

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA**

“EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE APLICACIÓN DE POLYTER EN  
CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca*)”

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO  
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR:**

LEONARDO JONATHAN MOROCHO AUSAY

**TUTOR:**

ING. LUCIANO VALLE

CEVALLOS – ECUADOR

2018

**“EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE APLICACIÓN DE POLYTER EN  
CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca*)”**

**REVISADO POR:**

-----  
Ing. Mg. Luciano Valle  
**TUTOR**

-----  
Ing. Mg. Hernán Zurita  
**ASESOR DE BIOMETRÍA**

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

-----  
Ing. Mg. Hernán Zurita  
**PRESIDENTE TRIBUNAL**

-----  
**Fecha**

-----  
Ing. Mg. Luis Villacís  
**MIEMBRO TRIBUNAL DE CALIFICACION**

-----  
**Fecha**

-----  
Ing. Wilfrido Yáñez  
**MIEMBRO TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

-----  
**Fecha**

## INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD .....	iv
DERECHOS DE AUTOR .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
RESUMEN EJECUTIVO .....	viii
EXECUTIVE SUMMARY .....	ix
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO II.....	3
MARCO TEORICO .....	3
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	3
2.1.1. CULTIVO DE FRESA .....	5
- Origen .....	5
- Clima y suelo .....	6
- Zonas de cultivo y épocas de siembra .....	7
- Propagación .....	7
- Siembra .....	7
Manejo de la plantación .....	8
- Coberturas de suelo.....	8
- Riego.....	8
- Fertilización .....	9
- Poda .....	9
- Rendimiento.....	10
- Recolección.....	10
Plagas y Enfermedades .....	11
Plagas .....	11
- Gallina ciega ( <i>Phyllophaga sp.</i> ).....	11
- Cortadores ( <i>Prodenia sp.</i> y <i>Spodoptera sp.</i> ).....	11
- Arañita roja ( <i>Tetranychus urticae</i> ).....	11
- Ácaro de la fresa ( <i>Steneotarsonemus pallidus</i> ).....	12
- Pulgón ( <i>Aphys gossypii</i> y <i>Myzus persicae</i> ) .....	12
Enfermedades.....	12

- Estela roja ( <i>Phytophthora fragaria</i> ) .....	12
- Oídio ( <i>Oidium fragariae</i> ).....	13
- Podredumbre gris ( <i>Botrytis cinerea</i> ).....	13
- Rhizoctonia ( <i>Rhizoctonia solani</i> ).....	13
- Pudrición de la fruta ( <i>Rhizopus sp.</i> ).....	13
2.1.2. POLYTER .....	14
2.1.3. SUSTRATOS.....	14
- Cascarilla de Arroz .....	15
- Pomina .....	16
- Fibra de Coco.....	16
CAPITULO III .....	18
HIPOTESIS Y OBJETIVOS .....	18
3.1. HIPOTESIS .....	18
3.2. OBJETIVOS .....	18
Objetivo General .....	18
Objetivos Específicos.....	18
CAPITULO IV .....	19
MATERIALES Y METODOS.....	19
4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO .....	19
4.2. CARACTERISTICAS DEL LUGAR .....	19
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES .....	19
4.4. FACTORES EN ESTUDIO.....	20
4.5. TRATAMIENTOS .....	21
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	21
4.7. VARIABLES RESPUESTA.....	21
- Prendimiento de plantas.....	21
- Curvas de concentración de nutrientes .....	21
- Volumen radicular .....	22
- Área foliar .....	22
- Rendimiento del primer racimo floral .....	22
- Grados Brix.....	22
- Dureza.....	23
4.8. MANEJO DE LA INVESTIGACION .....	23

4.8.1. Obtención y preparación del Sustrato .....	23
4.8.2. Desinfección de las plantas .....	23
4.8.3. Instalación del Ensayo.....	23
4.8.4. Trasplante .....	24
4.8.5. Podas.....	24
4.8.6. Fertilización .....	24
4.8.7. Riego.....	24
4.8.8. Controles Fitosanitarios .....	24
4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	24
CAPITULO V .....	26
RESULTADOS Y DISCUSION .....	26
5.1. Curvas de concentración de nutrientes en las hojas.....	26
5.2. Curvas de concentración de nutrientes en el sustrato .....	31
5.3. Resumen Variables Agronómicas.....	35
5.3.1. Prendimiento de plantas .....	36
5.3.2. Volumen Radicular.....	36
5.3.3. Rendimiento al primer racimo floral .....	37
5.3.4. Grados Brix .....	37
5.3.5. Dureza.....	37
5.4. Área Foliar en (cm <sup>2</sup> ).....	38
5.5. Acumulación de nutrientes en el fruto .....	39
CAPITULO VI .....	43
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS .....	43
6.1. CONCLUSIONES .....	43
6.2. BIBLIOGRAFIA .....	44
6.3. ANEXOS .....	50
Anexos. 17. Intervalos para interpretar análisis foliares en fresa.....	55
CAPITULO VII.....	59
PROPUESTA .....	59
7.1 DATOS INFORMATIVOS .....	59
7.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	59
7.3 JUSTIFICACIÓN .....	60
7.4 OBJETIVO .....	60

7.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	60
7.6 FUNDAMENTACIÓN.....	61
7.7 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO .....	61
7.7.1 Ubicación .....	61
7.7.2 Tipo de Documento.....	61
7.7.3 Periodos.....	61
7.7.4 Metodología .....	62
7.8 ADMINISTRACIÓN.....	65

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Desempeño de las variables agronómicas del cultivo de Fresa sembradas con diferentes métodos de aplicación de Polyter .....	35
Tabla 2. Valores estadísticos de área foliar en la finalización de cada etapa fenológica	38
Tabla 3. Desempeño de la variable acumulación de nutrientes en el fruto del cultivo de Fresa con diferentes métodos de aplicación de Polyter .....	40
Tabla 4. Características del Ensayo .....	62
Tabla 5. pH de los sustratos por Etapas Fenológicas .....	63
Tabla 6. CE de los sustratos por Etapas Fenológicas .....	63
Tabla 7. Recomendación de Fertilización .....	63
Tabla 8. Fertilización diaria para el cultivo de Fresa .....	63
Tabla 9. Fertilización semanal para el cultivo de Fresa .....	64
Tabla 10. Insumos recomendados para el cultivo de Fresa .....	64

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Concentración de (%) Nitrógeno en la hoja.....	26
Figura 2. Concentración de (%)Fosforo en la hoja.....	27
Figura 3. Concentración de (%)Potasio en la hoja .....	28
Figura 4. Concentración de (%)Calcio en la hoja.....	29
Figura 5. Concentración de(%) Magnesio en la hoja .....	30
Figura 6. Concentración de (%)Nitrógeno en el sustrato .....	31
Figura 7. Concentración de (%)Fósforo en el sustrato .....	32
Figura 8. Concentración de (%)Potasio en el sustrato.....	33
Figura 9. Concentración de (%)Calcio en el sustrato .....	34
Figura 10. Concentración de (%)Magnesio en el sustrato.....	35
Figura 11. Área foliar en las etapas fenológicas.....	39
Figura 12. Acumulación de nutrientes en el fruto .....	41

## INDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Datos de prendimiento de plantas .....	50
Anexos 2. Datos de área foliar en la etapa de plantación .....	50
Anexos 3. Datos de área foliar en la etapa vegetativa .....	50
Anexos 4. Datos de área foliar en la etapa de Floración .....	51
Anexos 5. Datos de área foliar en la etapa de Cuaje .....	51
Anexos 6. Datos de área foliar en la etapa de Recolección.....	51
Anexos 7. Rendimiento al primer racimo floral .....	52
Anexos 8. Grados Brix del fruto.....	52
Anexos 9. Dureza del fruto.....	52
Anexos 10. Volumen Radicular .....	53
Anexos 11. Materia seca del fruto .....	53
Anexos 12. Nitrógeno acumulado en el fruto.....	53
Anexos 13. Fosforo acumulado en el fruto.....	54
Anexos 14. Potasio acumulado en el fruto .....	54
Anexos 15. Calcio acumulado en el fruto.....	54
Anexos 16. Magnesio acumulado en el fruto .....	55
Anexos. 17. Intervalos para interpretar análisis foliares en fresa.....	53

## **DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD**

El suscrito, **MOROCHO AUSAY LEONARDO JONATHAN**, portadora de cédula identidad número: 050337971-1, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “**EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE APLICACIÓN DE POLYTER EN CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca*)**” es original, autentico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”.

---

**MOROCHO AUSAY LEONARDO JONATHAN**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE APLICACIÓN DE POLYTER EN CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca*)**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él”.

---

**MOROCHO AUSAY LEONARDO JONATHAN**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a Dios por darnos la vida ya que es nuestro divino creador que nos da la vida para permitirnos que como personas nos vayamos formando nuestro propio destino para poder ser un ejemplo hacia los demás.

Agradezco a mi madre Dolores por ser quien me enseñó buenas costumbres y me dio el apoyo a lo largo de mi vida estudiantil, la que estuvo pendiente de mi salud y bienestar para poder terminar mi carrera universitaria.

A mi padre Jorge por ser quien me enseñó a ser responsable, honesto, trabajador el cual me enseñó que un tropiezo no es caída y que tengo que levantarme y seguir luchando para cumplir mis metas y objetivos para llegar a ser una mejor persona y poder ayudar al prójimo.

A mis hermanos por haberme dado el apoyo cuando más lo requerí.

Agradezco en especial a mi querida esposa Silvana por ser el apoyo incondicional que tuve a lo largo de mi carrera ya que con su ayuda, comprensión y cariño pude lograr mi objetivo.

A mis maestros que desde el inicio de mi carrera universitaria me fueron impartiendo sus conocimientos para irme superando y ser un buen profesional.

Un agradecimiento especial al Ing. Hernán Zurita y Dr. Marcelo Calvache por ser quienes ha estado pendiente en esta etapa final de mi carrera para poder concluir de la mejor manera.

## **DEDICATORIA**

Este paso importante en mi vida va dedicado para mis hijos Jorge y Doménica quienes son la razón más principal para lograr este objetivo, ya que son la parte más importante de mi vida, la inspiración para irme encaminando nuevas metas y proyectos.

## RESUMEN EJECUTIVO

Este ensayo se realizó en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias sector Querochaca, ubicada en el cantón Cevallos sus coordenadas son latitud de 1° 22'08", longitud 78° 36'22" y hallándose a una altitud de 2880 msnm.

Esta investigación se realizó con el fin de evaluar la aplicación de Polyter en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) para aumentar el volumen de raíz y obtener una mejor acumulación de nutrientes en el fruto, evaluar el método más adecuado de aplicación de Polyter en la absorción de nutrientes, establecer las curvas de concentración de nutrientes, establecer el rendimiento del primer racimo floral. Los tratamientos estudiados fueron los siguientes: T1 Polyter Hidratado, T2 Polyter Seco y T3 Testigo. Siendo las variables en estudio analizadas: prendimiento de planta, curvas de concentración de nutrientes, volumen radicular, área foliar, rendimiento del primer racimo floral, Grados Brix y dureza del fruto.

El mayor rendimiento al primer racimo floral fue el tratamiento T1 Polyter hidratado con 23,99 g, y el T2 Polyter seco el tratamiento de menor valor con 18,08 g. La mayor área foliar se alcanzó en el tratamiento T3 Polyter hidratado con 220,90 cm<sup>2</sup> en la etapa de Floración, siendo esta en donde se observa el mayor crecimiento por parte de la planta, el tratamiento T3 Testigo tuvo un valor de 167,32 cm<sup>2</sup>.

Los mayores valores en cuanto a mg de Nutrientes acumulados en la etapa de recolección del fruto, tuvo el tratamiento T1 Polyter hidratado con 38,13 mg de Nitrógeno, 5,84 mg de Fosforo, 16,90 mg de Potasio, 12,51 mg de Calcio y 4,27 mg de Magnesio, el tratamiento con menor valor fue T2 Polyter seco con 28,70 mg de Nitrógeno, 3,62 mg de Fosforo, 15,15 mg de Potasio, 8,68 mg de Calcio y 2,89 mg de Magnesio, esto debido a que en este tratamiento el hidrogel se fue hidratando paulatinamente con la solución de nutrientes proporcionada en la fertirrigación.

**PALABRAS CLAVES:** volumen radicular; rendimiento; nutrientes; etapas fenológicas; fibra de coco.

## EXECUTIVE SUMMARY

This essay was carried out in the Technical University of Ambato, in the Agricultural Science Faculty by Querochaca, it's located in the Cevallos canton its coordinates are latitude 1°22'08", longitude 78°36'22" and it is found by the 2880 meters above sea level.

This searching was made in order to assess the application of Polyter in the strawberry crop (*Fragaria vesca*) to increase the volume of the root and get a better accumulation of nutrients in the fruit, to assess the most appropriated application method of Polyter in the absorption of nutrients, to establish the nutrients concentration curves, to establish the performance of the first floral bunch. The studied treatments were the following: T1 Hydrated Polyter, T2 Dry Polyter and T3 Witness. The analyzed variables in the studio were: placement plant, nutrients concentration curves, root volume, leaf area, the performance of the first floral bunch, Brix degrees and the hardness of the fruit.

The highest performance at the first floral bunch was the T1 Hydrated Polyter treatment with 23,99 g, and the T2 Dry Polyter was the less value treatment with 18,08 g. The highest leaf area was obtained in the T3 Hydrated Polyter treatment with 220,90 cm<sup>2</sup> in the flowering stage, here is where you see the highest growing up of plants, the Witness T3 treatment had a value of 167,32 cm<sup>2</sup>.

The highest values in terms of mg of nutrients accumulated in the fruit collection stage were the T1 hydrated Polyter with 38,13 mg of Nitrogen, 5,84 mg of Phosphorus, 16,90 mg of Potassium, 12,51 mg of Calcium and 4,27 mg of Magnesium, the treatment with the less value was the T2 Dry Polyter with 28,70 mg of Nitrogen, 3,62 mg of Phosphorus, 15,15 mg of Potassium, 8,68 mg of Calcium and 2,89 mg of Magnesium, it is because of in this treatment the hydrogel was gradually hydrated with the nutrient solution provided in the fertigation.

**KEY WORDS:** Root volume; performance; nutrients; phenological stages; coconut fiber.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

En la agricultura, hay sequía cuando la cantidad de humedad del suelo no satisface las necesidades de un cultivo en particular. Año tras año, gran parte de los cultivos de la mayoría de los agricultores del mundo se ven afectados por la sequía; en algunos casos las pérdidas agrícolas causadas por la sequía pueden ser enormes. Incluso la falta de agua en poca medida puede reducir el rendimiento y afectar la posibilidad de los agricultores de recuperar las inversiones hechas en los cultivos. Es por este motivo, que generalmente los agricultores siembran aquellos cultivos que mejor se adapten a la cantidad de agua disponible. Sin embargo, en muchas partes del mundo, se usa la agricultura irrigada para aumentar los rendimientos. Internacionalmente, según el Programa Medioambiental de Naciones Unidas, el uso del agua en la agricultura representa cerca del 70% del consumo total. Los costos de irrigación dependen mucho de los precios de la energía y de la oferta de agua y han aumentado de manera sostenida. En este caso, el desarrollo e introducción de semillas híbridas que requieren menos irrigación podrían reducir los costos de producción y la competencia por el agua, (Monsanto, 2016).

La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos. Los excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados a cursos de agua. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques y da lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos. Los métodos agrícolas, forestales y pesqueros y su alcance son las principales causas de la pérdida de biodiversidad del mundo. Los costos externos globales de los tres sectores pueden ser considerables. (FAO, 2015).

La producción agropecuaria tiene unos profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. Son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nítrico, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua, (FAO, 2015).

La agricultura afecta también a la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria. Sin embargo, las consecuencias a largo plazo de estos procesos son difíciles de cuantificar, (Gonzales, 2009).

El Polyter es un hidro – abono natural capaz de dar al agua los nutrientes que necesita la planta, siendo un depósito de agua y dispensador permanente de la planta. Estudios realizados en todo el planeta confirman que Polyter ahorra más de un 50% el suministro de agua y una variación importante del 30 – 50% de fertilizantes, por lo que aumenta por cinco veces el volumen de la raíz, mejora la resistencia a enfermedades, insectos y estrés, con una mejor nutrición, precocidad en crecimiento, ahorra la productividad y la mejora en términos de calidad y cantidad, (P.O.D.G. DEVELOPPEMENT, 2016).

