



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACION

TEMA:

“EVALUACIÓN DEL USO EFICIENTE DE NUTRIENTES (NPK) EN
DOS HIBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.) BAJO
PROTECTORES DE CULTIVOS”

AUTORES:

INTRIAGO RENGIFO ALBA MONSERRATE
POVEDA SANCHEZ JENNIFER KATHERINE

DIRECTOR:

ING. EDISSON WILFRIDO CUENCA CUENCA Mg. Sc.

SANTA ANA – MANABÍ- ECUADOR

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACION

TEMA:

“EVALUACIÓN DEL USO EFICIENTE DE NUTRIENTES (NPK) EN
DOS HIBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) BAJO
PROTECTORES DE CULTIVOS”

AUTORES:

INTRIAGO RENGIFO ALBA MONSERRATE
POVEDA SANCHEZ JENNIFER KATHERINE

DIRECTOR:

ING. EDISSON WILFRIDO CUENCA CUENCA Mg. Sc.

SANTA ANA – MANABÍ- ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN

Ingeniero Agrónomo

EDISSON CUENCA CUENCA Mg. Sc.

CERTIFICO:

Que el trabajo de titulación “**Evaluación del uso eficiente de nutrientes (NPK) en dos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo protectores de cultivos**” es trabajo original de las egresadas Intriago Rengifo Alba Monserrate y Poveda Sánchez Jennifer Katherine, el cual fue realizado bajo mi dirección.

Ing. Edison Cuenca Cuenca Mg. Sc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICACIÓN

Ingeniero Agrónomo

LEONARDO SOLÍS BOWEN Mg. Sc.

CERTIFICO:

Que he revisado, estilo y ortografía del trabajo de titulación “**Evaluación del uso eficiente de nutrientes (NPK) en dos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo protectores de cultivos**”, elaborado por Alba Monserrate Intriago Rengifo y Jennifer Katherine Poveda Sánchez, 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.

Ing. Leonardo Solís Bowen Mg. Sc.

REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN

Intriago Rengifo Alba Monserrate y Poveda Sánchez Jennifer Katherine, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración de este trabajo investigativo es de sumo derecho de propiedad intelectual de las autoras.

Intriago Rengifo Alba Monserrate

Poveda Sánchez Jennifer Katherine

DEDICATORIA

A Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme impulsos para continuar adelante y no desfallecer en los problemas, enseñándome a enfrentar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni decaer en el intento.

A mi familia

Con profundo amor a mis padres, el Sr. José Intriago y la Sra. María Rengifo por ser los pilares más importantes en mi vida, por demostrarme su cariño, por recibir sus consejos, ayuda en los momentos difíciles, apoyo incondicional a pesar de nuestras diferencias y opiniones. Me han transmitido todo lo que soy como persona, sus valores, principios, perseverancia y esfuerzo para alcanzar mis objetivos.

A mis hermanos Diego, Adrián y Jhony por estar siempre presentes, acompañándome, apoyándome, dándome ánimo y fuerzas para alcanzar el éxito. A mis sobrinos Denisse y Thiago quienes son mi motivación, felicidad e inspiración.

A mi abuela Noemí, por estar siempre en los momentos más importantes de mi vida, por tu apoyo incondicional, por ser ejemplo, por tus consejos que han sido de gran ayuda para mi vida.

A mi querida abuela Monserrate, a pesar que ya no estás aquí conmigo, sé que desde el cielo estas guiando mi camino. Yo te la dedico de todo corazón. Nunca te olvidare...

A mis familiares y amigos que me ofrecieron su apoyo incondicional y por compartir buenos y malos momentos.

Alba Intriago R

DEDICATORIA

A Dios, ser divino y celestial quien me bendijo día a día dándome las fuerzas necesarias para superar cada obstáculo de mi vida.

Con mucho aprecio a quienes son mi mayor motivación día tras día mis adorados padres Luis Poveda y Nexy Sánchez, por su constante apoyo y sacrificio, por sus consejos, por su amor incondicional y sobre todo por inculcar en mí los mejores valores para ser cada día mejor persona. A mis abuelos, hermano, sobrina y demás familiares por creer en mí y ser parte fundamental en mi vida.

A mi enamorado, quien sin duda alguna me brindó su apoyo incondicional en todo momento, por sus palabras de aliento y consejos, impulsándome a ser mejor cada día.

A mis amigos y todas aquellas personas que forman parte de mi vida.

Jennífer Poveda S.

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ingeniería Agronómica de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL MANABÍ por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional.

Especialmente agradezco a mi director de tesis Ing. Edison Cuenca Cuenca Mg. Sc. el revisor Ing. Leonardo Solís Bowen Mg. Sc. por sus esfuerzos y dedicaciones, quienes con sus conocimientos, sus experiencias, sus paciencias y motivaciones día a día han logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxitos.

A mis compañeras y amigas Jennifer y Katty gracias por estar conmigo en todo este tiempo donde he vivido momentos de alegría y tristeza, por tenerme la paciencia necesaria, gracias por enseñarme a creer en mí y motivarme en hacer las cosas de una mejor forma, gracias por ser mis amigas y estar siempre cuando más las necesite y recuerden que siempre las llevare en mi corazón.

Son algunas las personas que han formado parte de mi vida a las cuales me encantaría agradecerles sus amistades, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Muchas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para todos ellos muchas gracias y que Dios les bendiga.

Alba Intriago R.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser luz y guía en cada paso de mi vida y brindarme la capacidad necesaria para luchar y alcanzar mis metas anheladas.

A toda mi familia especialmente a mis queridos padres y hermano por ser pilar fundamental para concluir esta hermosa etapa de mi vida.

A la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí por la formación profesional impartida de la cual llevo las mejores enseñanzas.

Al Ing. Edison Cuenca Cuenca Director de tesis por el apoyo incondicional brindado para para el desarrollo de la investigación, porque gracias a sus conocimientos llegó a culminarse con éxito.

A cada uno de los docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica quienes me aportaron sus valiosos conocimientos técnicos, éticos y morales; especialmente al Ing. Leonardo Solís revisor de tesis quien fue guía para la presentación de este trabajo y al Ing Bertín Vélez Olmedo por su asesoría técnica durante la elaboración de todo el ensayo.

A Carlos García Pico, auxiliar de servicio de la Facultad quien me extendió la mano siempre que necesite ayuda.

A mi amiga y compañera de tesis Alba quien puso todo su empeño y dedicación para llevar con éxito este trabajo, a mis demás amigos y compañeros por brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

Eterna gratitud a todos.

Jennífer Poveda S.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
III. ANTECEDENTES	4
IV. JUSTIFICACIÓN.....	5
V. OBJETIVOS.....	6
5.1. General.....	6
5.2. Específicos	6
VI. MARCO REFERENCIAL	7
6.1. Generalidades del pimiento.....	7
6.1.1. Clasificación taxonómica	7
6.1.2. Descripción botánica	7
6.1.3. Ecofisiología del cultivo.....	8
6.1.4. Características de los híbridos de pimiento	9
6.2. Nutrición del Cultivo	10
6.2.1. Nitrógeno	10
6.2.2. Fósforo.....	12
6.2.3. Potasio	13
6.3. Uso eficiente de nutrientes (UEN).....	14
6.4. Factores que afectan el uso eficiente de nutrientes	15
6.4.1. Relacionados con el suelo.....	15
a) Textura.....	15
b) Estructura.....	16
c) Porcentaje de oxígeno en el aire del suelo.....	16
d) Reacción del suelo (pH).....	16
e) Interacciones iónicas.....	17
6.4.2. Relacionados con la planta	17
a) Naturaleza de la planta.....	17

b) Fase de desarrollo.....	18
6.4.3. Relacionados con las condiciones climáticas	18
a) Temperatura	18
b) Humedad	18
c) Luz.....	18
6.5. Análisis foliar en plantas.....	19
VII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
7.1. Ubicación.....	20
7.2. Caracterización de la zona en estudio.....	20
7.2.1. Características climatológicas	20
7.2.2. Características pedológicas.....	20
7.3. Material genético	21
7.4. Tratamientos	21
7.5. Diseño experimental	22
7.6. Análisis de varianza	22
7.7. Análisis funcional	23
7.8. Delineamiento experimental	23
7.9. Variables de respuestas.....	23
7.9.1. Diámetro de tallo (mm) a los 30 y 60 días después del trasplante (\emptyset ddt).....	23
7.9.2. Altura de planta (cm) a los 30 y 60 días después del trasplante (ddt)	23
7.9.3. Peso fresco de frutos (gramos)	24
7.9.4. Diámetro (\emptyset) y longitud de fruto (cm).....	24
7.9.5. Rendimiento (kg. ha^{-1}).....	24
7.9.6. Concentración de nutrientes en tallo-ramas, hojas y frutos	24
7.9.7. Análisis físico químico de suelo.....	25
7.9.8. Extracción de Nutrientes	25
7.9.9. Eficiencia de recuperación del fertilizante (ERF)	25
7.9.10. Eficiencia agronómica (EA).....	26
7.10. Manejo del ensayo.....	26
7.10.1. Muestreo de suelo.....	26
7.10.2. Preparación del suelo.....	26

7.10.3. Siembra del semillero	26
7.10.4. Trasplante	27
7.10.5. Riego.....	27
7.10.6. Fertilización	27
7.10.7. Tutorado.....	27
7.10.8. Control fitosanitario.....	28
7.10.9. Cosecha.....	28
7.10.10. Recolección de la muestra de tejidos foliares en pimiento	28
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
8.1. Evaluación del diámetro de tallo, altura de planta, diámetro, longitud, peso de fruto, y rendimiento en pimiento	30
8.2. Evaluación de la concentración y distribución de NPK en hojas, tallos y frutos en pimiento	33
8.3. Evaluación de la extracción de NPK en hojas, tallos y frutos en pimiento	36
8.4. Evaluación de la extracción total de NPK en pimiento	38
8.5. Evaluación de la eficiencia agronómica de NK en pimiento	40
8.6. Evaluación de la eficiencia agronómica de P en pimiento	41
8.7. Evaluación de la eficiencia de recuperación de NPK entre híbridos de pimiento	42
IX. CONCLUSIONES.....	45
X. RECOMENDACIONES	46
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pimiento.....	7
Tabla 2. Análisis de suelo.....	21
Tabla 3. Tratamientos para híbridos Marcato (H1) y Quetzal (H2).....	22
Tabla 4. Análisis de Varianza.....	22
Tabla 5. Descripción de la determinación de la concentración de los elementos en tejidos vegetales.....	24
Tabla 6. Fertilización para el cultivo de pimiento.....	27
Tabla 7. Evaluación diámetro de tallo a los 30 y 60 ddt, altura de planta a los 30 y 60 ddt, diámetro de fruto, longitud de fruto, peso de fruto y rendimiento en kg ha^{-1} en pimiento.....	31
Tabla 8. Evaluación de concentración de NPK en hojas, tallos y frutos en pimiento.....	34
Tabla 9. Evaluación de extracción de NPK en hojas, tallos y frutos en pimiento.....	37
Tabla 10. Extracción total de NPK en pimiento.....	39
Tabla 11. Evaluación de la eficiencia de recuperación de NPK en pimiento.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Eficiencia agronómica de NK en híbridos de pimiento.....	41
Figura 2. Eficiencia agronómica de P en híbridos de pimiento.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis químico del suelo.....	60
Anexo 2. Concentración de nutrientes en hojas y tallos del híbrido Marcato.....	61
Anexo 3. Concentración de nutrientes en hojas y tallos del híbrido Quetzal.....	62
Anexo 4. Concentración de nutrientes en frutos de los híbridos Marcato y Quetzal.....	63
Anexo 5. Elaboración y siembra del semillero.....	64
Anexo 6. Germinación de las plántulas.....	64
Anexo 7. Trasplante.....	64
Anexo 8. Fertilización.....	65
Anexo 9. Tutorado.....	65
Anexo 10. Diámetro de tallo y altura de planta.....	65
Anexo 11. Fructificación.....	66
Anexo 12. Peso, longitud y diámetro de fruto.....	66
Anexo 13. Cosecha.....	66
Anexo 14. Frutos dañados.....	67
Anexo 15. Separación de los órganos de las plantas para ser colocados en estufa.....	67

RESUMEN

El pimiento (*Capsicum annuum* L), en la actualidad es un producto de gran importancia debido a que está involucrado en la dieta alimenticia, en efecto dicha hortaliza tiene un gran valor nutritivo. La presente investigación se realizó en la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí. El objetivo fue determinar el uso eficiente de nutrientes (NPK) en dos híbridos de pimiento bajo protectores de cultivos. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con arreglo factorial. Los tratamientos fueron elaborados mediante la aplicación de cuatro niveles de NPK (0-0-0, 170-85-170, 250-125-250, 330-165-330) y dos híbridos de pimiento (Quetzal y Marcato). Los resultados mostraron que el híbrido quetzal obtuvo una mayor eficiencia agronómica a partir del nivel uno (T1) de fertilización obteniendo un incremento en el rendimiento de 180 kg por cada kg de NK aplicado y 350 kg por cada kg de P aplicado. En la eficiencia de recuperación de N no se encontró significancia entre híbridos, sin embargo en P y K el híbrido quetzal fue más eficiente a partir del T2 (12,06 kg) y T1 (75,31) respectivamente. Por otra parte la mayor concentración de N se obtuvo en hojas del híbrido marcato con 4,33% (T3), así mismo en P el contenido más alto se presentó en hojas del híbrido quetzal en el TR (1,07 %) y T2 (1,07%), del mismo modo el K presentó mayor concentración en hojas de ambos híbridos. Por otro lado la extracción de nutrientes a nivel foliar mostró que en N y K fue mayor en el híbrido marcato obteniendo valores de 51,11 y 84,94 kg respectivamente, mientras que en P no hubo diferencias significativas, del mismo modo la extracción de NPK en tallos y frutos no mostro significancia entre híbridos. En la comparación de medias entre niveles de fertilización se pudo observar que los tratamientos que tuvieron aplicaciones de fertilización fueron los que más nutrientes extrajeron, la extracción de NPK para el T1 fue de 50,96 ; 13,37 y 111,32 kg ha⁻¹ respectivamente, mientras que el T2 extrajo 101,48 ; 19,22 y 239, 34 kg ha⁻¹ de NPK respectivamente, sin embargo a medida que se aumentaron las dosis de fertilización no se encontraron diferencias significativas en la extracción, lo que demuestra que no a mayor aplicación de nutrientes es mayor la extracción, puesto que puede situarse algún desbalance nutricional, lo que ocasiona una competencia iónica y se reduce la absorción de nutrientes.

Palabras claves: Absorción, competencia iónica, hortaliza, marcato, quetzal.

SUMMARY

Pepper (*Capsicum annuum* L), is currently a product of great importance because it is involved in the diet, in fact this vegetable has a great nutritional value. The present research was carried out in the Faculty of Agronomic Engineering of the Technical University of Manabí. The objective was to determine the efficient use of nutrients (NPK) in two hybrids of capsicum under crop protectors. A split plot design with factorial arrangement was used. The treatments were elaborated by the application of four levels of NPK (0-0-0, 170-85-170, 250-125-250, 330-165-330) and two hybrids of pepper (Quetzal and Marcato). The results showed that the quetzal hybrid obtained a greater agronomic efficiency from level one (T1) of fertilization obtaining an increase in the yield of 180 kg for each kg of applied NK and 350 kg for each kg of applied P. In the recovery efficiency of N, no significance was found between hybrids, however in P and K the quetzal hybrid was more efficient from T2 (12,06 kg) and T1 (75,31) respectively. On the other hand, the highest concentration of N was obtained in leaves of the hybrid marcato with 4,33% (T3), also in P the highest content was presented in leaves of the quetzal hybrid in TR (1,07%) and T2 (1,07%), in the same way the K presented higher concentration in leaves of both hybrids. On the other hand nutrient extraction at foliar level showed that in N and K it was higher in the hybrid marcato obtaining values of 51.11 and 84.94 kg respectively, whereas in P there were no significant differences, in the same way the extraction of NPK in stems and fruits showed no significance among hybrids. In the comparison of means between fertilization levels, it was observed that the treatments that had fertilization applications were the ones that extracted the most nutrients, NPK extraction for T1 was 50.96; 13.37 and 111.32 kg ha⁻¹ respectively, whereas T2 extracted 101.48; 19,22 and 239, 34 kg ha⁻¹ of NPK respectively, however, as the fertilization doses were increased, no significant differences were found in the extraction, which shows that no more application of nutrients is greater the extraction, since That some nutritional imbalance can be placed, which causes an ionic competition and reduces the absorption of nutrients.

