



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE EN  
LAS PLANTAS DE *Myrtus communis* L. (ARRAYÁN), PARROQUIA LA  
PENÍNSULA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE INGENIERO FORESTAL**

**JAIRO ADRIAN DUCHI YUMI**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2018**

**HOJA DE CERTIFICACIÓN**

El tribunal de tesis certifica que el trabajo de investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE EN LAS PLANTAS DE *Myrtus communis* L. (ARRAYÁN), PARROQUIA LA PENÍNSULA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.** De la responsabilidad del señor Jairo Adrian Duchi Yumi ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

**TRIBUNAL****FECHA DE PRESENTACIÓN***21-04-2018*

Ing. Sonia Carmita Rosero Haro

**DIRECTORA***24/04/2018*

Ing. José Franklin Arcos Torres

**ASESOR**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Jairo Adrian Duchi Yumi, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados. Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación

Riobamba, 11 de Abril de 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jairo Duchi', written over a horizontal dotted line.

Jairo Adrian Duchi Yumi

060377222-9

## **AUTORÍA**

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual del autor y del Consejo Provincial de Tungurahua conjuntamente con la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme regalado la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre María por ser el pilar más importante durante estos años, por creer en mí capacidad y demostrarme día a día su apoyo incondicional. A mi difunto padre Alfonso que desde el cielo me brinda luz y fuerzas para seguir adelante, su mayor deseo era tener un hijo profesional.

A mi hermano Paul, porque te quiero infinitamente hermanito, gracias por apoyarme en los momentos buenos y malos de mi vida.

A mi familia en general, sobre todo a Marcelo, por sus consejos y apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida.

A mis amigos, compañeros por su amistad incondicional.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos a los largo de mi vida.

A mis padres por regalarme la vida, por sus consejos y cuidados diarios a lo largo de estos años.

A la Ing. Sonia Rosero y al Ing. Franklin Arcos, por su apoyo y tiempo brindado, al igual que su ímpetu para formarme como profesional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal por todo su aporte brindado durante mi formación académica.

Al Consejo Provincial de Tungurahua por permitirme realizar la investigación de mi trabajo de titulación en el Vivero Forestal de Catiglata dirigido por el Ing. Luis Lasluisa.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de esta investigación.

**CONTENIDO DE TABLA**

	<b>PÁG.</b>
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE GRÁFICOS	xii
LISTA DE ANEXOS	xiii

**CAPÍTULO**

I.	TÍTULO	1
II.	INTRODUCCIÓN	1
III.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	32
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
VI.	CONCLUSIONES	64
VII.	RECOMENDACIONES	65
VIII.	RESUMEN	66
IX.	ABSTRACT	67
X.	BIBLIOGRAFÍA	68
XI.	ANEXOS	72

**LISTA DE TABLAS**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
1	Tiempo de absorción de nutrientes en los tejidos.	11
2	Movilidad comparativa de diferentes nutrimentos en la planta.	14
3	Movilidad de los nutrientes en la planta.	21
4	Minerales quelados orgánicamente % peso/volumen.	24
5	Dosis de FertiEstim Plus.	24



**LISTA DE FIGURAS**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
1	Capas de la hoja.	16
2	Aniones y cationes de la hoja.	18
3	Movimiento apoplástico.	19
4	Movimiento simplástico.	20
5	Movimiento de los nutrientes aplicados dentro y hacia afuera de la hoja.	22

## LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Tratamientos en estudio.	34
2	Esquema del análisis de varianza.	35
3	Análisis de varianza para la altura de las plantas a los 30 días de iniciado la fertilización foliar con FertiEstim Plus.	39
4	Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 30 días de iniciada la fertilización foliar.	40
5	Análisis de varianza para la altura de las plantas a los 60 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.	41
6	Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 60 días de iniciada la fertilización foliar.	42
7	Análisis de varianza para la altura de las plantas a los 90 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.	44
8	Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 90 días de iniciada la fertilización foliar.	45
9	Análisis de varianza para la altura de las plantas a los 120 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.	46
10	Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 120 días de iniciada la fertilización foliar.	47
11	Análisis de varianza para el diámetro de tallos a los 30 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.	49
12	Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro de tallos de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en el testigo vs el resto a los 30 días de iniciada la fertilización foliar.	50
13	Análisis de varianza para el diámetro de tallos a los 60 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.	51

14	Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro de tallos de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 60 días de iniciada la fertilización foliar.	52
15	Análisis de varianza para el diámetro de tallos a los 90 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.	54
16	Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro de tallos de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 90 días de iniciada la fertilización foliar.	55
17	Análisis de varianza para el diámetro de tallos a los 120 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.	56
18	Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro de tallos de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 120 días de iniciada la fertilización foliar.	57
19	Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas a los 30 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.	59
20	Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas a los 60 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.	60
21	Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas a los 90 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.	61
22	Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas a los 120 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.	62

**LISTA DE GRÁFICOS**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
1	Comparación de medias para la altura de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 30 días de iniciada la fertilización foliar.	40
2	Comparación de medias para la altura de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 60 días de iniciada la fertilización foliar.	43
3	Comparación de medias para la altura de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 90 días de iniciada la fertilización foliar.	45
4	Comparación de medias para la altura de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 120 días de iniciada la fertilización foliar.	47
5	Comparación de medias para el diámetro de tallos de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en el testigo vs resto a los 30 días de iniciada la fertilización foliar.	50
6	Comparación de medias para el diámetro de tallos de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 60 días de iniciada la fertilización foliar.	53
7	Comparación de medias para el diámetro de tallos de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 90 días de iniciada la fertilización foliar.	55
8	Comparación de medias para el diámetro de tallos de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 120 días de iniciada la fertilización foliar.	57

## LISTA DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Ubicación de vivero que posee el Consejo Provincial del Cantón Ambato a 5 km al Noroeste de Ambato, ubicado en el sector de Catiglata, parroquia La Península, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.	71
2	Croquis de la distribución del diseño experimental.	72
3	Altura (cm) de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) 30 días de iniciada la fertilización foliar.	73
4	Altura (cm) de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) 60 días de iniciada la fertilización foliar.	73
5	Altura (cm) de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) 90 días de iniciada la fertilización foliar.	74
6	Altura (cm) de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) 120 días de iniciada la fertilización foliar.	74
7	Diámetro de tallos (mm) de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) 30 días de iniciada la fertilización foliar.	75
8	Diámetro de tallos (mm) de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) 60 días de iniciada la fertilización foliar.	75
9	Diámetro de tallos (mm) de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) 90 días de iniciada la fertilización foliar.	76
10	Diámetro de tallos (mm) de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) 120 días de iniciada la fertilización foliar.	76
11	Número de hojas de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) 30 días de iniciada la fertilización foliar.	77
12	Número de hojas de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) 60 días de iniciada la fertilización foliar.	77
13	Número de hojas de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) 90 días de iniciada la fertilización foliar.	78
14	Número de hojas de las plantas de <i>Myrtus communis</i> L. (Arrayán) 120 días de iniciada la fertilización foliar.	78

15	Fertilización foliar de plantas de <i>Mytus communis</i> L. (Arrayán) en el vivero.	79
16	Presupuesto de la inversión.	84
17	Análisis químico de sustrato en el laboratorio del departamento de suelos de la FRN-ESPOCH.	85

# **I. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE EN LAS PLANTAS DE *Myrtus communis* L. (ARRAYÁN), PARROQUIA LA PENÍNSULA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**

## **II. INTRODUCCIÓN**

Nuestro país al poseer una excelente ubicación geográfica en la mitad del mundo, le permite disponer de una variedad climática y de ecosistemas para el desarrollo de especies forestales, siendo la mayor parte de territorio del país apto para el uso forestal con un 50% (Viteri & Cordero, 2010) y considerando que este valor puede aumentar mediante técnicas adecuadas de agroforestería.

El Gobierno Nacional del Ecuador durante años viene ejecutando planes de forestación y reforestación a nivel nacional, los gobiernos provinciales fueron los delegados para realizar este trabajo en sus respectivas jurisdicciones lo cual llevo a la construcción de diversos viveros, en el que se incluye el vivero del Consejo Provincial del Cantón Ambato ubicado en el sector de Catiglata, que produce tanto plantas nativas como exóticas, las cuales se utilizan para implementar plantaciones puras y de conservación de suelos.

En el vivero se produce la especie *Myrtus communis* L. (Arrayán), dicha especie utilizada tanto para zonas que han sido degradadas como para la belleza paisajística de parques y jardines dentro del cantón, siendo necesario la producción de mayor cantidad de plantas anuales de esta especie, se busca mediante el uso de fertilizantes foliares disminuir el tiempo de estadía de las plantas en vivero además de ayudar a que estas plantas adquieran características optimas que se verán reflejadas al momento de su incorporación al sitio definitivo.

Por lo cual se trabajará tanto en dosis y frecuencias con un fertilizante foliar, ya que la fertilización foliar también llamada no radical, extra radical es un método por el cual se aportan nutrientes por medio de las hojas permitiendo acelerar el crecimiento de las plantas, dicho método es adecuado cuando el suelo no brinda todos los nutrientes a la

plantas. En la actualidad la fertilización foliar es un método complementario y de respaldo de la fertilización edáfica.

## **A. JUSTIFICACIÓN**

El continuo crecimiento poblacional ha desencadenado un consumo desigual y desmedido de los recursos naturales para poder cubrir sus necesidades, por lo cual en estos últimos años se ha llegado a tener un alto índice de suelos degradados, por cuanto los consejos provinciales tienen la labor de remediar estos con una continua producción de especies forestales para reforestar dichas zonas degradadas por el ser humano.

En estos días podemos encontrar un serie de fertilizantes foliares de origen orgánico en el mercado nacional, pero no existe información sobre la aplicación de dosis y frecuencias óptimas en la especie de *Myrtus communis* L. (Arrayán), por cuanto este trabajo pretende obtener datos en vivero sobre el tratamiento apropiado para la especie tanto en dosis como en frecuencias de aplicación utilizando un fertilizante foliar de origen orgánico lo cual permitirá obtener plantas de mejores características en un menor periodo de tiempo en el vivero, para así poder cubrir todas las demandas de dichas plantas para los programas de forestación y reforestación en los cuales trabaja el Consejo Provincial del Cantón Ambato.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. General**

Evaluar el efecto de la aplicación del fertilizante foliar FertiEstim Plus en el crecimiento de plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán), en el vivero de Catiglata, parroquia La Península, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.



## 2. Específicos

- a. Evaluar dosis y frecuencias de las aplicaciones del fertilizante foliar FertiEstim Plus (7,2%N; 4,8% P; 3,6%K) en el crecimiento de las plantas de arrayán.
- b. Cuantificar el crecimiento de las plantas a los 120 días en las variables altura, diámetro y número de hojas.

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **A. FERTILIZACIÓN FOLIAR**

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo. (Santos & Aguilar, 2000).

La aplicación foliar es un procedimiento utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes y aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta. Tampoco la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema. (Melgar, 2005).

La fertilización foliar es un método confiable para la fertilización de las plantas cuando la nutrición proveniente del suelo es ineficiente. Se ha considerado tradicionalmente que la forma de nutrición para las plantas es a través del suelo, donde se supone que las raíces de la planta absorberán el agua y los nutrientes necesarios. Sin embargo, en los últimos años, se ha desarrollado la fertilización foliar para proporcionar a las plantas sus reales necesidades nutricionales (Fertilizando, 2011) citado por (Pazmiño, 2012).

La fertilización foliar es una aproximación "by-pass" que complementa a las aplicaciones convencionales de fertilizantes edáficas, cuando éstas no se desarrollan suficientemente bien. Mediante la aplicación foliar se superan las limitaciones de la fertilización del suelo tales como la lixiviación, la precipitación de fertilizantes insolubles, el antagonismo entre determinados nutrientes, los suelos heterogéneos que son inadecuados para dosificaciones

bajas, y las reacciones de fijación/absorción como en el caso del fósforo y el potasio. (Ronen, 2010).

La fertilización foliar puede ser utilizada para superar problemas existentes en las raíces cuando éstas sufren una actividad limitada debido a temperaturas bajas/altas ( $<10^{\circ}$ ,  $>40^{\circ}\text{C}$ ), falta de oxígeno en campos inundados, ataque de nematodos que dañan el sistema radicular, y una reducción en la actividad de la raíz durante las etapas reproductivas en las cuales la mayor parte de los fotoasimilados es transferida para reproducción, dejando pocos para la respiración de la raíz. (Trobisch & Schilling, 1970) citado por (Ronen, 2010).

La hoja es el órgano de la planta más importante para el aprovechamiento de los nutrimentos aplicados por aspersion (Tisdale et al., 1985); sin embargo, parece ser, que un nutrimento también puede penetrar a través del tallo, si éste no presenta una suberización o lignificación muy fuerte; tal es el caso de las ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo. (Santos & Aguilar, 2000).

Es factible alimentar a las plantas vía foliar particularmente para corregir deficiencias de elementos menores y en el caso de elementos mayores, N-P-K, es necesario recalcar que el abonamientos foliar solamente puede ser complementario y en ningún caso puede sustituir la fertilización al suelo; debido a que las dosis de aplicación por vía foliar son muy pequeños en relación a las exigencias del cultivo. (Narváez, 2007).

## **1. Aplicación foliar**

La aplicación foliar es el método más eficiente de suministro de micronutrientes (pero también de N o NPK en una situación crítica para el cultivo) que son necesarios solamente en pequeñas cantidades y pueden llegar a ser indisponibles si son aplicados en el suelo. Para minimizar el riesgo de quemado de las hojas, la concentración recomendada tiene que ser respetada y propagada preferiblemente en días nublados y en las primeras horas de la mañana o en las últimas del atardecer (para evitar que las gotitas se sequen inmediatamente). (FAO & IFA, 2002).