En los últimos años el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) ha dado un giro en las técnicas de producción, introduciendo los acolchados, riego por goteo, la hidroponía y el cultivo en sustrato, con la finalidad de elevar los rendimientos, hacer mejor uso de los fertilizantes y evitar los patógenos propios del suelo que limitan el desarrollo del material vegetal y ampliarla superficie cultivada; sin embargo, para lograr la eficiencia de estas técnicas productivas, se requiere de experimentación con el fin de afinar detalles que permitan mejorar aspectos de la nutrición y riego de acuerdo a la variedad y fenología del cultivo, (Aguilar, 2011).

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la finca Josarflor S.A. Cayambe, Pichincha a 2600 m.s.n.m se evaluó la respuesta de la aplicación de dos láminas de fertirriego en combinación con dos dosis de gel súper absorbente en el cultivo de rosas. Las interacciones fueron producto de la combinación de las dosis d1: 8 kg de gel/cama, d2: 4 kg de gel/cama; las láminas l1: 2,5 mm/día, l2: 1,2 mm/día y el testigo 0 kg de gel/cama + 2,5 mm/día. Para este ensayo se utilizaron plantas productivas de 2 años de edad de la variedad Tiger Tail y Bella Vita. Se utilizó un diseño de parcela dividida incluido un factorial de  $2 \times 2 + 1$  con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: humedad volumétrica, pH del suelo, Conductividad Eléctrica, longitud de tallo, diámetro del tallo, longitud del botón, diámetro del botón, días a la cosecha, número de tallos cosechados y análisis económico. Los resultados más relevantes fueron: la variedad que presentó mejor respuesta fue Bella Vita, la lámina con mejor respuesta fue la de 2,5 mm/día y el tratamiento con mejor respuesta fue 8 kg de gel + 2,5 mm/día. El análisis económico determina que para Tiger Tail el testigo alcanza la mayor utilidad con 47947 USD/Ha/año y la mejor relación B/C y para la variedad Bella Vita fue la interacción 8 kg de gel + 2,5 mm/día con 187772 USD/ha/año de utilidad y una Relación B/C de 1,95. Es por ello que se recomienda aplicar esta interacción con la variedad Bella Vita. (Calvache, 2008).

En un vivero realizado en Burkina Faso se procedió a implantar diferentes semillas de las siguientes especies: Acacia, Eucalipto, Karite, Mango y Nive, donde se colocó 2 gr de Polyter por litro de sustrato, realizando riegos cada 2 o 3 semanas, teniendo como resultado una altura de 25 cm como tamaño medio en más de 9000 plantas, siendo esto tres veces más que las semillas implantadas en condiciones normales Sin Polyter. Una vez establecido en tierras locales sin ninguna fertilización se colocó 15 gr de Polyter en el fondo de cada hoyo de plantación cubierto con tierra, realizando riegos solo con el agua lluvia durante los meses de Julio y Agosto teniendo como resultados alrededor del 80% de prendimiento de las plantas sembradas a comparación de las plantas sembradas sin

Polyter donde se tuvo una pérdida del 70% de la población trasplantada; con una altura promedio de 1.5 metros. (P.O.D.G. DEVELOPPEMENT, 2003)

Se evaluó el efecto de endomicorrizas e hidrogel en la nutrición mineral de jitomate, en suelos ácidos, aplicando dosis de 4, 8 y 12 g de hidrogel a macetas de 2.5 kg. Entre los resultados obtenidos se encontró que la aplicación de 4 g no fue significativamente diferente al testigo en los contenidos totales de N, K, Ca y Zn, mientras que los valores obtenidos con dosis de 8 y 12 g fueron superiores. El efecto se atribuyó a que la humedad retenida por el hidrogel posiblemente ayudó a un aumento de absorción al facilitar el flujo de masas del N y Ca y la difusión en el K y Zn. El contenido de P, Fe y Cu en los tratamientos de hidrogel fue superior al testigo; sin embargo, los tratamientos de hidrogel resultaron iguales al testigo en cuanto al contenido de Mg, (Tlatilpa, 2003).

De acuerdo a análisis realizados en Japón del Polyter se obtuvo los siguientes resultados en Macro y Micro nutrientes:

<b>Nutriente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Nitrógeno total (N)	9.61
Nitrógeno Amoniacal	0.78
Fosforo Total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.13
Fosforo soluble en agua	1.10
Potasio Total (K <sub>2</sub> O)	0.73
Potasio soluble en agua	0.26
Oxido de Magnesio (MgO)	0.017

El presente ensayo se realizó con arena de cuarzo de un diámetro de 0.50 – 0.85 mm donde se colocó 0,6 y 1.2 gramos de Polyter en 400 ml de agua con un testigo en plantas de Komatsuna realizando 2 repeticiones por cada tratamiento; obteniendo mejores resultados en el ensayo de 1.2 gramos de Polyter con un porcentaje de germinación del 95 al 100% de las semillas colocadas, mientras que en el testigo se obtuvo entre el 85 y

90% de germinación, teniendo como conclusión que las semillas sembradas con Polyter se tiene mejores resultados que sin él. Cuatro semanas después de la siembra se determinaron las siguientes conclusiones; que la masa foliar y absorción de nutrientes fueron mayores en siembras con Polyter a comparación de aquellas sin Polyter.

En los cultivos donde se colocó 1.2 gramos de Polyter dieron del 15 a 20% más de rendimiento en comparación con aquellos sin Polyter ya sea con o sin fertilización añadida. La absorción de fertilizantes por las plantas se optimiza con la aplicación de Polyter, (P.O.D.G. DEVELOPPEMENT, 1995).

Polyter es biodegradable contribuyendo a la protección del medio ambiente ayudando a la reforestación suelos pobres. Rehabilitación más rápida de zonas forestales destruidas por incendios. En Francia se realizó una plantación de Olivo en 1999 con un año y medio de edad y una altura de planta de 30 cm, se describe a la zona como muy árida y ha sido varias veces testigo de incendios. Se colocó 50 gr de Polyter previamente hidratado con agua para ponerlos en contacto con la masa radicular en el hoyo; de esta forma las raíces no tuvieron dificultad para injertarse en los gránulos de Polyter. En el año 2005 la explotación se encontró en medio de un inmenso incendio de matorrales, sin conocer el origen de este fenómeno el oliveral se salvó posiblemente porque el suelo estaba empapado de agua con el Polyter. (P.O.D.G. DEVELOPPEMENT, 2005.)

### **2.1.1. CULTIVO DE FRESA**

#### **- Origen**

Las fresas, también conocidas como frutillas, corresponden a una planta de tipo rastrero, que pertenece a la familia de las Rosáceas. Las fresas son muy conocidas en el mundo entero ya que su fruto es muy utilizado para gastronomía, principalmente en repostería. El nombre científico con que se denomina a esta planta es *Fragaria vesca*, (Larson, 2000).

Las principales características botánicas de las fresas son: sus tallos no superan los 30 centímetros de altura, ya que esta planta crece mayoritariamente de forma horizontal. Esta planta se extiende por el suelo a través de un estolón, el cual es una estructura que surge de la base del tallo y tiene como objetivo colonizar nuevas zonas. Las hojas de las fresas tienen forma oval, presentan el margen dentado y una nervadura muy notoria que se encuentra orientada hacia el ápice. Estas hojas son de una tonalidad verde oscura y brillante, (Larson, 2000).

Las flores de las fresas tienen cinco pétalos, los cuales son de color blanco. Estas flores miden entre 1 y 2 centímetros de diámetro. Los frutos de esta planta corresponden a los puntitos negros que tienen las fresas, los cuales son diminutos aquenios. Lo que popularmente conocemos como el fruto, corresponde al engrosamiento de la base de la flor (receptáculo floral. Actualmente estas fresas grandes o fresones dominan el mercado y son producto de una serie de cruces. La planta es pequeña, de no más de 50 cm de altura, con numerosas hojas trilobuladas de pecíolos largos, que se originan en una corona o rizoma muy corto, que se encuentra a nivel del suelo y constituye la base de crecimiento de la planta; en ella se encuentran tres tipos de yemas; unas originan más tallos, que crecen junto al primero, otras los estolones, que en contacto con el suelo emiten raíces y forman nuevas plantas y el tercer tipo de yemas, forman los racimos florales cuyas flores son hermafroditas y se agrupan en racimos, (Larson, 2000).

La planta de fresa es perenne ya que por su sistema de crecimiento, constantemente está formando nuevos tallos, que la hacen permanecer viva en forma indefinida, (Larson, 2000).

#### - **Clima y suelo**

La planta de fresa es termo y foto periódica, o sea que su crecimiento depende de las condiciones de luz y temperatura. Las altas temperaturas y los días largos (más de doce

horas de luz) provocan crecimiento vegetativo excesivo; las bajas temperaturas y días cortos inducen floración, (Larson, 2000).

En condiciones, donde todos los días tiene menos de 12 horas de luz, el factor determinante para producir fruta, es la temperatura óptima que en promedio de 14°C, pero se adapta bien entre los 10 y 20°C, (Larson, 2000).

Como la planta de fresa tiene un sistema radicular que en un 80% ó más se ubica en los primeros 15 cm del suelo, los suelos para el cultivo de fresa no tienen que ser muy profundos; deben ser livianos, preferiblemente arenosos y con muy buen drenaje, (Larson, 2000).

#### - **Zonas de cultivo y épocas de siembra**

La fresa se puede sembrar en cualquier mes del año. Sin embargo, las pruebas realizadas indican que lo más conveniente, para todas las zonas de producción, es sembrar en los primeros meses de la época lluviosa: mayo, junio y julio. De esta forma, la planta alcanza un buen desarrollo y empieza a producir en los primeros meses de la época seca: noviembre y diciembre, (Larson, 2000).

#### - **Propagación**

Aunque la planta de fresa es perenne, como cultivo se considera anual, o sea que se renueva todos los años. Por ser una planta híbrida, no se utilizan sus semillas para propagarla. Su sistema de crecimiento y formación de nueva coronas y estolones, permite una propagación vegetativa rápida y segura. Si se utilizan las coronas, se arrancan plantas de seis meses o más y se dividen en secciones. De una sola planta se puede obtener entre cinco y seis plantas hijas y se debe procurar que cada sección tenga sus propias raíces. La forma más corriente de propagar este cultivo es por medio de estolones. Utilizando este sistema, con un buen material como planta madre y sembrando en la época adecuada, de una sola planta se pueden obtener hasta 100 plantas hijas, (Larson, 2000).

#### - **Siembra**

Se puede sembrar en lomillos; sin embargo, por el tipo de tecnología que se aplica al cultivo, como es la utilización de coberturas y riego, lo más recomendable es hacerlo en eras de 70 a 80 cm de ancho y de 20 cm de altura. En cada lomo se colocan dos hileras

de plantas, separadas 40 cm entre sí y las plantas a 30 cm. Con este sistema se obtiene una densidad entre 50 000 y 55 000 plantas por hectárea. La separación entre lomos debe ser de por lo menos 40 cm. La planta debe sembrarse a una profundidad tal que el cuello de la raíz quede a nivel de suelo, de manera que no queden raíces expuestas ni la corona enterrada, (Larson, 2000).

## **Manejo de la plantación**

### **- Coberturas de suelo**

Consiste en cubrir las eras con algún material que impida que la fruta tenga contacto directo con el suelo. La cobertura a su vez, cumple otras funciones importantes como:

- Evita el crecimiento de malezas.
- Aumenta la temperatura del suelo.
- Tiene una vida útil de más de un año en el campo.

Presenta el inconveniente de que a veces produce calentamiento excesivo, quemando frutas y hojas. El polietileno se coloca sobre el lomo, una vez que ésta se ha preparado totalmente, inclusive con la aplicación de fertilizantes e insecticidas de suelo. Se tensa bien y se prensa a ambos lados del lomo con la misma tierra o con grapas de alambre galvanizado. Una vez colocado, se marca la distancia de siembra y se abren huecos de unos 10 cm de diámetro en cada punto, donde van las plantas, (Larson, 2000).

### **- Riego**

Debido al uso de coberturas de suelo, sólo se utilizan los sistemas de riego por aspersión o por goteo. Cuando es por aspersión, se prefieren aspersores pequeños y de gota fina para no afectar la floración. El sistema de riego por goteo que ha dado mejores resultados es el de manguera tipo "bywall" con doble pared y con salidas de agua cada 25 cm. Con este sistema basta una sola manguera por cada era de 70 cm de ancho, (Larson, 2000).

## - Fertilización

El suelo dedicado a la producción de fresa debe abonarse de 10 a 15 toneladas (200 a 300 quintales) de compost descompuesto por hectárea o (1 a 1,5 kg/m<sup>2</sup>), más fertilizante complementario en base a:

<b>Niveles recomendados de nutrientes según Haifa (ppm en el agua de riego)</b>						
<b>Etapa</b>	<b>Semana</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
<b>Plantación</b>	(1 - 6 )	110	33	140	106	50
<b>Vegetativa</b>	(7 - 14 )	200	90	170	106	50
<b>Floración</b>	(15 - 21)	150	45	100	110	50
<b>Cuaje</b>	(22 - 25)	120	20	100	110	50
<b>Maduración</b>	(25 - 33)	100	20	100	110	50

(Manual de cultivo de Fresa, 2014).

## - Poda

Por el tipo de crecimiento de la planta de fresa, la producción constante de tallos hace que la planta tome una forma de macolla en donde se acumula gran cantidad de hojas y ramas muertas, consecuencia también del calor producido por la cobertura de polietileno negro. Esta hojarasca retiene humedad que facilita el ataque de hongos a la fruta y además dificulta la aplicación de plaguicidas, por lo que es necesario eliminarla mediante un apoda de limpieza, (Larson, 2000).

La poda debe realizarse después de los ciclos fuertes de producción; se quitan los racimos viejos, hojas secas y dañadas y restos de frutos que quedan en la base de la macolla. Se debe tener cuidado de no maltratar la planta y no se debe podar antes de la primera producción. Al aumentar la penetración de luz a las hojas, así como la ventilación, se acelera la renovación de la planta, facilita la aplicación de plaguicidas y previene el ataque de hongos en la fruta, (Larson, 2000).

## - Rendimiento

Como ya se mencionó, aunque la planta es perenne, como cultivo rentable debe manejarse en forma anual. El ciclo de cultivo y la producción pueden variar mucho dependiendo de la época de siembra y el tipo de material que se utilice. Con buen manejo, la planta se mantiene en producción por un año aunque siempre debe cambiarse a los dos años de edad, (Brazanti, 1989).

## - Recolección

Debido a que la fruta es altamente perecedera, debe cosecharse cada tres días y manejarse con mucho cuidado. Una cosa es lo que la planta de fresa está en capacidad de producir y otra lo que el productor está en capacidad de cosechar y comercializar. En un manejo adecuado de la plantación y sobre todo de la fruta, puede estar la diferencia entre cosechar el 90% ó el 30% de la fruta que la planta produce. Debe empezarse a manejar la fruta desde antes de su formación y su desarrollo, para que llegue en buenas condiciones a la cosecha, (Brazanti, 1989).

A partir del momento de la cosecha, se inicia otro proceso de gran importancia, como es el de seleccionar la fruta, empacarla, transportarla y almacenarla adecuadamente, para presentar un buen producto en el mercado. Una fruta de fresa cosechada en plena maduración y mantenida a temperatura ambiente, se deteriora en un 80% en sólo 8 horas. Por esto debe cosecharse, entre 1/2 y 3/4 partes de maduración y ponerse lo más rápidamente posible en cámaras frías (0-2°C). La selección de la fruta se hace de acuerdo con el mercado al que se dirige, lo mismo que el empaque. Estas labores se inician en el momento de la cosecha, cuando se separan las frutas de acuerdo con la calidad y se empacan ahí mismo, (Brazanti, 1989).

Hay tipos diferentes de frutas que se comercializan y en cada uno de estos tipos diferentes categorías.

- Fruta fresca para exportación.
- Fruta fresca para mercado nacional.
- Fruta para industria.

La fruta fresca para exportación es la de mejor calidad. Debe seleccionarse y empacarse debidamente en el mismo momento de la cosecha. La selección se basa en grado de maduración, tamaño, uniformidad y sanidad de las frutas. Estas no pueden ser lavadas ni contener ninguna suciedad o materia extraña. Se separa por tamaños de acuerdo a lo que los compradores pidan, ejemplo: extra grade, grande mediana y pequeña, (Brazanti, 1989).