Key words: Absorption, ionic competition, vegetable, marcato, quetzal.

I. INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L) en la actualidad es uno de los productos que mayor demanda presenta por los consumidores debido a que está involucrado en la dieta alimenticia, en efecto dicha hortaliza además de ser fuente de vitaminas también tiene un gran valor nutritivo, es originario de América del Sur, pero a medida que han ido transcurriendo los años se ha expandido a nivel mundial (Borbor y Suarez, 2007).

La producción mundial de pimiento en el año 2014 fue de 32 324 345 toneladas encontrándose China como primer productor con 16 120 406 toneladas distribuidas en 711 690 ha, en segundo lugar se encuentra México con 2 732 635 toneladas distribuidas en 143 465 ha, y en tercer lugar se encuentra Turquía con 2 127 944 toneladas distribuidas en 101 000 ha (Hortoinfo, 2014). En Ecuador la producción de pimiento en el 2013 fue estimada en 5 704 toneladas, con una superficie de siembra de 1 796 ha (FAOSTAT, 2016). Tiene gran acogida en la Costa y gran parte de la Sierra, principalmente en las provincias de Guayas, Santa Elena, Manabí, El Oro, Imbabura, Chimborazo y Loja, (Cobo, 2012).

A pesar de ello, existen varios factores que afectan el rendimiento y calidad del cultivo, los internos de la planta asociados al genotipo y los de tipo externo determinado por las condiciones climáticas, las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, calidad de agua, factores nutricionales y las distintas técnicas de manejo que se utilizan (Salazar y Juárez, 2013).

Sin embargo uno de los factores que mayor influencia tiene sobre el rendimiento de los cultivos es el mal manejo de la fertilización, los productores no realizan un manejo tecnificado en los cultivos, el cual involucre determinaciones de cómo están las propiedades del suelo, para así poder decidir las dosis de fertilización a usar y no llegar a una escasa o sobredosis de fertilizantes. Por esta razón se torna importante esta práctica, puesto que también permite determinar la eficiencia en el uso de nutrientes y así permitir que la planta exprese su máximo potencial genético, de tal manera que los beneficios económicos y sustentables en la producción aumenten (Rivera, 2005).

Hoy en día existen técnicas como el diagnóstico nutrimental en materia seca que ayudan a identificar en las plantas concentraciones de elementos asociadas con deficiencias, toxicidades o desbalances nutricionales en diferentes etapas fenológicas de la planta y su relación con su potencial de rendimiento, lo que permite un manejo más apropiado de las condiciones nutricionales de los cultivos (Salazar y Juárez, 2013).

No obstante, la información relacionada con el manejo de las condiciones nutrimentales de la planta y su relación con su rendimiento, es muy escasa, tanto en nuestro país como internacionalmente, es así que en México Salazar y Juárez (2013), manifiestan que en la medida que se cuente con esta información, será viable adecuar las prácticas de fertilización que favorezcan la expresión de rendimiento del cultivo y que permita, a la vez, hacer más eficiente el uso de los recursos fertilizantes.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ecuador es un país que cuenta con un alto potencial productor, sin embargo la producción de hortalizas es relativamente baja esto se debe a problemas como la falta de apoyo al campesino, poco conocimiento tecnológico, falta de créditos para la siembra, uso de semillas recicladas que con el tiempo van perdiendo su viabilidad, fertilización inadecuada entre otros factores (Collantes, 2015).

Sin embargo, es de gran importancia tomar en cuenta que el medio donde crece la planta es el suelo, por lo que es necesario considerar que no todos los suelos son iguales pues varían en su textura, estructura, composición química, motivos por los cuales se debe conocer planes de fertilización que favorezcan el potencial productivo del pimiento, teniendo en cuenta los materiales vegetales a utilizar pues hoy en día las casas comerciales ofrecen variedades e híbridos con altos potenciales de rendimiento, pero lastimosamente estos no son alcanzados debido al manejo poco tecnificado que se les da y al poco conocimiento que se tiene sobre programas de fertilización (Berrios, *et al.* 2007).

Los fertilizantes son productos que representan entre el 20 y 30% de los costos de producción de un cultivo, en nuestro país se realizan innecesarias prácticas de fertilización pues muy pocos productores realizan análisis de suelos antes de establecer el cultivo lo que conlleva a hacer aplicaciones sin control, que en la mayoría de los casos encarecen los costos de producción desmejorando la calidad y fertilidad de los suelos (Villacis, 2014).

Las investigaciones correspondientes a la nutrición del pimiento en el Ecuador han estado centradas en estudiar el incremento del rendimiento del fruto con base a la dosis de nutriente aplicado, pero mejorar el rendimiento por unidad de área será que significa ¿aumentar la eficiencia agronómica y la recuperación del fertilizantes? O ¿saber la absorción y distribución de nutrientes en pimiento?, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1999) considera de suma importancia el uso eficiente de nutrientes, ya que con ello, se pueden reducir los costos de producción por el uso de fertilizantes, minimizar el impacto ambiental y mejorar la calidad de las cosechas.

III. ANTECEDENTES

Azofeifa Álvaro y Moreira Marco (2005), realizaron un estudio sobre la absorción y distribución de nutrimentos en plantas de *Capsicum annuum* (Chile dulce) CV. UCR 589 en Alajuela, Costa Rica, donde los resultados mostraron que el orden de extracción de nutrimentos fue $K > N > P > Ca > S$ y Mg, con valores de 180, 139, 26, 38 y 13 kg ha⁻¹ respectivamente, las cantidades de nutrimentos en las distintas partes de la planta variaron durante el ciclo de crecimiento; 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; los mismo autores en el 2008 realizaron el mismo trabajo pero en otro material Chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. CV. HOT), donde el orden de extracción de nutrimentos 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⁻¹ respectivamente, 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.

Mientras que Salazar y Juárez (2013), manifestaron que la necesidad nutrimental del cultivo de pimiento para obtener una tonelada de fruto fresco es de: 2,4-4,0 kg de Nitrógeno (N); 0,4-1,0 kg de Fósforo (P₂O₅); 3,4-5,29 kg de Potasio (K₂O); 0,55-1,80 kg de Calcio (CaO) y 0,28-0,49 kg de Magnesio (MgO).

En Ecuador Collantes (2015), realizó un estudio con fertilizantes químicos y orgánicos en dos híbridos comerciales de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en la parte alta de la Cuenca del Río Guayas, donde los planes de fertilización utilizados durante el ensayo se diseñaron de acuerdo a los resultados que se obtuvieron de los análisis de suelo efectuados, y además en base a las recomendaciones de la DICYT, en la cual se estableció la relación de 2:1:2 de NPK considerándola importante para mantener el equilibrio de la fertilización del cultivo del pimiento. Los mejores rendimientos se obtuvieron con la aplicación de fertilizantes químicos Urea y Yara con 24,52 t ha⁻¹, siendo estos estadísticamente superiores a los demás tratamientos; para el híbrido Bengal obtuvo un rendimiento de 27,03 t ha⁻¹ siendo superior estadísticamente al híbrido Quetzal. La mejor interacción resulto ser el híbrido Bengal con el fertilizante químico Urea con 29,05 t ha⁻¹.

IV. JUSTIFICACIÓN

La fertilidad del suelo y la nutrición de plantas, cada vez se torna más fundamental, puesto que la población mundial continúa en aumento, se cree que para el 2050 habrá una población cercana a 10 000 millones de habitantes (Vallejo y Estrada, 2013). De tal manera existe la necesidad de obtener mayores rendimientos en los cultivos para satisfacer los mercados nacionales e internacionales, lo que hace necesario el desarrollo y estudio de nuevos métodos que puedan aplicarse para obtener un uso eficiente de fertilizantes, así mismo que al suelo se aporten cantidades ideales de nutrientes para con ello mantener el equilibrio suelo-planta (FAO, 1999).

Por ello surge la necesidad de generar conocimientos sobre cómo hacer más eficaces las técnicas de producción, teniendo un mayor enfoque en la optimización del aporte de fertilizantes con el uso más eficiente de los mismos, al mismo tiempo disminuir los costos de producción y se propicie una óptima calidad y cantidad de productos cosechados. En efecto de aquello en el país no hay estudios que muestren las cantidades de NPK que se necesitan para producir un kilo de pimiento, cuanto nutriente recupera la planta de la fertilización aplicada, y/o la forma que los elementos se encuentran distribuidos en la misma (Salazar y Juárez, 2013).

Los nutrientes son considerados como el alimento de las plantas, y cuando estos no son suministrados en forma adecuada las plantas pueden sufrir cualquier tipo de estrés dando como resultado un crecimiento más lento, intoxicación, clorosis o cualquier otro efecto negativo como bajar la producción o que en ocasiones causa hasta la muerte de las mismas (Rivera, 2005).

El manejo de la fertilización en la agricultura es cada vez más frecuente por la demanda nutricional de los cultivos de altos rendimiento, 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 estrés en la planta; aporte energético en etapas productivas o nutrición foliar con fines de sanidad vegetal (Cobo, 2012).

V. OBJETIVOS

5.1. General

- ❖ Determinar el uso eficiente de nutrientes (NPK) en dos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo protectores de cultivos.

5.2. Específicos

- ❖ Evaluar la eficiencia agronómica y de recuperación del fertilizante en dos híbridos de pimiento.
- ❖ Analizar la distribución de nutrientes en tallos hojas y frutos de dos híbridos de pimiento.
- ❖ Determinar la extracción de N-P-K en tallos, hojas y frutos de dos híbridos de pimiento.

VI. MARCO REFERENCIAL

6.1. Generalidades del pimiento

6.1.1. Clasificación taxonómica

Orellana y León (2011) clasifican al pimiento de la siguiente manera:

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>

6.1.2. Descripción botánica

El pimiento es una planta herbácea o semileñoso de crecimiento erecto, con un ciclo de vida perenne aunque se la cultiva como anual. Su tamaño puede variar entre los 0,5 m a 2 m dependiendo de las condiciones en que se establece el cultivo (al aire libre o invernadero). Su raíz es pivotante y profunda pudiendo alcanzar de 0,10 a 0,12 m de profundidad, además consta de numerosas raíces adventicias con un desarrollo horizontal que oscila entre 0,50 a 0,90 m. (Quimbita, 2013).

El tallo puede tener distintas formas ya sea cilíndrica o prismática, glabro, angular, erecto y con altura variable, lo cual está en función del cultivar, condiciones ambientales y del manejo del cultivo. El tallo principal es de crecimiento limitado y erecto (Casilimas, *et al.* 2012).

Sus hojas son largamente pecioladas de margen entero y forma lanceolada, con un ápice bien pronunciado, y se encuentran insertadas en el tallo de forma alterna (Deker, 2011).

Las flores aparecen de forma solitaria en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas, son pequeñas y constan de una corola blanca; son de polinización autógama aunque suelen presentar cierto porcentaje de alogamia que no supera el 10% (Morales, 2013).

El fruto es una baya semicartilaginosa y deprimida de colores muy variables (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta, blanco) presentan diferentes formas y tamaños que dependen del cultivar (Casilimas, *et al.* 2012).

La semilla tiene una forma aplanada hemidiscoidal, el lado más recto presenta el hilo, cicatriz que queda en la zona del funículo al madurar y separarse la semilla de la placenta. Posee una superficie relativamente lisa, sin aspecto pubescente o tomentoso. La mayoría de las semillas se sitúan en la región de la placenta central (Nuez, *et al.* 1996).

6.1.3. Ecofisiología del cultivo

Pinto (2013), establece que es muy importante realizar un manejo racional en forma conjunta de los factores climáticos, pues de ello depende el buen desarrollo del cultivo puesto que todos se encuentran estrechamente relacionados, sin duda alguna todos ellos juegan un papel fundamental en el éxito de la producción .

Se debe considerar que el pimiento es un cultivo muy sensible a las bajas temperaturas, por lo cual se adapta mejor a los climas cálidos y subcalidos, aunque también logra desarrollarse en los climas templados. La temperatura óptima para la germinación y desarrollo vegetativo oscila entre los 22-25 °C, mientras que la floración y fructificación necesitan temperaturas de 26-28°C. Cuando se producen bajas temperaturas los frutos pueden deformarse y quedar de tamaño pequeño.

En lo que concierne a la precipitación es un cultivo que requiere de 600-1200 mm de agua bien distribuidas durante todo el ciclo vegetativo.

También es muy exigente a luminosidad, principalmente en las primeras etapas de crecimiento y floración, requiriendo de 6-8 horas/sol/día.

Le favorecen aquellos suelos profundos, ligeros, sueltos, fértiles que tengan un buen drenaje, ricos en materia orgánica, con un pH que oscile entre los 6,5 a 7,5, además son modernamente tolerantes a la salinidad.

6.1.4. Características de los híbridos de pimiento

a) Marcato

Según IMPORALASKA (2017).

- ✓ Planta: tipo Marconi muy vigorosa y precoz.
- ✓ Fruto: 17-20 cm de largo x 4-5 cm de diámetro, de paredes gruesas 3.5 mm y color verde brillante.
- ✓ Ciclo del cultivo: 110-120 días a partir de la cosecha.
- ✓ Hábito de crecimiento: Semi indeterminado.
- ✓ Resistente al TMV raza 0, al PMMV y al PVY.

b) Quetzal

Según AGRIPAC (2012).

- ✓ Pimentón tipo Marconi, planta alta, erecta, buen vigor.
- ✓ Dimensiones del fruto: 17cm de largo x 4cm de diámetro.
- ✓ Paredes del fruto: 4mm de espesor.
- ✓ Números de lóbulos del fruto: 3 a 4
- ✓ Color del fruto: verde a rojo.
- ✓ Inicio de la cosecha: 100-110 días a partir del trasplante.
- ✓ Hábito de crecimiento: semi indeterminado.
- ✓ Excelente rendimiento: 30000-40000kg/ha.
- ✓ Tolerante a Fusarium sp.
- ✓ Zona de siembra: región costa, Valles de la Sierra, invernaderos y Galápagos.

6.2. Nutrición del Cultivo

La nutrición de los cultivos es una práctica insustituible en la actividad agraria y consiste en reponer al suelo aquellos nutrientes que se van agotando por propia extracción de los cultivos, esta tiene por objetivo lograr la óptima productividad y calidad de las cosechas y a su vez evitar la pérdida de nutrientes al medio ambiente (García, *et al.* 2010).

Generalmente para que un elemento sea considerado como esencial debe cumplir con ciertos criterios, siendo el primero: que el elemento sea necesario para completar el ciclo de vida de una planta, el segundo es que ningún otro elemento sustituye al elemento en cuestión, y el tercero, que el elemento debe estar involucrado en el metabolismo de la planta (Arnon y Stoud, 1939).

Los fertilizantes representan uno de los principales insumos de la producción agraria, por lo que el uso eficiente constituye una importante fuente de ahorro y de reducción de los impactos medioambientales. Es así, que una excesiva fertilización, puede provocar problemas de estrés en las plantas y un gasto innecesario que no repercute en un incremento equivalente en el rendimiento. Así mismo, una fertilización insuficiente incide en el rendimiento del cultivo y causa una pérdida de la fertilidad del suelo (García, *et al.* 2010).

Por ello un análisis de suelo es de gran utilidad para determinar las condiciones químicas y físicas del suelo, el cual se debe utilizar como referencia para el uso correcto de los fertilizantes, garantizando una mejor calidad y rendimiento en los cultivos (Carrera, 2014).