Los vegetales toman sus nutrientes directamente del suelo, pero también lo pueden hacer por las hojas y demás órganos. A pesar de que sus requerimientos son diferenciados de acuerdo con la denominación de macro, meso y microelementos, no hay que confundir la cantidad necesaria, con la importancia de la función de todos los nutrientes, por tanto si bien la cantidad define el concepto, no implica que aquellos denominados micro, son menos necesarios o útiles; todo lo contrario, la deficiencia de un determinado nutriente macro, meso o micro, puede afectar seriamente el funcionamiento fisiológico de cualquier especie. (Idrovo, 2008).

## **2. Macronutrientes**

### **a. Nitrógeno (N)**

El nitrógeno es importante para el crecimiento y desarrollo de las plantas, representa entre 1 al 5 % de la materia seca, siendo su distribución relativamente uniforme en la planta, presentándose en general una disminución gradual en función de la edad. Existe una relación directa entre las disponibilidades nitrogenadas y el crecimiento o el rendimiento. (Padilla, 1999).

Es requerido para mantener el crecimiento en la planta y sus órganos, entendiéndose por crecimiento el incremento en tamaño, lo que implica una variable cuantitativa, producto de dos procesos definidos como división celular y luego o paralela a ella, la elongación celular, que en conjunto hacen el crecimiento. (Idrovo, 2008).

El nitrógeno activa la absorción y funciones de fósforo y potasio necesarios para la formación de flores, se destaca la formación de proteínas y su influencia en la floración, el exceso de nitrógeno afecta al zinc, cobre y boro. (Idrovo, 2008).

### **b. Fósforo (P)**

Es la base de la respiración y por tanto de producción de energía. Estimula principalmente el desarrollo del sistema radicular; normalmente se aplica en forma de superfosfato, entre

sus muchas funciones, participa en la generación de la energía (ATP) que requiere la planta para su crecimiento y desarrollo. (Trujillo, 2002).

Los elementos anotados NPK, son los más importantes y deben tenerse en cuenta, en todos los programas de fertilización; además, de las consideraciones presentadas en cada uno de los elementos, son múltiples las acciones de tipo fisiológico y bioquímico en que participan, junto con los otros elementos llamados menores, entre otros como el Boro (B) o el calcio (Ca). (Trujillo, 2002).

### **c. Potasio (K)**

Estimula el endurecimiento de las plántulas por tanto, aumenta su vigor y resistencia a las heladas; también en un buen número de actividades fisiológicas en la planta. Se puede adicionar en forma de cloruro de potasio, sulfatos solubles de potasio o haciendo parte de fertilizantes compuestos. (Trujillo, 2002).

El potasio se considera estimulador de la formación de azúcares, es un elemento activador de varios procesos, por lo que su función es esencial para los vegetales formen compuestos, que son mediatizados por la actividad del potasio. (Idrovo, 2008).

### **3. Micronutrientes**

Los micronutrientes requieren una atención y cuidado especial porque hay un margen estrecho entre el exceso y la deficiencia en las necesidades de microelementos de las plantas. (FAO & IFA, 2002).

Los micronutrientes son necesarios sólo en pequeñas cantidades. Si se aplica demasiado de un microelemento dado (por ejemplo boro), puede tener un efecto dañino en el cultivo y / o en el cultivo subsiguiente. Los fertilizantes compuestos especiales pueden ser preparados conteniendo micronutrientes conjuntamente con los grados NPK para suelos y cultivos en los cuales las deficiencias existentes son conocidas. (FAO & IFA, 2002).

#### **4. Deficiencia de nutrientes y micronutrientes**

La carencia de elementos nutricionales origina alteraciones o dificultades de crecimiento, la sintomatología de las diferentes deficiencias nutricionales de las plántulas en vivero es algo complejo, poco estudiado y varía de acuerdo con la especie, se pueden destacar a nivel general las siguientes:

- Deficiencia de nitrógeno: Hojas pequeñas, claras amarillentas, con las nervaduras descoloradas. Su exceso produce un menor desarrollo de los tejidos predisponiendo a las plántulas a los ataques parasitarios
- Deficiencia de fósforo: “Se observan en las hojas manchas azules y grises, amarillento sectorizado y necrosis; además, de una reducción en el desarrollo radicular y enanismo. Su exceso produce carencias nutritivas de hierro y zinc”
- Deficiencia de calcio: Amarillamiento a partir de los bordes
- Deficiencia de potasio: necrosis en los bordes de las hojas
- Deficiencia de magnesio: Nervaduras verdes pero con manchas amarillas
- Deficiencia de hierro: Amarillamiento de toda la hoja sin incluir nervaduras y bordes
- Deficiencia de manganeso: Amarillamiento de hojas terminales y rebrotes. (Trujillo, 2002).

En muchos casos, las deficiencias de los microelementos son causadas a través de un pH del suelo o sea demasiado bajo (ácido), o más aún, demasiado alto (de neutral a alcalino), de este modo un cambio en el pH del suelo puede pasar a los microelementos en una forma disponible para las plantas. (FAO & IFA, 2002).

Una dosis de aplicación más exacta y normalmente también una eficiencia mayor es posible a través del uso de pulverización o de tratamientos de semillas con micronutrientes (formulados como polvos o líquidos). (FAO & IFA, 2002).

#### **5. Propósitos de la fertilización foliar**

La fertilización foliar puede ser útil para varios propósitos tomando en consideración que es una práctica que permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales en los

metabolitos que se están generando en el proceso de fotosíntesis. Algunos de estos propósitos se indican a continuación: corregir las deficiencias nutrimentales que en un momento dado se presentan en el desarrollo de la planta, corregir requerimientos nutrimentales que no se logran cubrir con la fertilización común al suelo, abastecer de nutrimentos a la planta que se retienen o se fijan en el suelo, mejorar la calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta, hacer eficiente el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes, corregir problemas fitopatológicos de los cultivos al aplicar cobre y azufre, y respaldar o reforzar la fertilización edáfica para optimizar el rendimiento de una cosecha. (Santos & Aguilar, 2000).

## **6. Fertilización foliar como suplemento de la aplicación de fertilizantes al suelo**

La absorción de nutrientes por las raíces puede ser un factor limitante para lograr adecuado desarrollo y rendimientos rentables. Esto puede suceder durante períodos críticos de desarrollo de la planta (ontogénesis) o durante ciertas condiciones ambientales como sequía o temperaturas extremas del suelo. (Romheld & El-Fouly, 2002).

Bajo estas condiciones la fertilización foliar es ventajosa como se discute a continuación:

### **a. Eficacia rápida**

La fertilización foliar es mejor que la fertilización al suelo cuando se presentan condiciones de severas deficiencias nutricionales con la presencia de agudos síntomas de deficiencia en los tejidos. Esto se debe a que se suplementa el nutriente requerido directamente a la zona de demanda en las hojas y a que la absorción es relativamente rápida. En la Tabla 1 se presenta la velocidad de absorción de varios nutrientes por los tejidos. (Romheld & El-Fouly, 2002).

### **b. Independencia de la actividad radicular**

Durante la etapa de llenado del grano o fruto de los cultivos anuales y perennes de alto rendimiento se produce una alta competencia para obtener asimilados (producto de la fotosíntesis) por parte de diversos sumideros (zonas de necesidad) en la planta. En esta

etapa las raíces no están adecuadamente suplidas con energía en forma de carbohidratos y por esta razón, la adquisición de nutrientes por las raíces (en esta etapa de alto requerimiento) no es suficiente para satisfacer la demanda y la aplicación foliar suplementa esta necesidad. La adquisición de nutrientes por las raíces puede inhibirse también por la presencia de factores externos que reducen la actividad radicular. Estos factores físicos y químicos pueden ser baja temperatura, compactación, falta de oxígeno, sequía, alta salinidad o pH extremos. (Romheld & El-Fouly, 2002).

#### **c. Alta capacidad de fijación de nutrientes por el suelo**

En el caso de suelos con extrema capacidad de fijar o precipitar nutrientes la aplicación foliar puede ser una buen alternativa. En general, la fertilización foliar con micronutrientes en cultivos creciendo en zonas áridas o semiáridas produce una excelente respuesta en crecimiento y rendimiento. (Romheld & El-Fouly, 2002).

#### **d. Posibilidad de aplicación precisa de nutrientes en el tiempo**

Durante etapas específicas del crecimiento de la planta existen requerimientos más altos de nutrientes o de nutrientes específicos. La aplicación a las hojas es una mejor técnica para entregar estos nutrientes en la etapa requerida. Estas etapas de alta demanda se presentan generalmente durante el desarrollo floral y la polinización. Por ejemplo, en mango la inducción foliar es promovida por la aplicación de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) y la iniciación de brotes en manzana por amonio ( $\text{NH}_4$ ). En las condiciones mencionadas, la fertilización foliar como suplemento de aplicación de fertilizantes tiene efectos muy positivos en el crecimiento y rendimiento de los cultivos, sin embargo, no se debe descuidar el adecuado suplemento a las raíces. (Romheld & El-Fouly, 2002).

#### **e. Fertilización foliar y la resistencia a enfermedades y plagas**

En muchos casos la calidad de los productos cosechados está determinada por el contenido de nutrientes. Además, la estabilidad de poscosecha depende del contenido de ciertos nutrientes en particular como el calcio. Por esta razón se requiere de alta disponibilidad de nutrientes durante la formación del fruto. La fertilización foliar es



particularmente eficiente para lograr este propósito. Un buen ejemplo es la aplicación de calcio durante el crecimiento del fruto de manzana y tomate para evitar los problemas de calidad de fruto comunes en estos cultivos. Varios reportes demuestran que la aplicación de nutrientes a las hojas mejora la calidad del fruto. (Romheld & El-Fouly, 2002).

La demanda de alimentos con alto contenido de micronutrientes, en particular en los países en desarrollo, apoya todos los esfuerzos del productor para incrementar el contenido de micronutrientes en los cultivos. (Romheld & El-Fouly, 2002).

**Tabla 1. Tiempo de absorción de nutrientes en los tejidos.**

<b>Nutriente</b>	<b>Tiempo para que se absorba el 50%</b>
Nitrógeno (urea)	1/2 - 2 horas
Fosforo	5 - 10 días
Potasio	10 - 24 horas
Calcio	1 - 2 días
Magnesio	2 - 5 horas
Zinc	1 - 2 días
Manganeso	1 - 2 días

Fuente: (Romheld y El-Fouly, 2002).

Si se piensa en la presión para reducir el uso de pesticidas, es necesario considerar todas las medidas que incrementen la resistencia de la planta a las plagas y enfermedades. Además del conocido efecto del K, micronutrientes como Mn, Cu y Zn pueden incrementar esta resistencia. Esta mejoría en rendimiento está gobernada principalmente por la participación de los micronutrientes en las enzimas responsables del mecanismo de resistencia sistemática. (Romheld & El-Fouly, 2002).

## **7. Desventajas de aplicación foliar**

Entre las desventajas que se mencionan, la fertilización foliar tiene escaso efecto residual en los cultivos anuales, en particular afecto a los micronutrientes no móviles (Boro) que precisan de más de una aplicación. En cambio, aplicaciones frecuentes en cultivos perennes conducen a una acumulación en el suelo, lo que debiera disminuir su necesidad

de aplicación anual. Además, concentraciones excesivas o productos mal formulados pueden resultar en quemaduras de hojas y/ o brotes. (Melgar, 2005).

## **8. Técnicas de aplicación, consideraciones prácticas y aspectos económicos**

Además de los aspectos fisiológicos de la fertilización foliar se deben también considerar los aspectos técnicos de esta práctica. Debido a la baja movilidad de varios nutrientes dentro de la planta y la poca posibilidad de aplicar dosis altas (particularmente macronutrientes) se requieren repetidas aspersiones durante el ciclo de crecimiento de los cultivos. Además, la fertilización foliar tiene solamente una eficacia de corto plazo, particularmente en los cultivos perennes. Por estas razones, la frecuencia de las aplicaciones foliares es decisiva para determinar la eficacia económica de la práctica. Aun cuando las dosis foliares son mucho más bajas que las aplicaciones al suelo, los altos costos en mano de obra de las repetidas aplicaciones foliares pueden hacer prohibitiva la práctica. Por ejemplo, en el caso de aliviar la clorosis causada por deficiencia de Fe usando quelatos, la utilización de quelatos menos estables para la aplicación foliar puede compensar por el costo de repetidas aplicaciones si se compara con el costo de aplicación de quelatos de Fe al suelo. (Romheld & El-Fouly, 2002).

## **9. Factores que influyen en la fertilización foliar**

La penetración de nutrimentos a través de la hoja es afectada por factores externos tales como la concentración del producto, la valencia del elemento, el o los nutrimentos involucrados, el ión acompañante, las condiciones tecnológicas de la aplicación y de factores ambientales tales como temperatura, humedad relativa, precipitación y viento. Así como también, por factores internos como la actividad metabólica. El grosor de la capa cuticular varía enormemente entre especies de plantas y es también afectado por factores ambientales. (Molina, 2002).

Para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar. En relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, del nutrimento por asperjar

se cita su valencia y el ion acompañante, la velocidad de penetración y la translocabilidad del nutrimento dentro de la planta. Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se ha de tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas. (Kovacs, 1986). A continuación se desglosa la importancia de algunos de ellos. (Santos & Aguilar, 2000).