## **Plagas y Enfermedades**

### **Plagas**

- **Gallina ciega (*Phyllophagasp.*)**

Las larvas de gallina ciega se alimentan de las raíces de las plantas, debilitándolas y causando un pobre desarrollo, las plantas pueden presentar síntomas de deficiencia de agua y nutrientes, son susceptibles al acame, no rinden bien y pueden morir. Por lo general estos ataques son realizados en manchones y pueden eliminar una siembra o parte de ella. Los adultos son por lo general atraídos hacia los árboles de yuca, madreño y piñón sobre los cuales se alimentan, (Bayer, 2008).

- **Cortadores (*Prodeniasp. y Spodopterasp.*)**

Los cortadores son una plaga que casi siempre aparece en la primera etapa de crecimiento, cuando las plantas están formando las primeras hojas. No se puede prevenir, pero se debe revisar constantemente el cultivo para detectar si hay hojas cortadas e inmediatamente, hacer aplicaciones de insecticidas. A veces aparecen en el momento de la cosecha, cortan racimos y muerden las frutas, que están en contacto con el suelo. Si el ataque ocurre en cosecha, hay que guardar las restricciones en el tiempo de espera y usar productos como cebos con algún insecticida como profenofos 0,5cc/l, (Pedroza, 2008).

- **Arañita roja (*Tetranychus urticae*)**

Es un ácaro muy cosmopolita y polífago que afecta prácticamente a todos los cultivos, estén protegidos, al aire libre y sean ornamentales o plantas espontáneas. Los adultos tienen un tamaño de 0,5 a 0,6 mm de longitud y poseen una coloración variable

en función de la planta que se estén alimentando, clima y edad; pudiendo adoptar coloraciones verdosas, amarillentas o rojas. Los síntomas característicos son la presencia de punteaduras o pequeñas manchas de color amarillento en el haz. Como medidas culturales se recomiendan la eliminación de cultivos anteriores y malas hierbas, así como el empleo de dosis de abonos equilibrados, (Yagüe y Bolívar, 2005).

- **Ácaro de la fresa (*Steneotarsonemus pallidus*)**

Este ácaro aparece más frecuentemente en plantas viejas (1 año o más) y/o en plantas nuevas que se han obtenido de plantaciones afectadas. El síntoma característico es un encrespado de las hojas jóvenes, en los brotes de la planta. Puede destruir una plantación o atacar los frutos, lo que afecta su calidad. El control se debe hacer muy cuidadosamente, ya que por la posición en que se encuentra en la planta es difícil que los productos penetren, los acaricidas corrientes no tienen buena acción contra esta plaga. Los mejores resultados en su combate se obtienen con el insecticida como difocol + tetradifon 1,5 cc/l,(Pedroza, 2008).

- **Pulgón (*Aphys gossypii* y *Myzus persicae*)**

Para el control biológico se utiliza el parasitoide *Aphidiuscolemani* ejerciendo muy buen control sobre la plaga, sin que suela ser necesaria ninguna aplicación fitosanitaria adicional para regular las poblaciones. Es muy importante la detección precoz de las colonias para iniciar el control en el momento adecuado, (Infoagro, 2012).

## **Enfermedades**

- **Estela roja (*Phytophthora fragaria*)**

La pudrición causada por *Phytophthora fragaria*, produce enanismo de la planta en los casos severos. En las hojas jóvenes aparece una coloración verde azulada y en las hojas viejas roja, naranja o amarilla. En el ápice de las raíces jóvenes aparece una pudrición que avanza hasta alcanzar las raíces laterales y al cortar la raíz se observa la estela de color rojo, se puede controlar sumergiendo las plantas antes del trasplante en una solución de clorotalonil a razón de 2g/l, (Pedroza, 2008).

- **Oídio (*Oidium fragariae*)**

El oídio se manifiesta como una pelusa blanquecina sobre las dos caras de la hoja, prefiere las temperaturas elevadas, de 20 a 25 °C y el tiempo soleado, deteniendo su ataque en condiciones de lluvia prolongada. Persiste durante el invierno en estructuras resistentes como peritecas, se puede controlar con azufre a razón de 2g/l. (Infojardín, 2011).

- **Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)**

La *Botrytis* se desarrolla favorablemente en condiciones de alta humedad relativa y temperaturas entre los 15 y 20 °C. La diseminación se realiza por medio de esporas, ayudándose de la lluvia o el viento, esto ataca principalmente a los frutos por lo que se debe controlar con productos de baja residualidad como captan en dosis de 2 – 4 g/l dependiendo la incidencia de la enfermedad, (Orellán, 2010).

- **Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*)**

La *rhizoctonia solani* provoca un colapso total de la planta durante la época de cosecha. Las hojas bajas toman un color púrpura y los pecíolos se tornan color café, el cuello de la planta muere y se producen brotes laterales, las raíces se pudren y toman un color café, se puede controlar sumergiendo las plantas antes del trasplante en una solución de tiabendazol a razón de 1 – 2 cc/l, (Pedroza, 2008).

- **Pudrición de la fruta (*Rhizopus sp.*)**

Las infecciones iniciales de la pudrición por *Rhizopus* aparecen como manchas descoloridas llenas de agua en la fruta. Estas lesiones se agrandan rápidamente y sueltan enzimas que dejan la fruta floja, de color café y goteando agua. Bajo condiciones de humedad relativamente alta, la fruta rápidamente se cubre con una capa de micelio blanco y esporangióforos, que producen esporangios redondos negros, en cada uno de los cuales hay miles de esporas, cuando son molestadas, estas frutas esporulantes sueltan una nube que contiene millones de esporas, se puede controlar con tebuconazole en 1cc/l o iprodione a razón de 2g/l, (Orellán, 2010).

### **2.1.2. POLYTER**

Polyter es un hidro – retenedor totalmente biodegradable, enriquecido con fertilizantes y oligoelementos, capaz de absorber hasta 500 veces su peso inicial en agua. Contrariamente con los otros hidrotenedores que se pueden encontrar en el mercado, Polyter se injerta en el sistema radicular formando nódulos los cuales son llevados en profundidad por las raíces lo que favorece un efecto anti – arrastramiento y/o mejor disponibilidad del agua, de los fertilizantes y una protección contra las variaciones climáticas (sobre todo en periodos de sequía). Polyter favorece el crecimiento de las plantas ahorrando cantidades importantes de agua gracias a su membrana polimérica semipermeable libera los líquidos y minerales retenidos de forma lenta y progresiva según los parámetros locales y las necesidades de la planta (temperatura, evaporación y tipo de vegetal), (P.O.D.G. DEVELOPPEMENT, 2002).

Polyter ahorra un mínimo del 50% de agua gracias a su membrana semi – permeable que le permite absorber de 160 a 500 veces su peso seco inicial. Además permite extraer a la planta hasta el 95% del agua contenida en los cristales sólidos según el ritmo y sus necesidades de acuerdo al tiempo. Reduce las pérdidas por evaporación y percolación limitando las infiltraciones de los nitratos y contaminación química de las capas freáticas, (P.O.D.G. DEVELOPPEMENT, 2005).

### **2.1.3. SUSTRATOS**

El sustrato es un medio sólido inerte, que tiene una doble función: la primera, anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles la respiración y la segunda, contener el agua y los nutrientes que las plantas necesitan. El empleo de sustratos sólidos por los cuales circula la solución nutritiva, es la base del cultivo semi-hidropónico en América Latina. Los materiales que se han experimentado para uso de laboratorio y para cultivos comerciales son muchos y no siempre han respondido positivamente desde el doble punto de vista técnico y económico. Calderón (2011),

En la experiencia señala que como mejores sustratos son aquellos que permiten la presencia del 15 al 35 % de aire y del 20 al 60 % de agua en relación con el volumen total, por lo tanto los sustratos deben presentar las siguientes características:

- ✓ Debe retener humedad
- ✓ Debe permitir buena aireación
- ✓ Debe tener buena estabilidad física
- ✓ Debe ser inerte químicamente
- ✓ Debe ser inerte biológicamente
- ✓ Debe tener buen drenaje
- ✓ Debe tener capilaridad
- ✓ Debe ser liviano
- ✓ Debe ser de bajo costo
- ✓ Debe estar disponible

#### - **Cascarilla de Arroz**

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte. La cascarilla de arroz es el sustrato más empleado para los cultivos hidropónicos en Colombia bien sea cruda o parcialmente carbonizada. El principal inconveniente que presenta la cascarilla de arroz es su baja capacidad de retención de humedad y lo difícil que es lograr el reparto homogéneo de la misma (humectabilidad) cuando se usa como sustrato único en camas o bancadas, (Calderón, 2002).

#### **Valores típicos de retención de Humedad de algunos materiales utilizados como sustratos para cultivos Hidropónicos.**

<b>Material</b>	<b>Retención % v/v</b>
Cascarilla de arroz cruda	9,0
Cascarilla de arroz quemada	10-13
Cascara de coco	35-50
Cascarilla de arroz caolinizada	25-35

Para mejora la retención de Humedad de la cascarilla, se ha recurrido a la quema parcial de la misma. Esta práctica aunque mejora notablemente la humectabilidad, es en realidad muy poco lo que aumenta la capilaridad ascensional y la retención de humedad.

En el presente reporte se describe un procedimiento que sirve para mejorar la capacidad de Retención de humedad de la Cascarilla de arroz, a la vez que mejora sensiblemente otras propiedades de la misma como son su Capacidad de Intercambio Catiónico (mejora la capacidad de retención de nutrientes), su Humectabilidad y su Capilaridad, (Calderón, F. 2002).

#### - **Pomina**

La piedra pómez es un material de origen volcánico, muy parecido a la escoria de carbón mineral, la cual se encuentra disponible en diversas zonas volcánicas. Posee muy buena retención de humedad y muy buenas condiciones físicas de estabilidad y durabilidad, (Calderón y Cevallos, 2002).

A veces puede presentar problemas químicos por excesos de azufre y boro, pero estos pueden ser eliminados mediante un cuidadoso lavado con agua caliente. No trae ninguna clase de enfermedades y desde el punto de vista biológico es completamente estéril, siempre que se extraiga de vetas profundas y no contenga mezcla de tierra. En la actualidad este sustrato ha dado muy buen resultado en el cultivo de orquídeas en macetas especialmente el *Cimbydium*, (Calderón y Cevallos, 2002).

#### - **Fibra de Coco**

La fibra de coco es un material orgánico de lenta descomposición que resulta como subproducto en las plantaciones de Coco de Siri Lanka, India y Filipinas. Se comercializa en bloques compactados, presentación que cumple la función de abaratar costos de transporte. Para su empleo se deben rehidratar, con lo cual alcanzan a expandir su volumen aproximadamente 3.5 veces. (1 ton compactada equivale a 12 mt<sup>3</sup> de sustrato descompactado.), (Calderón y Cevallos, 2001).

A pesar de ser un material orgánico, su descomposición es muy lenta debido a su elevado contenido de lignina (45 %). Es un material duro de descomponer. En Holanda donde se inició su utilización se ha reportado una vida de 8 a 10 años, sin embargo en el

Ecuador en los cultivos donde se ha utilizado se han proyectado para una vida útil de 4 a 6 años, (Calderón y Cevallos, 2001).

La cáscara de coco contiene dos clases de material. Uno de aspecto parecido al corcho, pero de poro abierto, de gran capacidad de absorción de agua y de gran capilaridad y otro consistente de fibras de longitud variable que pueden llegar hasta 4 cm de longitud. En algunas explotaciones se retira la fibra a la cual se le dan usos textiles y el material corchoso resultante se comercializa como sustrato para cultivos hortícolas, (Calderón y Cevallos, 2001).

La cáscara de coco dado su origen en regiones costeras suele ser un material rico en sales, especialmente Sodio y Cloruros. Estos deben ser evacuados previamente a su utilización como sustrato hidropónico, lo cual es una práctica relativamente fácil ya que estas sales no se encuentran fuertemente retenidas por el sustrato. Sorprendentemente su principal problema "el costo de transporte" no ha sido un impedimento para que países que no producen cáscara de coco como Holanda y España hayan desarrollado grandes áreas de cultivos incluso de hortalizas en esta clase de sustrato,(Calderón y Cevallos, 2001).

## CAPITULO III

### HIPOTESIS Y OBJETIVOS

#### 3.1. HIPOTESIS

¿La aplicación de Polyter contribuirán a una mayor absorción de nutrientes en la planta de fresa (*Fragaria vesca*)?

#### 3.2. OBJETIVOS

##### Objetivo General

- Evaluar la aplicación de Polyter en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) para aumentar el volumen de raíz y obtener una mejor absorción de nutrientes en el fruto.

##### Objetivos Específicos

- Evaluar el método más adecuado de aplicación de Polyter en la absorción de nutrientes.
- Establecer la concentración de nutrientes en las hojas, como indicador de análisis foliar.
- Establecer el rendimiento del primer racimo floral y la exportación de nutrientes.

## **CAPITULO IV**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

Esta investigación se realizó en la Granja Experimental Docente “Querochaca”, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, situada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, en el km 3 de la vía Cevallos - Quero. (IGM, 2016)

#### **4.2. CARACTERISTICAS DEL LUGAR**

Según (INAMHI, 2016) en el sector de Querochaca se registraron los siguientes datos:

- Altitud: 2855 msnm.
- Latitud: 1° 25' 0" S.
- Longitud: 78° 35' 22" O.
- Temperatura máxima promedio: 16,3 °C
- Temperatura mínima promedio: 8,7 °C
- Humedad relativa promedio: 68%
- Velocidad del viento promedio: 1,2 km/h
- Precipitación anual: 465 mm

#### **4.3. EQUIPOS Y MATERIALES**

- Plantas de fresa (variedad Albión)
- Polyter
- Agua
- Cascarilla de arroz tostada
- Fibra de coco

- Pomina
- Phytoroot
- Bloques
- Madera
- Flexómetro
- Pala
- Azadón
- Sistema de Riego (Goteo)
- Hoyador de plástico
- Regla
- Cámara
- Balanza analítica
- Estufa
- Reactivos (Dependiendo del macro o microelemento a analizar)
- Cuaderno
- Fertilizantes:
  - Nitrato de Calcio
  - Fosfato Monopotásico
  - Nitrato de Amonio
  - Sulfato de Potasio
  - Sulfato de Magnesio
  - Ácido Nítrico
- Bomba de mochila
- Fungicidas
- Insecticidas

#### **4.4. FACTORES EN ESTUDIO**

- Aplicación de Polyter
  - ✓ Hidratado (H)
  - ✓ Seco (S)
  - ✓ Sin Polyter (T)

#### 4.5. TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
1	PH	Planta fresa + Polyter hidratado
2	PS	Planta fresa + Polyter seco
3	T	Planta de fresa sin Polyter

#### 4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el presente ensayo se utilizó el diseño de bloques al azar con 6 repeticiones. Se realizó pruebas de significación de promedios para las fuentes de variación que resulten significativos a través de la prueba de Tukey al 5%.

#### 4.7. VARIABLES RESPUESTA.

##### - **Prendimiento de plantas**

Se determinó el prendimiento del total de las plantas a los 30 días después de realizado el trasplante.

##### - **Curvas de concentración de nutrientes**

Se realizó la recolección de las hojas intermedias de 5 plantas del centro de la parcela, obteniendo una muestra significativa de 100 g, que fue llevado al Laboratorio de Suelos, Aguas y Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias para el respectivo análisis foliar.

La metodología utilizada en el laboratorio para la determinación de los macro y microelementos fue la siguiente:

Para nitrógeno la metodología que se utilizó es la de Kjeldahl (digestión con ácido sulfúrico), (Grimm y Fassbender, 1981).

Para la determinación de fósforo se utilizó el método del Metavanadato de Amonio con el Espectrofotómetro Genesys 2.0, el cual es un método sencillo y directo, de sensibilidad media y elevada precisión, (UCV, 2013).

Para determinar K, Mg, Ca, Cu, Mn y Zn se utilizó la Espectrofotometría de Absorción Atómica, (Huamaní et al., 2012).

Esto se realizó en la finalización de cada etapa fenológica (Tabla 7) para su posterior interpretación, en base a los valores referenciales, (ver Anexo 17).

#### - **Volumen radicular**

Se determinó el volumen del sistema radicular, de 5 plantas tomadas al azar de la parcela neta, mediante el método de desplazamiento por medio del principio de Arquímedes, utilizando una probeta, este dato se tomó a los 210 días después del trasplante, teniendo como resultado promedio de 241,67 cc.

#### - **Área foliar**

En la finalización de cada etapa fenológica (Tabla 7.) se realizó la toma de fotografías de 5 hojas tomadas del centro de la parcela, luego con la ayuda del programa imagenJ se procesó los datos obtenidos para la determinación de esta variable.

#### - **Rendimiento del primer racimo floral**

Para el rendimiento del primer racimo floral se llevó un registro diario, con la finalidad de observar si había fruta en estado de cosecha en cada uno de los tratamientos, tomando el peso en gramos con la ayuda de una balanza analítica y sacando el promedio por racimo/planta/tratamiento.