6.2.1. Nitrógeno

El nitrógeno (N) es el nutriente que más afecta el crecimiento y la producción de pimiento por ser esencial en la formación de aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, clorofila, alcaloides y bases nitrogenadas ideales para obtener un rápido crecimiento (Álvarez, 2014).

Su asimilación requiere una serie compleja de reacciones bioquímicas con alto costo energético; en la asimilación del nitrato (NO_3^-), el nitrógeno del NO_3^- se convierte en una forma de energía superior nitrito (NO_2^-), luego en una mayor forma de energía, amonio (NH_4^+) y por último en nitrógeno amídico en la glutamina (Pereyra, 2001).

Una adecuada fertilización nitrogenada contribuye al buen crecimiento de la planta, mejora el color y tamaño del fruto. Sin embargo la función de mayor importancia de este elemento es su acción directa sobre el incremento de la masa seca al favorecer el crecimiento del tallo y el follaje contribuyendo de esta manera a la formación de frutos (Rodríguez y Flórez, 2004).

Al estar involucrado el nitrógeno en tantos procesos vitales, su deficiencia afecta gravemente el crecimiento de la planta. Como primeros síntomas se tiene una vegetación raquítica con plantas débiles de poco desarrollo, las hojas permanecen pequeñas, adquieren una notable rigidez y toman un color verde amarillento. Cuando la deficiencia es muy grave las hojas manifiestan una coloración anaranjada, púrpura o violácea en los bordes, además es muy escasa la floración. Es importante considerar que el elemento es muy móvil en las plantas, por lo tanto los primeros síntomas se observan en las hojas más viejas debido al desplazamiento hacia las más jóvenes (Navarro y Navarro, 2003).

Por su parte un exceso de nitrógeno origina plantas muy suculentas con un amplio desarrollo vegetativo y con pocas partes leñosas, además el desarrollo de las raíces se ve afectado; las hojas adquieren un color verde oscuro y se retrasa la maduración. Una excesiva fertilización nitrogenada puede dar lugar a una mayor sensibilidad a enfermedades por parte de los cultivos pues al quedar los tejidos verdes y tiernos durante largo tiempo, es más fácil la penetración de esporas germinadas que una vez en su interior encuentran en los jugos ricos en nitrógeno siendo una alimentación muy apropiada para su desarrollo (Navarro y Navarro, 2003).

Fontes, *et al.* (2005); citado por Salazar y Juárez (2013), determinaron que el pimiento extrae 193 kg ha^{-1} de N mientras que Azofeifa y Moreira (2005), concluyeron que el pimiento extrae $139 \text{ kg ha de N}^{-1}$.

6.2.2. Fósforo

El fósforo (P) se encuentra en todos los tejidos de la planta en una concentración variable, según la parte vegetativa que se considere. Su valor medio expresado en P_2O_5 , puede situarse entre 0,5 y 1 % de materia seca (Navarro y Navarro, 2003).

Este elemento es móvil dentro de la planta, y es fundamental en el proceso fotosintético, respiración, transferencia de energía, la división y el alargamiento celular; además promueve el crecimiento y desarrollo de las raíces, de las estructuras reproductivas, siendo indispensable para la formación de las semillas, aumenta la resistencia a enfermedades, mejorando la calidad del cultivo (FAO, 2002).

Además forma parte de los ácidos nucleicos ADN, ARN y de otros compuestos como el ácido fitico. Se encuentra en mayor proporción en las hojas jóvenes, flores y semillas en desarrollo (Álvarez, 2014).

Cuando las plantas presentan deficiencia de este elemento, se inhibe su crecimiento y las hojas se tornan de color verde oscuro debido a que la concentración de proteína y clorofila no se ve muy afectada y en ocasiones aumenta. No obstante, la eficiencia fotosintética por unidad de clorofila disminuye (Mejía, 2010).

Deficiencias muy severas provocan que las hojas adquieran una coloración café oscuro y finalmente mueran. En muchos casos se acumulan pigmentos del grupo de las antocianinas en las hojas viejas retardando así la maduración (Fernández, 2007).

Por el contrario cuando el fósforo se encuentra en altas concentraciones son frecuentes clorosis férricas por la insolubilización que sufre el hierro ante dichos excesos (Navarro y Navarro, 2003).

Además este exceso ocasiona con frecuencia un incremento en el crecimiento de las raíces en relación con el crecimiento de la parte aérea (Mejía, 2010).

La interacción del fósforo con otros nutrientes del suelo inciden en la absorción, traslocación y utilización de este elemento por la planta (Fernández, 2007).

Fontes, et al. (2005); citado por Salazar y Juárez (2013), determinaron que el pimiento extrae 23 kg ha⁻¹ de P, así mismo Gyuros (2005); citado por Salazar y Juárez (2013), manifestaron que el pimiento extrae 18 kg ha⁻¹ de P, por otra parte Azofeifa y Moreira (2005), concluyeron una extracción de 26 kg ha⁻¹ de P.

6.2.3. Potasio

El potasio (K) es absorbido por las raíces bajo la forma de K⁺, y siempre es un elemento importante cuantitativamente en las cenizas vegetales, bajo la forma de óxido potásico (Navarro y Navarro, 2003).

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, activa más de sesenta sistemas enzimáticos, promueve la síntesis, traslocación y almacenamiento de carbohidratos y optimiza la regulación hídrica en los tejidos vegetales (Imas, *et al.* 2010).

Cuando hay deficiencia de potasio los síntomas no se observan inmediatamente, al principio solo hay una reducción de la velocidad de crecimiento, y posteriormente se da una clorosis y eventual necrosis; generalmente estos síntomas se originan en las hojas más viejas en los márgenes y puntas ya que estas hojas suministran K⁺ a las hojas más jóvenes (Mengel y Kirkby, 2000).

Altas deficiencias provocan reducción de los entrenudos, poco vigor en las plantas, los frutos presentan una maduración irregular, reducen su tamaño y calidad, además se produce defoliación y enanismo, lo cual incide en el bajo rendimiento (Casilimas, et al. 2012).

Por otro lado si hay un exceso de potasio es común que la planta también lo absorba en exceso; ocasionando una interferencia en la absorción y disponibilidad fisiológica del Mg y el Ca (Mejía, 2010).

Azofeifa y Moreira (2005), determinaron que el pimiento extrae 180 kg ha^{-1} de K, mientras que Fontes, *et al.* (2005); citado por Salazar y Juárez (2013) concluyeron una extracción de 247 kg ha^{-1} de K. Así mismo, Gyuros (2005); citado por Salazar y Juárez (2013) registraron una extracción de 68 kg ha^{-1} de este elemento.

6.3. Uso eficiente de nutrientes (UEN)

El uso eficiente de nutrientes es un factor de gran importancia a nivel productivo, económico y ambiental. Hay que considerar que al incrementarse la eficiencia de uso de los nutrientes y consecuentemente la eficiencia global del sistema, se genera mayor potencialidad en beneficios económicos y sustentables en el largo plazo de producción (Ciampitti y García, 2008).

La eficiencia en el uso de nutrientes o fertilizantes describe como las plantas o los sistemas de producción utilizan los nutrientes; para ello se debe estimar el tiempo que demora la investigación sea está a corto, mediano o largo plazo (IPNI, 2007).

La eficiencia se puede estudiar desde los rendimientos de los cultivos, la recuperación en planta y la extracción de nutrientes por el sistema (Espinosa, 2008).

Baligar, *et al.* (2001), mencionan que el uso eficiente de nutrientes es de mucha utilidad, debido a que con ello se puede diferenciar especies, genotipos y variedades por su capacidad de absorber y utilizar nutrientes para alcanzar sus máximos rendimientos, el UEN puede ser medido mediante los índices agronómicos siguientes:

- Eficiencia Agronómica (EA): Es la relación que hay en el incremento del rendimiento en el cultivo por cada unidad de nutriente aplicado.
- Eficiencia de Recuperación de nutrientes (ERN): Es la relación entre el nutriente absorbido por el cultivo y el nutriente disponible que se encuentra en el suelo.

Esta última definición depende del compartimiento considerado en la recuperación (toda la planta, biomasa sobre el suelo, porción cosechada), y las fuentes de nutrientes tomadas en cuenta (fertilizantes, residuos de corral, mineralización, deposición atmosférica) (Gavi, S.f.).

Sin embargo, la ER de un nutriente específico como el N se define como el porcentaje del nutriente recuperado en la biomasa de la planta que se encuentra sobre el suelo durante el ciclo de crecimiento (Cassman, *et al.* 2002; Citado por Stewart, 2007).

Se estima que bajo condiciones favorables la eficiencia de recuperación de cultivo es de 50-70% para N, 10-25% (15% promedio) para P y 50-60% para K (Isherwood, 1990; Citado por Stewart, 2007).

La eficiencia de P y K con el tiempo (múltiples ciclos de crecimiento) deben ser tomados en cuenta por ser nutrientes con significativo valor residual de almacenamiento en el suelo, la ER a largo plazo será significativamente más alta que a corto plazo (Isherwood, 1990; Citado por Stewart, 2007).

6.4. Factores que afectan el uso eficiente de nutrientes

Existe un amplio número de factores que afectan la absorción de los nutrientes por la planta; están los relacionados con el suelo, con la planta y con las condiciones climáticas, todos ellos se encuentran profundamente relacionados entre sí, motivo por el cual es muy difícil concretar cuál de estos afecta específicamente en el uso eficiente de los nutrientes (FAO, 2000).

6.4.1. Relacionados con el suelo

a) Textura

Hace referencia a las proporciones relativas de arena, limo y arcilla que contiene el suelo. Dependiendo de ello los suelos pueden ser arenosos, francos arenosos, francos, francos arcillosos, arcillosos, etc. (Navarro y Navarro, 2003).

La textura está íntimamente relacionada con la composición mineral, el área superficial específica y el espacio de poros del suelo, lo cual afecta prácticamente a todos los factores que participan en el crecimiento de las plantas. También influye sobre el movimiento y la disponibilidad del agua en el suelo, la aireación, la disponibilidad de nutrientes y la resistencia a la penetración por las raíces. (FAO, 2000).

b) Estructura

La estructura del suelo es un factor que influye en las cantidades de nutrientes minerales que están disponibles para las plantas. En suelos estructurados no todas las raíces tienen un contacto completo con la matriz del suelo, y en plantas no micorrizadas el grado de contacto raíz-suelo varía entre los segmentos radicales desde 0 a 100% (Marschner, 1985).

La textura y la estructura son de importancia para la fertilidad del suelo y, consecuentemente para el crecimiento de las plantas. Aquellos suelos gruesos (o arenosos) no retienen bien el agua y los nutrientes, por ello se debe tener cuidados especiales cuando se aplican los fertilizantes para evitar la lixiviación de nutrientes (nitrógeno y potasio) (Álvarez, *et al.* 2010).

Por su parte los suelos arcillosos pueden acumular humedad y nutrientes, pero pueden tener drenaje y aireación inadecuados. Se puede mejorar la estructura de los suelos suministrándoles enmiendas cálcicas y materia orgánica (FAO, 2002).

c) Porcentaje de oxígeno en el aire del suelo

La ausencia de oxígeno en el aire del suelo puede inhibir la absorción mineral, motivo por el cual no solo es importante un porcentaje adecuado de oxígeno sino también la proporción en la que se difunde para mantener una ventajosa presión parcial en la superficie de la raíz. Cada vez que la atmósfera se enriquece de oxígeno la absorción aumenta al igual que la respiración. En general las raíces no empiezan a reducir su absorción hasta valores inferiores del 10% de oxígeno en el medio (Navarro y Navarro, 2003).

d) Reacción del suelo (pH)

El pH es un factor que interviene en la solubilidad de diferentes compuestos, es decir muchos elementos cambian de forma como resultado de su impacto de las reacciones químicas que ocurren en el suelo, y pueden o no ser absorbidos por las plantas dependiendo de la forma que se encuentren. La mayoría de los nutrientes están generalmente disponibles de manera adecuada a un valor neutro de pH (Sierra, *et al.* 2007).

Landis (1989), establece que la reacción del suelo afecta generalmente la absorción debido a la influencia en el estado de asimilación de nutriente, o en la cantidad del mismo disponible. Entre los casos más comunes está: el bloqueo o inhibición originada por determinados valores de pH donde el elemento se transforma en un compuesto insoluble debido a la modificación de sus características físico-químicas. Como ejemplo se encuentra el Hierro, Manganeso y Cobre, los cuales a pH básico se precipitan, causando hidróxidos insolubles.

La volatilización del N es uno de los casos más comunes pues al aplicarse fertilizantes amónicos sobre la superficie de suelos cálidos y básicos la absorción del nutriente puede reducirse notablemente por pérdidas de amoniaco.

e) Interacciones iónicas

En la fertilidad del suelo la capacidad de intercambio catiónico es muy importante en la fertilidad de los suelos, 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).

6.4.2. Relacionados con la planta

Según Navarro y Navarro (2003), aquellos factores como naturaleza de la planta y su estado de desarrollo afectan de una u otra forma el uso eficiente de los nutrientes por medio de la planta.

a) Naturaleza de la planta

Las plantas difieren unas de otras en su poder de absorción, aquellas plantas diferentes cultivadas en un mismo suelo pueden poseer una alimentación mineral diferente, desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. Incluso variedades diferentes de una misma especie vegetal no proceden de la misma forma.

b) Fase de desarrollo

Los elementos minerales son absorbidos con mayor rapidez por plantas jóvenes, lo que les permite tener una máxima proporción de materia seca, luego esta disminuye aunque la absorción se mantiene durante el crecimiento debido al predominio creciente de los glúcidos que se van sintetizando. Las plantas jóvenes por lo general son utilizadas para la determinación de los elementos asimilables del suelo, y para las deficiencias minerales que generalmente pueden mostrar en los cultivos.

6.4.3. Relacionados con las condiciones climáticas

a) Temperatura

Cuando se produce un aumento de temperatura la absorción de iones es mayor lo cual puede atribuirse a que la disolución del suelo tiende a estar más concentrada, sin embargo cuando se pasa de los 40 °C la absorción se interrumpe por la deshidratación de las enzimas que intervienen directamente en el proceso al inhibir la síntesis de algún componente indispensable (Netto, 2000).

Por el contrario las temperaturas bajas aparte de inducir una disminución en la solubilidad de los componentes de la disolución del suelo, obstaculizan muchas reacciones bioquímicas que intervienen en el transporte de los nutrientes (Netto, 2000).

b) Humedad

Cuando los límites de humedad del suelo son altos la absorción mineral es mayor, lo que determina que el agua es requerida por la planta para la producción de glúcidos, para mantener la hidratación del protoplasma y como vehículo para trasladar los nutrientes absorbidos por la raíz, sin embargo cuando esta disminuye estos procesos también se reducen (Netto, 2000).

c) Luz

La luz no tiene efecto directo sobre la nutrición mineral, es más bien un efecto indirecto. Un aumento de la iluminación provoca un aumento de las reservas carbonadas y de la transpiración. Por lo consiguiente, tiende a favorecer (Navarro y Navarro, 2003)

6.5. Análisis foliar en plantas

Uno de los factores que más afecta el rendimiento y la calidad de los cultivos es su estado nutricional, y esta determinación requiere análisis muy precisos pues este factor es una característica oculta cuyos síntomas visibles aparecen cuando existe ya un desbalance nutrimental (Laboratorios A-L, 2011).

El análisis foliar o de tejidos vegetales es una herramienta esencial que permite el diagnóstico nutricional de cultivos y consiste en medir el contenido total de los nutrientes presentes en las hojas u otra parte de la planta, por medio de procedimientos químicos específicos (Martínez y Soriano, 2014).

El contenido mineral de las hojas depende de diversos factores como su estado de desarrollo, condiciones climáticas, disponibilidad de nutrientes en el suelo, la distribución y actividad de las raíces y el riego; es por ello que el análisis foliar refleja la integración de todos estos factores en el momento del muestreo (Fernández y Parra, 1985).