#### **a. pH de la solución**

La característica de la solución por asperjar es de primordial importancia en una práctica de fertilización foliar. El pH de la solución y el ion acompañante del nutrimento por aplicar influyen en la absorción de éste en la hoja. Se observa que soluciones de pH ácido favorecen la absorción de fósforo y esta absorción es mayor con el ion acompañante  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  que con el  $\text{K}^+$  (Reed y Tukey, 1978) citado por (Santos & Aguilar, 2000).

#### **b. Presencia de sustancias activadoras**

Actualmente se están haciendo estudios sobre el uso de sustancias activadoras en la absorción de nutrimentos por aspersión foliar. Los ácidos húmicos actúan como activadores y la urea también desempeña la misma función en la absorción de fósforo. Parece que la urea dilata la cutícula y destruye las ceras sobre la superficie de la hoja, facilitando la penetración del nutrimento (Malavolta, 1986) citado por (Santos & Aguilar, 2000).

#### **c. Nutrimento y el ion acompañante en la aspersión**

La absorción de nutrimentos está relacionada con la capacidad de intercambio catiónico en la hoja, y la valencia del ion influye en este intercambio. Los iones  $\text{K}^+$  y  $\text{NH}_4^+$  requieren sólo de un  $\text{H}^+$  en el intercambio, mientras que el  $\text{Ca}^{2+}$  y el  $\text{Mg}^{2+}$  requieren de dos  $\text{H}^+$ ; por lo tanto, los iones monovalentes penetran con mayor facilidad que los iones con mayor número de valencias. Los iones más pequeños en su diámetro penetran más rápidamente que los iones de mayor tamaño (Fregoni, 1986). En el caso del fósforo, el amonio lo estimula en su absorción más que el  $\text{Na}^+$  o  $\text{K}^+$ . (Santos & Aguilar, 2000).

**Tabla 2. Movilidad comparativa de diferentes nutrientes en la planta.**

Muy móvil	Móvil	Parcialmente móvil	Inmóvil
N	P	Zn	B
P	Cl	Cu	
Na	S	Mn	Ca
Rb		Fe	Sr
		Mo	Ba

Fuente: (Fregoni, 1986) citado por (Santos & Aguilar, 2000).

#### **d. Concentración de la solución**

La concentración de la sal portadora de un nutriente en la solución foliar, varía de acuerdo con la especie de la planta. En general, los cereales soportan mayores concentraciones que algunas otras especies como el frijol, pepino, tomate y otras hojas menos cutinizadas, pero posiblemente sean las más eficientes en absorción foliar. (Santos & Aguilar, 2000).

#### **e. Temperatura**

La temperatura influye en la absorción de nutrientes vía aspersión foliar. Los datos indican que el fósforo en las hojas de frijol se absorbe en mayor cantidad a 21 °C que a 14 o 25 °C (Jyung & Wittwer, 1964) citado por (Santos & Aguilar, 2000).

#### **f. Luz, humedad relativa y hora de aplicación**

La luz es un factor importante en la fotosíntesis y para que una planta pueda incorporar nutrientes en los metabolitos se requiere de un proceso fotosintéticamente activo en la planta. La humedad relativa influye en la velocidad de evaporación del agua que se aplica. Por consiguiente, una alta humedad relativa del medio favorece la penetración de los nutrientes al mantener húmeda la hoja. Este último factor está relacionado con la hora

de aplicación, la cual debe de practicarse o muy temprano o en las tardes, según las condiciones de la región (Swietlik & Faust, 1984) citado por (Santos & Aguilar, 2000).

#### **g. Edad de la planta y hoja**

La aplicación foliar de nutrimentos también está afectada por el estado de desarrollo de la planta. Se indica, aunque existen pocos datos, que las plantas y hojas jóvenes son las que tienen mayor capacidad de absorción de nutrimentos vía aspersion foliar y desde luego deben de tener un déficit de esos nutrimentos en su desarrollo. Entre especies también hay diferencias, y posiblemente esta diferencia esté fundamentalmente influenciada por el grado de cutinización y/o lignificación de las hojas. A mayor cutinización, lignificación y presencia de ceras en la hoja, habrá menor facilidad de absorción del nutrimento (Swietlik & Faust, 1984) citado por (Santos & Aguilar, 2000).

La capacidad de absorción por la hoja disminuye con la edad de la misma, debido a una disminución en la actividad metabólica, a un incremento en la permeabilidad de la membrana y a un aumento en el grosor de la cutícula. (Molina, 2002).

### **B. ABSORCIÓN FOLIAR DE NUTRIMENTOS**

Los fertilizantes aplicados a través de la superficie de las hojas (canopia), deben afrontar diversas barreras estructurales a diferencia de los pesticidas, que están principalmente basados en aceite y que no presentan dificultades para penetrar en este tejido. Los fertilizantes que están basados en sales (cationes/aniones) pueden presentar algunos problemas para penetrar las células interiores del tejido de la planta. La estructura general de la hoja está basada en diversas capas, celulares y no celulares. Las diferentes capas proporcionan protección contra la desecación, la radiación UV y con respecto a diversos tipos de agentes físicos, químicos y microbiológicos. (Ronen, 2010).

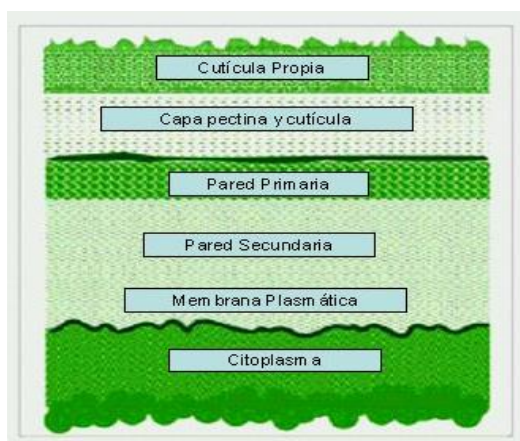
Las diferentes capas están caracterizadas por la carga eléctrica negativa que influye en la forma y en la tasa de penetración de los diferentes iones. Algunas capas son hidrofóbicas y por lo tanto rechazan el rociado que está basado en agua. (Ronen, 2010).

A continuación veremos el proceso por el cual el fertilizante foliar se aplica sobre las hojas.

### 1. Mojado de superficie foliar con la solución fertilizante

La pared exterior de las células de la hoja está cubierta por la cutícula y una capa de cera con una fuerte característica hidrófoba (repelen el agua). De allí el uso de humectantes que reducen la tensión superficial para facilitar la absorción de nutrientes. (Melgar, 2005).

Las diferentes capas están caracterizadas por la carga eléctrica negativa que influye en la forma y en la tasa de penetración de los diferentes iones. Algunas capas son hidrofóbicas y por lo tanto rechazan el rociado que está basado en agua. (Ronen, 2010).



Fuente: (Ronen, 2010).

**Figura 1. Capas de la hoja**

La primera capa exterior es de cera, la cual es extremadamente hidrofóbica. Las células epidérmicas sintetizan la cera y cristalizan en formas intrincadas constituidas por barras, tubos o platos. Esta capa puede cambiar durante el ciclo de crecimiento de la planta. La segunda capa, conocida como "cutícula real", es una capa protectora no celular rodeada de cera hacia el lado superior y también hacia el inferior. Está constituida principalmente de "cutina" (macromolécula polimérica consistente en ácidos grasos de cadena larga que le brindan un carácter semi-hidrofílico). La capa siguiente es la "pectina", cargada negativamente y constituida por polisacáridos que forman un tejido tipo gel basado en

ácidos con azúcar (celulosa y materiales pécticos) y a continuación encontramos el lado exterior de las células comenzando con la pared primaria. La cutícula tiene una densidad de carga negativa debido a la pectina y a la cutina (Franke, 1967; Marschner, 1986) citado por (Ronen, 2010).

## **2. Penetración a través de la pared externa de las células epidermales**

La pared celular epidermal exterior de las hojas está cubierta por una cutícula y una capa epicuticular de cera para proteger las hojas de una pérdida excesiva de agua por transpiración así como pérdidas de nutrientes y otros solutos por lixiviación con la lluvia. (Romheld & El-Fouly, 2002).

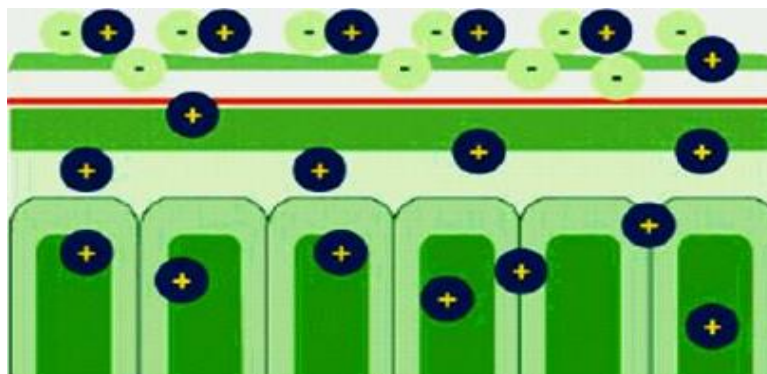
Para que los nutrientes puedan infiltrarse a través de la pared exterior de la célula, uno de los conceptos generalmente aceptado es la infiltración mediante poros a través de la cutícula. (Melgar, 2005).

Cuando nos referimos a la penetración de nutrientes podemos definir dos movimientos:

- Hacia el tejido desde el exterior, que se conoce como absorción
- Desde el punto de penetración hacia otras partes de la planta, conocido como traslado. (Ronen, 2010).

La penetración/absorción puede ser realizada a través de diversos elementos que existen en el tejido. La penetración principal se realiza directamente a través de la cutícula y se realiza en forma pasiva. Los primeros en penetrar son los cationes dado que éstos son atraídos hacia las cargas negativas del tejido, y se mueven pasivamente de acuerdo al gradiente – alta concentración afuera y baja adentro. (Ronen, 2010).

Luego de un cierto período los cationes que se han movido hacia dentro modifican el equilibrio eléctrico en el tejido provocando que éste sea menos negativo y más positivo. Desde este punto, los aniones comienzan a penetrar el tejido de la misma forma como se ha descrito para los cationes. (Ronen, 2010).



Fuente: (Ronen, 2010).

### Figura 2. Aniones y cationes de la hoja

Dado que la penetración es pasiva, la tasa de difusión a través de la membrana es proporcional al gradiente de concentración, por lo tanto se consigue una concentración alta sin chamuscar el tejido; esto podría mejorar la penetración en forma muy significativa. (Ronen, 2010).

La penetración tiene lugar también a través de los estomas, que tienen su apertura controlada para realizar un intercambio de gases y el proceso de transpiración. Se sabe que estas aperturas difieren entre las distintas especies vegetales, en su distribución, ocurrencia, tamaño y forma. En cultivos latifoliados y en árboles, la mayor parte de los estomas están en la superficie inferior de la hoja, mientras que en las especies de gramíneas tienen el mismo número en ambas superficies. (Ronen, 2010).

El tamaño puede variar, por ejemplo, el estoma del sorgo es cuatro veces más grande que el estoma del haba. Se estima que la penetración tiene lugar debido a la alta densidad del poro de la cutícula en las paredes de las células, entre células de guarda y células subsidiarias (Maier-Maercker, 1979). Además, los poros cercanos a las células de guarda del estoma parecen tener diferentes características de permeabilidad (Schonherr & Bukovac, 1978). Existe una opinión opuesta, que dice que la penetración a través del estoma abierto no juega un papel importante dado que la cubierta de la cutícula también cubre la superficie de las células de guarda en las cavidades del estoma y debido a que las tasas de absorción del ion son normalmente más altas a la noche cuando los estomas están relativamente cerrados. (Ronen, 2010).

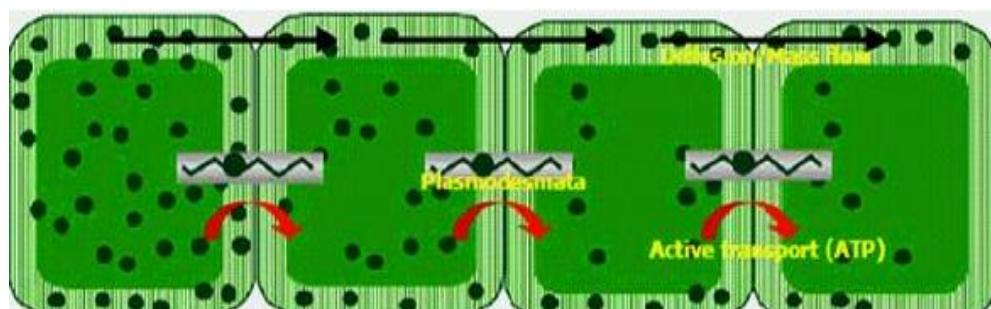


Otro camino por el que los nutrientes pueden penetrar es a través de órganos del tamaño de un cabello conocidos como "tricomas", que son crecimientos epidérmicos de diversos tipos. La importancia de este camino depende de la cantidad de tricomas, posición, su origen y edad de la hoja (Hull et al., 1975; Haynes & Goh, 1977) citado por (Ronen, 2010).

### 3. Entrada de los nutrientes en la pared celular (apoplasto)

El apoplasto de la hoja es un importante espacio ocupado por los nutrientes antes de la absorción a través de una membrana plasmática al simplasto de una célula individual. Los nutrientes entran en el espacio apoplástico después de la penetración de las paredes de las células epidermales exteriores, pero también llegan desde las raíces vía xilema. Las condiciones químicas del apoplasto (como pH) son decisivas para la posterior absorción en el simplasto y podrían ser manipuladas con adecuados aditivos. (Romheld & El-Fouly, 2002).

El movimiento apoplástico describe el movimiento desde una célula hacia la otra. (Ronen, 2010).