#### - **Grados Brix**

Para los Grados Brix se recolectó la fruta por tratamiento cuando ésta se encontraba en madurez comercial, tomando la cantidad de STD por frutos/planta/tratamiento, con la ayuda de un brixómetro.

## - **Dureza**

Para dureza en el fruto se recolectó la fruta por tratamiento cuando ésta se encontraba en madurez comercial, tomando la medida de Kg/cm<sup>2</sup> frutos/planta/tratamiento, con la ayuda de un penetrómetro.

## **4.8. MANEJO DE LA INVESTIGACION**

### **4.8.1. Obtención y preparación del Sustrato**

Para la preparación del sustrato se procedió a quemar la cascarilla de arroz en un horno industrial a más o menos 100°C y luego se trituró en un molino.

La pomina se obtuvo de las minas y se procedió a lavar para eliminar la arena que viene mezclada en la pomina.

La fibra de coco se procedió a hidratar con 30 litros de agua para posteriormente ser desmenuzada para su mezcla.

Una vez listos los tres materiales se procedieron a mezclar homogéneamente con una proporción de 33% de cada material para tener un sustrato uniforme para el respectivo trasplante de fresa, obteniendo 1250 litros de sustrato.

Se procede a colocar 5 litros de sustrato con la incorporación de Polyter previamente hidratado a razón de 2g/litro de sustrato a 10 cm por debajo de la superficie del sustrato. Cabe mencionar que por 1g de Polyter se debe utilizar 300 ml de agua para su hidratación.

### **4.8.2. Desinfección de las plantas**

Para la desinfección de las plantas se realizó una solución homogénea de 50 cc de mertect y 50 cc de Phytroot por 20 litros de agua, en la cual se introducirán las plantas por el lapso de 5 minutos antes del trasplante, para que las plantas se hidraten totalmente, con el fin de evitar problemas de patógenos y estrés durante el prendimiento.

### **4.8.3. Instalación del Ensayo**

Las fundas son colocadas una a lado de la otra, en los trípodes previamente armados a una altura de 0,40 m del suelo colocando una planta por funda haciendo hoyos en el centro para el posterior trasplante de la fresa.

#### **4.8.4. Trasplante**

La plantación se realizó en fundas de 20 cm de ancho, sembrando una planta/funda, con una distancia entre plantas de 20 cm y entre hileras de 40 cm donde la profundidad de hoyo de plantación dependerá del volumen radicular con el que se presente cada planta para evitar problemas de plantas débiles o pudriciones en el cuello.

#### **4.8.5. Podas**

La primera poda se realizó con la eliminación de los estolones. Las otras podas fueron la eliminación del primer racimo floral para tener un crecimiento vigoroso de la planta, luego se eliminaron hojas con infecciones de Botritis al peciolo de las hojas.

#### **4.8.6. Fertilización**

Se realizó dos aplicaciones de fertilización semanal, de acuerdo a las etapas fenológicas en base a las recomendaciones por Haifa, (Tabla 7 y 9).

#### **4.8.7. Riego**

El método de riego a aplicarse fue por goteo, cada 2 días durante el prendimiento de la planta y cada 4 días durante el resto del ciclo del cultivo, acompañado por la solución de fertilizante.

#### **4.8.8. Controles Fitosanitarios**

En el desarrollo del cultivo se recomienda la utilización de diversos productos, de acuerdo a las enfermedades que se fueron presentando durante el desarrollo de la investigación, (Tabla 10).

### **4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

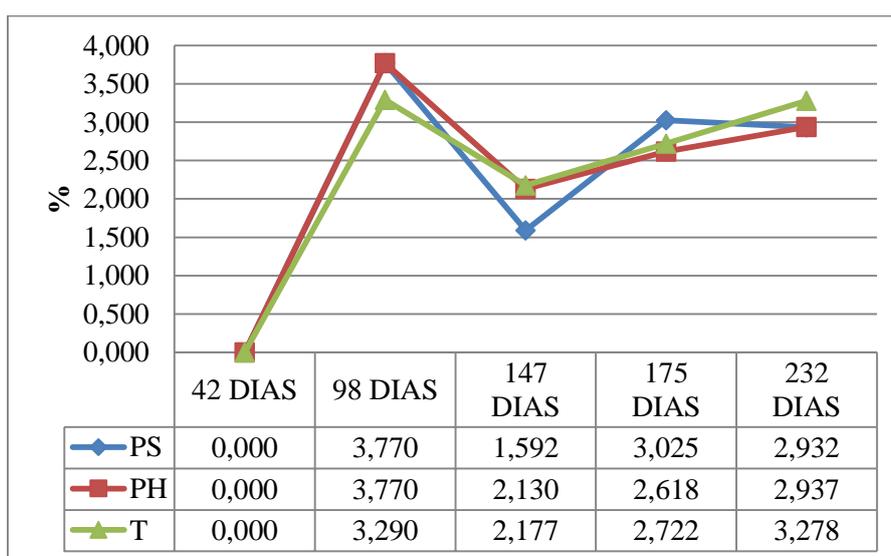
Se obtuvieron datos de campo y análisis de sustratos del laboratorio, posteriormente se procedió a tabular la información conforme al diseño experimental propuesto y para su análisis estadístico se utilizaron los programas INFOSTAT, imageJ y Microsoft Excel.

## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSION

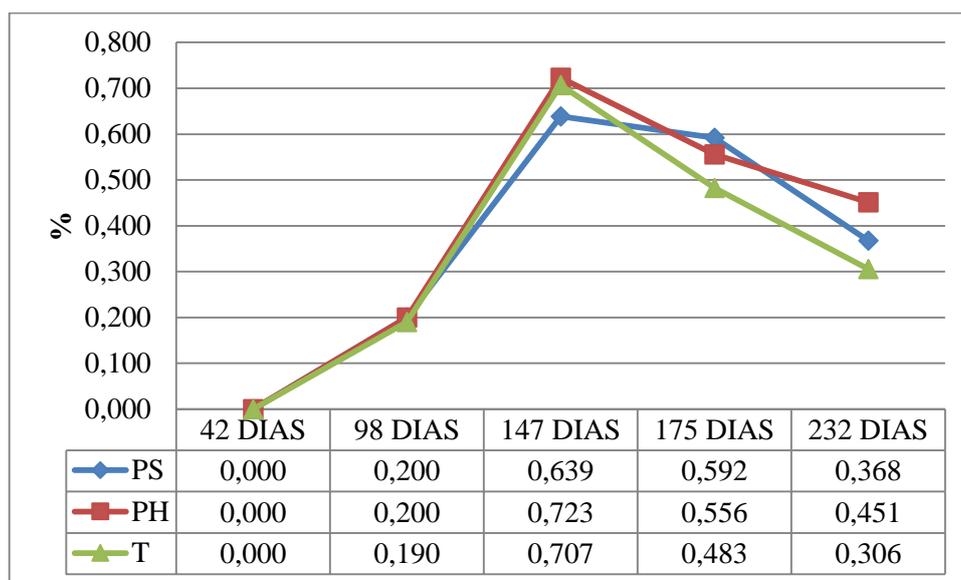
#### 5.1. Curvas de concentración de nutrientes en las hojas

Como se puede ver en la Figura 1, el Nitrógeno se encuentra acumulado en las hojas en gran proporción, cabe mencionar que en la etapa de plantación, es decir a los 42 días este elemento tiene un valor de cero ya que el cultivo de fresa se realiza un trasplante y por ende su acumulación va a tener un valor de 0. En el resto de etapas fenológicas podemos observar que no existe una disminución del elemento. Según (Monroy, 2001), en la etapa vegetativa a partir del trasplante y hasta los 91 días, se observó una acumulación similar de materia fresca, seca y nitrógeno derivado del fertilizante expresado en porcentaje, (aproximadamente 22%) en hojas, raíz más estolones; en la etapa que comprende de los 118 a los 157 días después del trasplante la acumulación de nitrógeno expresado en porcentaje fue dos veces mayor en las hojas que en la raíz más hojas; lo anterior se reflejó en una mayor eficiencia del nitrógeno-fertilizante; los órganos de mayor demanda de nitrógeno son las hojas y la raíz más estolones, los que pueden considerarse como indicadores de respuesta a la fertilización nitrogenada en la formulación de programas de nutrición.



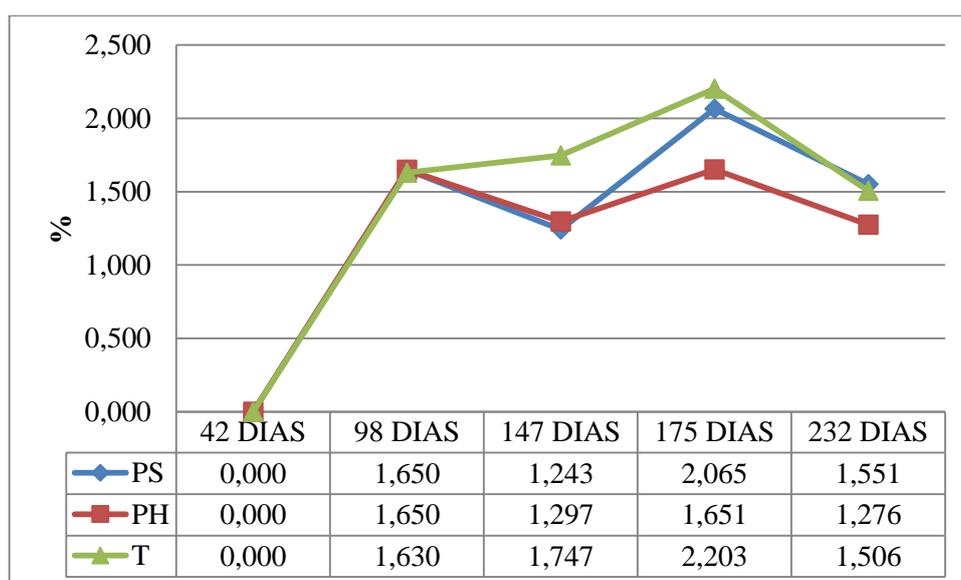
**Figura 1. Concentración de (%) Nitrógeno en la hoja**

En cuanto al fósforo se encontró, que la absorción de nutrientes fue proporcional al desarrollo y crecimiento de la planta (Figura 2). Durante los primeros 98 días el crecimiento y la absorción de nutrientes fueron muy lentos con un rango de 0,200% y después de este período la planta aumentó la producción de masa seca y la acumulación de nutrientes con un rango de 0,723%. El pico de máxima absorción ocurrió en el día 147 correspondiente a la etapa de floración (ver Tabla7), ya que el P juega un papel vital virtualmente en todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta. Los fosfatos de alta energía, que son parte de la estructura química de la adenosina difosfato (ADF) y de la ATF, son la fuente de energía que empuja una multitud de reacciones químicas dentro de la planta. La transferencia de los fosfatos de alta energía del ADF y ATF a otras moléculas (proceso denominado fosforilación), desencadena una gran cantidad de procesos esenciales para la planta, (IPNI, 2018).



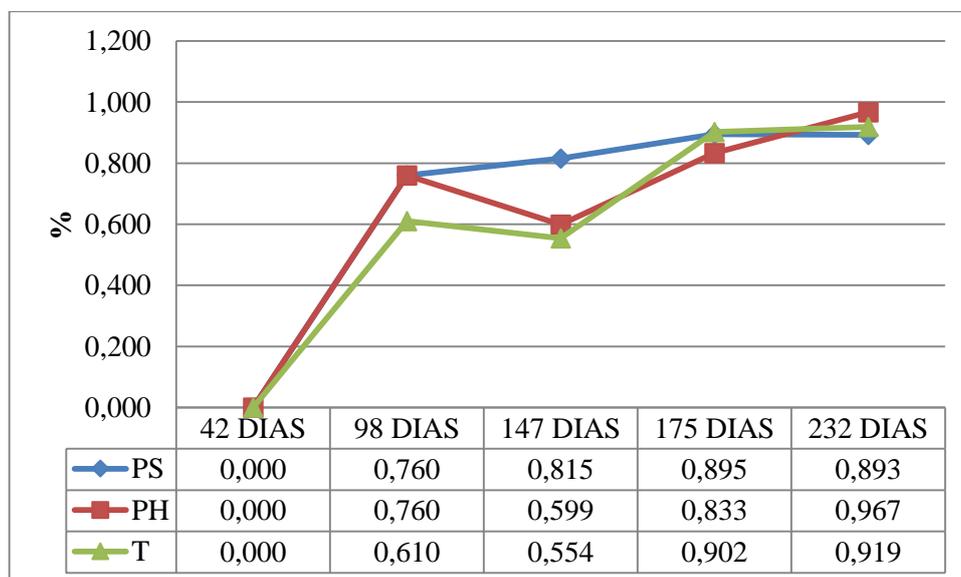
**Figura 2. Concentración de (%) Fosforo en la hoja**

De acuerdo a los resultados para potasio en las hojas se puede observar en la Figura 3 que al igual que los otros elementos anteriores, este es el mayor absorbido por la planta con un rango de 2,203% en la etapa de cuaje, encontrándose en estudios que las hojas contienen de 1.0 a 5.0 % del peso seco. Sin embargo, en contraste con otros nutrimentos como el N, P y S, casi no hay compuestos orgánicos con K como elemento constituyente. Las concentraciones más altas se encuentran en las hojas nuevas, pecíolos y tallo de la planta. Altas concentraciones de K conducen a deficiencias de N, Ca y Mg. Los cationes amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) juegan un papel importante en el balance de los cationes  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ . La forma disponible para la raíz es el catión  $\text{K}^+$ . La absorción de K no es afectada de manera significativa por los niveles de Ca en el suelo, debido a que éste último se mueve en el suelo principalmente por flujo de masas; mientras que el K se mueve por difusión, cuya tasa es dependiente de la temperatura. El oxígeno del suelo tiene un gran efecto sobre la absorción de K, (Jones, 2003).



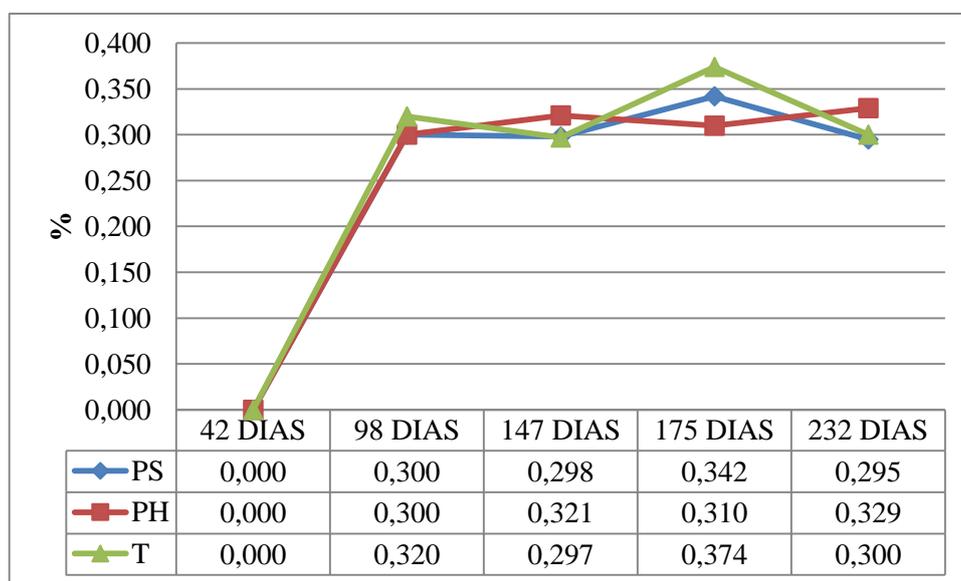
**Figura 3. Concentración de (%) Potasio en la hoja**

Para el elemento como es el Calcio podemos observar en la Figura 4, que tiene la misma interacción que en el Nitrógeno, cabe mencionar que la nutrición colocada por fertirrigación nos ayudó a mantener una absorción adecuada para la planta viéndose esto reflejada en el contenido de nutrientes en las hojas, teniendo un rango 0,902% en la etapa de cuaje, además que este elemento es muy importante para mantener la firmeza de tallos y pecíolos en las plantas y para regular la absorción de nutrimentos a través de la membrana celular. Interviene en el metabolismo del N y en la translocación de carbohidratos. Mantiene la integridad de la membrana celular aumentando la rigidez de los tejidos; lo cual evita o retrasa el ablandamiento de los frutos durante su maduración y almacenamiento (Román y Gutiérrez, 1998; Molina, 2002). También reduce la tasa respiratoria y la producción de etileno durante el almacenamiento (Bangerth et al., 1972), lo que hace que la fruta se madure más lentamente, prolongando así la vida en anaquel, (Román y Gutiérrez, 1998).



