguez , M. (2004). ELEMENTOS ESENCIALES Y BENEFICIOSOS. "NACIONES BASICAS DE FERTI-RIEGO". *UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE BOGOTA. FACULTAD DE AGRONOMIA.*

Garcia , P., Jimenez, S., & Marotta , J. (2009). GUIA PRACTICA DE LA FERTILIZACION RACIONAL DE LOS CULTIVOS EN ESPAÑA. *MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL. ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE FERTILIZANTES. ESPAÑA .*

Granicher , M. (2012). CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, AGRONÓMICA Y DE CALIDAD DEL PIMIENTO Y PIMENTÓN DE LA VARIEDAD TAP DE CORTÍ. España.

Hernandez , M., Laffita , M., & Moreno , V. (2009). RELACIONES NITROGENO-POTASIO EN FERTIRRIEGO PARA EL CULTIVO PROTEGIDO DE TOMATE EN SUELO FERRALITICO ROJO. *INSTITUTO DE INVESTIGACIONES HORTICOLAS LILIANA DIMITROVA, LA HABANA. CUBA .*

Herrera, A. (2010). *SUELOS: con énfasis del Altiplano*. Peru: Puno-Peru.

Humedad del suelo . (2018). *GRUPO SACSA* .

Imas , P. (2017). SENIOR AGRONOMIST, ICL FERTILIZERS. *EL POTASIO NUTRIENTE ESENCIAL PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE LAS COSECHAS.*

Inaki , G. (2017). INTERACCIONES ENTRE NUTRIENTES. *Canna Research.*

Infoagro. (2015). EL CULTIVO DEL PIMIENTO. *infoAgro* .

INHAMI. (2018). Servicio Meteorológico.

INIA. (2013). Manejos del cultivo del Pimiento, en el valle de Azapa . Chile .

Jimenez, R. (2013). Producción de pimiento (*Capsicum annum L.*) híbrido marconi con cuatro distanciamiento de siembra y fertilización química en las naves. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

Lopez , O. (2011). EVALUACION COMPARATIVA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL CULTIVO DE PIMIENTO BAJO INVERNADERO EN SISTEMA HIDROPONICO Y EN SUELO, MEDIANTE LA APLICACION DE CICLO DE VIDA . *INSITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES MONTERREY. ATIZAPAN DE ZARAGOZA. MEXICO* .

Magna, S. (2013). Hortalizas y Pastos Híbridos muy resistentes y altamente productivos. *Semillas Magna* .

Malaver, R. (2014). “ABSORCIÓN DE MACRO Y MICRONUTRIENTES EN AJÍ ESCABECHE (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE CAÑETE”. *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. TESIS MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA* .

Martinez , A. (2015). Requerimientos nutricionales del ají *Capsicum annum* L. y su relación con rendimiento bajo condiciones ambientales de Palmira . *Universidad Nacional de Colombia. Valle del Cauca* .

Mendoza , J. (2010). ACUMULACION DE BIOMASA, CRECIMIENTO Y EXTRACCION NUTRIMENTAL EN PIMIENTO MARRON (*Capsicum annum* L.). *UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO. COORDINACION NACIONAL DE POSTGRADO, INSTITUTO DE HORTICULTURA* .

Molina , I. (2016). Comportamiento agronómico de cuatro híbridos de pimiento,(*Capsicum annum* L.) en el cantón El Triunfo. Guayas .

Montoya , R., Garcia , D., & Crespo , C. (2016). Extracción de macronutrientes en chile (*Capsicum annum* L.) tipo húngaro. *Biociencias* .

Numera , G., & Meza , D. (2012). EL FOSFORO ELEMENTO INDISPENSABLE PARA LA VIDA VEGETAL. . *UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA. FACULTAD DE TECNOLOGIA QUIMICA. LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO. PEREIRA. COLOMBIA* .

Olvera, M. (2015). “Efectos de fertilizantes nitrogenados y potásicos, en el cultivo (*Capsicum annum* L.), en condiciones de campo, en la zona de Babahoyo”. Babahoyo, Los Rios, Ecuador.

Osorio , N. (30 de Abril de 2012). pH DEL SUELO Y DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES. Medellin-Colombia.