Fuente: (Ronen, 2010).

**Figura 3. Movimiento apoplástico**

Esto es realizado por tres mecanismos:

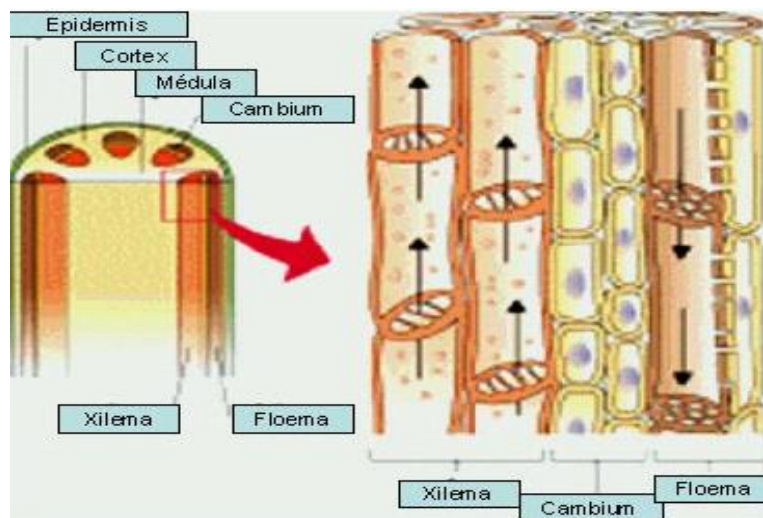
- El transporte pasivo involucra a la difusión de acuerdo al gradiente y al flujo de masa a través del movimiento agua/fluido entre células

- La absorción por la superficie de la membrana citoplasmática por medio de los plasmodesmos, que son canales microscópicos que conectan una pared de la célula con otra permitiendo el transporte y la comunicación entre ellas
- El transporte activo (ATP) contra el gradiente, habilitado debido a la inversión de energía de las moléculas ATP. (Ronen, 2010).

#### 4. Absorción de nutrientes dentro de la célula (simplasto)

Los principios fisiológicos de la absorción de nutrientes minerales desde el apoplasto hacia el interior de las células que constituye el simplasto son similares a los que participan en la absorción por las raíces. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con la absorción radicular, la absorción por las hojas es más dependiente de factores externos como humedad relativa y la temperatura ambiente. La luz la afecta directamente, ya que en su transporte intervienen enzimas y energía disponible en la hoja, que es obviamente afectada por la luz en los procesos de fotosíntesis y respiración. (Melgar, 2005).

El movimiento simplástico, describe la descarga del ion en el sistema vascular. (Ronen, 2010).



Fuente: (Ronen, 2010).

**Figura 4. Movimiento simplástico**

Esta se realiza a través de dos sistemas:

### a. El traslado del floema

Es dependiente de la energía y más adecuado para los cationes divalentes ( $C^{2+}$ ); los aniones están muy limitados dado que la pared de la célula está cargada negativamente (Van Steveninck & Chenoweth, 1972). El transporte del floema es importante para la distribución desde las hojas maduras hacia las regiones de crecimiento en las raíces y tallos. El movimiento del floema sigue en forma regular la relación "fuente – consumo", de lugares donde los carbohidratos son creados (fuente) hacia los lugares donde son consumidos (sumidero). (Ronen, 2010).

### b. El traslado Xilémico

Es de flujo regulado y depende de la diferencia de potencial de agua entre el suelo, la hoja y la atmósfera. (Ronen, 2010).

El traslado difiere entre iones distintos, por lo tanto, los nutrientes se dividen en tres grupos:

- Móviles
- Parcialmente móviles
- Inmóviles (Bukovac & Wittwer, 1957) citado por (Ronen, 2010).

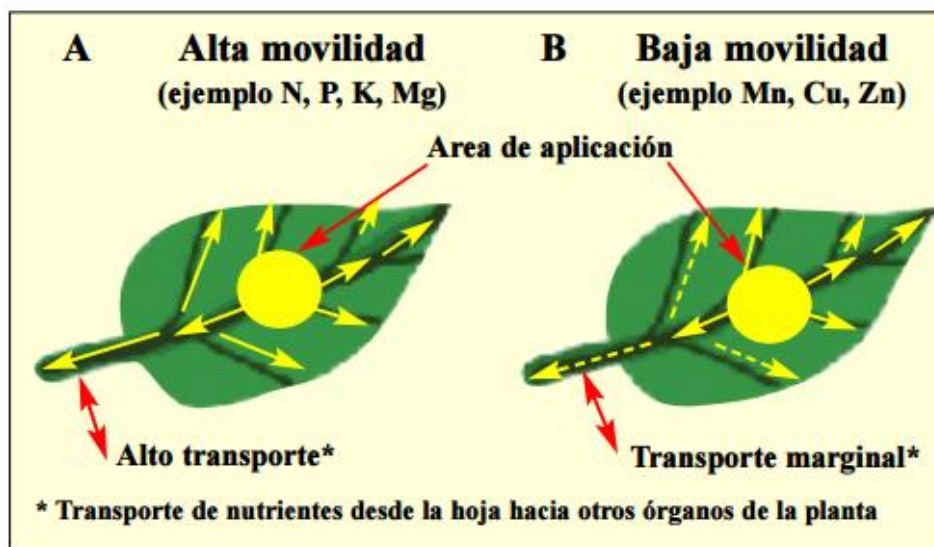
**Tabla 3. Movilidad de los nutrientes en la planta.**

<b>Movilidad</b>	<b>Nutrientes de las plantas</b>				
<b>Móvil</b>	N	P	K	S	Cl
<b>Parcialmente móvil</b>	Zn	Cu	Mn	Fe	Mo
<b>Inmóvil</b>	Ca	Mg			

Fuente: (Bukovac & Wittwer, 1957; Kunnan, 1980) citado por (Ronen, 2010).

## 5. La distribución del nutriente dentro de las hojas y su translocación hacia otros órganos de la planta

La distribución de un nutriente dentro de la hoja y su translocación hacia fuera de la hoja depende de la movilidad del nutriente en el floema y xilema. (Romheld & El-Fouly, 2002).



Fuente: (Romheld & El-Fouly, 2002).

### Figura 5. Movimiento de los nutrientes aplicados dentro y hacia afuera de la hoja

Los nutrientes móviles en el floema, como el K, P, N y magnesio (Mg), se distribuyen dentro de la hoja en forma acropetálica (por el xilema) así como en forma basipetálica (por el floema) y gran parte del nutriente absorbido puede ser transportado fuera de la hoja a otras partes de la planta donde existe alta demanda (sumideros). Por otro lado, los nutrientes con una restringida movilidad en el floema como el Ca, S, Cu, Fe, Mn y Zn se distribuyen en la hoja principalmente en forma acropetálica, sin que exista una considerable translocación del nutriente fuera de la hoja. La movilidad del B dentro de la planta depende mucho del genotipo y esto tiene particular importancia en el manejo de la aplicación foliar de este nutriente. (Romheld & El-Fouly, 2002).

## C. FERTILIZANTE FOLIAR DE ORIGEN NATURAL FERTIESTIM PLUS

FertiEstim Plus es una formulación única, un fertilizante foliar fabricado en los Estados Unidos exclusivamente para FERTISA por Cytozyme Laboratories Inc. En su Fabricación, se usa un proceso novedoso que combina alta tecnología de fermentación, de extractos de algas marinas con quelatación – complejación de minerales. El resultado es un producto con efectos múltiples como provisión de minerales, estimulante de procesos metabólicos, elícitor-activador de defensas naturales contra enfermedades y previene el estrés ambiental por su capacidad antioxidante. (Fertisa, 2016)

### 1. Presentación

El fertilizante foliar y bioestimulante de origen natural FertiEstim Plus en su estado líquido a nivel comercial se lo encuentra en 4 presentaciones diferentes que son: 500 cm<sup>3</sup>, 1L, 5L, 20L. (Fertisa, 2016).

### 2. Composición química

Contiene materia orgánica compuesta de aminoácidos, (glicina, arginina, prolina, ácido glutámico, valina, etc.), ácidos orgánicos o carboxílicos (a. acético, a. cítrico, a. fórmico, a. láctico, etc.), carbohidratos (galactosa, manitol, fructuosa, etc) vitaminas (B1, B2, C, etc.) y nucleótidos; demás de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*). (Fertisa, 2016).

**Tabla 4. Minerales quelados orgánicamente % peso/volumen.**

<b>Nutrientes</b>	<b>% peso/volumen</b>
Nitrógeno (N)	7,20
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4,80
Potasio (K <sub>2</sub> O)	3,60
Azufre (S)	1,20
Zinc (Zn)	0,72
Hierro (Fe)	0,43
Manganeso (Mn)	0,36
Cobre (Cu)	0,33
Boro (B)	0,024
Cobalto (Co)	0,018
Molibdeno (Mo)	0,001

Fuente: (Fertisa, 2016).

### **3. Dosis y recomendaciones**

La dosis y el número de aplicaciones del producto, así como el momento de aplicaciones pueden variar según las condiciones de cultivo, del suelo y del clima. (Fertisa, 2016).

**Tabla 5. Dosis de FertiEstim Plus.**

<b>Etapa</b>	<b>Dosis cc/L</b>	<b>Observaciones</b>
Plantas en crecimiento y producción	1,5 a 2,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimula el crecimiento y desarrollo de la planta</li> <li>• Promueve la floración</li> </ul>

Fuente: (Fertisa, 2016).

### **4. Instrucciones de uso**

Agite bien el envase antes de abrirlo. Diluir el contenido del envase en agua, a razón de 1 parte del producto por 5 partes de agua, antes de vaciarlo en el recipiente del equipo

aplicador. Llene el recipiente del equipo aplicador con agua hasta la mitad, agregue el producto diluido, agite y luego complete el volumen del agua restante. Para resultados óptimos, aplique en horas tempranas de la mañana o en las últimas horas de la tarde. (Fertisa, 2016).

## **5. Compatibilidad y fitotoxicidad**

Este producto es compatible con la mayoría de agroquímicos de uso común. Sin embargo, dada la gran variabilidad de formulaciones, hacer una mezcla previa a pequeña escala. (Fertisa, 2016).

## **6. Precauciones y advertencia de uso**

Aunque éste producto es natural, es altamente concentrado; por ellos es recomendable manipularlo con equipo de protección personal. (Fertisa, 2016).

# **D. CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ASPERSIÓN**

## **1. Pre-calibración**

Antes de realizar una calibración del equipo de aspersión se debe considerar cinco factores de vital importancia. Si no se cumplen estos factores la calibración no sería segura y estaríamos perdiendo dinero, tiempo y posible contaminación del operador agrícola, además de comprometer significativamente la producción. Los cinco factores son:

- Agua limpia
- Limpieza de los 3 filtros del equipo de aspersión
- Equipo de aspersión sin fugas
- Buena presión del equipo de aspersión
- Boquillas con el correcto caudal. (Calle, 2014).

## 2. Calibración

Para efectos de calibración de un equipo de aspersión, se recomienda utilizar agua (no con agroquímicos). Aun así, utilizando agua debemos prevenir cualquier intoxicación, debido a que los equipos que manejamos siempre están contaminados. (Calle, 2014).

- Identificar el objetivo control
- Determinar el ancho efectivo de cobertura del operador agrícola
- Seleccionar un área en donde el suelo esté seco (cemento, tierra, etc.)
- Asperjar balanceando la lanza sólo con el movimiento de muñeca
- Medir el ancho efectivo de aspersión
- Calcular la distancia que debe recorrer para cubrir 100m ( divide 100 para el ancho efectivo)
- Mida la distancia calculada en el área en donde se realizará la aplicación real
- Llene el equipo de aspersión con 10 litros de agua
- Realice la aplicación (tome el tiempo)
- Extraer con mucho cuidado el agua sobrante y medir (la diferencia será el consumo). (Calle, 2014).

## E. LABORES CULTURALES EN EL VIVERO

### 1. Trasplante

#### a. **Sustrato**

Es un posible usar una parte de arena más dos de tierra, más, corteza desmenuzada, aserrín, cascarilla de arroz u hojarasca descompuesta para mejorar la textura y volumen y en su preparación se le puede añadir fertilizantes. La elección del sustrato a emplear deberá garantizar la producción de plántulas de la mejor calidad y contemplar las limitaciones del ambiente en el que las plántulas se verán expuestas en campo, puesto que dicho sustrato influye directamente en su vigor, crecimiento y desempeño. (Trujillo, 2002).



## **b. Procedimiento de trasplante**

Trasplante a bolsas cuando las plántulas hayan alcanzado 3 a 8 cm. Humedezca previamente el semillero, afloje y extraiga cuidadosamente las plántulas tomándolas con los dedos por las hojas, evitando el contacto con el tallo. Transpórtelas en agua o protegidas del aire y el sol, para que no se seque o doble. Con una herramienta bien afilada y desinfectada, podela parte terminal de la raíz para estimular su desarrollo. Humedezca la bolsa y con una estaca realice un hoyo profundo, ubique la planta con la raíz recta y compacte el sustrato alrededor. (Trujillo, 2002).

## **c. Riego**

De qué sirve el mejor programa nutricional si no somos capaces de regar bien, recordemos que el agua es el vehículo que pone en contacto con los nutrientes aportados con la raíz, si no regamos bien es imposible logara una nutrición correcta, de esa forma es fundamental establecer unas correctas dosis y frecuencias de riego en cada momento. (Alarcón, 2006).

El exceso de agua favorece las enfermedades o formación de costras impermeables. Dosifique en función del clima. (Trujillo, 2002).