**Figura 4. Concentración de (%) Calcio en la hoja**

Para el caso de Magnesio existe una concentración balanceada en todas las etapas de este elemento con un rango de 0,3764%, obteniendo como información que la fertilización colocada por fertirrigación es la adecuada para mantener una buena nutrición para el correcto desarrollo del cultivo Tabla 7. Por otro lado cabe mencionar que el Magnesio es absorbido y acumulado por las plantas en cantidades menores que el calcio o el potasio pero similares al fósforo y el azufre. En la planta forma enlaces de tipo iónico, aunque también tiene un papel importante como elemento puente formando complejos de diferentes estabilidades, participa de forma activa en la regulación del pH celular y del balance anión-catión. La función más importante del magnesio es como elemento constitutivo de la clorofila, también es componente constitutivo de los ribosomas, mantienen la agregación de las subunidades de estos, (Alcántar y Trejo, 2007).

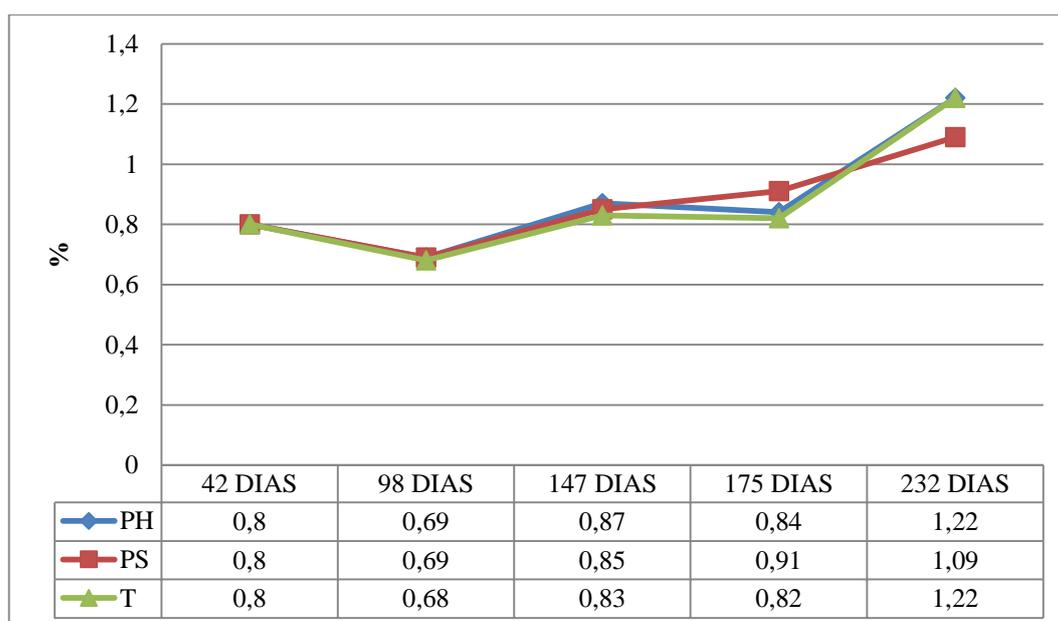


**Figura 5. Concentración de (%) Magnesio en la hoja**

## 5.2. Curvas de concentración de nutrientes en el sustrato

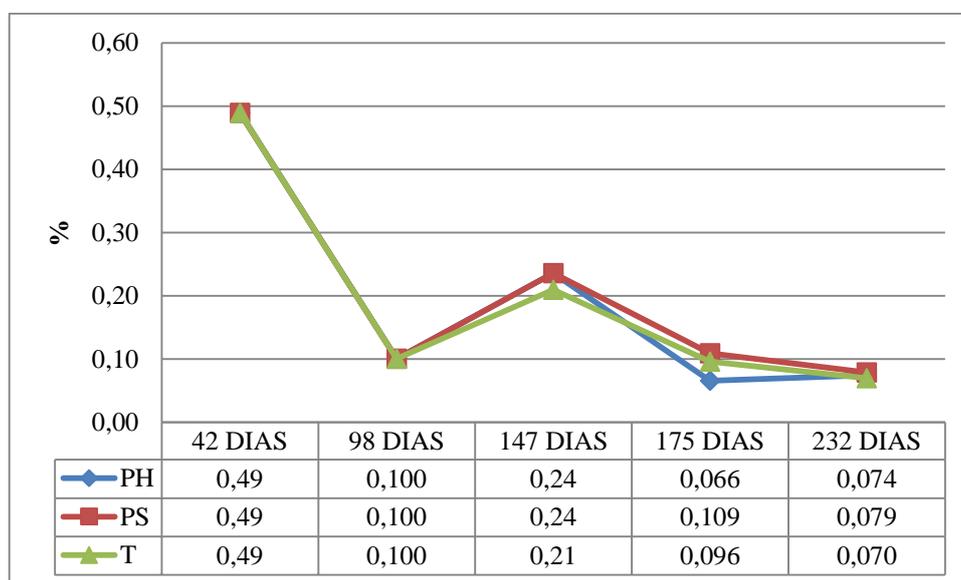
De acuerdo al % de Nitrógeno en el sustrato se puede observar que entre las etapas de plantación a vegetativa existe un descenso considerable de nitrógeno en el sustrato, ya que existió una alta precipitación, teniendo como dato de 87 mm/mes y por ende se produce el proceso de lixiviación, esto debido a que en la práctica de fertirrigación bajo riego por goteo de cultivos es importante el uso adecuado de las fuentes de fertilizante nitrogenado, pero el nitrógeno absorbido por la planta es mínimo, perdiéndose en gran cantidad el fertilizante, por volatilización, desnitrificación, lixiviación y pérdidas de drenaje, (Hauck, 2010).

En las etapas de floración, cuaje y recolección nuevamente se incrementa el nitrógeno por el incremento de este elemento por medio de la fertilización recomendada, ya que al aumentar la masa foliar por parte del cultivo se cubre totalmente las macetas evitándose la lixiviación por lluvias, por otro lado el consumo se ve reflejado en la acumulación de N en la biomasa total en el tiempo siguió una curva sigmoideal, en todos los casos, y las diferencias encontradas están en relación con la duración del ciclo del cultivo y la cantidad de N acumulado en el sustrato. La acumulación al momento de la cosecha estuvo influenciada de manera determinante por la biomasa total producida, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por, (Bugarin-Montoya et al, 2011).



**Figura 6. Concentración de (%) Nitrógeno en el sustrato**

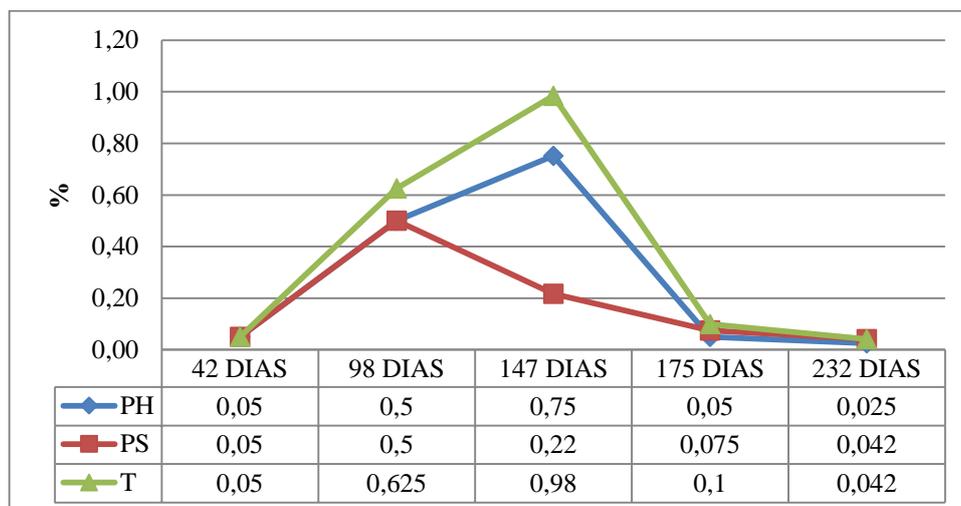
En cuanto al fósforo presente en el sustrato se puede observar una variación de este elemento, debido a que en la etapa inicial de la planta el nutriente no fue absorbido en grandes cantidades y quedo un residuo mayor en el sustrato con 0,24%. El objetivo fundamental en esta etapa es ayudar a la planta a la formación de órganos como las hojas para la fotosíntesis y raíces para la absorción de agua y nutrientes. (Libro azul, 2001). En la etapa de floración, cuaje y recolección, la demanda de agua y nutrientes por parte de la raíz se encuentra en su estado máximo ya que de esto dependerá que el fruto la semilla complete los estándares de calidad requeridos, razón por la que las plantas absorbieron casi todo el fosforo aplicado en la Fertirrigación, (Libro azul, 2001).



**Figura 7. Concentración de (%) Fósforo en el sustrato**

En cuanto a Potasio se observa que en la etapa de plantación y vegetativa ocurre una acumulación de este elemento con 0,98% en el sustrato, debido a que la planta no requiere este elemento en las cantidades que se aplicaron en la fertirrigación, Tabla 7 y en un principio el pH debe estar entre 5 y 6 para que ocurra la absorción activa del potasio y en el caso del sustrato se presentó un pH de 7,3 siendo este un factor para su acumulación. Por otro lado en la etapa de floración, cuaje y recolección el potasio disminuye en el sustrato porque las planta lo absorbieron casi en su totalidad ya que es

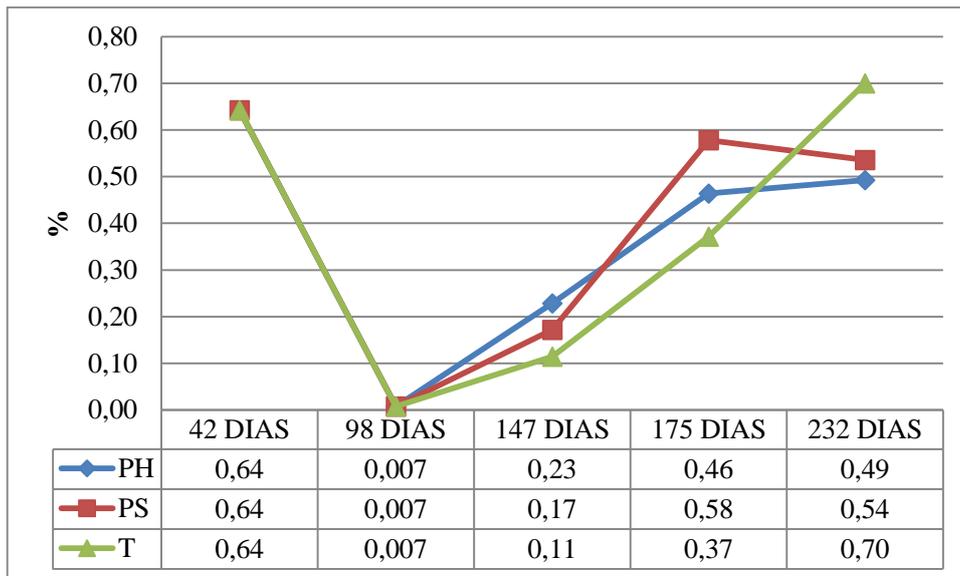
un elemento esencial para la producción, ya que de esto dependerá el peso y tamaño de los frutos. (Libro azul, 2001).



**Figura 8. Concentración de (%) Potasio en el sustrato**

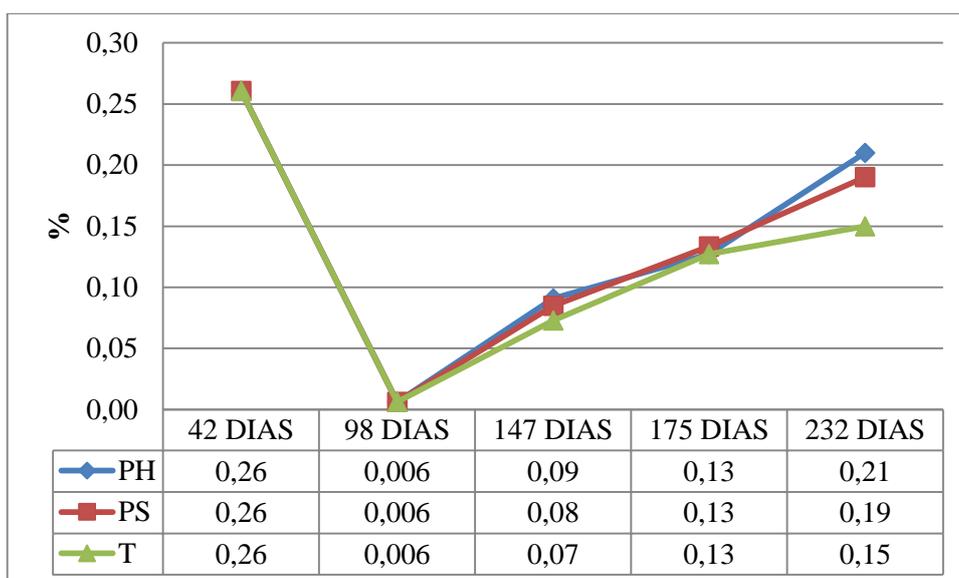
En cuanto a calcio se puede observar una disminución de este nutriente a 0,007% entre los 42 a 98 días debido a que en las primeras etapas el consumo por parte de la planta es exigente debido a que su utilización está enfocada en la formación de nuevos tejidos tales como: puntas de raíces y brotes, hojas jóvenes, formación de la pared celular y activación de ciertas enzimas para enviar señales que coordinan ciertas actividades celulares. (Buechel, 2017).

Por otro lado en las siguientes etapas como floración, cuaje y recolección la absorción de calcio por parte de la planta es menor que la cantidad aplicada en el fertilizante Tabla 7. Al sustrato de coco se le puede considerar como una mezcla de partículas microscópicas con carga negativa, cada una de estas partículas atrae aniones de carga positiva, razón por la que las partículas de coco sin tratar contienen grandes cantidades de iones de Sodio ( $\text{Na}^+$ ) y potasio ( $\text{K}^+$ ). Estos iones son liberados durante el cultivo quedando así disponibles para las plantas. Desafortunadamente los iones bivalentes como él ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y el Mg ( $\text{Mg}^{2+}$ ) quedaran unidos al sustrato de coco, lo que significa que no estarán disponibles para la planta en la misma medida que el sodio y el potasio, y esto podrá dar lugar a una deficiencia de calcio y magnesio, (CANNA, 2017).



**Figura 9. Concentración de (%) Calcio en el sustrato**

En el caso de Magnesio, se observa que existió un comportamiento similar al Ca, esto es que en la etapa de floración y formación del fruto la planta absorbió menor cantidad, con 0,006% de Mg, y quedo retenido en el complejo de intercambio catiónico que tiene la fibra de coco, Esto quiere decir que la planta absorbió el Mg presente en el sustrato para desarrollar sus diferentes funciones de acuerdo a sus necesidades siendo el núcleo central de la clorofila, lugar donde se producen día a día los azúcares que permiten a la planta crecer y producir, además da el color verde a las plantas, (Libro Azul, 2001).



**Figura 10. Concentración de (%) Magnesio en el sustrato**

### 5.3. Resumen Variables Agronómicas

**Tabla 1. Desempeño de las variables agronómicas del cultivo de Fresa trasplantadas con diferentes métodos de aplicación de Polyter**

	Variables Agronómicas				
Tratamientos	Prendimiento de plantas (%)	Volumen Radicular (cc)	Rendimiento del primer	Grados Brix (%)	Dureza (kg/cm <sup>2</sup> )

			racimo floral (g)		
Polyter Hidratado	100	220,00 <sup>ab</sup>	23,99 <sup>a</sup>	9,46 <sup>a</sup>	2,74 <sup>a</sup>
Polyter Seco	100	241,67 <sup>a</sup>	18,08 <sup>a</sup>	9,57 <sup>a</sup>	2,70 <sup>a</sup>
Testigo	100	175,00 <sup>ab</sup>	20,83 <sup>a</sup>	8,67 <sup>a</sup>	2,54 <sup>a</sup>
EE	-	15,88	2,03	0,28	0,26
Valor de P	-	0,0386	0,4581	0,0916	0,8495
CV	-	18,32	23,73	7,51	23,59

### 5.3.1. Prendimiento de plantas

De acuerdo a los datos obtenidos se obtuvo un prendimiento de plantas de fresa al trasplante del 100% por lo que no existe una variación significativa en los tratamientos. Esto debido a que el sustrato es un medio de soporte para las plantas, favorece la disponibilidad de agua y nutrientes y representa más del 80% para el prendimiento de plantas sanas y vigorosas. Un buen sustrato es esencial para la producción de plantas de alta calidad. Dado que el volumen de una maceta es limitado, el sustrato y sus componentes deben de poseer características físicas y químicas que, combinadas con un programa integral de manejo, permitan un crecimiento óptimo, (Cabrera, 1995).