Ruiz (1982), establece que esta técnica permite:

- Conocer el estado nutricional de las plantas, incluso antes que aparezcan los síntomas visuales de deficiencia o exceso.
- Diagnosticar y/o confirmar un síntoma visual ya presente, pues este puede ser confundido con daños por aplicaciones de pesticidas-herbicidas, u otros problemas como drenaje, salinidad, malas prácticas de riego, entre otras.
- Orientar el programa de fertilización en uso, aplicando solo aquellos fertilizantes que contienen los elementos en déficit y dejando de aplicar los innecesarios.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Ubicación

La investigación se realizó en la Hacienda “La Teodomira” de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada 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 2014).

7.2. Caracterización de la zona en estudio

7.2.1. Características climatológicas¹

Precipitación anual	:	682,50 mm
Heliofanía anual	:	1,354 horas luz
Temperatura promedio	:	25,39°C
Evaporación anual	:	1625,40 mm

7.2.2. Características pedológicas²

Las características físico-químicas del suelo en el cual se realizó la investigación se presentan a continuación en la Tabla 2.

El análisis de suelo (Tabla 2) muestra que la clase textural es franco arcilloso, con un pH ligeramente ácido, bajo en materia orgánica (M.O.). La disponibilidad de Nitrógeno (N) es bajo por el contrario Fósforo (P), Calcio (Ca) y Potasio (K) se encuentran en concentraciones altas; el Magnesio (Mg) y Sodio (Na), se encuentran en concentraciones medias en el suelo, mientras que la capacidad de intercambio catiónico es alta.

¹ Datos tomados de la Estación Agro meteorológica de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, Santa Ana, 2015. Manabí.

² Corporación Reguladora del Manejo de los Recursos Hídricos de Manabí (CRM). Portoviejo 2006.

Tabla 2. Análisis de suelo.

Características		Valor	Clasificación
Clase textural	(----)		Franco arcilloso
pH (H₂O)	(----)	6,3	Liger. Ácido
M.O	(%)	1,5	Bajo
C.E.	dS m ⁻¹	0,86	No salino
NH⁴⁺	(mg kg ⁻¹)	12	Bajo
P (olsen)	(cmol _c kg ⁻¹)	69	Alto
Ca²⁺	(cmol _c kg ⁻¹)	18	Alto
Mg²⁺	(cmol _c kg ⁻¹)	1,9	Medio
K⁺	(cmol _c kg ⁻¹)	1,53	Alto
Na⁺	(cmol _c kg ⁻¹)	0,86	Medio
CIC	(cmol _c kg ⁻¹)	28,83	Alta

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2017.

7.3. Material genético

En la investigación se utilizaron dos híbridos de pimiento, Marcato y Quetzal distribuidos por la empresa ALASKA y AGRIPAC respectivamente.

7.4. Tratamientos

Los tratamientos para cada híbrido de pimiento (Marcato y Quetzal) fueron elaborados con diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, a continuación en la Tabla 3 se detalla la conformación de los mismos.

Tabla 3. Tratamientos para híbridos Marcato (H1) y Quetzal (H2)

No	Tratamientos	Dosis de nutrientes (kg ha ⁻¹)		
		Nitrógeno	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)
1	T_R	0	0	0
2	T₁	170	85	170
3	T₂	250	125	250
4	T₃	330	165	330

7.5. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de parcelas divididas con arreglo factorial, con ocho tratamientos y tres repeticiones.

7.6. Análisis de varianza

El esquema del análisis de la varianza se detalla a continuación:

Tabla 4: Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad
Bloques	r - 1
Híbridos (a)	a - 1
Error (a)	(a-1) (r-1)
Nivel de fertilización (b)	(b - 1)
Híbridos x nivel de fertilización	(a-1) (b-1)
Error (b)	a(b-1) (r-1)
Total	abr - 1

7.7. Análisis funcional

En las variables que se encontraron diferencias significativas se aplicó la prueba de comparación de medias de Duncan ($P < 0.05$), utilizando SAS versión 9.3.

7.8. Delineamiento experimental

Diseño experimental	DPD
Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	3
Numero unidades experimentales	24
Superficie de la parcela experimental (5m x 3m)	15 m ²
Área útil (1m x 4m)	4 m ²
Distanciamiento entre hileras	1 m
Distanciamiento entre plantas	0,5 m
Distancia entre repeticiones	1 m
Número de plantas por sitio	1
Número de plantas útiles	8
Número de plantas por unidad experimental	30
Número de plantas total	720
Distancia entre unidades experimentales	1 m
Superficie del ensayo (24m x 24m)	576 m ²

7.9. Variables de respuestas.

7.9.1. Diámetro de tallo (mm) a los 30 y 60 días después del trasplante (\emptyset ddt)

Se tomaron 8 plantas del área útil, y con la ayuda de un calibrador se procedió a realizar la medición a los 5 cm sobre la superficie del suelo.

7.9.2. Altura de planta (cm) a los 30 y 60 días después del trasplante (ddt)

Para ello se tomaron 8 plantas del área útil, y con un flexómetro se realizó la medición desde la base del tallo hasta el ápice de la planta.

7.9.3. Peso fresco de frutos (gramos)

En cada pase de cosecha se contabilizaron y se pesaron en una balanza todos los frutos del área útil de cada tratamiento, posteriormente se promedió con el número de frutos cosechados.

7.9.4. Diámetro (Ø) y longitud de fruto (cm)

Los frutos cosechados del área útil fueron medidos en diámetro en la parte media del fruto y longitud desde el pedúnculo hasta el ápice con la ayuda de un calibrador.

7.9.5. Rendimiento (kg. ha⁻¹)

Se llevó un registro del peso de todos los frutos cosechados en 8 plantas de cada tratamiento, y posteriormente mediante regla de tres se transformó estos datos a kg ha⁻¹

7.9.6. Concentración de nutrientes en tallo-ramas, hojas y frutos

En la tabla 5 se detalla el método de extracción y determinación para los elementos que se analizaron en los tejidos foliares.

Tabla 5. Descripción de la determinación de la concentración de los elementos en tejidos vegetales

Elemento	Método de extracción	Método de determinación
Nitrógeno	Kjeldhal	Destilación alcalina o titulación
Fósforo	Molibdato-Vanadato	Colorimetría
Potasio	Digestión con HCL 6M o nítrica-perclórica	Espectrofotometría de absorción Atómica

Fuente: Rodríguez & Rodríguez, 2011.

7.9.7. Análisis físico químico de suelo

La caracterización química de las muestras comprenderá la determinación de pH en agua destilada con relación 1:2.5, fósforo disponible por el método de Olsen, determinándose por espectrofotometría ultravioleta visible, bases cambiabiles (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ y Na^+) y capacidad de intercambio catiónico utilizando la solución desplazante con acetato de amonio 1N a pH 7, determinándose por espectrofotometría de absorción atómica, carbono orgánico por el método de Walkey-Black y nitrógeno por el método de Kjeldhal; las propiedades físicas que se evaluarán son textura por el método de pipeta, densidad aparente por el método del cilindro o volumen conocido y densidad real por el método del picnómetro (Rodríguez & Rodríguez, 2011).

7.9.8. Extracción de Nutrientes

La extracción de nutrientes se determinó mediante el producto de la concentración de nutrientes por el rendimiento de materia seca de tallos-ramas, hojas y frutos de pimiento.

7.9.9. Eficiencia de recuperación del fertilizante (ERF)

Esta eficiencia se la calcula mediante la fórmula propuesta por Baligar, *et al.* (2001).

$$ERF (\%) = \frac{EN(f) - EN(t)}{NA} \times 100$$

Dónde:

EN (f)= Extracción de nutrientes (tallos-ramas, hojas y fruto) del tratamiento fertilizado.

EN (t)= Extracción de nutrientes (tallos-ramas, hojas y fruto) del tratamiento sin fertilizar.

NA= Cantidad de nutriente aplicado por medio del fertilizante.

7.9.10. Eficiencia agronómica (EA)

Se determinó con la fórmula usada por Baligar, *et al.* (2001).

$$EA = \frac{R(f) - R(t)}{NAF} \text{ kg. kg}^{-1}$$

Dónde:

R (f)= Rendimiento (fruta fresca) del tratamiento fertilizado.

R (t)= Rendimiento (fruta fresca) del tratamiento sin fertilizar.

NAF= Cantidad del nutriente aplicado con el fertilizante

7.10. Manejo del ensayo

7.10.1. Muestreo de suelo

Se recolectó una muestra de suelo, la cual se obtuvo de 10 submuestras procedentes de 10 cajuelas de 30cm x 30cm x 30cm (largo ancho y profundidad), de cada una de estas se colectó 100 gramos para obtener un kg de suelo, y posteriormente se llevó al laboratorio a analizar.

7.10.2. Preparación del suelo

Esta actividad fue realizada un mes antes del trasplante, para ello se hizo un pase de arado de disco, dos pases de rastra, un pase de rotavator, posteriormente se delimitaron las parcelas de acuerdo al croquis de campo.

7.10.3. Siembra del semillero

Se utilizaron bandejas plásticas, y como sustrato turba, en cada alveolo de la bandeja se depositó una semilla de pimiento y, alrededor de las bandejas se colocó ceniza como fuente de prevención para evitar cortadores de plántulas.

7.10.4. Trasplante

Esta labor se llevó a cabo cuando las plántulas tuvieron dos hojas verdaderas, aproximadamente a los 22 días después de la siembra, y una altura superior a 12 cm, colocando una planta por sitio.

7.10.5. Riego

El riego se realizó por goteo para el cual se instalaron cintas de Netalim de 16 mm con sus respectivos goteros a una distancia de 20 cm, las mismas que fueron conectadas a una tubería de 2 pulgada, provista de un filtro y llave de paso sujeta a la tubería principal de 4 pulgadas. La frecuencia de riego dependió de las condiciones de humedad del ambiente y del suelo.

7.10.6. Fertilización

La fertilización se realizó como se detalla en la tabla 6, a cada tratamiento se le aplicó el porcentaje correspondiente de acuerdo a los días después del trasplante, las fuentes utilizadas fueron urea (46%N), fosfato diamónico (18% N - 46% P₂O₅), y nitrato de potasio (13,5% N - 45% K₂O).

Tabla 6. 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%)

7.10.7. Tutorado

Esta labor consistió en colocar estacas de 1.8 m en forma vertical en cada línea del cultivo, sobre estas se colocó hilos de alambre galvanizado que soporten el peso de las plantas, una

vez instalada las líneas de alambre se procedió a amarrar las plantas desde el tallo usando piola de polietileno, sin lastimar las mismas.

7.10.8. Control fitosanitario

a) Control de insectos

Para esta labor se determinaron los principales problemas insectiles presentes en el cultivo, donde se detectaron plagas como mosca blanca *Bemisia tabaci* para su control se aplicó Thiametoxan (Actara® 25W) 1gr/L de agua. Otra de las plagas presentes fueron los ácaros y para ello se realizaron aplicaciones de Abamectina (Newmectin®) 1.5 cc/L de agua. Las aplicaciones se realizaron según el umbral económico de las plagas.

b) Control de enfermedades

Para el control enfermedades de suelo como *Sclerotium rolfsii*. y *Phytophthora capsici* se realizaron aplicaciones de Benomil en dosis de 1.5 gr/L de agua. También se realizaron aplicaciones de (Phyton®) que es un Sulfato de cobre pentahidratado en dosis de 1.5 a 2cc/L el cual tiene un efecto fungicida-bactericida y sirve para controlar enfermedades en frutos, ambos productos fueron aplicados en forma de drench. Para el control de manchas foliares se aplicó Daconil+ Score en dosis de 1 mm/L y 0.5 cm/L.

7.10.9. Cosecha

Esta labor se realizó aproximadamente a partir de los 70 días después del trasplante cuando los frutos llegaron a su madurez fisiológica, la cual se manifestó con una tonalidad verde oscuro, se efectuaron seis pases de cosecha para cada tratamiento.

7.10.10. Recolección de la muestra de tejidos foliares en pimiento

Las muestras de tallos-ramas y hojas se recolectaron en la última cosecha, se escogieron tres plantas al azar del área útil de cada unidad experimental las cuales representaron una muestra, posteriormente se llevaron a estufa (70°C) por un periodo de 24 a 48 horas.

En frutos se recolectaron diez de ellos de cada unidad experimental correspondiente a la cuarta cosecha puesto que estos presentan mayor homogeneidad en comparación con la iniciales, posteriormente para determinar materia seca se llevaron a estufa (70°C) por un periodo de 24 a 48 horas. Una vez que se determinó la materia seca estas muestras fueron llevadas al laboratorio para su respectivo análisis.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Evaluación del diámetro de tallo, altura de planta, diámetro, longitud, peso de fruto, y rendimiento en pimiento

En la Tabla 7 el análisis de varianza en diámetro de tallo a los 30 y 60 ddt muestra que no hubo diferencias estadísticas significativas entre híbridos, por otro lado en altura de planta a los 30 ddt hubo significancia estadística, siendo mejor el híbrido quetzal con 26,85cm, quedando el marcato por debajo de este con 25,11cm; por el contrario a los 60 ddt en dicha variable no se encontró diferencia estadística. En diámetro de fruto se observó que existe significancia estadística, el híbrido quetzal superó al híbrido marcato, obteniendo un diámetro de 5,41 cm; sin embargo en las otras variables como longitud, peso de frutos y rendimiento no se encontraron significancia estadística entre híbridos.

En el efecto de niveles de fertilización (Tabla 7) según el análisis de varianza la variable diámetro de tallo a los 30 ddt no presentó significancia estadística, no obstante a los 60 ddt si hubo, siendo los mejores el T2 y T3 con 1,12 cm en ambos casos. Por consiguiente en la variable altura de planta a los 30 ddt también hubo significancia estadística resultando como mejores el T1, T2 y T3 con 26,18; 27,06 y 27,12 cm respectivamente; a los 60 ddt se presentó significancia siendo similares el T1, T2 y T3, pero estos difieren del TR. De igual forma en diámetro de fruto se encontró significancia estadística donde el T1 (5,33cm) y T3 (5,36cm) superan al TR (4,95cm) y T2 (5,12cm) ; en cuanto a longitud de fruto se aprecia también diferencia significativa siendo mejor el T2. Por ultimo en la variable peso de fruto se observa que el T1 (87,45 g) fue mejor que los demás tratamientos y en rendimiento el T1, T2 y T3 superaron al TR.

En diámetro de tallo a los 30ddt los niveles de fertilización no causaron ningún efecto sobre los híbridos como se observa en la Tabla 7 ya que resultó mejor el TR en el híbrido marcato sin embargo, para la misma variable a los 60 ddt ya hubo un efecto positivo de la fertilización resultando mejor el T2 y T3 para ambos híbridos.

Tabla 7. Evaluación diámetro de tallo a los 30 y 60 ddt, altura de planta a los 30 y 60 ddt, diámetro de fruto, longitud de fruto, peso de fruto y rendimiento en kg ha⁻¹ en pimiento.