Deben especial cuidado en la calidad del agua de riego. Se recomienda evitar el uso del agua potable del sistema domiciliario principalmente por su contenido de cloro. (Trujillo, 2002).

También, se ha observado que el agua extraída de algunos pozos posee mucho contenido de sales y su pH es muy elevado. Esto afecta el desarrollo de las plantas principalmente en la etapa de almácigo y siembra. Para la producción de plantas el pH no debe exceder de 7.5. Debe evitarse el agua pesada o contaminada. (Trujillo, 2002).

## 2. Fertilización

Realice un análisis químico completo del sustrato, para establecer sus necesidades nutricionales y llevarlo a las condiciones óptimas para la especie, mediante la adición de fertilizantes o correctivos específicos orgánicos o químicos. (Trujillo, 2002).

## 3. Plagas y enfermedades

Almacene la semilla adecuadamente, desinfeste el sustrato y limpie las herramientas, impida la acumulación de agua en el suelo o el uso de altos niveles de materia orgánica, elimine las malezas, evite maltratar el material vegetal. Controle el establecimiento de hormigueros en las cercanías del vivero. Revise continuamente el material, para detectar oportunamente la presencia de agentes dañinos. (Trujillo, 2002).

## 4. Rustificación

Disminuya el riego, la fertilización y deje la planta a plena exposición solar un mes antes de salir de vivero. (Trujillo, 2002).

## F. **ARRAYÁN** (*Myrtus communis* L.)

### 1. Nombre común

Mirto, arrayán, murta, murtonera, myrta, mata gallinas. (Acosta, 2014).

### 2. Etimología

Del griego "myrtos" que significa perfume, por ser planta muy aromática. "Myrtus" era el nombre que daban los romanos al mirto. El otro nombre "arrayán", por el que también se le conoce, proviene del árabe ar-Rayhan o Rihan (el "aromático"). (Acosta, 2014).

### **3. Clasificación taxonómica**

Reino: Plantae, División: Magnoliophyta, Clase: Magnoliopsida, Subclase: Rosidae, Orden: Myrtales, Familia: Myrtaceae, Subfamilia: Myrtoideae, Tribu: Myrteae, Género: Myrtus, Especie: communis. (Acosta, 2014).

### **4. Importancia ornamental y otros usos**

Desde un punto de vista ornamental se trata de una especie muy utilizada en jardinería, apreciada por la vistosidad de su follaje y su olor. Es frecuente su uso como seto o topiaria, debido a su buena resistencia a la poda. (López & González, 2004).

La variabilidad de porte que se obtiene, a veces, en un mismo lote de siembra puede ser un inconveniente a la hora de formar setos perfectamente alineados y recortados, por lo que la multiplicación vegetativa es una técnica muy recomendable en los viveros para la obtención de planta uniforme. También se utiliza como verde de complemento (con podas discriminadas en la naturaleza). Otro uso importante para el mirto es su empleo como planta medicinal en países de la zona mediterránea (Tattini et al., 2006). Recientemente, esta especie ha sido identificada como fuente de taninos hidrosolubles y de flavonoides glicosídicos. (Romani et al., 2004) citado por (Acosta, 2014).

### **5. Descripción botánica**

#### **a. Generalidades**

El mirto pertenece a la familia Myrtaceae, siendo el único representante de esta familia en la cuenca mediterránea. Se trata de un arbusto aromático de hoja perenne que puede llegar a medir hasta 3 m, pero normalmente su altura es de 0,5-1,5 m. (Ruiz de la Torre, 2006).

Esta especie de interés ornamental se ha descrito como un arbusto aromático perennifolio mediterráneo de gran interés por su uso ornamental en proyectos de revegetación y paisajismo. (López & González, 2004).

El mirto rebrota vigorosamente de cepa tras el fuego o tala, pero sus semillas no soportan las altas temperaturas de los incendios. (García-Fayos et al., 2001).

#### **b. Hojas**

Las hojas son simples, opuestas y persistentes, con un peciolo de 1-2 mm y limbo de 2-6 x 1-3 cm, ovales, lanceoladas, agudas en la base, lampiñas y lustrosas en el haz, verde-oscuro, con el envés más claro. (Ruiz de la Torre, 2006).

#### **c. Flores**

Las flores son pentámeras, axilares, aisladas y aromáticas, con pétalos de 1-1,5 cm de color blanco. Incluyen numerosos estambres libres con filamentos de alrededor de 1 cm y anteras amarillo claras. (Monge & Martínez, 2012).

Las flores son solitarias, de unos 3 cm de diámetro, con 5 pétalos de color blanco. (Acosta, 2014).

#### **d. Fruto**

El fruto es una pequeña baya globosa, coronada por el cáliz persistente, de un color negroazulado (a veces blanquecino). (Acosta, 2014).

El mirto posee un fruto en baya poco carnosa, del tamaño de un guisante, de color negro azulado en la madurez, de 7-10 mm de larga por 6-8 mm de ancha, anchamente elíptica, con cinco dientes en el extremo y coronado por el cáliz persistente. El fruto alcanza el máximo tamaño al final del verano y madura en el otoño (de octubre a enero), adquiriendo entonces el color azul muy oscuro. La maduración se produce a la vez que otras especies de fruto carnoso como acebuche o lentisco (Herrera, 1984) citado por (Monge & Martínez, 2012).

Hay dimorfismo en el color de los frutos, produciendo algunas plantas frutos de color blanquecino. Los individuos reproductores pueden tener miles de frutos. (González,

2010) obtuvo como cifra media en 72 plantas del valle del Guadalquivir una cifra de  $23.000 \pm 15.000$  frutos por pie. (Monge & Martínez, 2012).

#### **e. Semillas**

Las semillas, de unos 2,5-3,5 mm de tamaño, son reniformes y tienen un color amarillento. (Valdés et al., 1987; Rosúa-Campos et al., 2001; López- González, 2004; Martínez-Sánchez et al., 2008) citado por (Acosta 2014).

#### **f. Tronco**

Sus tallos son rectos y algo pubescentes, de 0,6-1,3 m de longitud y muy ramificados. (Acosta 2014).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR**

#### **1. Localización**

El presente estudio se realizó en el vivero que posee el Consejo Provincial de Tungurahua ubicado a 5 km al Noroeste de Ambato, en el sector de Catiglata, parroquia La Península, cantón Ambato, provincia de Tungurahua. (Ver Anexo 1)

#### **2. Ubicación geográfica<sup>1</sup>**

Coordenadas proyectadas UTM, Zona 17 S, Datum WGS 84

**X:** 765808

**Y:** 9862976

**Altitud:** 2596 msnm

#### **3. Características climáticas<sup>2</sup>**

Temperatura media anual: 14.6 °C

Precipitación media anual: 549.3mm/año

Humedad relativa: 75%

#### **4. Clasificación ecológica**

Según la clasificación de Holdridge (2000), el vivero en el que se realizó la investigación corresponde a la zona de vida Bosque Montano Bajo.

---

<sup>1</sup>Fuente: GPS de la ESPOCH

<sup>2</sup>Fuente: INAMHI Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2015

## **B. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **1. Materiales de campo**

Libreta de campo, cámara fotográfica, lápiz, bomba de fumigar, pala, carretilla, fundas plásticas, sustrato, jeringa de 3cm<sup>3</sup>, regla, calibrador (pie de rey), fertilizante foliar (FertiEstim Plus), fertilizante 25-16-12, mascarilla, regadera, cinta métrica, GPS.

### **2. Materiales de oficina**

Microsoft office, computador, impresora, internet.

### **3. Material genético**

Plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán)

## **C. METODOLOGÍA**

### **1. Factores en estudio**

#### **a. Factor A: Dosis de fertilización**

A1 = 1 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus / 1 litro de agua

A2 = 2 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus / 1 litro de agua

A3 = 3 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus / 1 litro de agua

#### **b. Factor B: Frecuencias de aplicación**

B1 = 7 días

B2 = 14 días

B3 = 21 días

## 2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio fueron 10, resultado de la combinación de los factores de dosis de fertilización (A) y frecuencia de aplicación (B) con tres repeticiones cada tratamiento y un testigo técnico, el cual fue las plantas con la fertilización común que se realiza en el vivero.

### a. Tratamientos

**Cuadro 1. Tratamientos en estudio.**

T	Códigos	Descripción
T1	A1B1	1 cm <sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 7 días
T2	A1B2	1 cm <sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 14 días
T3	A1B3	1 cm <sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 21 días
T4	A2B1	2 cm <sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 7 días
T5	A2B2	2 cm <sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 14 días
T6	A2B3	2 cm <sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 21 días
T7	A3B1	3 cm <sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 7 días
T8	A3B2	3 cm <sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 14 días
T9	A3B3	3 cm <sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 21 días
Testigo	Testigo	1,87 g de fertilizante 25-16-12 / 1L de agua cada 30 días

## 3. Especificaciones del campo experimental

Número de tratamientos = 9 + 1

Número de repeticiones = 3

Número de unidades experimentales = 30



Número de plantas por tratamiento = 30

Distancia entre plantas = 10 cm

Número total de plantas = 900

Número de plantas a evaluar = 12/tratamiento

Número total de plantas a evaluar = 360

Área total de la investigación = 9 x 4 m

#### 4. Tipo de diseño experimental

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo bifactorial más un testigo técnico con tres repeticiones.

##### a. Esquema del análisis estadístico

**Cuadro 2. Esquema del análisis de varianza.**

FUENTE DE VARIACIÓN (F.V)	FÓRMULA	GRADOS LIBERTAD (G.L)
TOTAL	$n-1$	29
REPETICIONES	$r-1$	2
TRATAMIENTOS	$t-1$	9
FACTOR DOSIS	$a-1$	2
FACTOR FRECUENCIAS	$b-1$	2
DOSIS POR FRECUENCIAS	$(a-1)(b-1)$	4
TESTIGO Vs RESTO	$2-1$	1
ERROR	$(t-1)(r-1)$	18
C.V		

**b. Análisis funcional**

- 1) Se determinó el coeficiente de variación.
- 2) Se realizó la separación de medias utilizando la prueba de Tukey.

**D. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y DATOS A REGISTRARSE**

Para cumplir con los objetivos planteados se procedió a realizar las siguientes actividades y registro de datos para lo cual en cada tratamiento se evaluaron 12 plantas ya que se consideró el efecto borde en la cual no se tomó datos de las plantas de los extremos, solo las del interior tanto en su altura, diámetro del tallo y número de hojas.

Al momento de la selección de las plantas se procedió a fertilizarlas cada 7, 14 y 21 días.

**1. Altura de la planta**

Se midió la altura de las plantas desde la base de la planta hasta el ápice de la misma con una regla en cm: a los 30, 60, 90 y 120 días después del inicio de las fertilizaciones.

**2. Diámetro del tallo**

Se midió el diámetro de las plantas con la ayuda de un calibrador (pie de rey) cada 30, 60, 90 y 120 días después del inicio de las fertilizaciones.

**3. Número de hojas por planta**

Se contabilizó el número de hojas de las plantas cada 30, 60, 90 y 120 días después de las fertilizaciones foliares.

## **E. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1. Instalación de la unidad de investigación**

Las plantas fueron seleccionadas tomando en cuenta su homogeneidad en altura, diámetro y número de hojas.

El trasplante de las plantas se realizó de las fundas de polietileno de 10x15 cm a fundas de 13x16 cm, lo cual facilitó el crecimiento radicular de las plantas así como la asimilación de nutrientes.

Se realizó el sorteo de los tratamientos a aplicar con sus repeticiones, posteriormente las plantas fueron colocadas en un número de 30 por tratamiento, a su vez cada uno de estos tratamientos fueron rotulados utilizando una tabla triplex con las nominaciones de cada una de ellas (Cuadro 1).

### **2. Aplicación del fertilizante**

Una vez ya ordenados y establecidos los tratamientos se procedió a mezclar el fertilizante foliar con agua en las dosis establecidas previamente con la ayuda de una jeringa de 3cm<sup>3</sup>, colocando un cartón alrededor del grupo de planta a fertilizar para evitar la interacción de este con los grupos de su alrededor, teniendo siempre en cuenta la dosis y frecuencia de aplicación de cada tratamiento (Cuadro 1).

### **3. Riego**

Se realizó el riego con manguera tres veces por semana los días lunes miércoles y viernes, este riego fue a capacidad de campo en las primeras horas de la mañana.

### **4. Deshierbe**

La deshierba se efectuó de forma manual al sustrato de las fundas además del total del área de la investigación cada 15 días, tratando de no causar daños a las plantas y así evitar

que gane espacio las malezas tanto al interior de las fundas como del área de la investigación.

## **5. Control fitosanitario**

Durante todo el tiempo de la investigación no se presentó plagas ni enfermedades que atacaran a las plantas.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. ALTURA DE PLANTAS

#### 1. Altura de las plantas *Myrtus communis* L. (Arrayán) a los 30 días

En el análisis de varianza para la variable altura de las plantas de arrayán a los 30 días de instalada la investigación (Cuadro 3), los resultados presentaron diferencias significativas para la interacción dosis por frecuencias. El coeficiente de variación fue del 5,70%.