### 5.3.2. Volumen Radicular

De acuerdo a los resultados obtenidos para volumen radicular Tabla 1, con P = 0,0386 los valores mayores alcanzaron los tratamientos Polyter Seco con 241,67 cc. El tratamiento que obtuvo el menor valor es el Testigo con 175,00 cc. Esto debido que Polyter mejora la porosidad de los suelos y amplía el crecimiento de la masa radicular y foliar de 3 a 5 veces, obteniendo más materia seca y resistencia a los cambios climáticos, por lo que en Polyter seco se encuentra destinado para la siembra, plantines y trasplantes, (P.O.D.G. DEVELOPPEMENT, 2016).

Además Las características físicas de los sustratos, o medios de crecimiento, son cruciales para su uso efectivo y en gran medida condiciona el potencial productivo del cultivo, pues constituyen el medio en el que se desarrollarán las raíces, las cuales tienen

gran influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Un buen sustrato debe estar acorde con las exigencias de nutrientes, agua y aire de la especie a propagar y así garantizar un buen soporte, suministrar humedad y aireación adecuadas, presentar bajo costo, ser de fácil adquisición y que no libere sustancias que puedan afectar el establecimiento y crecimiento. Normalmente, es difícil que un solo material reúna las características ideales para el desarrollo de los cultivos. (Cadahía, 2005). Por lo anterior la combinación de sustratos puede lograr un efecto conjunto de las mejores características de estos, y así buscar mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo de la especie cultivada. (Medina, 2016).

### **5.3.3. Rendimiento al primer racimo floral**

De acuerdo a los resultados obtenidos para Rendimiento del primer racimo floral Tabla 1., con  $P = 0,4581$ , los valores mayores alcanzaron los tratamientos Polyter Hidratado con 23,99 g. Los tratamientos que obtuvieron el menor valor es el tratamiento de Polyter seco con un valor de 18,08 g. Estos resultados se obtuvieron por lo que las raíces de los vegetales son atraídas de forma natural por el agua del suelo, van a perforar las partículas hinchadas del Polyter por lo que el vegetal deja de sufrir estrés hídrico y/o la carencia de elementos nutritivos. La asociación de Polyter con la planta favorece un crecimiento rápido y armonioso de la planta y el rendimiento de la misma. (P.O.D.G. DEVELOPPEMENT, 2016)

### **5.3.4. Grados Brix**

De acuerdo a los resultados obtenidos para Grados Brix Tabla 1, con  $P = 0,0916$ , los valores mayores alcanzaron los tratamientos Polyter Seco con 9,57%. Los tratamientos que obtuvieron el menor valor es el tratamiento de Testigo con un valor de 8,67%, siendo estadísticamente iguales entre tratamientos.

### **5.3.5. Dureza**

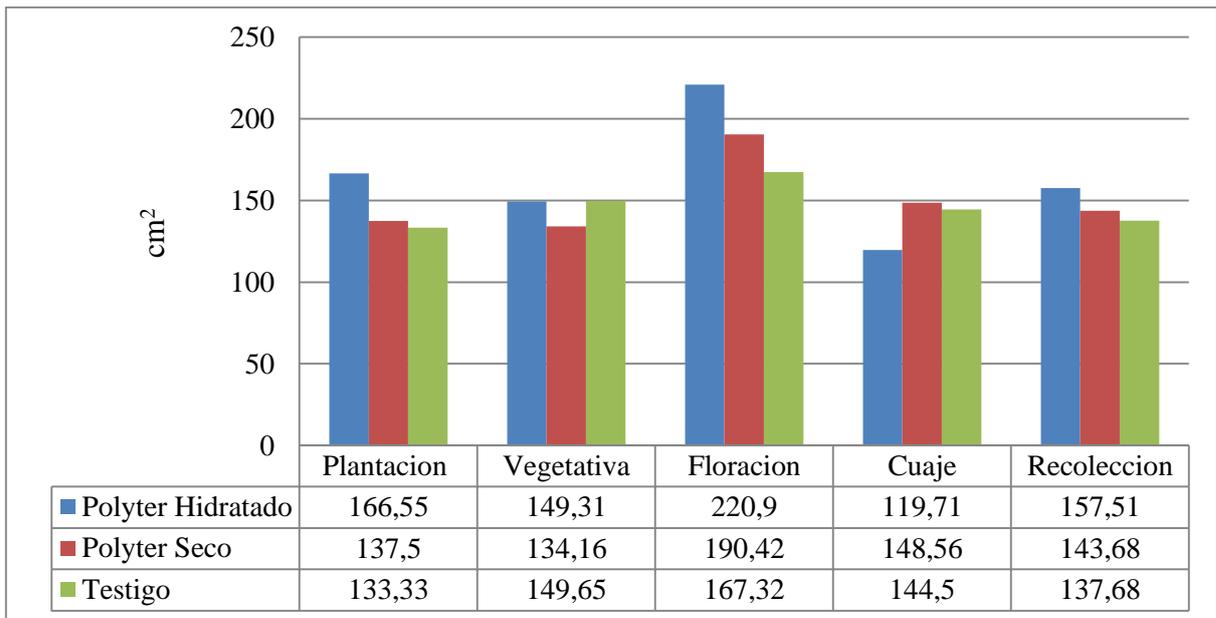
En cuanto a la dureza Tabla 1, los mayores valores alcanzaron los tratamientos de Polyter hidratado con 2,74 kg/cm<sup>2</sup>, siendo el Testigo el que obtuvo un menor valor con 2,54 kg/cm<sup>2</sup>, siendo estadísticamente iguales entre tratamientos.

#### 5.4. Área Foliar en (cm<sup>2</sup>).

**Tabla 2. Valores estadísticos de área foliar en la finalización de cada etapa fenológica**

Tratamientos	Área foliar (cm <sup>2</sup> )				
	Plantación	Vegetativa	Floración	Cuaje	Recolección
Polyter Hidratado	166,55 <sup>a</sup>	149,31 <sup>a</sup>	220,90 <sup>a</sup>	119,71 <sup>a</sup>	157,51 <sup>a</sup>
Polyter Seco	137,50 <sup>a</sup>	134,16 <sup>a</sup>	190,42 <sup>a</sup>	148,56 <sup>a</sup>	143,68 <sup>a</sup>
Testigo	133,33 <sup>a</sup>	149,65 <sup>a</sup>	167,32 <sup>a</sup>	144,50 <sup>a</sup>	137,68 <sup>a</sup>
EE	9,91	10,99	13,93	10,54	13,67
Valor de P	0,0777	0,5442	0,0619	0,1622	0,5919
CV	16,65	18,65	17,69	18,77	22,89

En cuanto a los datos obtenidos en área foliar Figura 11, cabe mencionar que no presento diferencias estadísticas significativas en cada una de sus etapas fenológicas, manteniéndose un crecimiento sobresaliente en el tratamiento con Polyter Hidratado esto debido que Polyter reduce el estrés hídrico y las carencias nutritivas de la planta, permitiendo crear depósitos de almacenaje del agua gracias a su membrana semi permeable ya que permite absorber de 300 a 500 veces su peso seco inicial, (P.O.D.G. DEVELOPPEMENT, 2016).



**Figura 11. Área foliar en (cm<sup>2</sup>) en las etapas fenológicas.**

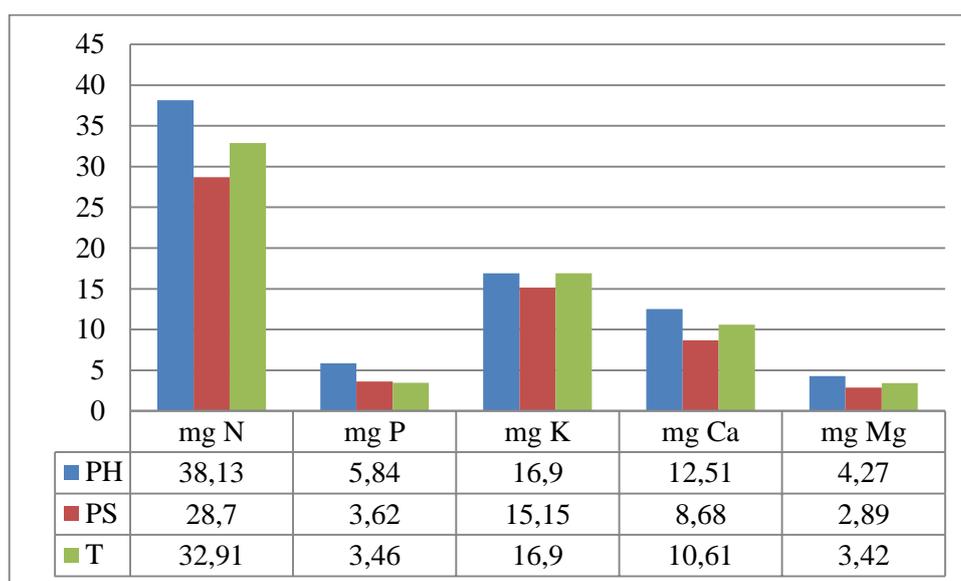
Al respecto, las plantas con mayor área foliar y ambiente favorable son capaces de utilizar mejor la energía solar siendo más eficientes en el proceso de fotosíntesis (Jarma et al., 1999). Por otra parte, como consecuencia del déficit hídrico, uno de los primeros efectos que se manifiestan en las hojas a nivel ecofisiológico es la reducción de la apertura estomática afectando la fotosíntesis y evitando la evapotranspiración (Chaves et al., 2010; Ibáñez et al., 2011), además se disminuye la turgencia y la expansión celular, por tal razón el crecimiento de las hojas se reduce afectando el área foliar. Igualmente el bajo contenido de agua no solo limita el tamaño sino también el número de hojas originado por una disminución en la tasa de crecimiento del tallo (Taiz y Zeiger, 2006).

### 5.5. Acumulación de nutrientes en el fruto

**Tabla 3. Desempeño de la variable acumulación de nutrientes (mg/g de MS) en el fruto del cultivo de Fresa con diferentes métodos de aplicación de Polyter**

Tratamientos	Variables Nutrientes Acumulados (mg/g de MS) a la Recolección				
	mg de N	mg de P	mg de K	mg de Ca	mg de Mg
Polyter Hidratado	38,13 <sup>a</sup>	5,84 <sup>a</sup>	16,90 <sup>a</sup>	12,51 <sup>a</sup>	4,27 <sup>a</sup>
Polyter Seco	28,70 <sup>a</sup>	3,62 <sup>b</sup>	15,15 <sup>a</sup>	8,68 <sup>a</sup>	2,89 <sup>b</sup>
Testigo	32,91 <sup>a</sup>	3,46 <sup>b</sup>	16,90 <sup>a</sup>	10,61 <sup>a</sup>	3,42 <sup>ab</sup>
EE	3,66	0,38	1,57	1,18	0,31
Valor de P	0,7102	0,2440	0,3826	0,4265	0,1807
CV	26,95	21,64	23,46	27,34	21,74

En cuanto a los resultados obtenidos para mg de nutrientes acumulados Figura 12, en los frutos al momento de la primeras cosechas existen diferencia estadísticas alcanzando los valores más altos Polyter Hidratado con 38,13 mg de N, 5,84 mg de Fosforo, 16,90 mg de Potasio, 12,51 mg de Ca y 4,27 mg de Mg, teniendo Polyter Seco el valor menos significativo con 28,70 mg de N, 3,62 mg de Fosforo, 15,15 mg de Potasio, 8,68 mg de Ca y 2,89 mg de Mg, esto debido a que Polyter es un hidro-retenedor totalmente biodegradable, enriquecido con fertilizantes y oligoelementos que se encuentran disponibles para la planta. Polyter se injerta en el sistema radicular formando nódulos, los cuales, son llevados en profundidad por las raíces lo que favorece un efecto anti-arrastramiento y/o una mejor disponibilidad de nutrientes y agua. (P.O.D.G. DEVELOPPEMENT, 2016).



**Figura 12. Acumulación de nutrientes en el fruto (mg/g de MS).**

(Samra y Arora, 1997) describen el nitrógeno (N) como un elemento de gran influencia en el crecimiento y desarrollo de la planta al promover la producción de ramas, hojas y frutos. En general las plantas deficientes en nitrógeno presentan un pobre crecimiento y una baja productividad. Según (Fischer y Angulo, 1999), el nitrógeno es el elemento que más influye en la disminución de la producción en plantas de uvilla, su deficiencia se manifiesta en una reducción en número y longitud de las ramas lo que afecta la cantidad y el tamaño de los frutos en formación.

El contenido de fósforo (P) interviene en la formación de los órganos reproductores, razón por la cual su contenido debe ser suficiente en los frutos (Pruiggros y Morin, 1985). (Mengel et al., 2001), reportan el fósforo como un elemento que se utiliza en bajas cantidades que, relacionado con la calidad, interviene en la utilización del azúcar y del almidón. Además, el efecto de la nutrición con fósforo en la calidad del fruto puede atribuirse a su papel como componente de los fosfolípidos, que son los mayores constituyentes de la membrana celular, (Knowles et al., 2001).

El potasio está implicado en la acumulación de hidratos de carbono y grasas en los frutos, así como en los procesos de transpiración, en el movimiento de agua en la planta y en la regulación de la apertura y cierre de estomas. La mayor demanda de potasio se produce a medida que se desarrollan los frutos, mismo que acumulan grandes cantidades de este elemento durante el periodo de maduración, ocasionando deficiencias temporales, incluso en suelos relativamente bien provistos de este nutriente. El potasio interviene en procesos bioquímicos como: la fotosíntesis, economía hídrica, activación enzimática, síntesis de glúcidos y metabolismo del nitrógeno, (PPI/PPIC/FAR, 2002).

En frutos, el Ca es importante porque regula la maduración, activa ciertas enzimas y afecta las tasas de respiración y producción de etileno (Ferguson y Droback, 1986). El incremento del nivel de Ca es una medida para mejorar la resistencia natural a enfermedades y mantiene la calidad del fruto, (Fallahi et al., 1997).

Al Mg se le atribuye participación en el desarrollo de frutos (Bonilla y Mahecha, 1990), contribuyendo a la labor de la fructosa 1,6 difosfatasa, la cual regula la síntesis de almidón (Clavijo, 2001), factor que puede ser determinante en el nivel de azúcares y la calidad de los frutos.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS

#### 6.1. CONCLUSIONES

En cuanto a prendimiento de plantas se obtuvo un total de 100% para esta variable, por lo que no existe variación significativa en los tratamientos.

El mayor volumen radicular se obtuvo con el tratamiento T2 Polyter Seco con un valor de 241,67 cc, siendo el T3 Testigo el tratamiento de menor valor con 175,00 cc.

El mayor rendimiento al primer racimo floral fue el tratamiento T1 Polyter hidratado con 23,99 g/maceta y el T2 Polyter seco el tratamiento de menor valor con 18,08 g/maceta.

Para los valores de Grados Brix el mayor rango alcanzó el tratamiento T2 Polyter seco con 9,57%; en último lugar se encuentra el tratamiento T3 Testigo con 8,67%.

Para dureza en el fruto no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, matemáticamente el mejor tratamiento lo tiene T1 Polyter hidratado con 2,74 Kg/cm<sup>2</sup>, siendo el T3 Testigo el tratamiento con menor valor de 2,54 Kg/cm<sup>2</sup>.

La mayor área foliar de 5 hojas se alcanzó en el tratamiento T3 Polyter hidratado con 220,90 cm<sup>2</sup> en la etapa de Floración, siendo esta en donde se observa el mayor crecimiento por parte de la planta, el tratamiento T3 Testigo tuvo un valor de 167,32 cm<sup>2</sup>.

Los mayores valores en cuanto a mg de Nutrientes acumulados en la etapa de recolección la tuvo el tratamiento T1 Polyter Hidratado con 38,13 mg de Nitrógeno, 5,84 mg de Fosforo, 16,90 mg de Potasio, 12,51 mg de Calcio y 4,27 mg de Magnesio, el tratamiento con menor valor fue T2 Polyter Seco con 28,70 mg de Nitrógeno, 3,62 mg de Fosforo, 15,15 mg de Potasio, 8,68 mg de Calcio y 2,89 mg de Magnesio, esto debido a que Polyter maximiza la eficacia de los nutrientes de la planta, debido a que el hidrogel está en una hidratación constante, lo cual ayuda a una mayor retención de nutrientes.