Tratam.	Ø de tallo 30 ddt (mm)	Ø de tallo 60 ddt (cm)	Altura de planta 30 ddt (cm)	Altura de planta 60 ddt (cm)	Ø de fruto (cm)	Longitud de fruto (cm)	Peso de fruto (g)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
Efecto de híbridos (H)								
Marcato	0,41	1,08	25,11 b	85,40	4,96 b	13,58	72,48	30409,13
Quetzal	0,38	1,02	26,85 a	77,53	5,42 a	12,88	86,10	33435,19
Efecto de nivel de fertilización (NF)								
TR	0,37	0,95 b	23,55 b	71,07 b	4,95 b	12,85 b	70,2 b	19156,13 b
1	0,38	1,00 b	26,18 a	84,80 a	5,33 a	13,32 ab	87,45 a	37804,58 a
2	0,42	1,12 a	27,06 a	85,27 a	5,12 ab	13,43 a	78,8 ab	33404,72 a
3	0,42	1,12 a	27,12 a	84,73 a	5,36 a	13,32 ab	80,7 ab	37323,20 a
Efecto de híbridos x nivel de fertilización (H x NF)								
H1TR	0,47 a	1,03 ab	23,37 b	80,20 a	4,80 c	13,47 a	66,13 c	23675,33 cd
H1T1	0,37 b	1,07 ab	25,43 ab	87,20 a	5,07 bc	13,63 a	74,07 bc	31101,53 bc
H1T2	0,40 ab	1,10 a	25,83 ab	87,47 a	4,90 c	13,63 a	73,30 bc	30732,60 bc
H1T3	0,40 ab	1,10 a	25,80 ab	86,73 a	5,07 bc	13,60 a	76,40 bc	36127,03 abc
H2TR	0,27 c	0,87 c	23,73 b	61,93 b	5,10 bc	12,23 b	74,27 bc	14636,93 d
H2T1	0,40 ab	0,93 bc	26,93 ab	82,40 a	5,60 a	13,00 a	100,83 a	44507,63 a
H2T2	0,43 ab	1,13 a	28,30 a	83,07 a	5,33 ab	13,23 a	84,30 ab	36076,83 abc
H2T3	0,43 ab	1,13 a	28,43 a	82,73 a	5,64 a	13,03 a	85,00 ab	38519,37 ab
C.V.(%)	13,64	8,43	7,87	5,28	4,21	3,13	11,90	23,08
Probabilidad ANOVA								
H	NS	NS	*	NS	**	NS	NS	NS
NF	NS	*	*	**	*	*	*	**
H x NF	**	*	*	*	*	*	*	*

^{NS} No significativo * Significativo **Altamente significativo

Por otro lado, el T2 (28,30cm) y T3 (28,43cm) del híbrido quetzal (H2) presentaron una mayor altura de planta a los 30 ddt; mientras tanto a los 60 ddt el híbrido marcato (H1) no presentó significancia lo que determinó que la fertilización no causó efecto en esta variable pues los valores son similares a del TR, mientras que en el híbrido quetzal (H2) se observó el T1, T2 y T3 superaron al TR (61,93cm). En el híbrido marcato (H1) la fertilización tampoco causó efecto sobre las variables diámetro, longitud de fruto, peso de fruto y rendimiento; caso contrario en el híbrido quetzal donde el T1 (5,60 cm) y T3 (5,64 cm) presentaron un mayor diámetro de fruto, en longitud de fruto los T1, T2 y T3 superaron al TR (12,33cm), en peso y rendimiento para este mismo híbrido el T1 fue el mejor con 100,83 g y 44507,63 kg ha⁻¹ respectivamente (Tabla 7).

En el híbrido marcato (H1), los resultados difieren a los registrados por Orozco (2015) puesto que a los 30 ddt las plantas alcanzaron una altura menor en esta investigación, de igual forma la longitud de fruto fue menor, sin embargo en diámetro de fruto los resultados se asemejan en ambas investigaciones, caso contrario en peso de fruto y rendimiento los valores obtenidos no superan a los registrados por el autor antes mencionado.

En diámetro de tallo a los 30 ddt para el híbrido quetzal (H2), los valores obtenidos son menores a los registrados por Collantes (2015), lo contrario en altura de planta a los 30 ddt donde los resultados superan a los registrados por el autor en mención, así mismo a los 60 ddt para la misma variable los resultados superan a los obtenidos por Collantes (2015) y Borbor y Suarez (2007). Por otro lado en diámetro de fruto los resultados son similares a los de Cobo (2012), mayores a los registrados por Collantes (2015) y menores a los registrados por Borbor y Suarez (2007); en longitud de fruto los valores son similares a los obtenidos por Collantes (2015) pero difieren a los registrados Cobo (2012) y Borbor y Suarez (2007). En peso de fruto y rendimiento los valores son menores a los mencionados por Borbor y Suarez (2007) y superiores a los registrados por Villacis (2014).

Es importante señalar que los valores obtenidos en esta investigación en diámetro y longitud de fruto, así mismo para rendimiento en el híbrido quetzal se encuentran en el rango establecido por AGRIPAC (2012).

Por otro lado es fundamental recalcar que las variaciones en el rendimiento están influenciadas por varios factores, los internos de la planta determinados por el genotipo y otros que son de tipo externo como las condiciones climáticas, características del suelo, propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, calidad del agua, factores nutrimentales, la técnica de producción y los factores bióticos. (Salazar y Juárez 2013).

Comparando niveles de fertilización en diámetro de tallo a los 30 y 60 ddt los valores adquiridos difieren a los detallados por Collantes (2015) y Jiménez (2013), en altura de planta a los 30 ddt los resultados son menores a los registrados por Olvera (2015) y Orozco (2015), para la misma variable a los 60 ddt los valores superan a los obtenidos por Olvera (2015). Por otra parte en diámetro de fruto los resultados coinciden con los obtenidos por Villacis (2014), superan a los registrados por Orozco (2015) y son menores a los reportados por Olvera (2015); en longitud de fruto los valores son menores a los obtenidos por Orozco (2015) y Olvera (2015), mayores a los registrados por Borbor y Suarez (2007) y similares a los reportados por Villacis (2014) y Castillo y Chiluisa (2011), en peso de fruto los valores son menores a los obtenidos por Orozco (2015) y Olvera (2015) pero corroboran con los registrados por Villacis (2014). En cuanto al rendimiento los resultados son menores a los registrados por Orozco (2015) y Suarez y Donoso (2006) y superiores a los establecidos por Olvera (2015) y Villacis (2014).

El requerimiento nutrimental de los cultivos puede presentar amplia variabilidad, lo cual puede estar influenciado por las condiciones de crecimiento y desarrollo, los genotipos, el potencial de rendimiento, entre otros factores.

8.2. Evaluación de la concentración y distribución de NPK en hojas, tallos y frutos en pimiento

En la Tabla 8 los resultados muestran que el híbrido marcato en comparación con el híbrido quetzal tubo una mayor concentración de N en hojas y en frutos, caso contrario en tallo donde la mayor concentración de N se dio en el híbrido quetzal. Por otro lado el quetzal obtuvo una mayor concentración de P en hojas y tallo, sin embargo en frutos la concentración de este no vario entre los híbridos.

En hojas y frutos la concentración de K no fue significativa entre híbridos pero en tallo el híbrido quetzal presento una mayor concentración de este elemento.

Tabla 8. Evaluación de concentración y distribución de NPK en hojas, tallos y frutos en pimiento.

Tratam.	Nitrógeno (%)			Fósforo (%)			Potasio (%)		
	Hojas	Tallo	Fruto	Hojas	Tallo	Fruto	Hojas	Tallo	Fruto
Efecto del Híbrido (H)									
Marcato	3,98 a	1,63 b	1,57 a	0,33 b	0,27 b	0,46	6,61	4,18 b	3,10
Quetzal	2,10 b	2,10 a	1,28 b	0,65 a	0,65 a	0,44	6,34	6,34 a	3,08
Efecto de nivel fertilización (NF)									
TR	2,97ab	1,83	1,42	0,73a	0,67a	0,46	6,21	5,14	2,83b
T1	2,80b	1,78	1,50	0,29b	0,25b	0,45	6,71	5,10	3,07ab
T2	3,23a	1,93	1,40	0,69a	0,66a	0,45	6,21	5,18	3,30a
T3	3,17ab	1,92	1,38	0,26b	0,27b	0,45	6,75	5,62	3,16ab
Efecto de híbridos x nivel de fertilización (H x NF)									
H1TR	3,73bc	1,47d	1,57abc	0,38b	0,27b	0,43bc	6,13	3,98b	2,66c
H1T1	3,60c	1,57cd	1,73a	0,34bc	0,26b	0,46ab	7,04	3,81b	2,96bc
H1T2	4,27ab	1,67cd	1,63ab	0,31bc	0,24b	0,46ab	6,14	4,07b	3,47a
H1T3	4,33a	1,83bc	1,33bcd	0,28bc	0,31b	0,48a	7,12	4,86b	3,31ab
H2TR	2,20d	2,20a	1,27cd	1,07a	1,07a	0,49a	6,29	6,29a	3,01abc
H2T1	2,00d	2,00ab	1,27cd	0,23c	0,23b	0,44bc	6,38	6,38a	3,18ab
H2T2	2,20d	2,20a	1,17d	1,07a	1,07a	0,43bc	6,29	6,29a	3,14abc
H2T3	2,00d	2,00ab	1,43abcd	0,23c	0,23b	0,41c	6,38	6,38a	3,00abc
C.V.(%)	11,02	8,68	12,81	15,44	18,05	5,32	12,55	12,48	8,87
Probabilidad ANOVA									
H	**	*	*	*	*	NS	NS	**	NS
NF	*	NS	NS	**	**	NS	NS	NS	*
H x NF	*	*	*	**	**	**	NS	*	*

NS No significativo * Significativo ** Altamente significativo

En efecto de nivel de fertilización (Tabla 8), el análisis de varianza determinó significancia estadística en la concentración de N en hojas donde el valor mayor se dio en el T2 (3,23%); en los TR (0,73%) y el T2 (0,69%) se encontró la mayor concentración de P y en K los valores no difirieron entre sí. Por otra parte en el contenido de N y K en tallo no se encontró significancia, sin embargo en P si las hubo obteniendo como mejores el TR (0,67%) y T2 (0,66) %. En frutos no se registró significancia en la concentración de N y P, pero en K el mayor contenido se obtuvo en el T2 (3,30%).

En la comparación entre híbridos y niveles de fertilización el mayor contenido de N en hojas se dio en el T3 (4,33%) del híbrido marcato (H1), caso contrario en tallo donde los valores más altos se encontraron en el TR y T2 (2,20%) en ambos casos para el híbrido quetzal (H2), en frutos la mayor concentración se presentó en el T1 del híbrido marcato (H1). El P en hojas y tallo se presentó mayormente en el TR y T2 del híbrido quetzal (H2), sin embargo en fruto el mayor contenido se registró en el T3 del híbrido marcato (H1) y TR del quetzal (H2). En hojas la concentración de K no vario entre híbridos ni entre niveles de fertilización, pero en tallo los valores obtenidos en el híbrido quetzal superaron a los del marcato sin embargo estos valores son similares entre tratamientos; por otro lado en frutos el T2 del marcato (H1) presentó el mayor contenido de K (3,47%) (Tabla 8).

Terbe, *et al* .(2006); citado por Salazar y Juárez (2013), expresan que los valores mínimos y máximos en la concentración de NPK, van de 7,7-29,3; 1,4-3,7; 10,8-45,2 en tallos, para hojas van de 16,9-46,0; 2,0-7,3; 26,2-59,2 y para frutos de 23,3-29,9; 4,2-5,6;19,0-31,8 respectivamente. Lo que indica que los resultados obtenidos en esta investigación están por debajo a los que manifiesta el autor en mención lo cual se atribuye a las características genéticas de los híbridos estudiados.

En la comparación entre niveles de fertilización los resultados difieren a los registrados por Azofeifa y Moreira (2005), quienes obtuvieron una mayor concentración de NPK en los frutos cuando realizaron aplicaciones de 398, 323, 302 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O respectivamente.

Por otro lado los resultados corroboran a los mostrados por Azofeifa y Moreira (2008), quienes determinaron una mayor concentración de N y K en hojas, sin embargo en P difieren con los registrados por los autores en mención quienes obtuvieron una mayor concentración de este elemento en frutos. Cabe recalcar que la dosis de fertilizantes que aplicaron fueron las mismas que en la investigación del (2005).

Por otra parte los valores se asemejan a los reportados por Pires y Colmenarez (1994), quienes obtuvieron la mayor concentración de N en hojas (4,63%) aplicando una dosis de 0, 90, 180, 270 y 360 kg ha⁻¹ usando como fuente sulfato de amonio.

El nivel de concentración de K varía entre plantas y entre órganos vegetales (hojas, tallos y frutos), aquellos tejidos carnosos como hojas y frutos en sus etapas tempranas de desarrollo contienen altos niveles de K así mismo cuando los frutos son muy pulposos acumulan grandes cantidades de K (Swya Kant y Uzi Kafkafi, S.f).

Sin embargo Salazar y Juárez (2013), dicen que la composición nutrimental de los órganos de planta depende de varios factores ambientales, pero principalmente está condicionado por el suministro de nutrientes, ya que en este sentido se muestra una amplia variación.

8.3. Evaluación de la extracción de NPK en hojas, tallos y frutos en pimiento

En la Tabla 9 el análisis de varianza determinó que el híbrido marcato registró la mayor extracción de N en hojas (51,11 kg ha⁻¹), pero en tallo y fruto no se presentó significancia estadística entre los híbridos. Así mismo la extracción de P en hojas y fruto tampoco fue significativa sin embargo en tallo el híbrido quetzal tubo una mayor extracción (7,44 kg ha⁻¹); en K no se encontró significancia estadística entre los híbridos.

En efecto de la fertilización en la extracción de N en hojas se encontró significancia estadística donde los T1, T2 y T3 superaron al TR (18,10 kg ha⁻¹), así mismo en tallo y frutos la mayor extracción se dio en los T1, T2 y T3. En hojas y tallo la mayor extracción de P se presentó en el T2 7,35 y 10,18 kg ha⁻¹ respectivamente y en frutos los T1, T2 y T3 superaron al TR (6,01 kg ha⁻¹).

Tabla 9. Evaluación de extracción de NPK en hojas, tallos y frutos en pimiento.

Tratam.	Nitrógeno (kg)			Fósforo (kg)			Potasio (kg)		
	Hojas	Tallo	Fruto	Hojas	Tallo	Fruto	Hojas	Tallo	Fruto
Efecto del Híbrido (H)									
Marcato	51,11 a	22,92	37,45	4,05	3,58 b	10,99	84,94	57,11	75,48
Quetzal	17,96 b	27,37	26,52	4,64	7,44 a	9,02	54,10	83,42	64,22
Efecto de nivel fertilización (NF)									
TR	18,10 b	13,2 b	19,64b	3,41b	3,95b	6,01b	37,44b	35,98b	37,90b
T1	34,17 a	28,08a	39,23a	3,41b	3,99b	11,82a	78,87a	79,84a	80,64a
T2	45,17 a	30,59a	34,86a	7,35a	10,1a	10,93a	78,98a	80,92a	81,93a
T3	40,71 a	28,69a	34,23a	3,21b	3,93b	11,26a	82,79a	84,31a	78,94a
Efecto de híbridos x nivel de fertilización (H x NF)									
H1TR	26,56 c	13,9 b	28,20ab	2,64c	2,15c	7,71bc	47,58bc	36,16c	49,01bc
H1T1	48,70 b	25,28a	42,73a	5,59bc	4,15bc	11,18ab	95,95a	60,33bc	71,31ab
H1T2	70,00 a	27,44a	42,87a	5,12b	3,78bc	11,92ab	100,66a	65,36b	91,64a
H1T3	59,19 ab	25,04a	35,98a	3,85bc	4,23bc	13,15a	95,57a	66,59b	89,97a
H2TR	9,64 d	12,5b	11,07b	4,18bc	5,15b	4,31c	27,29c	35,81c	26,78c
H2T1	19,65 cd	30,87a	35,73a	2,23c	3,83bc	12,47a	61,78b	99,35a	89,96a
H2T2	20,34 cd	33,74a	26,84ab	9,57a	16,57a	9,95ab	57,30bc	96,48a	72,22ab
H2T3	22,23 cd	32,33a	32,48a	2,56c	3,63bc	9,36ab	70,02ab	102,02a	67,90ab
C.V.(%)	26,23	23,84	35,46	31,33	27,66	26,25	24,84	21,09	28,12
Probabilidad ANOVA									
H	*	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
NF	**	**	*	**	**	**	**	**	**
H x NF	*	*	*	**	**	*	*	*	*

^{NS} No significativo *Significativo ** Altamente significativo

La mayor extracción de K en hojas, tallo y frutos se produjo en el T1, T2 y T3 quedando el TR por debajo (37,44), (35,98) y (37,90) kg ha⁻¹ respectivamente (Tabla 9).