**Cuadro 3. Análisis de varianza para la altura de las plantas a los 30 días de iniciado la fertilización foliar con FertiEstim Plus.**

F.V	GL	SC	CM	Fc	Fisher		Significancia
					0,05	0,01	
<b>TOTAL</b>	29	43,99					
<b>REPETICIONES</b>	2	1,37	0,69	0,59	3,55	5,09	Ns
<b>TRATAMIENTOS</b>	9	21,65	2,41	2,06	2,46	6,01	Ns
<b>FACTOR DOSIS</b>	2	4,95	2,47	2,12	3,55	5,09	Ns
<b>FACTOR FRECUENCIAS</b>	2	1,11	0,55	0,48	3,55	5,09	Ns
<b>DOSIS POR FRECUENCIAS</b>	4	15,26	3,81	3,27	2,93	6,01	*
<b>TESTIGO Vs RESTO</b>	1	0,34	0,34	0,29	4,41	4,58	Ns
<b>ERROR</b>	18	20,97	1,16				
<b>C.V</b>			5,70				

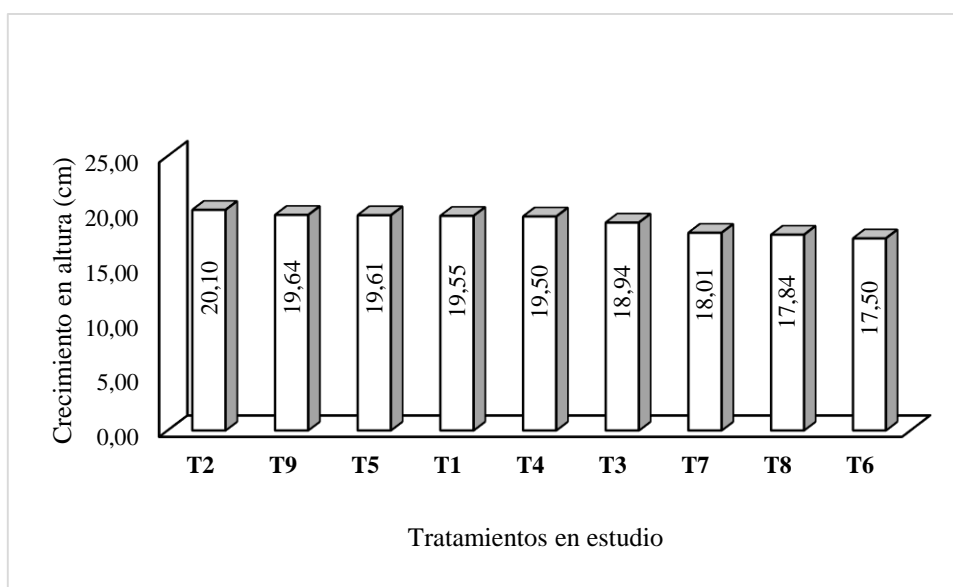
\*: Significativo; Ns: No significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de Arrayán a los 30 días (Cuadro 4), para la interacción dosis por frecuencias, presenta 3 rangos de significancia, la aplicación de 1 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 14 días (T2) alcanzó el rango “A” con una media de 20,10 cm, mientras que la aplicación de 2 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 21 días (T6) se

ubicó en el rango “B” con una media de 17,50 cm.

**Cuadro 4. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 30 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Media (cm)	Rango
T2	20,10	A
T9	19,64	AB
T5	19,61	AB
T1	19,55	AB
T4	19,50	AB
T3	18,94	AB
T7	18,01	AB
T8	17,84	AB
T6	17,50	B



**Gráfico 1. Comparación de medias para la altura de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 30 días de iniciada la fertilización foliar.**

Los resultados obtenidos en cuanto a la altura de plantas de Arrayán a los 30 días, en la interacción de dosis por frecuencias permiten apreciar (Gráfico 1) que la aplicación de  $1\text{cm}^3$  de FertiEstim Plus /1L de agua cada 14 días (T2) alcanzó la mayor altura, siendo superior a los restantes tratamientos, existiendo una diferencia del 12,94% con la aportación de  $2\text{cm}^3$  de FertiEstim Plus /1L de agua cada 21 días (T6).

## **2. Altura de las plantas *Myrtus communis* L. (Arrayán) a los 60 días**

De acuerdo al análisis de varianza para la variable altura de las plantas de arrayán a los 60 días de instalada la investigación (Cuadro 5), los resultados presentaron diferencias significativas para la interacción dosis por frecuencias. El coeficiente de variación fue del 5,77%.

**Cuadro 5. Análisis de varianza para la altura de las plantas a los 60 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.**

F.V	GL	SC	CM	Fc	Fisher		Significancia
					0,05	0,01	
<b>TOTAL</b>	29	80,37					
<b>REPETICIONES</b>	2	0,88	0,44	0,22	3,55	5,09	Ns
<b>TRATAMIENTOS</b>	9	44,06	4,90	2,49	2,46	6,01	*
<b>FACTOR DOSIS</b>	2	8,26	4,13	2,10	3,55	5,09	Ns
<b>FACTOR FRECUENCIAS</b>	2	1,02	0,51	0,26	3,55	5,09	Ns
<b>DOSIS POR FRECUENCIAS</b>	4	34,35	8,59	4,36	2,93	6,01	*
<b>TESTIGO Vs RESTO</b>	1	0,43	0,43	0,22	4,41	4,58	Ns
<b>ERROR</b>	18	35,42	1,97				
<b>C.V</b>			5,77				

\*: Significativo; Ns: No significativo

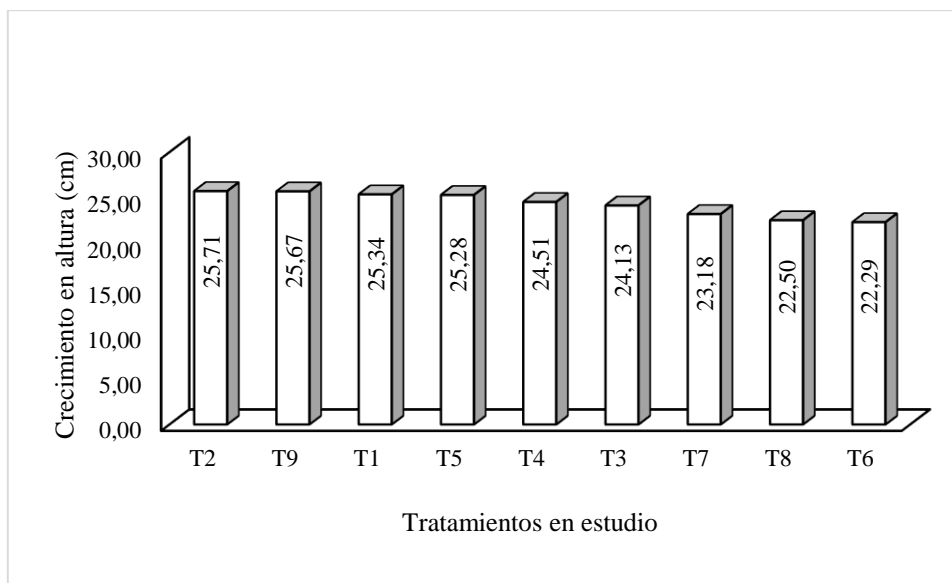
Según Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de Arrayán a los 60 días (Cuadro 6), para la interacción dosis por frecuencias, presenta 3 rangos de significancia,

la aplicación de 1 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 14 días (T2) alcanzó el rango “A” con una media de 25,71 cm, mientras que la aplicación de 2 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 21 días (T6) se ubicó en el rango “B” con una media de 22,29 cm.

**Cuadro 6. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 60 días de iniciada la fertilización foliar.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Media (cm)</b>	<b>Rango</b>
T2	25,71	A
T9	25,67	AB
T1	25,34	AB
T5	25,28	AB
T4	24,51	AB
T3	24,13	AB
T7	23,18	AB
T8	22,50	AB
T6	22,29	B





**Gráfico 2. Comparación de medias para la altura de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 60 días de iniciada la fertilización foliar.**

Como se observa en el gráfico 2, la aplicación del fertilizante foliar FertiEstim Plus indica que la dosis de  $1\text{cm}^3/1\text{L}$  de agua cada 14 días (T2) supera en un 13,30% a la aplicación de  $2\text{cm}^3/1\text{L}$  de agua cada 21 días (T6) respectivamente.

### **3. Altura de las plantas *Myrtus communis* L. (Arrayán) a los 90 días**

Según el análisis de varianza para la variable altura de las plantas de arrayán a los 90 días de instalada la investigación (Cuadro 7), los resultados presentaron diferencias significativas para la interacción dosis por frecuencias. El coeficiente de variación fue del 4,78%.

**Cuadro 7. Análisis de varianza para la altura de las plantas a los 90 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.**

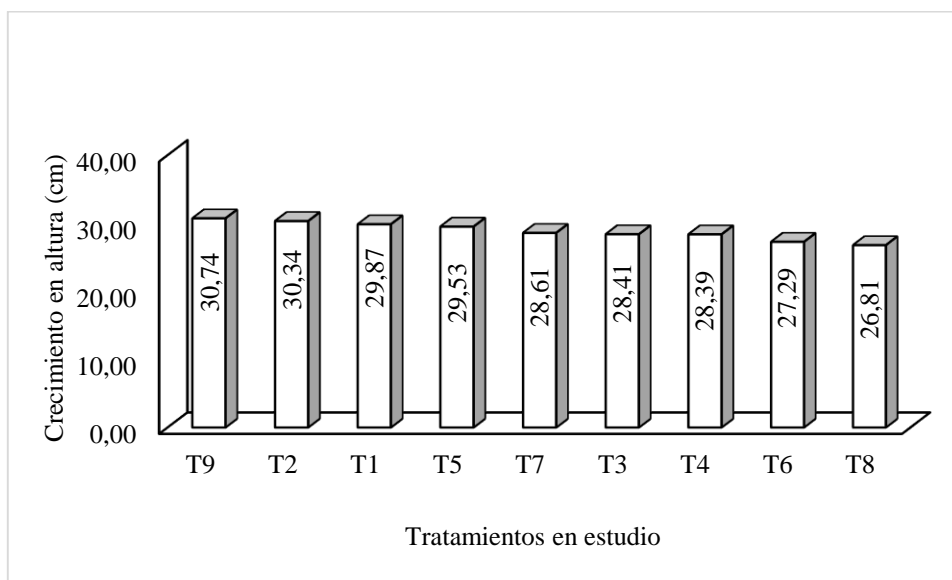
F.V	GL	SC	CM	Fc	Fisher		Significancia
					0,05	0,01	
<b>TOTAL</b>	29	79,37					
<b>REPETICIONES</b>	2	1,41	0,71	0,37	3,55	5,09	Ns
<b>TRATAMIENTOS</b>	9	43,58	4,84	2,54	2,46	6,01	*
<b>FACTOR DOSIS</b>	2	6,20	3,10	1,62	3,55	5,09	Ns
<b>FACTOR FRECUENCIAS</b>	2	0,09	0,05	0,02	3,55	5,09	Ns
<b>DOSIS POR FRECUENCIAS</b>	4	36,70	9,17	4,80	2,93	6,01	*
<b>TESTIGO Vs RESTO</b>	1	0,60	0,60	0,31	4,41	4,58	Ns
<b>ERROR</b>	18	34,37	1,91				
<b>C.V</b>			4,78				

\*: Significativo; Ns: No significativo

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de Arrayán a los 90 días (Cuadro 8), para la interacción dosis por frecuencias, presenta 3 rangos de significancia, la aplicación de 3 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 21 días (T9) alcanzó el rango “A” con una media de 30,74 cm, mientras que la aplicación de 3 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 14 días (T8) se ubicó en el rango “B” con una media de 26,81 cm.

**Cuadro 8. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 90 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Media (cm)	Rango
T9	30,74	A
T2	30,34	AB
T1	29,87	AB
T5	29,53	AB
T7	28,61	AB
T3	28,41	AB
T4	28,39	AB
T6	27,29	AB
T8	26,81	B



**Gráfico 3. Comparación de medias para la altura de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 90 días de iniciada la fertilización foliar.**

En el gráfico 3 se determina que la aplicación del fertilizante foliar FertiEstim Plus, proyecta como mejor tratamiento la aportación de 3cm<sup>3</sup>/1L de agua cada 21 días (T9), ya

que supera a la aplicación de 3cm<sup>3</sup>/1L de agua cada 14 días (T8) en un 12,78%, produciendo un crecimiento en las plantas de Arrayán.

#### 4. Altura de las plantas *Myrtus communis* L. (Arrayán) a los 120 días

En el análisis de varianza para la variable altura de las plantas de arrayán a los 120 días de instalada la investigación (Cuadro 9), los resultados presentaron diferencias significativas para la interacción dosis por frecuencias. El coeficiente de variación fue del 5,47%.