En base a la concentración de Nitrógeno en la hoja se puede concluir que la mayor demanda de este elemento por parte de la planta es en la etapa vegetativa donde esta se

encuentra en crecimiento, señalando valores de 3,77% en T1 Polyter hidratado y T2 Polyter seco y 3,29% en T3 Testigo.

Para el elemento Fosforo pudimos observar que su concentración oscila entre 0,556% en T1 Polyter hidratado, 0,592% en T2 Polyter seco y 0,483% en T3 Testigo en la etapa de floración esto debido a que el sistema radicular se encuentra desplegado para obtener una mayor absorción de nutrientes y colocarlos directamente a disposición de otros órganos como son las flores y frutos.

El Potasio presenta una mayor concentración de nutrientes en la etapa de Cuaje con valores de 2,203% en T3 Testigo, 2,065% en T2 Polyter seco y 1,61% en T1 Polyter hidratado, esto debido a que en esta etapa este elemento está en su demanda máxima porque ocurre el llenado del fruto, aquí se debe evitar desórdenes nutricionales, hídricos y sanitarios y así optimizar la producción.

La máxima concentración de Calcio se observa en la etapa de cuaje con valores de 0,902% en T3 Testigo, 0,895% en T2 Polyter seco y 0,833% en T1 Polyter hidratado, ya que en esta etapa del calcio dependerá que todas las flores producidas en los racimos sean cuajadas y así aseguremos la producción, además nos ayudara al endurecimiento de la pared celular del fruto y por ende mejoraremos la calidad de almacenamiento en postcosecha.

En cuanto a Magnesio se conoce que este elemento es indispensable para la transformación de azúcares, por lo que se puede observar que la mayor demanda es en la etapa de cuaje con valores de 0,329% en T1 Polyter hidratado, 0,300% en T3 Testigo y 0,295% en T2 Polyter seco.

Cabe mencionar que todos estos valores se ven directamente reflejados con la concentración de nutrientes que nos arrojaron en los sustratos y por medio de estos resultados pudimos concluir que las cantidades colocadas por fertirrigación fueron adecuadas para mantener una buena nutrición para la planta durante el desarrollo de todas sus etapas fenológicas.

## **6.2. BIBLIOGRAFIA**

- Aguilar, M. (2011). *Fruticultura*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 493 p.
- Alcántar G, G.; L. Trejo. (2007). *Nutrición de cultivos*. Mundi prensa – Colegio de Postgraduados. México, D.F.
- Bangerth, F.; Dilley, D.R.; Dewey, D.H. (1972). *Effect of postharvest calcium treatments on internal breakdown and respiration of apple fruits*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(5): 679-682.
- Bayer. (2008). *Gallina Ciega*. Perú. Consultado: 10/11/2013. Disponible en: <http://www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx?articulo=695>
- Bonilla, G. y S. Mahecha. (1990). *Efecto de la fertilización edáfica y foliar sobre la producción del mango (Mangifera indica L.)*. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 82 p.
- Branzanti, C. (1989). *La fresa*. Madrid, Mundi-Prensa. 386 p.
- Buechel, T. (2017). *Rol del calcio en el cultivo de plantas*. Consultado el: 20/01/2018. Disponible en: [www.pthorticulture.com](http://www.pthorticulture.com)
- Bugarin-Montoya R, Galvis-Espinosa A, Sánchez García P, García-Paredes D. (2011). *Acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa total del tomate*.
- Cabrera, R.I. (1995). *Fundamentals of container media management*. Part. 1. Physical properties. Rutgers Cooperative Extension Factsheet No. 950. 4 p.
- Cadahía C. (2005). *Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales*. 3a ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.. pp 681.
- Calderón, F. (2002). *La cascarilla de arroz caolinizada, una alternativa para mejorar la retención de humedad como sustratos para cultivos hidropónicos*. Consultado el: 28/12/2016. Disponible en: [http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla\\_Caolinizada/La\\_Cascarilla\\_Caolinizada.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm)
- Calderón, F. Cevallos, F. (2002). *Los Sustratos*. Consultado el: 28/12/2016. Disponible en: [http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los\\_Sustratos.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm)

- Calvache, M. (2008). *Respuesta de dos variedades de Rosas (Rosa s.p) a la aplicación de dos láminas de fertirriego en combinación con un gel súper absorbente*. Cayambe-Pichincha. XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.
- CANNA, (2017). *El uso de la fibra de coco, como concepto de cultivo*. Consultado el: 20/01/2018. Disponible en: [www.canna.es](http://www.canna.es)
- Chaves, M.M., O. Zarrouk, R. Francisco, J.M. Costa, T. Santos, A.P. Regalado y M.L. Rodríguez. (2010). *Grape vine under déficit irrigation: hints from physiological and molecular data*. Ann. Bot. 105(5), 661-676.
- Clavijo, J. (2001). *Metabolismo de los nutrientes en las plantas*. pp. 13-28. En: Fertilidad de suelos. Diagnóstico y control. Segunda edición. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bogotá. 524 p.
- Fallahi, E., W. Conway, K.D. Hickey y C.E. Sams. (1997). *The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples*. Hort Science 32, 831-835.
- FAO, (2015). *Perspectivas para el medio ambiente*. Consultado el: 20/01/2018. Disponible en línea: <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s11.htm>
- Ferguson, I.B. y B.K. Drobach. (1986). *Calcium and the regulation of plant growth and senescence*. HortScience 23, 262-266.
- Fischer, G. y R. Angulo. (1999). *Los frutales de clima frío en Colombia. La uchuva*. Ventana al Campo Andino 2(1), 3-6.
- Gonzales, F. (2009). *Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Consultado el 09/11/2016. Disponible en: <http://fgonzalesh.blogspot.com/2011/01/contaminacion-por-fertilizantes-un.html>
- Grahmann, K., Verhulst, N., Buerkert, A., Ortiz-Monasterio, I., Govaerts, B., (2013). *Nitrogen use efficiency and optimization of nitrogen fertilization in conservation agriculture*. CAB Reviews 8, No. 053, en línea ISSN 1749-8848.
- Grimm, U., y Fassbender, H. W. (1981). *Ciclos bioquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela I*. Turrialba, 31(1), 27-43.

- Hauck RD. (2010). *Nitrogen fertilizer effects in nitrogen cycle processes*. In F.E. Clark and T. Roswall (ed.). *Terrestrial Nitrogen Cycles*. Ecol. Bull; 33: 551-562.
- Honorable Consejo Provincial de Tungurahua. (2014). *Manual del Cultivo de Fresa*. Ambato – Ecuador. p. 10, 25.
- Huamaní-Yupanqui, H. A., Huauya-Rojas, M. A., Mansilla-Minaya, L. G., FloridaRofner, N., y Neira-Trujillo, G. M. (2012). *Presencia de metales pesados en cultivo de cacao (Theobroma Cacao L.) orgánico*. Acta Agronómica, 61(4), 339– 344. <http://doi.org/10.11.12>
- Infoagro. (2012). *Fresa*. (en línea). Consultado el 13/09/2015. Disponible en: [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/fresas.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/fresas.htm)
- Infojardín. (2011). *Cultivo de fresa*. (en línea). Consultado el 13/09/2015. Disponible en: <http://articulos.infojardin.com/huerto/cultivo-fresa-freson-fresas-fresones.htm>
- IPNI, (2018). *Funciones del Fosforo en las plantas*. Consultado el: 20/01/2018. Disponible en línea: <http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu>.
- Jarma A, Buitrago C, Gutiérrez S. (1999). *Respuesta del crecimiento de la habichuela (Phaseolus vulgaris L. var. Blue Lake) a tres niveles de radiación incidente*. Revista Comalfi,; 26(1-3): 62-73
- Jones, J. B. Jr. (2003). *Agronomic Handbook*. Management of Crops, Soils, and Knowles, L., R. Trimble y R. Knowles. 2001. *Phosphorus status affects postharvest respiration, membrane permeability and lipid chemistry of European seedless cucumber fruit (Cucumis sativus L.)*. Postharv. Biol. Technol. 21, 179-188.
- Larson, K.D. (2000). *Comportamiento y manejo de la fresa: Desarrollos de programas de producción para máxima calidad y rendimiento en México*. p. 7-21.
- Libro Azul, (2001). *Manual Básico de Fertirriego*. Segunda edición. Págs. 69 – 87.
- Medina, J. (2016). *Efecto de sustratos orgánicos en plantas de fresa (Fragaria sp.) cv 'Albion' bajo condiciones de campo*. Consultado el: 20/01/2018. Disponible en

linea: [https://www. Dialnet-EfectoDeSustratosOrganicosEnPlantasDeFresaFragaria-5711998.pdf](https://www.Dialnet-EfectoDeSustratosOrganicosEnPlantasDeFresaFragaria-5711998.pdf)

Mengel, K., E.A. Kirkby, H. Kosegarten y T. Appel. (2001). *Principles of plant nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 849 p

Mengel, K.; Kirkby, E. (1987). *Principios de nutrición vegetal*. 4a. Edición. 692 pp.

Molina, E. (2002). *Fertilización foliar de cultivos frutícolas*. In: *Memorias Seminario Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones*. G. Meléndez y E. Molina (eds.). Laboratorio de Suelos CIA-UCR/ACCS, San José, Costa Rica. p. 85-104.

Monroy, J., Vera, J., Carrera, M., Grageda, O., Peña, J. (2001). *Absorción de Nitrógeno (15n) y productividad del agua por el cultivo de fresa (fragaria x ananasa) en "El Bajío*. México. Terra 20: 65-69.

Monsanto, (2016). *Sequía y Agricultura*. Consultado el: 09/11/2016. Disponible en: <http://www.monsanto.com/global/ar/noticias-y-opiniones/pages/sequia-y-agricultura.aspx>

Moreira. (2002). *Manejo Agronómico y Análisis Económico del Cultivo de Espárragos para Condiciones Tropicales*. Editorial de la U. de Costa Rica. 1ª ed. pág. 39

Orellán G. (2010). *El Cultivo de la Fresa*. Consultado: 10 de nov. 2013. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos91/cultivo-fresa/cultivofresa.shtml>.

P.O.D.G. Développement. (1995). *Test Komatsuna*. 32 Boulevard de Strasbourg 75010 Paris – Francia.

P.O.D.G. Développement. (2002). *Polyter*. 32 Boulevard de Strasbourg 75010 Paris – Francia.

P.O.D.G. Développement. (2005). *Polyter*. 32 Boulevard de Strasbourg 75010 Paris – Francia.

P.O.D.G. Développement. (2016). *Polyter*. 32 Boulevard de Strasbourg 75010 Paris – Francia.

Pedroza D. (2008). *Plagas de la Fresa*. Consultado: 10 de nov. 2013. Disponible en: <http://tododelafresa.blogspot.com/2008/09/plagas-de-la-fresa.html>

- PPI/PPIC/FAR. (2002). *Plant Nutrient Use in North American Agriculture*. Potash and Phosphate Institute. Norcross, G.A. Medina, J. 2016. “Efecto de sustratos orgánicos en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) cv ‘Albion’ bajo condiciones de campo”. Consultado el: 20 de Enero del 2018. Disponible en: <https://www.Dialnet-EfectoDeSustratosOrganicosEnPlantasDeFresaFragaria-5711998.pdf>
- Pruiggros, J. y C. Morin. (1985). *Nutrición de los cítricos*. pp. 249-410. En: Morin, C. (ed). Cultivo de cítricos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica. 598 p.
- Román, L.F.;Gutiérrez, M.A. (1998). *Evaluación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida en anaquel en tres tipos de melón*. Terra 16(1): 49-54
- Samra, J.S. y Y.K. Arora. (1997). *Mineral nutrition*. pp. 175-201. En: Litz, R.E. (ed.). The mango: botany, production and uses. CAB International. 587 p.
- Taiz, L. y E. Zeiger. (2006). *Plant physiology*. 2nd ed. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 764 p..
- Tlatilpa S. I. F. (2003). *Efecto de endomicorrizas e hidrogel en la nutrición mineral de jitomate (*Lycopersicon esculentum*)*. Tesis profesional, Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp 28-31.
- UCV. (2013). *Guía de análisis mediante métodos de espectrometría molecular en el uv-visible*. Retrieved from [http://www.ciens.ucv.ve:8080/generador/sites/LIApregrado/archivos/GuiaFotoModificacion\\_mayo\\_2013-2.pdf](http://www.ciens.ucv.ve:8080/generador/sites/LIApregrado/archivos/GuiaFotoModificacion_mayo_2013-2.pdf)
- Yagüe J, Bolívar C. (2005). *Guía Práctica de Productos Fitosanitarios*. Ed. Mundi Prensas 2a ed. 442 p.

### 6.3. ANEXOS

#### Anexos 1. Datos de prendimiento de plantas

PRENDIMIENTO (%)							
TRATAMIENTO	REPETICIONES						PROMEDIO
	I	II	III	IV	IV	VI	
PH	100	100	100	100	100	100	100
PS	100	100	100	100	100	100	100
T	100	100	100	100	100	100	100

#### Anexos 2. Datos de área foliar en la etapa de plantación

AREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> ) PLANTACION							
TRATAMIENTO	REPETICIONES						PROMEDIO
	I	II	III	IV	IV	VI	
PH	155,69	192,37	151,35	151,63	173,15	175,09	166,55
PS	178,01	90,37	138,94	143,34	117,82	156,53	137,50
T	142,45	108,71	100,96	153,5	141,47	152,89	133,33

#### Anexos 3. Datos de área foliar en la etapa vegetativa

AREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> ) VEGETATIVA							
TRATAMIENTO	REPETICIONES						PROMEDIO
	I	II	III	IV	IV	VI	
PH	106,17	112,58	159,05	166,98	189,83	161,24	149,31
PS	113,84	148,06	101,87	127,26	159,33	154,62	134,16
T	96,53	206,09	150,62	141,34	151,51	151,8	149,65

#### Anexos 4. Datos de área foliar en la etapa de Floración

AREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> ) FLORACION							
TRATAMIENTO	REPETICIONES						PROMEDIO
	I	II	III	IV	IV	VI	
PH	213,77	222,58	215,88	222,31	236,5	214,37	220,90
PS	117,24	191,94	196,08	207,44	187,06	242,73	190,42
T	207,42	154,13	182,31	153,21	176,87	129,97	167,32

#### Anexos 5. Datos de área foliar en la etapa de Cuaje

AREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> ) CUAJE							
TRATAMIENTO	REPETICIONES						PROMEDIO
	I	II	III	IV	IV	VI	
PH	150,49	101,1	137,25	124,82	92,03	112,58	119,71
PS	150,46	115,8	124,26	180,29	170,1	150,46	148,56
T	131,73	108,33	122,33	168,35	205,08	131,19	144,50

#### Anexos 6. Datos de área foliar en la etapa de Recolección

AREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> ) RECOLECCION							
TRATAMIENTO	REPETICIONES						PROMEDIO
	I	II	III	IV	IV	VI	
PH	181,46	142,83	146,79	180,54	106,97	186,44	157,51
PS	155,81	158,64	145,24	131,58	144,13	126,67	143,68
T	101,62	167,82	93,73	162,35	183,58	116,98	137,68

### Anexos 7. Rendimiento al primer racimo floral

<b>RENDIMIENTO AL PRIMER RACIMO FLORAL (g)</b>							
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIONES</b>						<b>PROMEDIO</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>IV</b>	<b>VI</b>	
<b>PH</b>	20,61	21,81	28,45	24,71	27,04	21,29	23,99
<b>PS</b>	24,52	13,78	16,74	12,59	19,62	21,22	18,08
<b>T</b>	13,12	16,84	17,31	20,33	27,4	30	20,83

### Anexos 8. Grados Brix del fruto

<b>GRADOS BRUX (%)</b>							
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIONES</b>						<b>PROMEDIO</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>IV</b>	<b>VI</b>	
<b>PH</b>	9,47	10,66	9,77	7,43	9,62	9,82	9,46
<b>PS</b>	11,05	9,7	9,53	8,8	10,03	8,33	9,57
<b>T</b>	9,55	9,4	8,4	8,23	8,46	7,95	8,67