La comparación del efecto de híbridos por niveles de fertilización (Tabla 9) muestra que en el T2 del híbrido marcato (H1) hubo una mayor extracción de N en hojas ($70,00 \text{ kg ha}^{-1}$), mientras que en tallo los T1, T2 y T3 superaron al TR en ambos híbridos; en fruto los T1 ($42,73 \text{ kg ha}^{-1}$), T2 ($42,87 \text{ kg ha}^{-1}$) y T3 ($35,98 \text{ kg ha}^{-1}$) del marcato (H1) tuvieron una mayor extracción y los T1 ($35,73 \text{ kg ha}^{-1}$) y T3 ($32,48 \text{ kg ha}^{-1}$) del quetzal (H2). En hojas y tallo el T2 del quetzal (H2) presentó la mayor extracción ($9,57$ y $16,57$) kg/ha de P respectivamente, caso contrario en frutos donde el T3 ($13,15 \text{ kg ha}^{-1}$) del marcato (H1) registró los valores más altos de extracción y el T1 ($12,47 \text{ kg ha}^{-1}$) del quetzal (H2). Por su parte en marcato (H1) la extracción de K en hojas se presentó mayormente en los T1, T2 y T3 ($95,95$; $100,66$ y $95,57$) kg ha^{-1} respectivamente; en tallo los T1, T2 y T3 del quetzal (H2) fueron superiores ($99,35$; $96,48$ y $102,02$) kg ha^{-1} respectivamente; en fruto los T2 y T3 del marcato (H1) obtuvieron los valores más altos de extracción ($91,64$ y $89,97$) kg ha^{-1} respectivamente y en el quetzal (H2) el T1 ($89,96 \text{ kg ha}^{-1}$) presentó los valores más altos de extracción.

En efecto de la fertilización los valores difieren a los obtenidos por Valadez (1993); citado por Azofeifa y Moreira (2005), quien concluyó que para una producción de $4,48 \text{ t ha}^{-1}$ se extrae $6,72$; $11,2$ y $6,72 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente en frutos; para hojas y tallos una producción de $6,72 \text{ t ha}^{-1}$ extrae $20,16$; $19,04$ y $14,56 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente.

Bugarín, *et al.* (2011); Pineda-Pineda, *et al.* (2008); Terbe, *et al.* (2006); Azofeifa y Moreira, (2005); citado por Salazar y Juárez (2013), determinaron que la extracción de nutrientes por la planta varía dentro de una misma especie lo cual está relacionado con el cultivar, el órgano muestreado, la tecnología de producción y el nutriente.

8.4. Evaluación de la extracción total de NPK en pimiento

El análisis de varianza realizado en esta variable no encontró significancia estadística entre híbridos (Tabla 10).

En la Tabla 10 el efecto de niveles de fertilización determinó mediante el análisis de varianza significancia estadística en la extracción total de NPK y los T1, T2 y T3 superaron

al TR (50,96 kg ha⁻¹) en la extracción de N, en P el T2 (28,46 kg ha⁻¹) obtuvo la mayor extracción y en K el T1, T2 y T3 superaron también al TR (111,32 kg ha⁻¹).

Tabla 10. Extracción total de NPK en pimiento

Tratam.	N (kg)	P (kg)	K(kg)
Efecto del Híbrido (H)			
Marcato	111,47	18,62	217,53
Quetzal	71,86	21,10	201,73
Efecto de nivel fertilización (NF)			
TR	50,96 b	13,37 c	111,32 b
T1	101,48 a	19,23 b	239,34 a
T2	110,61 a	28,46 a	241,83 a
T3	103,63 a	18,39 bc	246,0 a
Efecto de híbridos x nivel de fertilización (H x NF)			
H1TR	68,68 de	12,50 c	132,75 b
H1T1	116,70 abc	19,92 bc	227,60 a
H1T2	140,30 a	20,82 b	257,65 a
H1T3	120,21 ab	21,23 b	252,13 a
H2TR	33,25 e	14,24 bc	89,89 b
H2T1	86,25 bcd	18,53 bc	251,09 a
H2T2	80,92 cd	36,09 a	226,00 a
H2T3	87,05 bcd	15,54 bc	239,95 a
C.V.(%)	23,06	21,71	20,00
Probabilidad ANOVA			
H	NS	NS	NS
NF	**	**	**
H x NF	*	**	*

^{NS} No significativo * Significativo ** Altamente significativo

En el efecto de híbridos por niveles de fertilización (Tabla 10) se determinó que el híbrido marcato (H1) obtuvo la mayor extracción de N en el T2 (140,30 kg ha⁻¹) superando a los demás tratamientos, en P el híbrido quetzal (H2) presentó la mayor extracción en el T2 (36,09 kg ha⁻¹). En K los T1, T2 y T3 fueron superiores al TR en ambos híbridos.

Los resultados en esta investigación difieren a los obtenidos por Azofeifa y Moreira (2005), quienes determinaron que el pimiento tiene una extracción total de 180- 139 y 26 kg ha⁻¹ de K₂O, N, P₂O₅ respectivamente.

Así mismo los resultados difieren en otra investigación realizada por los mismos autores en el año 2008 pero en otro híbrido de pimiento donde la extracción total fue de 79,3 - 60 y 7,6 kg ha⁻¹ de K₂O, N, P₂O respectivamente.

En la comparación entre niveles de fertilización, los resultados obtenidos se asemejan a los registrados por Fontes, *et al.* (2005); citado por Salazar y Juárez (2013), quienes obtuvieron una extracción de 193-23-247 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente. Sin embargo difieren a los registrados por Gyuros (2005); citado por Salazar y Juárez (2013), quien determinó que el pimiento extrae 48-18-68 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente.

8.5. Evaluación de la eficiencia agronómica de NK en pimiento

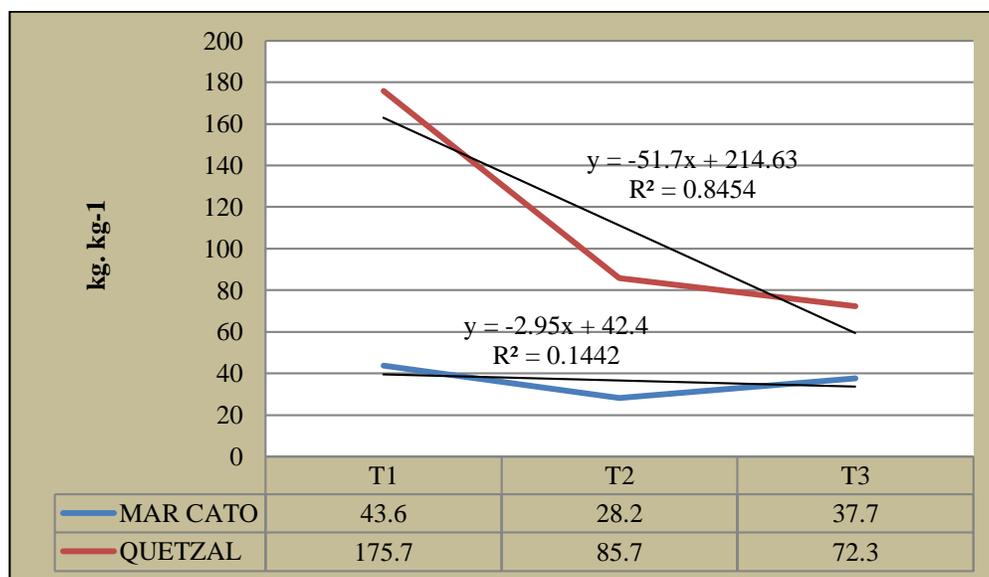
En la figura 1 se muestra la eficiencia agronómica de NK en híbridos de pimiento y se observa que el híbrido quetzal tubo una mayor eficiencia agronómica bajo el nivel uno de fertilización lo cual significa un incremento en el rendimiento de 180 kg por cada kg de NK aplicado.

Ramos, *et al.* (2002), determinaron que cuando se aplican grandes cantidades de N, las pérdidas por volatilización y desnitrificación son mayores además, la planta absorbe la cantidad que necesita de cada nutriente y el resto queda libre, inmovilizado por los microorganismos o fijado en arcillas.

Por otra parte Andreu, *et al.* (2006), establecen que la eficiencia en la absorción de N por parte de los cultivos resulta máxima para dosis bajas y disminuye conforme se incrementan estas. La eficiencia sigue una curva parecida a la respuesta productiva, también conocida

como curva de rendimientos “finalmente decrecientes”. Esta curva, que reproduce con bastante fidelidad el efecto del nitrógeno, indica que el efecto productivo conseguido con cada dosis adicional de fertilizante va siendo progresivamente menor, y que llega un momento en que dosis mayores producen realmente producciones más bajas.

FIGURA1. Eficiencia agronómica de NK en pimiento.

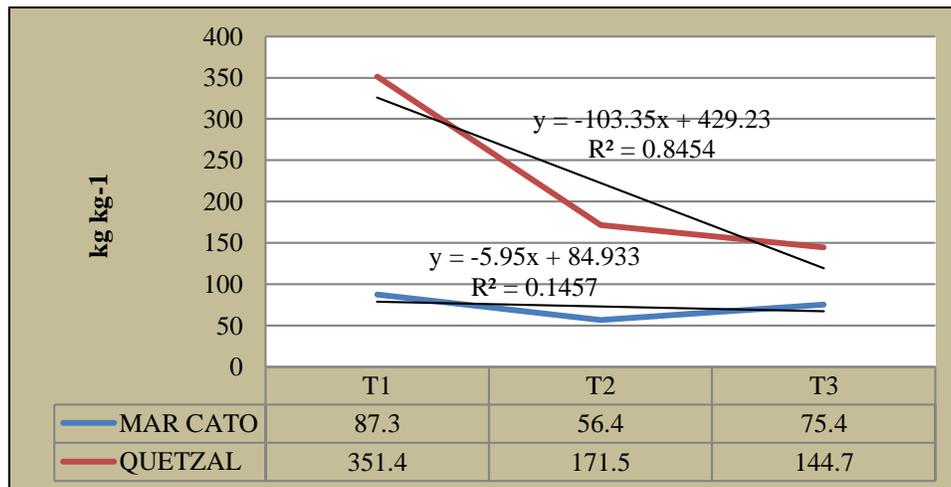


Sánchez, *et al.* (2009), coinciden con los autores antes mencionados que mientras mayor es la dosis de N utilizada la eficiencia es menor, así mismo con esta investigación se puede corroborar a lo dicho por los autores en mención que a mayor aplicación de N la eficiencia agronómica disminuye.

8.6. Evaluación de la eficiencia agronómica de P en pimiento

En relación a la eficiencia agronómica del P los resultados que se muestran en la figura 2 indican que el híbrido quetzal presentó la mayor eficiencia bajo el nivel uno de fertilización lo cual significa un incremento en el rendimiento de 350 kg por cada kg de P aplicado. También se puede observar que a medida que se aumentó la dosis de P disminuyó la eficiencia agronómica de Nitrógeno o viceversa, es decir, se observó un efecto sinérgico entre ambos nutrientes, lo que se atribuye a que no siempre a mayores dosis de nutrientes aplicados, hay una mejor respuesta de la planta.

FIGURA 2. Eficiencia agronómica de P en pimiento.



8.7. Evaluación de la eficiencia de recuperación de NPK entre híbridos de pimiento

En la Tabla 11 el análisis de varianza muestra que no existe significancia estadística en la eficiencia de recuperación del fertilizante entre híbridos.

En efecto de la fertilización (Tabla 11), se observa que en la eficiencia de recuperación de N no hubo diferencias entre tratamientos, sin embargo en P el T2 (12,06 kg ha⁻¹) presentó mayor eficiencia de recuperación, así mismo en K el T1 (75,31 kg ha⁻¹) mostró mayor eficiencia de recuperación.

El análisis de varianza realizado determinó que no existe significancia en la eficiencia de recuperación de N entre híbridos y niveles de fertilización, pero en P el T2 (17,48 kg ha⁻¹) del híbrido quetzal (H2) fue superior, así mismo en K los valores más altos se obtuvieron en el híbrido quetzal (H2) en el T1 (94,82 kg ha⁻¹) (Tabla 11).

Baligar, *et al.* (2001); citado por Puentes, *et al.* (2014), dicen que en la eficiencia de recuperación de los fertilizantes se debe considerar la habilidad de la planta para absorber nutrientes bajo diferentes condiciones ambientales.

Doyle y Holford (1993); citado por Pires y Colmenarez (1994), señalan que la eficiencia de recuperación de N es menor en la medida que sea mayor la cantidad del elemento aportado

por el suelo sin fertilizar y que la eficiencia disminuye a medida que se aumentan las dosis del fertilizante.

Tabla 11. Evaluación de la eficiencia de recuperación de NPK en pimiento.

Híbridos	Nitrógeno (kg)	Fosforo (kg)	Potasio (kg)
Efecto del Híbrido (H)			
Marcato	24,17	6,89	47,31
Quetzal	22,18	7,77	64,91
Efecto de nivel fertilización (NF)			
T1	29,71	6,89 ab	75,31 a
T2	23,86	12,06 a	52,20 ab
T3	15,96	3,03 b	40,82 b
Efecto de híbridos x nivel de fertilización (H x NF)			
H1T1	28,24	8,72 b	55,79 ab
H1T2	28,65	6,65 b	49,96 b
H1T3	15,62	5,28 b	36,17 b
H2T1	31,18	5,05 b	94,82 a
H2T2	19,07	17,48 a	54,44 ab
H2T3	16,30	0,78 b	45,47 b
C.V.(%)	46,51	61,10	38,81
Probabilidad ANOVA			
H	NS	NS	NS
NF	NS	*	*
H x NF	NS	*	*

^{NS} No significativo * Significativo ** Altamente significativo

Uno de los factores que mayormente incide en la absorción del P es la humedad del suelo, dado que es un nutriente que se mueve por difusión requiere de una buena preparación del suelo y buen contenido de humedad para que pueda ser absorbido por la planta Malavolta, *et al.* (1997); citado por Puentes, *et al.* (2014).

Por otro lado la eficiencia de recuperación de K está condicionada por la textura del suelo, específicamente por el porcentaje de arcilla y su mineralogía, ya que arcillas de tipo illita son muy afines por este nutriente Baligar, *et al.* (2001); citado por Puentes, *et al.* (2014).

Baligar, *et al.* (2001); citado por Puentes, *et al.* (2014), dicen que las plantas que son eficientes en la absorción y utilización de nutrientes mejoran en gran medida la eficiencia de los fertilizantes aplicados, reduciendo los costos de los insumos y la prevención de las pérdidas de nutrientes a los ecosistemas

IX. CONCLUSIONES

En la eficiencia agronómica el híbrido quetzal presentó mejor respuesta ante la aplicación de NPK a partir del nivel uno de fertilización, en el cual se logró un incremento en el rendimiento de 180 kg por cada kg de NK aplicado; y por cada kg de P aplicado el rendimiento se incrementó a 350 kg.

La eficiencia de recuperación del nitrógeno se encontró por debajo de los rangos establecidos (50-70%) en ambos híbridos y entre niveles de fertilización aplicados, lo cual indica que dicha eficiencia disminuyó ante el aumento de las diferentes dosis utilizadas. Por otra parte el híbrido quetzal presentó mayor eficiencia de recuperación de PK encontrándose dentro de los rangos establecidos (10-25% y 50-60%) respectivamente, bajo condiciones controladas.

El híbrido marcato al final de su ciclo de vida mostró que el orden de concentración de nitrógeno fue hojas > tallo > fruto, en fósforo fruto > hojas > tallos, y en potasio hojas > tallo > fruto, mientras que en Quetzal para nitrógeno fue hojas = tallo > fruto, en fósforo hojas = tallo > fruto, y en potasio hojas = tallo > fruto.

En el híbrido marcato al final de su ciclo de vida el orden de extracción fue $K > N > P$ con valores de 217,53; 111,47; 18,62 kg ha⁻¹ respectivamente. Para el híbrido quetzal el orden de extracción fue $K > N > P$ con valores 201,73; 71,83; 21,10 kg ha⁻¹ respectivamente.

X. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se sugiere:

Realizar este tipo de ensayo en campo abierto utilizando los mismos híbridos, así mismo otros híbridos de importancia en el país.