**Cuadro 9. Análisis de varianza para la altura de las plantas a los 120 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.**

F.V	GL	SC	CM	Fc	Fisher		Significancia
					0,05	0,01	
<b>TOTAL</b>	29	133,04					
<b>REPETICIONES</b>	2	16,27	8,13	2,39	3,55	5,09	Ns
<b>TRATAMIENTOS</b>	9	55,51	6,17	1,81	2,46	6,01	Ns
<b>FACTOR DOSIS</b>	2	0,55	0,27	0,08	3,55	5,09	Ns
<b>FACTOR FRECUENCIAS</b>	2	4,50	2,25	0,66	3,55	5,09	Ns
<b>DOSIS POR FRECUENCIAS</b>	4	48,66	12,16	3,57	2,93	6,01	*
<b>TESTIGO Vs RESTO</b>	1	1,80	1,80	0,53	4,41	4,58	Ns
<b>ERROR</b>	18	61,27	3,40				
<b>C.V</b>			5,47				

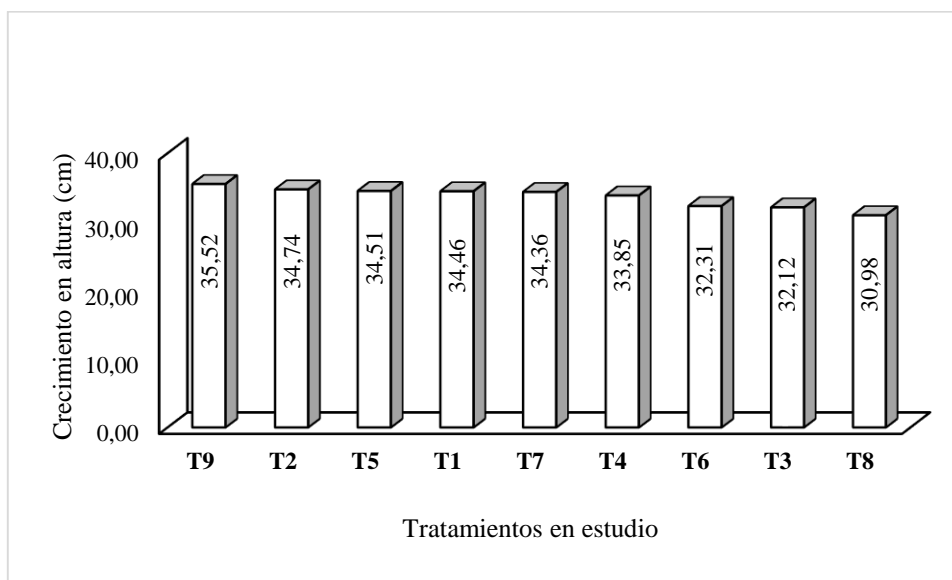
\*: Significativo; Ns: No significativo

La prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de Arrayán a los 120 días (Cuadro 10), para la interacción dosis por frecuencias, presenta 3 rangos de significancia, la aplicación de 3 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 21 días (T9) alcanzó el rango “A” con una media de 35,52 cm, mientras que la aplicación de

3 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 14 días (T8) se ubicó en el rango “B” con una media de 30,98 cm.

**Cuadro 10. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 120 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Media (cm)	Rango
T9	35,52	A
T2	34,74	AB
T5	34,51	AB
T1	34,46	AB
T7	34,36	AB
T4	33,85	AB
T6	32,31	AB
T3	32,12	AB
T8	30,98	B



**Gráfico 4. Comparación de medias para la altura de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 120 días de iniciada la fertilización foliar.**

Los resultados obtenidos en cuanto a la altura de plantas de Arrayán a los 120 días, en la interacción de dosis por frecuencias permiten apreciar (Gráfico 4) que la aplicación de  $3\text{cm}^3$  de FertiEstim Plus /1L de agua cada 21 días (T9) alcanzó la mayor altura, siendo superior a los restantes tratamientos, existiendo una diferencia del 12,78% con la aportación de  $3\text{cm}^3$  de FertiEstim Plus /1L de agua cada 14 días (T8).

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en cuanto al crecimiento del Arrayán en altura a los 120 días de iniciada la fertilización foliar con FertiEstim Plus con un contenido nutricional de 7,2 % N- 4,8 % P- 3,6 % K, se determinó que la aportación de  $3\text{cm}^3/\text{L}$  cada 21 días (T9) obtuvo los mejores resultados con una media de 35,52 cm superando a los restantes tratamientos, lo cual produjo cambios en el crecimiento en altura esto debido a que el fertilizante foliar contiene NPK que fueron asimilados en los periodos de aplicación, ayudando a solucionar algunas deficiencias de las plantas. Si consideramos como parámetro la investigación realizada por Monsalve et al, (2009), quienes estudiaron el efecto de la concentración de nitrógeno 46% sobre el crecimiento en altura de plantas de *Eucalyptus globulus* siendo esta una Myrtaceae al igual que el Arrayán obteniendo una media de 44,5 cm valor superior al obtenido en el presente trabajo de investigación; estipulando que a mayor concentración de nitrógeno mayor es el incremento en la variable estudiada, coincidiendo con lo planteado por Idrovo, (2008), quien señala que el nitrógeno promueve una rápida división y elongación celular, ya que el nitrógeno es requerido para mantener el crecimiento en la planta, entendiéndose por crecimiento el incremento en tamaño.

## B. DIÁMETRO DE TALLOS

### 1. Diámetro de tallo de *Myrtus communis* L. (Arrayán) a los 30 días

En el ADEVA para la variable diámetro de tallos de arrayán a los 30 días de instalada la investigación (Cuadro 11), los resultados presentaron diferencias altamente significativas para el testigo vs resto. El coeficiente de variación fue del 4,32%.

**Cuadro 11. Análisis de varianza para el diámetro de tallos a los 30 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.**

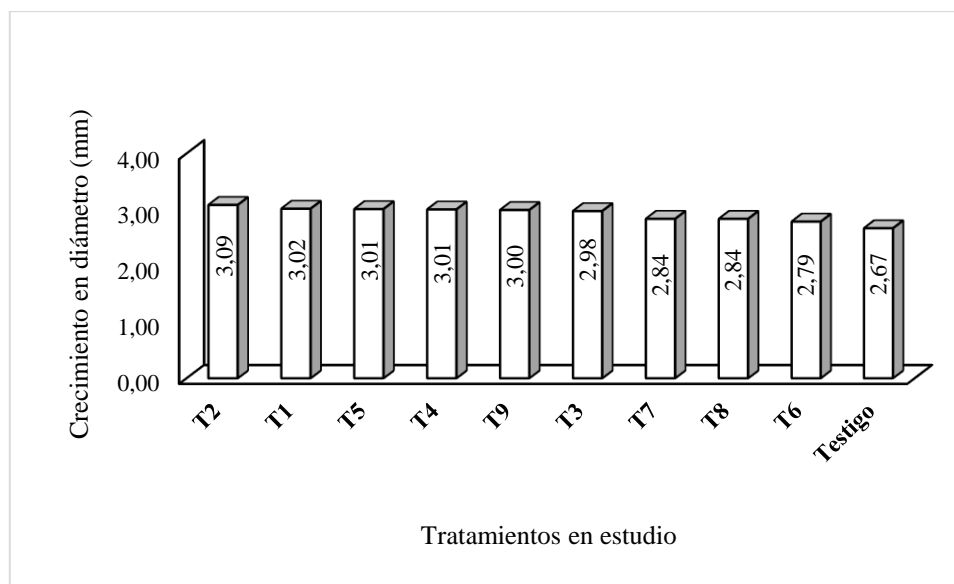
F.V	GL	SC	CM	Fc	Fisher		Significancia
					0,05	0,01	
<b>TOTAL</b>	29	0,83					
<b>REPETICIONES</b>	2	0,09	0,04	2,73	3,55	5,09	Ns
<b>TRATAMIENTOS</b>	9	0,46	0,05	3,21	2,46	6,01	*
<b>FACTOR DOSIS</b>	2	0,06	0,03	1,78	3,55	5,09	Ns
<b>FACTOR FRECUENCIAS</b>	2	0,02	0,01	0,52	3,55	5,09	Ns
<b>DOSIS POR FRECUENCIAS</b>	4	0,18	0,04	2,77	2,93	6,01	Ns
<b>TESTIGO Vs RESTO</b>	1	0,21	0,21	13,20	4,41	4,58	**
<b>ERROR</b>	18	0,29	0,02				
<b>C.V</b>			4,32				

\*\* : Altamente significativo; \* : Significativo; Ns: No significativo

Según la prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro de tallos de plantas de Arrayán a los 30 días (Cuadro 12), para el testigo vs resto, presenta 3 rangos, la aplicación de 1 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 14 días (T2) alcanzó el rango “A” con una media de 3,09 mm, mientras que la aplicación de 1,87gr de fertilizante 25-16-12 / 1L de agua cada 30 días (Testigo) se ubicó en el rango “B” con una media de 2,67 mm.

**Cuadro 12. Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro de tallos de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en el testigo vs el resto a los 30 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Media (mm)	Rango
T2	3,09	A
T1	3,02	AB
T5	3,01	AB
T4	3,01	AB
T9	3,00	AB
T3	2,98	AB
T7	2,84	AB
T8	2,84	AB
T6	2,79	AB
Testigo	2,67	B



**Gráfico 5. Comparación de medias para el diámetro de tallos de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en el testigo vs resto a los 30 días de iniciada la fertilización foliar.**



Se determinó (Gráfico 5) que las plantas al ser sometidas al fertilizante foliar FertiEstim Plus, la aportación de  $1\text{cm}^3/1\text{L}$  de agua cada 14 días (T2) muestra mayor incremento en el diámetro del tallo siendo superior en un 13,59% frente a la aportación de 1,87g de fertilizante 25-16-12 /1L de agua cada 30 días (Testigo).

## 2. Diámetro de tallo de *Myrtus communis* L. (Arrayán) a los 60 días

En el análisis de varianza para la variable diámetro de tallos de arrayán a los 60 días de instalada la investigación (Cuadro 13), los resultados presentaron diferencias significativas para la interacción dosis por frecuencias. El coeficiente de variación fue del 4,58%.

**Cuadro 13. Análisis de varianza para el diámetro de tallos a los 60 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.**

F.V	GL	SC	CM	Fc	Fisher		Significancia
					0,05	0,01	
<b>TOTAL</b>	29	1,20					
<b>REPETICIONES</b>	2	0,03	0,01	0,46	3,55	5,09	Ns
<b>TRATAMIENTOS</b>	9	0,65	0,07	2,49	2,46	6,01	Ns
<b>FACTOR DOSIS</b>	2	0,10	0,05	1,75	3,55	5,09	Ns
<b>FACTOR FRECUENCIAS</b>	2	0,09	0,04	1,48	3,55	5,09	Ns
<b>DOSIS POR FRECUENCIAS</b>	4	0,37	0,09	3,16	2,93	6,01	*
<b>TESTIGO Vs RESTO</b>	1	0,10	0,10	3,30	4,41	4,58	Ns
<b>ERROR</b>	18	0,52	0,03				
<b>C.V</b>			4,58				

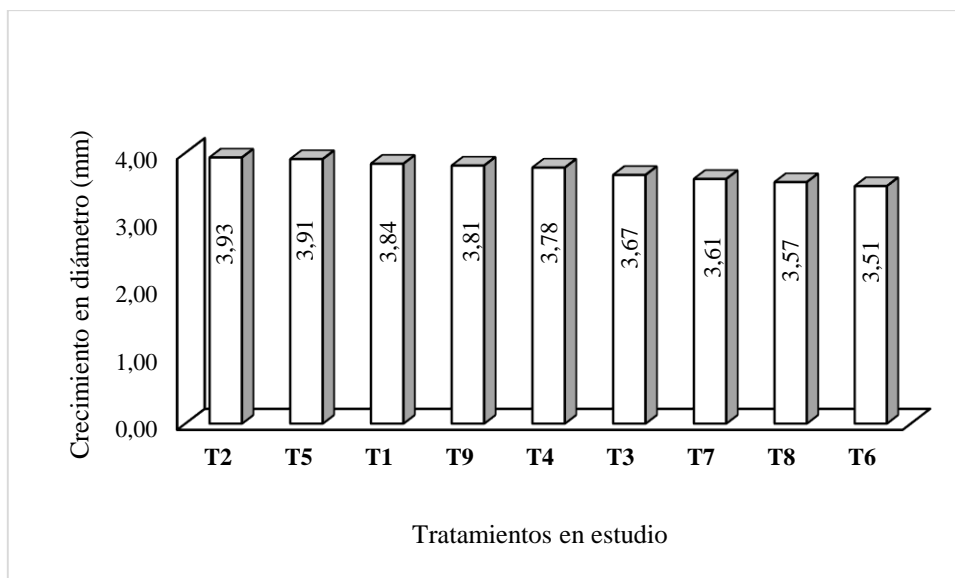
\*: Significativo; Ns: No significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro de tallos de plantas de Arrayán a los 60 días (Cuadro 14), para la interacción dosis por frecuencias, presenta 3 rangos de significancia, la aplicación de  $1\text{ cm}^3$  de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de

agua cada 14 días (T2) alcanzó el rango “A” con una media de 3,93 mm, mientras que la aplicación de 2 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 21 días (T6) se ubicó en el rango “B” con una media de 3,51 mm.

**Cuadro 14. Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro de tallos de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 60 días de iniciada la fertilización foliar.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Media (mm)</b>	<b>Rango</b>
T2	3,93	A
T5	3,91	AB
T1	3,84	AB
T9	3,81	AB
T4	3,78	AB
T3	3,67	AB
T7	3,61	AB
T8	3,57	AB
T6	3,51	B



**Gráfico 6. Comparación de medias para el diámetro de tallos de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 60 días de iniciada la fertilización foliar.**

En el gráfico 6 se determina que durante el periodo de aplicación del fertilizante foliar FertiEstim Plus a los 60 días se observa que la aportación de  $1\text{cm}^3/1\text{L}$  de agua cada 14 días (T2) supera a la dosis de  $2\text{cm}^3/1\text{L}$  de agua cada 21 días (T6) en un 10,69%.

### **3. Diámetro de tallo de *Myrtus communis* L. (Arrayán) a los 90 días**

En el análisis de varianza para la variable diámetro de tallos de arrayán a los 90 días de instalada la investigación (Cuadro 15), los resultados presentaron diferencias significativas para la interacción dosis por frecuencias. El coeficiente de variación fue del 4,05%.