Patiño, J. (2014). Modelo productivo del cultivo de pimenton bajo condiciones protegidas en el Oriente Antioqueño. Medellin- Colombia. (*Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria*) .

Pire , R., & Colmenarez , O. (Junio de 1996). EXTRACCIÓN Y EFICIENCIA DE RECUPERACIÓN DE NITRÓGENO POR PLANTAS DE PIMENTÓN SOMETIDAS A DIFERENTES DOSIS Y FRACCIONAMIENTOS DEL ELEMENTO . Venezuela .

Poveda , J., & Intriago , A. (2017). Evaluacion del uso eficiente de nutrientes (NPK) en dos hibridos de pimiento (*Capsicum annum L.*) bajo protectores de cultivo. *Universidad Tecnica de Manabi. Facultad de Ingenieria Agronomica.*

Ramos , F. (2015). "PRODUCTORES DE HORTALIZAS". FERTILIZACION ADECUADA EN CULTIVOS. *UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTE. DEPARTAMENTO DE FITOTECNICA DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. MEXICO.*

Rivera , L. (2005). Conjunto tecnologico para la produccion de pimiento. Abonamiento. *Universidad de Puerto Rico. Reciento Universitario de Mayaguez. Colegio de Ciencias Agricolas. Estacion Experimental Agricola.*

Sabando, L., & Cedeño , R. (2016). Evaluacion de tres frecuencias de aplicacion de biol de Bovino en el cultivo de Pimiento. *Escuela Superior Politecnica Agropecuaria de Manabi Manuel Feliz Lopez .*

Salasar, J., & Juarez , L. (2013). REQUERIMIENTO MACRONUTRIMENTAL EN PLANTAS DE CHILE (*Capsicum annum L.*). *REVISTA BIO-ENCINAS. UNIDAD ACADEMICA DE AGRICULTURA. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NAYARIT. XALISCO, MEXICO.*

Salazar-Jara FI, Juárez-López P. (23 de OCTUBRE de 2013). Requerimiento Macronutrinental en plantas de chile (*Capsicum annum L.*). *Revista Bio Ciencias Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit Mexico , 28-30.*

Saravia , M. (2004). Elaboración de curvas de absorción de nutrientes para la variedad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Alboran bajo condiciones de invernadero. *Zamorano, Honduras* .

Sawan , Z. (2013 ). Direct and residual effects of plant nutrition and plant growth retardants, on cotton seed . *Agricultural Sciences* .

Semillas Magna . (2013). Pimenton Híbrido Quetzal. Venezuela.

Tittonel , P., Perniola , O., & Caruso , A. (2002). PRECOCIDAD Y RENDIMIENTO EN ZAPALLITO REDONDO DE TRONCO (*Cucurbita maxima* var. zapallito (Carr.) Millán) EN FUNCIÓN DE LA RELACIÓN NITRÓGENO:POTASIO. *SCIELO. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA, FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS, BUENOS AIRES. ARGENTINA* .

Vallejo , A., & Estrada, F. (2016). Mejoramiento Genético de Plantas. En *Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Facultad de Ciencias Agropecuaria. Departamento de Ciencias Agrícolas*. (pág. 454). Santiago de Cali.: Segunda Edición.

Verdosoto , C. (2016). Aplicación de Biorreguladores de Crecimiento para Mejorar el Rendimiento y Calidad del Cultivo de Pimiento (*Capsicum annum* L.) en la zona de Quevedo. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias*.

Vidal , L. (2010 ). EFECTO DEL FACTOR TÉRMICO EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO INICIAL DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.) CULTIVADO EN CAMPO. Argentina .

Villota , J. (2014). "COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO. *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL. FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS. ECUADOR*.

## XI. ANEXOS

### Anexo 1. Limpieza y preparación del terreno.



Ane



### xo 2. Elaboración y siembra de semillero.





**Anexo 3.** Germinación de plántulas.



#### Anexo 4. Trasplante de plántulas.



An  
exo  
5.F  
erti

lización.



**Anexo 6. Altura y diámetro de planta.**



**Anexo 7. Fructificación.**





**Anexo 8.** Cosecha.



**Anexo 9. Frutos dañados.**



An



**exo 10. Separación de los diferentes órganos de**

las plantas.

**Anexo 11.** Muestras de los diferentes órganos de las plantas llevadas a estufa.