Que en posteriores investigaciones se usen las mismas o similares dosis de fertilizante potásico pues la eficiencia de recuperación fue muy buena, caso contrario en nitrógeno y fosforo donde se recomienda emplear dosis de fertilización más bajas a las utilizadas en este ensayo para conocer si estas recomendaciones serian estándares para la producción de pimiento.

Realizar esta investigación incluyendo otros nutrientes en estudio tales como calcio, magnesio, azufre y micronutrientes o elementos menores.

Utilizar el híbrido quetzal empleando el programa de fertilización $170-85-170 \text{ kg ha}^{-1}$ de NPK respectivamente, ya que dentro de las variables estudiadas fue el que mejor comportamiento presentó.

XI. BIBLIOGRAFÍA

AGRIPAC. Rendimientos de híbridos. 2012. <http://www.link-agro.com/inicio/34-importadora.../329-semillas-depimiento>.(Último acceso: 10 de julio del 2017).

Álvarez, Á. (*Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*). Modelo productivo del cultivo de pimentón bajo condiciones protegidas en el Oriente Antioqueño. Medellín-Colombia. 2014: 57, 59. <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Pimenton%20BPA.pdf>. (Último acceso: 01 de agosto del 2016).

Álvarez, R; Rubio, G; Álvarez, C; Lavado, R. Fertilidad de suelos. Caracterización y Manejo en la región pampeana. Editorial. *Universidad de Buenos Aires*. ISBN 978-950-29-1234-9. 2010: 89.

Andreu, J; Betran, J; Delgado, I; Espada, J; Gil, M; Gutiérrez, M; Iguacel, F; Isla, R; Muñoz, F; Oruz, F; Pérez, M; Quildez, D; Sin, E; Yague, M. Fertilización Nitrogenada. Guía de actualización. 2006: 35 https://citarea.citaraagon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105_11.pdf. (Último acceso: 09 de Agosto del 2017).

Arnon, D; Stout, P. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiology*. 1939: 14: 371-375.

Azofeifa, Á; Moreira, M. Absorción y distribución de nutrientes en plantas de chile dulce (*Capsicum annuum* L. C.V. hot) en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 29(1): 77-84. ISSN: 0377-9424. 2005: 1, 78-80, 83. http://www.mag.go.cr/rev_agr/v32n01-019.pdf. (Último acceso: 13 de octubre del 2016).

Azofeifa, Á; Moreira, M. Absorción y distribución de nutrientes en plantas de chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L. C.V. hot) en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 32(1): 19-29. ISSN: 0377-9424. 2008: 26. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/download/6768/6455>. (Último acceso: 13 de Octubre del 2016).

Baligar, *et al.* 2001 En: Puentes, Y; Menjivar, J; Aránzazu F. Eficiencias en el uso de nitrógeno, fósforo y potasio en clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) *Universidad Nacional de Colombia* sede Palmira. Palmira, Valle del Cauca. 2014. www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid...33612014000200004 (Último acceso: 07 de Agosto del 2017).

Baligar, V; Fageria, N; He, Z. Nutrient use efficiency in plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Volumen 32 (7), 921-950. 2001.

Berrios, M; Arredondo, C; Holwerda, H. Guía de Manejo de Nutrición Vegetal de Especialidad Pimiento. 2007. <http://www.sqm.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop Kit Pepper L-ES.pdf>. (Ultimo acceso: 02 de agosto del 2016).

Borbor, A; Suarez, G. Producción de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) a partir de semillas sometidas a imbibición e imbibición más campo magnético en el campo experimental Río Verde, cantón Santa Elena”. *Universidad Estatal Península de Santa Elena. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Ingeniería Agronómica*. La Libertad-Ecuador. 2007: 18, 57, 64, 66-67, 69, 71. <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/901/1/BORBOR%20NEIRA%20ALBERTO%20Y%20SU%C3%81REZ%20SU%C3%81REZ%20GARDENIA.pdf>.(Ultimo acceso: 03 de Agosto del 2016) .

Bugarín, *et al.* 2011; Pineda-Pineda, *et al.* 2008; Terbe, *et al.* 2006, Azofeifa; Moreira, 2004, Azofeifa; Moreira, 2005. En Salazar, F; Juárez, P. Requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.). *Revista Bio-ciencias*. Unidad Académica de Agricultura. *Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit, México*. 2013: 30 <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/03-02/biociencias3-2-3.pdf>. (Ultimo acceso: 03 de agosto del 2016).

Carrera, A. Evaluación de cuatro tratamientos en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) variedad tropical Irazú a campo abierto, para el control de marchitez por *Phytophthora* (*Phytophthora capsici* Leo.) en la parroquia de Imbaya provincia de Imbabura. *Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra. Ecuador. 2014: 10.* <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2815/1/03%20AGP%20171%20TESIS.pdf>. (Último acceso: 04 de agosto del 2016).

Casilimas, H; Monsalve, O; Bojaca, C; Gil, R; Villagrán, E; Arias, L; Fuentes, L. Manual de Producción de Pimentón bajo invernadero. *Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Primera Edición. Editorial Gente Nueva. Impreso en Colombia. ISBN: 978-958-725-099-2. 2012: 17-18, 108.* http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/manual_pimenton/files/assets/common/downloads/Manual%20de%20producci.pdf (Último acceso: 03 de agosto del 2016).

Cassman, *et al.* 2002; Isherwood, 1990. En: Stewart, W. Consideraciones en el uso eficiente de los nutrientes. *Informaciones Agronómicas. 2007: 2.* [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/\\$FILE/ATTCNQIX.pdf/Consideraciones%20en%20el%20uso%20eficiente%20de%20nutrientes.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/$FILE/ATTCNQIX.pdf/Consideraciones%20en%20el%20uso%20eficiente%20de%20nutrientes.pdf). (Último acceso: 12 de Julio de 2017).

Castillo, M; Chiluisa, M. Evaluación de tres abonos orgánicos (estiércol de bovino, gallinaza y humus) con dos dosis de aplicación en la producción de pimiento (*Capsicum annum* L.) en el recinto San Pablo de Maldonado, Cantón la Maná, Provincia de Cotopaxi, año 2011". *Unidad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Ecuador. 2011: 110.* <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/935/1/T-UTC-1231.pdf> (Último acceso: 12 de Julio del 2017).

Ciampitti, I; García, F. Balance y eficiencia de uso de los nutrientes en sistemas agrícolas. Publicado en *Revista Horizonte*. Buenos Aires, Argentina. 2008: 3. [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/53b43dad9c126e27032579050071b657/\\$FILE/Ciampitti%20y%20Garcia%20-%20Balances%20y%20Eficiencia%20Nutrientes%202007.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/53b43dad9c126e27032579050071b657/$FILE/Ciampitti%20y%20Garcia%20-%20Balances%20y%20Eficiencia%20Nutrientes%202007.pdf). (Último acceso: 13 de septiembre del 2016).

Cobo, R. Efecto de la fertilización a base de biol en la producción de pimiento (*Capsicum annum* L) híbrido Quetzal bajo condiciones de invernadero. *Universidad San Francisco de Quito*. 2012: 1, 11, 27-28 <file:///C:/Users/Home/Desktop/Pimiento/104388.pdf>. (Último acceso: 03 de agosto del 2016).

Collantes, J. 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. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Ingeniería Agronómica*. Quevedo- Los Ríos- Ecuador. 2015: 3, 46, 48-49, 51, 59. <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/22/1/T-UTEQ-0008.pdf>. (Último acceso: 03 de agosto del 2016).

Deker, L. Adaptación de cinco híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.) en la zona de Catarama, cantón Urdaneta Provincia de los Ríos. *Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias*. Guayaquil-Ecuador. 2011: 5. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8163/1/TESIS%20PIMIENTO.pdf> (Último acceso: 03 de agosto del 2016).

Doyle y Holford, 1993 En: Pire, R; Colmenarez, O. Extracción y Eficiencia de Recuperación de Nitrógeno por plantas de pimentón sometidas a diferentes dosis y fraccionamientos del elemento. *Agronomía Tropical*. 1994. http://www.sian.inia.gob.ve/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at4604/arti/pire_r.htm (Último acceso: 09 de Agosto del 2017).

Espinosa, J. Uso eficiente de nutrientes. La última tecnología en fertilización llega a Colombia. Nutrimon aún más productivo. Edición N° 1. Editorial Colombia: un mercado oportuno. 2008. <http://www.monomeros.com/descargas/d+noticias.pdf> (Último acceso: 13 de septiembre del 2016).

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Los fertilizantes y su uso. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Cuarta Edición. Roma. ISBN 92-5-304414-4. 2002: 17. <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf> (Último acceso: 05 de septiembre del 2016).

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Los principales factores ambientales y de suelos que influyen sobre la productividad y el manejo. 2000. http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/ap/ciencias_agronomicas/c20021221046edafo_factoresambientalesysuelos.pdf. (Último acceso: 16 de Septiembre del 2016).

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. Roma- Italia. 1999. <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/gepnms.pdf>. (Último acceso: 07 de agosto del 2016).

FAOSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2016. <http://faostat.fao.org/>. (Último acceso: 06 de Septiembre del 2017).

Fernández, M. Fósforo. Amigo o enemigo. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Cuba. Vol. 41.2007. pp 51-57. http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/F%C3%B3sforo_amigo_%20o_enemigo.pdf. (Último acceso: 04 de agosto del 2016).

Fernández, R; Parra, M. Análisis foliares y de suelo como guía de fertilización del melocotonero. Universidad de Córdoba. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.1985. I.S.R.N.: 84-341-0501-2.

Fontes, *et al.* 2005. En: Salazar, F; Juárez, P. Requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.). Revista Bio-ciencias. Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit, México. 2013: 30 <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/03-02/biociencias3-2-3.pdf>. (Ultimo acceso: 03 de agosto del 2016).

García, P; Jiménez, S; Leucena, J; Criado, S. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Gobierno de España. Edita © *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*. ISBN: 978-84-491-0997-3. 2010: 22-23. [http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION\(BAJA\)_tcm7-207769.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION(BAJA)_tcm7-207769.pdf). (Ultimo acceso: 04 de agosto del 2016).

Gavi, F. Uso de fertilizantes. SAGARPA. *Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación*. S,f: 3. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Uso%20de%20Fertilizantes.pdf>. (Ultimo acceso: 05 de septiembre del 2016).

Gyuros, 2005. En: Salazar, F; Juárez, P. Requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.). Revista Bio-ciencias. Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit, México. 2013: 30 <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/03-02/biociencias3-2-3.pdf>. (Ultimo acceso: 03 de agosto del 2016).

Herrera, A. Suelos: Con énfasis del Altiplano. Puno, Perú: Talleres de la Unidad de Publicaciones – UNA (Universidad Nacional del Altiplano). 2010.

Hortoinfo. Producción mundial de pimiento. 2014. <http://www.hortoinfo.es/index.php/noticias-3/noticias/2687-prod-mund-pim-261216>. (Ultimo acceso: 06 de Septiembre del 2017).

Imas, P. Senior Agronomist, ICL Fertilizers. El potasio nutriente esencial para aumentar el rendimiento y calidad de las cosechas. S,f: 1 http://www.iclfertilizers.com/Fertilizers/Knowledge%20Center/El_potasio_un_nutriente_esencial.pdf. (Ultimo acceso: 05 de septiembre del 2016).

IMPORALASKA. Pimiento Marcato F1. Quito-Ecuador. 2017. http://www.imporalaska.com/61-marcato_f1.html. (Ultimo acceso: 06 de Agosto del 2017).

Informaciones Agronómicas. INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI). Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. 2007. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/EC5D7D4A78BB6D6D852579A3006CB4D4/\\$FILE/Consideraciones%20en%20el%20Uso%20Eficiente%20de%20Nutrientes.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/EC5D7D4A78BB6D6D852579A3006CB4D4/$FILE/Consideraciones%20en%20el%20Uso%20Eficiente%20de%20Nutrientes.pdf). (Ultimo acceso: 16 de Septiembre del 2016).

Isherwood, 1990. En: Stewart, W. Consideraciones en el uso eficiente de los nutrientes. Informaciones Agronómicas. 2007: 2. [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/\\$FILE/ATTCNQIX.pdf/Consideraciones%20en%20el%20uso%20eficiente%20de%20nutrientes.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/$FILE/ATTCNQIX.pdf/Consideraciones%20en%20el%20uso%20eficiente%20de%20nutrientes.pdf). (Ultimo acceso: 12 de Julio de 2017).

Jiménez, P. Producción de pimiento (*Capsicum annum*. L) híbrido Marconi con cuatro distancias de siembra y fertilización química en las naves. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ingeniería Agropecuaria. QUEVEDO – ECUADOR. 2013: 42.* <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/568/1/T-UTEQ-0108.pdf>. (Ultimo acceso: 12 de Julio del 2017).

Laboratorios A-L. Análisis foliares. México.S.A. de C.V. 2011: 1. <https://fuentesdeinformacioniapb.files.wordpress.com/2013/11/analisis-foliar.pdf>. (Ultimo acceso: 29 de Mayo del 2017).

Landis, T. Nutrientes Minerales y Fertilización. 1989: 15. <http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Nutrientes%20del%20suelo.pdf>. (Ultimo acceso: 16 de Septiembre del 2016).

Malavolta, *et al.* 1997 En: Puentes, Y; Menjivar, J; Aránzazu F. Eficiencias en el uso de nitrógeno, fósforo y potasio en clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) *Universidad Nacional de Colombia* sede Palmira. Palmira, Valle del Cauca. 2014. www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid...33612014000200004.

Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 2nd Ed. Nueva York. 889p. 1985: 226.

Martínez, R; Soriano, A. Muestreo para análisis foliar. INIFAP. (*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Tecoman.* 2014: 2. http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/4214/010209125200067466_MUESTREO_Analisis%20foliar.pdf. (Último acceso: 29 de mayo del 2017).

Mejía, M. Conceptos sobre fisiología de absorción y funciones de los minerales en la nutrición de las plantas. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*. Edición Alberto Ramírez P. Impreso en Feriva (Cali, Colombia). Palmira, Valle del Cauca, Colombia. ISBN: 978-958-8095-59-2. 12 p. 2010: 46-47, 51, 56, 58

Mengel, K; Kirkby, E. Principios de nutrición vegetal. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Cuarta Edición. Impresión: Brinkmann, Mulhouse, Francia. ISBN: Nr.3-906 535 037. 2000.

Morales, J. Evaluación de la producción y calidad de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cv “Cannon” Obtenido mediante biofertilización. *Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Química*. Santiago de Querétaro- Querétaro. 2013: 5, 10-11. <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/1102/1/RI000575.pdf>. (Último acceso: 03 de agosto del 2016).

Navarro, S; Navarro, G. Química Agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Segunda Edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid- Barcelona- México. ISBN: 84-847Ó-15'i-X. 2003: 155-156, 159-160, 163, 180-181, 219, 231, 251, 295, 297, 314.

Netto, D. Factores que afectan la absorción de nutrientes en la raíz. 2000: 2 http://www.fisicanet.com.ar/biologia/fisiologia/ap01_absorcion_de_minerales.php. (Ultimo acceso: 16 de Septiembre del 2016).

Nuez, F; Ortega, G; Costa, J. El cultivo de pimientos, Chiles y Ajés. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México. 1996: 108.

Olvera, J. “Efectos de fertilizantes nitrogenados y potásicos, en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.), en condiciones de campo, en la zona de Babahoyo. *Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela de Ingeniería Agronómica*. BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR. 2015: 17, 22, 25. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/729/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000134.pdf>. (Ultimo acceso: 09 de Agosto del 2017).

Orellana, C; León, E. Evaluación de la producción del cultivo hidropónico de 3 variedades de pimiento (*Capsicum annum*), bajo invernadero en la solución nutritiva la Molina. *Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica*. Cuenca-Ecuador. 2011: 11 <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3026/1/tag297.pdf>. (Ultimo acceso: 03 de agosto del 2016).