### Anexos 9. Dureza del fruto

<b>DUREZA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>							
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIONES</b>						<b>PROMEDIO</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>IV</b>	<b>VI</b>	
<b>PH</b>	3,27	2,52	2,5	3,96	2,26	2,23	2,79
<b>PS</b>	3,47	3,26	2,66	2,23	1,73	2,83	2,70
<b>T</b>	2,2	2,32	3,2	2,63	2,5	2,4	2,54

### Anexos 10. Volumen Radicular

VOLUMEN RADICULAR (cc)							
TRATAMIENTO	REPETICIONES						PROMEDIO
	I	II	III	IV	IV	VI	
PH	250	150	250	250	190	230	220,00
PS	200	250	260	240	250	250	241,67
T	240	150	150	150	210	150	175,00

### Anexos 11. Materia seca del fruto

MATERIA SECA FRUTO (g)							
TRATAMIENTO	REPETICIONES						PROMEDIO
	I	II	III	IV	IV	VI	
PH	1,12	1,18	1,54	1,34	1,47	1,15	1,3
PS	1,33	0,75	0,91	0,68	1,06	1,15	0,98
T	0,71	0,91	0,94	1,1	1,49	1,63	1,13

### Anexos 12. Nitrógeno acumulado en el fruto

NITROGENO EN EL FRUTO (mg/g de MS)							
TRATAMIENTO	REPETICIONES						PROMEDIO
	I	II	III	IV	IV	VI	
PH	35,63	35,7	48,88	38,71	38,1	31,73	38,13
PS	38,27	23,53	21,68	20,81	30,52	37,38	28,70
T	20,12	25,83	27,02	34,38	42,32	47,8	32,91

### Anexos 13. Fosforo acumulado en el fruto

<b>FOSFORO EN EL FRUTO (mg/g de MS)</b>							
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIONES</b>						<b>PROMEDIO</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>IV</b>	<b>VI</b>	
<b>PH</b>	5,85	4,96	6,4	5,21	7,49	5,14	5,84
<b>PS</b>	4,29	2,58	3,41	2,44	3,85	5,12	3,62
<b>T</b>	1,8	3,15	2,99	3,66	4,41	4,76	3,46

### Anexos 14. Potasio acumulado en el fruto

<b>POTASIO EN EL FRUTO (mg/g de MS)</b>							
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIONES</b>						<b>PROMEDIO</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>IV</b>	<b>VI</b>	
<b>PH</b>	15,73	14,58	21,43	17,01	18,61	14,04	16,90
<b>PS</b>	18,38	12,39	12,25	10,58	17,19	20,13	15,15
<b>T</b>	10,81	14,6	14,46	15,7	22,65	23,17	16,90

### Anexos 15. Calcio acumulado en el fruto

<b>CALCIO EN EL FRUTO (mg/g de MS)</b>							
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIONES</b>						<b>PROMEDIO</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>IV</b>	<b>VI</b>	
<b>PH</b>	11,41	12,24	14,76	10,81	14,03	11,79	12,51
<b>PS</b>	11,3	6,88	7,91	6,68	8,28	11,01	8,68
<b>T</b>	5,03	9,78	8,11	9,92	12,94	17,89	10,61

### Anexos 16. Magnesio acumulado en el fruto

<b>MAGNESIO EN EL FRUTO (mg/g de MS)</b>							
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIONES</b>						<b>PROMEDIO</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>IV</b>	<b>VI</b>	
<b>PH</b>	3,72	3,58	5,05	3,98	4,8	4,48	4,27
<b>PS</b>	3,79	2,22	2,36	2,11	3,22	3,62	2,89
<b>T</b>	1,98	2,88	2,62	3,41	4,68	4,93	3,42

### Anexos. 17. Intervalos para interpretar análisis foliares en fresa

<b>FRESA</b>	<b>N %</b>	<b>P %</b>	<b>K %</b>	<b>Ca %</b>	<b>Mg %</b>
<b>Deficiente</b>	< 2,5	< 0,2	< 1,2	< 0,8	< 0,25
<b>Normal</b>	3,0 - 5,0	0,2 – 0,3	1,6 – 2,5	1,0 – 2,0	0,3 – 0,4
<b>Optimo</b>	3,5	0,3	1,8	1,5	0,35
<b>Exceso</b>	Mayor a 5,0	Mayor a 0,4	Mayor a 2,5	Mayor a 2.1	Mayor a 0,5

## Preparación del sustrato



## Colocación del Polyter para su hidratación



### Colocación del Polyter seco directo al sustrato



### Colocación de Polyter hidratado en el sustrato



### Separación de las parcelas para cada tratamiento



## Toma de fotografías para la determinación de área foliar



## Revisión de los frutos a cosechar en cada tratamiento



## CAPITULO VII

### PROPUESTA

#### 7.1 DATOS INFORMATIVOS

**Título:** “APLICACIÓN DE POLYTER HIDRATADO EN CULTIVO DE FRESA (*Fragaria vesca*)”.

**Institución ejecutora:**

Universidad Técnica de Ambato – Facultad de Ciencias Agropecuarias

**Beneficiarios:**

Comunidad en general

**Ubicación:**

Región Sierra

#### 7.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Esta propuesta fue diseñada basada en los siguientes resultados:

- El mayor rendimiento al primer racimo floral fue T1 Polyter hidratado con 23,99 g/maceta, encontrándose en segundo lugar T2 Polyter seco con 20,83 g.
- En cuanto a dureza en el fruto el mejor tratamiento fue T1 Polyter hidratado con 2,74 Kg/cm<sup>2</sup>, encontrándose en segundo lugar T2 Polyter seco con 2,70 Kg/cm<sup>2</sup>, en cuanto a Grados Brix T1 Polyter hidratado se obtiene un valor de 9,46% obteniendo el segundo lugar en esta variable agronómica, siendo estos parámetros esenciales para la transformación industrial de esta fruta como materia prima.
- De acuerdo a área foliar T1 Polyter hidratado alcanzo el primer lugar con 220,90 cm<sup>2</sup> especialmente en la etapa de floración, siendo en esta etapa donde se observa el mayor crecimiento por parte de la planta.
- En base a mg de Nutrientes acumulados en la etapa de recolección el tratamiento T1 Polyter hidratado obtuvo el primer lugar con 38,13 mg de Nitrógeno, 5,84 mg de Fosforo, 16,90 mg de Potasio, 12,51 mg de Calcio y 4,27 mg de Magnesio.

### **7.3 JUSTIFICACIÓN**

Esta propuesta es muy importante ya que en la agricultura existen periodos de sequía prolongando que la cantidad de agua disponible en el suelo no satisfaga las necesidades de cada cultivo. Estos problemas afectan a los agricultores provocando pérdidas agrícolas, reduciendo el rendimiento y afectando la posibilidad de recuperar las inversiones hechas en los cultivos. Al presentar el hidrogel (Polyter) se logra hacer un aporte directo a la comunidad agrícola, misma que mejorará de forma integral sus recursos disponibles teniendo un aprovechamiento de este producto como un hidro – abono natural capaz de dar al agua los nutrientes que necesita la planta, siendo un depósito y dispensador de agua permanente para la planta durante el desarrollo del cultivo. Así mismo la comunidad universitaria sería otro beneficiario más al ser el que impulse la expansión de este tipo de investigación y por ser quien se interesa en las oportunidades de la mejora de calidad de vida de la sociedad.

### **7.4 OBJETIVO**

Aplicar Polyter hidratado en cultivos de Fresa (*Fragaria vesca*), para aumentar el rendimiento, en zonas de difícil retención de humedad en el suelo.

### **7.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

Es factible realizar esta propuesta, porque se cuenta con los aspectos técnicos necesarios para la aplicación de Polyter como mejorador de productividad en términos de calidad y cantidad en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*).

A través del punto de vista económico y financiero esta es una propuesta que no requiere de mayor inversión, ya que Polyter está al alcance de los agricultores.

Por otra parte en cuanto al factor social, esta propuesta es factible realizar, por la disposición de la sociedad agrícola en mejorar la optimización del recurso agua y nutrientes. La propuesta es llevadera con el ambiente, ya que es biodegradable ayudando a la producción en suelos pobres y secos. Además la Universidad Técnica de Ambato por medio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, es capaz de llevar a cabo esta propuesta mediante proyectos de vinculación con la colectividad puesto que dispone de los recursos económicos, físicos y humanos.

## **7.6 FUNDAMENTACIÓN**

Polyter es un hidro – retenedor totalmente biodegradable, enriquecido con fertilizantes y oligoelementos, capaz de absorber hasta 500 veces su peso inicial en agua. Contrariamente con los otros hidrotenedores que se pueden encontrar en el mercado, Polyter se injerta en el sistema radicular formando nódulos los cuales son llevados en profundidad por las raíces lo que favorece un efecto anti – arrastramiento y/o mejor disponibilidad del agua, de los fertilizantes y una protección contra las variaciones climáticas (sobre todo en periodos de sequía). Polyter favorece el crecimiento de las plantas ahorrando cantidades importantes de agua gracias a su membrana polimérica semipermeable libera los líquidos y minerales retenidos de forma lenta y progresiva según los parámetros locales y las necesidades de la planta (temperatura, evaporación y tipo de vegetal), (P.O.D.G. DEVELOPPEMENT, 2016).

## **7.7 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO**

### **7.7.1 Ubicación**

Parroquia Montalvo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

### **7.7.2 Tipo de Documento**

Guía para la aplicación de Polyter hidratado en cultivo de fresa (*Fragaria vesca*).

Este documento se pondrá a disposición de la Biblioteca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTA y a entidades gubernamentales relacionadas con el campo agrícola.

### **7.7.3 Periodos**

Taller teórico-práctico periódico de 8 horas.

#### 7.7.4 Metodología

##### *Preparación del sustrato*

- Se procedió a quemar la cascarilla de arroz en una secadora de granos, para su posterior trituración.
- Se lavó y clasifiqué la pomina proveniente de las minas.
- Se hidrató la fibra de coco con 30 litros de agua /bloque de 5kg de fibra para posteriormente ser desmenuzada.
- Una vez listos los tres materiales se procedió a mezclar homogéneamente con una proporción de 33% de cada material para tener un sustrato uniforme para la respectiva siembra de fresa, obteniendo 1250 litros de sustrato.
- Se procede a colocar 5 litros de sustrato con la incorporación de Polyter previamente hidratado a razón de 2g/litro de sustrato a 10 cm por debajo de la superficie del sustrato.

Cabe mencionar que por 1g de Polyter se debe utilizar 300 ml de agua para su hidratación.

- Se utilizó método de goteo por gravedad con cintas de 0,20 m entre goteros y con un volumen de 2 litros/hora.
- Desinfectar las plantas con una solución homogénea de 50 cc de mertect y 50 cc de Phytroot por 20 litros de agua.
- Las fundas son colocadas una a lado de la otra, en los trípodes previamente armados a una altura de 0,40 m del suelo colocando una planta por funda haciendo hoyos en el centro para el posterior trasplante de la fresa.
- La primera poda se realiza con la aparición del primer racimo floral para tener un crecimiento vigoroso de la planta. Luego se eliminan los estolones y finalmente las hojas con posibles infecciones de enfermedades.
- Se recomienda la colocación del siguiente plan de fertilización en base a los siguientes datos:

**Tabla 4. Características del Ensayo**

<b>Medio de cultivo</b>	fibra de coco, Pomina, cascarilla de arroz
<b>ml/planta</b>	840

<b>Densidad</b>	250/38,64 m <sup>2</sup>
<b>Rendimiento</b>	0,32 T/38,64 m <sup>2</sup>
<b>lt/ensayo</b>	210
<b>frecuencia de fertilización</b>	Acumulada para 4 días

**Tabla 5. pH de los sustratos por Etapas Fenológicas**

<b>pH por etapa en los sustratos</b>					
	<b>semana 1 - 6</b>	<b>semana 7 - 14</b>	<b>semana 15 - 21</b>	<b>Semana 22 - 25</b>	<b>Semana 25 - 33</b>
PH	7,4	5,7	5,78	5,91	6,72
PS	7,4	5,7	5,27	5,44	5,77
T	7,4	5,7	5,81	5,35	6,52

**Tabla 6. CE de los sustratos por Etapas Fenológicas**

<b>CE por etapa en los sustratos</b>					
<b>mS/cm</b>	<b>Semana 1 - 6</b>	<b>Semana 7 - 14</b>	<b>Semana 15 - 21</b>	<b>Semana 22 - 25</b>	<b>Semana 25 - 33</b>
PH	1,7	2,48	1	0,59	0,87
PS	1,7	2,48	0,8	0,54	0,67
T	1,7	2,55	0,6	0,53	1,2

**Tabla 7. Recomendación de Fertilización**

<b>Niveles recomendados de nutrientes según Haifa (ppm en el agua de riego)</b>						
<b>Etapa</b>	<b>Semana</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
<b>Plantación</b>	(1 - 6)	110	33	140	106	50
<b>Vegetativa</b>	(7 - 14)	200	90	170	106	50
<b>Floración</b>	(15 - 21)	150	45	100	110	50
<b>Cuaje</b>	(22 - 25)	120	20	100	110	50
<b>Maduración</b>	(25 - 33)	100	20	100	110	50

**Tabla 8. Fertilización diaria para el cultivo de Fresa**

<b>Fuentes</b>	<b>Semana 1 - 6</b>	<b>Semana 7 - 14</b>	<b>Semana 15 - 21</b>	<b>Semana 22 - 25</b>	<b>Semana 25 - 33</b>
	<b>g/maceta</b>	<b>g/maceta</b>	<b>g/maceta</b>	<b>g/maceta</b>	<b>g/maceta</b>

<b>CaNO3</b>	0,336	0,336	0,3528	0,3444	0,3444
<b>NH4NO3</b>	0,1848	0,336	0,2016	0,1344	0,1344
<b>MgSO4</b>	0,1596	0,1596	0,1596	0,1596	0,1596
<b>KSO4</b>	0,23016	0,252	0,1512	0,1512	0,1512
<b>KH2PO4</b>	0,1176	0,336	0,1596	0,0672	0,0672
<b>HNO3</b>	0,084	0,0084	0,0084	0,0084	0,0084
<b>g/DIA</b>	<b>1,11</b>	<b>1,43</b>	<b>1,03</b>	<b>0,87</b>	<b>0,87</b>

**Tabla 9. Fertilización semanal para el cultivo de Fresa**

<b>Fuentes</b>	<b>Semana</b>	<b>Semana</b>	<b>Semana</b>	<b>Semana</b>	<b>Semana</b>
	<b>1 - 6</b>	<b>7 - 14</b>	<b>15 - 21</b>	<b>22 - 25</b>	<b>25 - 33</b>
	<b>gr/semana</b>	<b>gr/semana</b>	<b>g/semana</b>	<b>g/semana</b>	<b>g/semana</b>
<b>CaNO3</b>	588	588	617,4	602,7	602,7
<b>NH4NO3</b>	323,4	588	352,8	235,2	235,2
<b>MgSO4</b>	279,3	279,3	279,3	279,3	279,3
<b>KSO4</b>	402,78	441	264,6	264,6	264,6
<b>KH2PO4</b>	205,8	588	279,3	117,6	117,6
<b>HNO3</b>	147	14,7	14,7	14,7	14,7
	1946,28	2499	1808,1	1514,1	1514,1
<b>kg/semana</b>	<b>1,95</b>	<b>2,50</b>	<b>1,81</b>	<b>1,51</b>	<b>1,51</b>

- En el desarrollo del cultivo se recomienda los siguientes productos:

**Tabla 10. Insumos recomendados para el cultivo de Fresa**

<b>INSUMOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO</b>
--

<b>NOMBRE COMERCIAL</b>	<b>IA</b>	<b>USO</b>	<b>DOSIS</b>
Mertect	Tiabendazol	Amplio espectro	1 a 2,5 cc/litro
Captan	Captan	Amplio espectro	2 g/litro
Iprodione	Iprodione	Pudriciones radiculares	2 g/litro
Fitoraz	Propineb + cimoxanil	Mildiu, antracnosis, alternaria, phytophthora	2 g/litro
Karate	Lambdacyhalothrin	Trips, pulgilla, cogollero	0,05 cc/litro
Nitrato de calcio	15,5% N y 26,5% Ca	Deficiencias de Ca	2 g/litro
Oligomix	Microelementos	Fertilización	1 g/litro

## 7.8 ADMINISTRACIÓN

**Organización General:** Decanato de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

**Aval académico:** Subdecanato de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

**Ente ejecutor:** DIVISO (Dirección de Vinculación con la Sociedad) Facultad de Ciencias Agropecuarias.

**Organización Logística:** Coordinación de Carrera Ingeniería Agronómica.

**Organización Exposición:** Leonardo Jonathan Morocho Ausay.