Orozco, F. Evaluación de diferentes programas de fertilización del cultivo de pimiento (*Capsicum annum*) en la zona de Pueblo Viejo, Provincia de los Ríos. *Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias*. Babahoyo-Los Ríos-Ecuador. 2015: 15, 17, 21-26, 28 <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/1005/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000201.pdf>. (Ultimo acceso: 27 de Julio del 2017).

Peryra, M. Asimilación del nitrógeno en plantas. *Universidad de la Pampa. Facultad de Agronomía*. 2001. <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Asimilacion%20del%20nitrogeno.pdf>. (Ultimo acceso: 20 de Junio del 2017).

Pinto, M. El cultivo del pimiento y el clima en el Ecuador. *Estudios e Investigaciones Meteorológicas INAMHI – Ecuador*. 2013: 1.

<http://186.42.174.231/meteorologia/articulos/agrometeorologia/El%20%20cultivo%20del%20pimiento%20y%20el%20clima%20en%20el%20Ecuador.pdf>. (Último acceso: 01 de agosto del 2016).

Pire, R; Colmenarez, O. Extracción y Eficiencia de Recuperación de Nitrógeno por plantas de pimentón sometidas a diferentes dosis y fraccionamientos del elemento. *Agronomía Tropical*. 1994.

http://www.sian.inia.gob.ve/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at4604/arti/pire_r.htm
(Último acceso: 09 de Agosto del 2017).

Quimbita, A. Aplicación de meristemas de maíz y frejol en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L) bajo cubierta. *Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Agronómica*. Ambato-Ecuador. 2013: 7.
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6338/1/Tesis59%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20194.pdf>. (Último acceso: 01 de agosto del 2016).

Ramos, C; Alcantar, G; Galvis, A; Peña, A; Martínez, A. Eficiencia de uso del nitrógeno en tomate de cascara en fertirriego. *Terra Latinoamericana*. Chapingo, México. 2002: 468.
www.redalyc.org/pdf/573/57320411.pdf. (Último acceso: 06 de Agosto del 2017).

Rivera. L. Conjunto tecnológico para la producción de pimiento. Abonamiento. Universidad de Puerto Rico. *Recinto Universitario de Mayagüez. Colegio de Ciencias Agrícolas*. Estación Experimental Agrícola. 2005. <http://www.eea.uprm.edu/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/PIMIENTO-Abonamiento-v2005.pdf> (Último acceso: 03 de agosto del 2016).

Rodríguez, H; Rodríguez, J. Métodos de análisis de suelos y plantas: Criterios de interpretación. México: Trillas. 2011.

Rodríguez, M; Flórez, V. Elementos esenciales y beneficiosos. Nociones básicas de Ferti-riego. *Universidad Nacional de Colombia*, sede Bogotá. Facultad de Agronomía. 2004: 26.
<http://repositorio.ual.es:8080/jspui/bitstream/10835/3133/1/F13.pdf> (Último acceso: 05 de septiembre del 2016).

Ruiz, R. Análisis Foliar. Procedimiento que permite conocer la falta o exceso de nutrientes en los huertos frutales. IPA La Platina N° 14. 1982. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR10934.pdf>. (Ultimo acceso: 29 de mayo de 2017).

Salazar, F; Juárez, P. Requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.). Revista Bio-ciencias. Unidad Académica de Agricultura. *Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit, México.* 2013: 28-30 <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/03-02/biociencias3-2-3.pdf>. (Ultimo acceso: 03 de agosto del 2016).

Sánchez, E; Soto, J; Sosa, M; Yáñez, R; Muñoz, E; Anchondo, Á. Eficiencia de uso de nitrógeno en nogal pecanero. Universidad Autónoma de Chihuahua México. 2009. www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid...57792009000400005. (Ultimo acceso: 10 de Agosto del 2017).

Sierra, A; Simonne, E; Treadwell, D. Principios y prácticas para el manejo de nutrientes en la producción de hortalizas. *Universidad de la Florida. Departamento de Horticultural Science. Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas.* 2007: 4. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS35600.pdf>. (Ultimo acceso: 16 de septiembre del 2016).

Suarez, J; Donoso, M. “Estudio de tres niveles de fertilización química y su efecto en el comportamiento Agronómico de dos híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.) En el sector del recinto “el Limón” Cantón Palestina Provincia del Guayas”. 2006: 11. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1677/1/3309.pdf>. (Ultimo acceso: 02 de Agosto del 2016).

Swya, K; Uzi, K. Absorción de potasio por los cultivos en distintos estadios fisiológicos. S, f. <https://www.ipipotash.org/udocs/Sesion%20V.pdf>. (Ultimo acceso: 20 de Junio del 2017).

Valadez, 1993. En: Azofeifa, Á; Moreira, M. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile dulce (*Capsicum annuum* L. C.V. hot) en Alajuela, Costa Rica. Agronomía

Costarricense 29(1): 77-84. ISSN: 0377-9424. 2005: 1, 78-80, 83.
http://www.mag.go.cr/rev_agr/v32n01-019.pdf (Último acceso: 13 de octubre del 2016).

Vallejo, F; Estrada, E. Mejoramiento Genético de plantas. *Universidad Nacional de Colombia*. Sede Palmira. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ciencias Agrícolas. Segunda Edición. Santiago de Cali. 2013. 454 p. ISBN: 978-958-761-654-5.

Villacis, J. Evaluación de cinco dosis de concentrado natural de acción desestresante con máximo funcionamiento (ADMF) en pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias*. Guayaquil-Ecuador. 2014: 1, 36-38.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6058/1/VILLACISNavarreteJONATHAN.pdf>.
(Ultimo acceso: 04 de agosto del 2016).

ANEXOS

ANEXO 1. Análisis químico del suelo



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.ctcp@iniap.gob.ec

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Poveda Jennifer
 Dirección :
 Ciudad : Santa Ana
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : La Teodomira
 Provincia : Manabí
 Cantón : Santa Ana
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
 N° de Reporte : 1508
 Fecha de Muestreo : 14/12/2016
 Fecha de Ingreso : 14/12/2016
 Fecha de Salida : 04/01/2017

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)		Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	meq/100ml	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	CIC	Cl	Arena	Limo	Arcilla		
81684			0,86 M	0,84 NS	1,5 B	9,4	1,24	13,01	22,29	28,83		21	48	31	Franco-Arcilloso	



INTERPRETACION

Al+H, Al y Na	C.E.	M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	M = Medio
T = Tóxico	MS = Muy Salino	A = Alto
	S = Salino	

ABREVIATURAS

C.E. = Conductividad Eléctrica
 M.O. = Materia Orgánica
 RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA

C.E. = Conductímetro
 M.O. = Titulación de Welkey Black
 Al+H = Titulación con NaOH

[Signature]
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio,
 por tres meses, tiempo en el que se aceptaran
 reclamos en los resultados

[Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 2. Concentración de nutrientes en hojas y tallos del híbrido Marcato



INIAP
ESTACION EXPERIMENTAL PICHILINGUE
SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
INFORMACIÓN PARA ANALISIS ESPECIAL

Propietario:	Edison Wilfrido Cuenca	Nº. Laboratorio:	2172
Hacienda:	La Teodomira	Fecha Muestreo:	10/04/2017
Cultivo:	Pimiento	Fecha Ingreso:	27/04/2017
Localización:	Manabí	Santa Ana	La Teodomira
	Provincia	Cantón	Sitio
			Teléfono

Nº Laboratorio	Identificación	Concentración %						ppm				
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
60862	Muestra 1 Hojas de Marcato	3.9	0.40	5.60	2.60	0.58						
60863	Muestra 2 Hojas de Marcato	4.2	0.47	5.70	2.19	0.46						
60864	Muestra 3 Hojas de Marcato	3.1	0.28	7.09	2.91	0.72						
60865	Muestra 4 Hojas de Marcato	3.8	0.35	7.20	2.50	0.68						
60866	Muestra 5 Hojas de Marcato	3.3	0.39	7.67	2.65	0.81						
60867	Muestra 6 Hojas de Marcato	3.7	0.27	6.24	2.74	0.58						
60868	Muestra 7 Hojas de Marcato	4.4	0.29	6.58	2.85	0.61						
60869	Muestra 8 Hojas de Marcato	3.8	0.27	5.13	2.45	0.51						
60870	Muestra 9 Hojas de Marcato	4.6	0.37	6.70	2.61	0.64						
60871	Muestra 10 Hojas de Marcato	4.5	0.32	6.91	2.80	0.67						
60872	Muestra 11 Hojas de Marcato	4.6	0.29	6.57	2.53	0.59						
60873	Muestra 12 Hojas de Marcato	3.9	0.24	7.89	2.98	0.75						
60874	Muestra 13 Tallo de Marcato	1.3	0.19	4.22	1.72	0.38						
60875	Muestra 14 Tallo de Marcato	1.4	0.41	3.94	1.47	0.39						
60876	Muestra 15 Tallo de Marcato	1.7	0.20	3.79	1.44	0.33						
60877	Muestra 16 Tallo de Marcato	1.6	0.24	4.16	1.28	0.31						
60878	Muestra 17 Tallo de Marcato	1.7	0.22	3.39	1.15	0.27						
60879	Muestra 18 Tallo de Marcato	1.4	0.32	3.88	1.13	0.31						
60880	Muestra 19 Tallo de Marcato	1.7	0.26	3.81	1.29	0.36						
60881	Muestra 20 Tallo de Marcato	1.5	0.28	4.57	1.41	0.36						
60882	Muestra 21 Tallo de Marcato	1.8	0.17	3.83	1.22	0.34						
60883	Muestra 22 Tallo de Marcato	1.9	0.33	4.33	1.17	0.36						
60884	Muestra 23 Tallo de Marcato	1.8	0.28	5.16	1.38	0.43						
60885	Muestra 24 Tallo de Marcato	1.8	0.32	5.08	1.46	0.41						

RESPONSABLE D.M.S.A.

LABORATORISTA.

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados



Anexo 3. Concentración de nutrientes de hojas y tallos del híbrido Quetzal



INIAP
ESTACION EXPERIMENTAL PICHILINGUE
SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
INFORMACIÓN PARA ANALISIS ESPECIAL

Propietario:	Edison Wilfrido Cuenca			Nº. Laboratorio:	2172
Hacienda:	La Teodomira			Fecha Muestreo:	10/04/2017
Cultivo:	Pimiento			Fecha Ingreso:	27/04/2017
Localización:	Manabi	Santa Ana	La Teodomira	Fecha Salida:	16/05/2017
	Provincia	Cantón	Sitio		Teléfono

Nº Laboratorio	Identificación	Concentración %					ppm					
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
60886	Muestra 25 Hojas Quetzal	2.5	0.92	6.89	1.89	0.52						
60887	Muestra 26 Hojas Quetzal	2.0	1.16	6.63	2.96	0.64						
60888	Muestra 27 Hojas Quetzal	2.1	1.14	5.35	2.95	0.39						
60889	Muestra 28 Hojas Quetzal	2.0	0.21	5.47	2.03	0.32						
60890	Muestra 29 Hojas Quetzal	1.9	0.35	6.93	2.94	0.61						
60891	Muestra 30 Hojas Quetzal	2.1	0.14	6.74	2.85	0.36						
60892	Muestra 31 Hojas Quetzal	2.5	0.92	6.89	1.89	0.52						
60893	Muestra 32 Hojas Quetzal	2.0	1.16	6.63	2.96	0.64						
60894	Muestra 33 Hojas Quetzal	2.1	1.14	5.35	2.95	0.39						
60895	Muestra 34 Hojas Quetzal	2.0	0.21	5.47	2.03	0.32						
60896	Muestra 35 Hojas Quetzal	1.9	0.35	6.93	2.94	0.61						
60897	Muestra 36 Hojas Quetzal	2.1	0.14	6.74	2.85	0.36						
60898	Muestra 37 Tallo Quetzal	2.5	0.92	6.89	1.89	0.52						
60899	Muestra 38 Tallo Quetzal	2.0	1.16	6.63	2.96	0.64						
60900	Muestra 39 Tallo Quetzal	2.1	1.14	5.35	2.95	0.39						
60901	Muestra 40 Tallo Quetzal	2.0	0.21	5.47	2.03	0.32						
60902	Muestra 41 Tallo Quetzal	1.9	0.35	6.93	2.94	0.61						
60903	Muestra 42 Tallo Quetzal	2.1	0.14	6.74	2.85	0.36						
60904	Muestra 43 Tallo Quetzal	2.5	0.92	6.89	1.89	0.52						
60905	Muestra 44 Tallo Quetzal	2.0	1.16	6.63	2.96	0.64						
60906	Muestra 45 Tallo Quetzal	2.1	1.14	5.35	2.95	0.39						
60907	Muestra 46 Tallo Quetzal	2.0	0.21	5.47	2.03	0.32						
60908	Muestra 47 Tallo Quetzal	1.9	0.35	6.93	2.94	0.61						
60909	Muestra 48 Tallo Quetzal	2.1	0.14	6.74	2.85	0.36						

[Firma]
 RESPONSABLE DMSA

[Firma]
 LABORATORISTA.

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados



Anexo 4. Concentración de nutrientes en frutos de los híbridos Marcato y quetzal.



INIAP
ESTACION EXPERIMENTAL PICHILINGUE
SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
INFORMACIÓN PARA ANALISIS ESPECIAL

Propietario:	Edison Wilfrido Cuenca			Nº. Laboratorio:	2018
Hacienda:	La Teodomira			Fecha Muestreo:	13/03/2017
Cultivo:	Pimiento			Fecha Ingreso:	13/03/2017
Localizacion:	Manabí	Santa Ana	La Teodomira	Fecha Salida:	22/03/2017
	Provincia	Cantón	Sitio		Teléfono

Nº Laboratorio	Identificación	Concentración %						ppm				
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
60443	Muestra 1	1.7	0.41	2.85	0.31	0.17						
60444	Muestra 2	1.5	0.44	2.37	0.34	0.17						
60445	Muestra 3	1.5	0.43	2.75	0.37	0.17						
60446	Muestra 4	1.6	0.47	2.98	0.33	0.17						
60447	Muestra 5	1.7	0.47	2.56	0.34	0.16						
60448	Muestra 6	1.9	0.43	3.34	0.40	0.20						
60449	Muestra 7	1.9	0.44	3.99	0.41	0.26						
60450	Muestra 8	1.6	0.48	3.22	0.33	0.19						
60451	Muestra 9	1.4	0.47	3.19	0.32	0.20						
60452	Muestra 10	1.5	0.47	3.21	0.34	0.19						
60453	Muestra 11	1.3	0.47	3.29	0.34	0.20						
60454	Muestra 12	1.2	0.51	3.43	0.34	0.20						
60455	Muestra 13	1.3	0.51	3.19	0.31	0.21						
60456	Muestra 14	1.2	0.50	3.16	0.29	0.20						
60457	Muestra 15	1.3	0.45	2.68	0.28	0.18						
60458	Muestra 16	1.4	0.43	3.19	0.32	0.19						
60459	Muestra 17	1.5	0.45	3.33	0.35	0.20						
60460	Muestra 18	0.9	0.44	3.01	0.32	0.19						
60461	Muestra 19	1.1	0.42	2.88	0.31	0.18						
60462	Muestra 20	1.1	0.43	3.22	0.31	0.19						
60463	Muestra 21	1.3	0.45	3.31	0.34	0.19						
60464	Muestra 22	1.5	0.45	3.34	0.38	0.21						
60465	Muestra 23	1.5	0.41	2.87	0.32	0.18						
60466	Muestra 24	1.3	0.38	2.80	0.30	0.17						

x. w. [Signature]
 RESPONSABLE DMSA

[Signature]
 LABORATORISTA.



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

Anexo 5. Elaboración y siembra del semillero



Anexo 6. Germinación de las plántulas



Anexo 7. Trasplante



Anexo 8. Fertilización



Anexo 9. Tutorado



Anexo 10. Diametro de tallo y altura de planta.



Anexo 11. Fructificación.



Anexo 12. Peso, longitud y diametro de fruto.



Anexo 13. Cosecha



Anexo 14. Frutos dañados



Anexo 15. Separacion de los organos de las plantas para ser colocados en estufa.