**Cuadro 15. Análisis de varianza para el diámetro de tallos a los 90 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.**

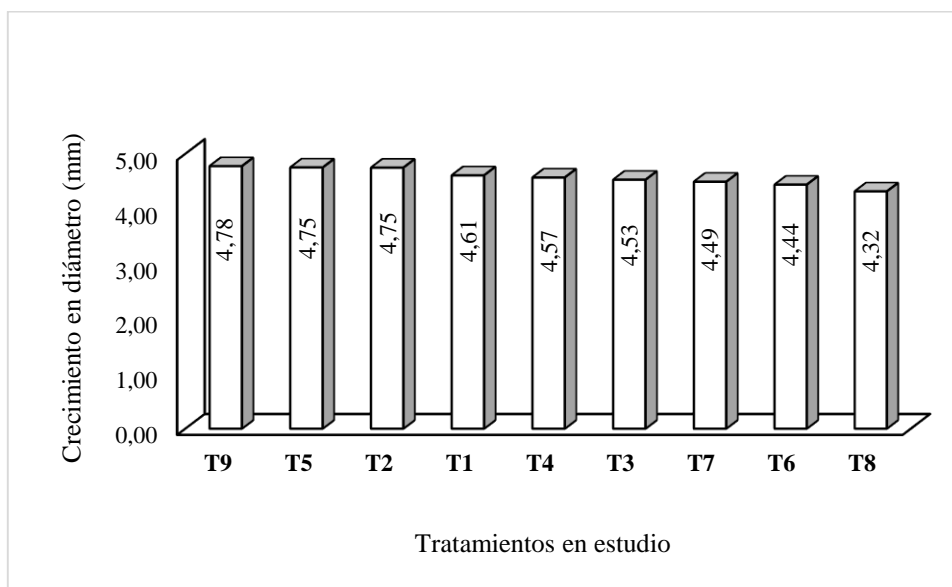
F.V	GL	SC	CM	Fc	Fisher		Significancia
					0,05	0,01	
<b>TOTAL</b>	29	1,34					
<b>REPETICIONES</b>	2	0,04	0,02	0,51	3,55	5,09	Ns
<b>TRATAMIENTOS</b>	9	0,69	0,08	2,25	2,46	6,01	Ns
<b>FACTOR DOSIS</b>	2	0,06	0,03	0,93	3,55	5,09	Ns
<b>FACTOR FRECUENCIAS</b>	2	0,02	0,01	0,23	3,55	5,09	Ns
<b>DOSIS POR FRECUENCIAS</b>	4	0,51	0,13	3,73	2,93	6,01	*
<b>TESTIGO Vs RESTO</b>	1	0,10	0,10	2,95	4,41	4,58	Ns
<b>ERROR</b>	18	0,61	0,03				
<b>C.V</b>			4,05				

\*: Significativo; Ns: No significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro de tallos de plantas de Arrayán a los 90 días (Cuadro 16), para la interacción dosis por frecuencias, presenta 3 rangos de significancia, la aplicación de 3 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 21 días (T9) alcanzó el rango “A” con una media de 4,78 mm, mientras que la aplicación de 3 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 14 días (T8) se ubicó en el rango “B” con una media de 4,32 mm.

**Cuadro 16. Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro de tallos de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 90 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Media (mm)	Rango
T9	4,78	A
T5	4,75	AB
T2	4,75	AB
T1	4,61	AB
T4	4,57	AB
T3	4,53	AB
T7	4,49	AB
T6	4,44	AB
T8	4,32	B



**Gráfico 7. Comparación de medias para el diámetro de tallos de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 90 días de iniciada la fertilización foliar.**

Los resultados del gráfico 7 reflejan que la aplicación del fertilizante foliar FertiEstim Plus la dosis de 3cm<sup>3</sup>/1L de agua cada 21 días (T9) presenta los mejores resultados, siendo superior en un 9,62% a la dosis de 3cm<sup>3</sup>/1L de agua cada 14 días (T8).

#### 4. Diámetro de tallo de *Myrtus communis* L. (Arrayán) a los 120 días

En el análisis de varianza a los 120 días de instalada la investigación (Cuadro 17), los resultados presentaron diferencias altamente significativas para la interacción dosis por frecuencias. El coeficiente de variación fue del 3,31%.

**Cuadro 17. Análisis de varianza para el diámetro de tallos a los 120 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.**

F.V	GL	SC	CM	Fc	Fisher		Significancia
					0,05	0,01	
<b>TOTAL</b>	29	2,08					
<b>REPETICIONES</b>	2	0,57	0,28	9,29	3,55	5,09	**
<b>TRATAMIENTOS</b>	9	0,96	0,11	3,49	2,46	6,01	*
<b>FACTOR DOSIS</b>	2	0,01	0,01	0,19	3,55	5,09	Ns
<b>FACTOR FRECUENCIAS</b>	2	0,00	0,00	0,01	3,55	5,09	Ns
<b>DOSIS POR FRECUENCIAS</b>	4	0,86	0,21	7,02	2,93	6,01	**
<b>TESTIGO Vs RESTO</b>	1	0,09	0,09	2,89	4,41	4,58	Ns
<b>ERROR</b>	18	0,55	0,03				
<b>C.V</b>			3,30				

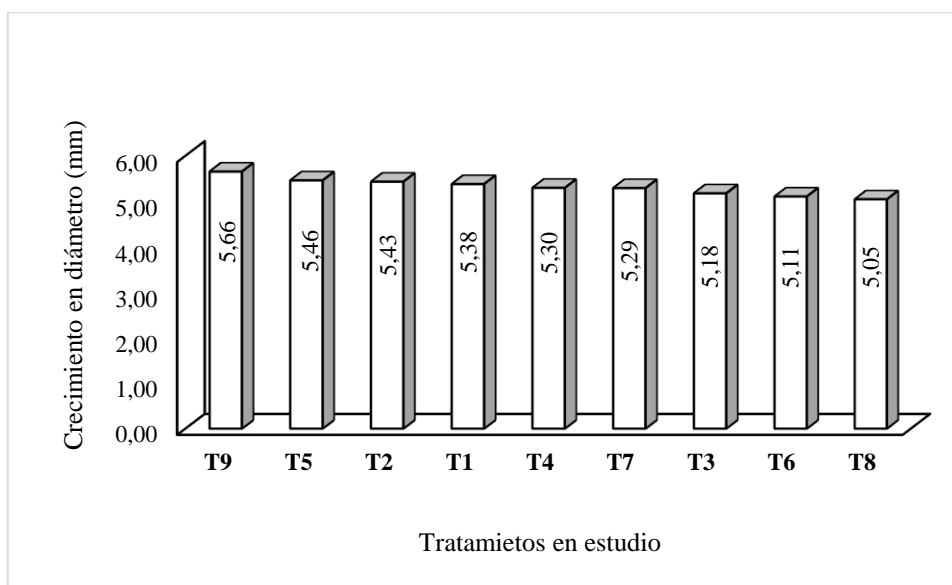
\*\* : Altamente significativo; \* : Significativo; Ns: No significativo

Según la prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro de tallos de plantas de Arrayán a los 120 días (Cuadro 18), para la interacción dosis por frecuencias, presenta 3 rangos de significancia, la aplicación de 3 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 21 días (T9) alcanzó el rango “A” con una media de 5,66 mm, mientras que la aplicación de 3 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus / 1L de agua cada 14 días (T8) se ubicó

en el rango “B” con una media de 5,05 mm.

**Cuadro 18. Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro de tallos de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 120 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Media (mm)	Rango
T9	5,66	A
T5	5,46	AB
T2	5,43	AB
T1	5,38	AB
T4	5,30	AB
T7	5,29	AB
T3	5,18	AB
T6	5,11	AB
T8	5,05	B



**Gráfico 8. Comparación de medias para el diámetro de tallos de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) en la interacción dosis por frecuencias a los 120 días de iniciada la fertilización foliar.**

Se determinó (Gráfico 8) que las plantas al ser sometidas al fertilizante foliar FertiEstim Plus, la aportación de 3cm<sup>3</sup>/1L de agua cada 21 días (T9) muestra mayor incremento en el diámetro del tallo siendo superior en un 10,78% frente a la aportación de 3cm<sup>3</sup>/1L de agua cada 14 días (T8).

## DISCUSIÓN

Terminada la fase experimental a los 120 días la fertilización foliar en cuanto al diámetro del tallo de las plantas de Arrayán, se determinó que mediante la aplicación de FertiEstim Plus con una composición nutricional de 7,2 % N- 4,8 % P- 3,6 % K la aportación de 3cm<sup>3</sup>/L cada 21 días (T9) obtuvo los mejores resultados, con una media de 5,66 mm con respecto a los demás tratamientos. Si consideramos como parámetro los resultados expresados anteriormente son inferiores a los expuestos por Hidalgo, (2016), el cual trabajo a nivel de vivero la relación NPK (10% N – 48% P – 48% K) en Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) alcanzando una media 7,71 mm, llegando a deducir que a mayor cantidad de NPK mayor crecimiento en el diámetro de planta, concordando con lo citado por Toledo, (2014), que menciona que el nitrógeno presente en FertiEstim Plus está estrechamente relacionado con la actividad del tejido de crecimiento y Trujillo, (2002), quien manifiesta que el fósforo estimula el crecimiento del sistema radicular participando en la generación de energía que la planta requiere para su crecimiento y posterior desarrollo.



### C. NÚMERO DE HOJAS

#### 1. Número de hojas de las plantas *Myrtus communis* L. (Arrayán) a los 30 días

**Cuadro 19. Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas a los 30 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.**

F.V	GL	SC	CM	Fc	Fisher		Significancia
					0,05	0,01	
<b>TOTAL</b>	29	427,94					
<b>REPETICIONES</b>	2	81,06	40,53	3,07	3,55	5,09	Ns
<b>TRATAMIENTOS</b>	9	109,51	12,17	0,92	2,46	6,01	Ns
<b>FACTOR DOSIS</b>	2	19,25	9,63	0,73	3,55	5,09	Ns
<b>FACTOR FRECUENCIAS</b>	2	13,04	6,52	0,49	3,55	5,09	Ns
<b>DOSIS POR FRECUENCIAS</b>	4	37,16	9,29	0,70	2,93	6,01	Ns
<b>TESTIGO Vs RESTO</b>	1	40,06	40,06	3,04	4,41	4,58	Ns
<b>ERROR</b>	18	237,37	13,19				
<b>C.V</b>			7,88				

Ns: No significativo

En el análisis de varianza para la variable número de hojas a los 30 días de instalada la investigación (Cuadro 19), los resultados presentaron diferencias no significativas para ninguno de los factores, por lo que no se procederá a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación fue del 7,88%.

2. Número de hojas de las plantas *Myrtus communis* L. (Arrayán) a los 60 días

**Cuadro 20. Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas a los 60 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.**

F.V	GL	SC	CM	Fc	Fisher		Significancia
					0,05	0,01	
<b>TOTAL</b>	29	1132,98					
<b>REPETICIONES</b>	2	277,35	136,68	4,30	3,55	5,09	*
<b>TRATAMIENTOS</b>	9	274,53	30,50	0,94	2,46	6,01	Ns
<b>FACTOR DOSIS</b>	2	6,28	3,14	0,10	3,55	5,09	Ns
<b>FACTOR FRECUENCIAS</b>	2	32,96	16,48	0,51	3,55	5,09	Ns
<b>DOSIS POR FRECUENCIAS</b>	4	179,56	44,89	1,39	2,93	6,01	Ns
<b>TESTIGO Vs RESTO</b>	1	55,73	55,73	1,73	4,41	4,58	Ns
<b>ERROR</b>	18	581,10	32,28				
<b>C.V</b>			8,41				

Ns: No significativo

En el análisis de varianza para la variable número de hojas a los 60 días de instalada la investigación (Cuadro 20), los resultados presentaron diferencias no significativas para ninguno de los factores, por lo que no se procederá a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación fue del 8,41%.

### 3. Número de hojas de las plantas *Myrtus communis* L. (Arrayán) a los 90 días

**Cuadro 21. Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas a los 90 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.**

F.V	GL	SC	CM	Fc	Fisher		Significancia
					0,05	0,01	
<b>TOTAL</b>	29	2239,49					
<b>REPETICIONES</b>	2	456,81	228,41	3,25	3,55	5,09	Ns
<b>TRATAMIENTOS</b>	9	517,46	57,50	0,82	2,46	6,01	Ns
<b>FACTOR DOSIS</b>	2	75,12	37,56	0,53	3,55	5,09	Ns
<b>FACTOR FRECUENCIAS</b>	2	26,67	13,34	0,19	3,55	5,09	Ns
<b>DOSIS POR FRECUENCIAS</b>	4	332,23	83,06	1,18	2,93	6,01	Ns
<b>TESTIGO Vs RESTO</b>	1	84,43	83,43	1,19	4,41	4,58	Ns
<b>ERROR</b>	18	1265,22	70,29				
<b>C.V</b>			10,35				

Ns: No significativo

En el análisis de varianza para la variable número de hojas a los 90 días de instalada la investigación (Cuadro 21), los resultados presentaron diferencias no significativas para ninguno de los factores, por lo que no se procederá a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación fue del 10,35%.

**4. Número de hojas de las plantas *Myrtus communis* L. (Arrayán) a los 120 días**

**Cuadro 22. Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas a los 120 días de iniciado la fertilización con FertiEstim Plus.**

F.V	GL	SC	CM	Fc	Fisher		Significancia
					0,05	0,01	
<b>TOTAL</b>	29	4155,51					
<b>REPETICIONES</b>	2	1026,20	513,10	4,15	3,55	5,09	*
<b>TRATAMIENTOS</b>	9	903,49	100,39	0,81	2,46	6,01	Ns
<b>FACTOR DOSIS</b>	2	312,67	156,33	1,26	3,55	5,09	Ns
<b>FACTOR FRECUENCIAS</b>	2	34,99	17,49	0,14	3,55	5,09	Ns
<b>DOSIS POR FRECUENCIAS</b>	4	412,83	103,21	0,83	2,93	6,01	Ns
<b>TESTIGO Vs RESTO</b>	1	143,01	143,01	1,16	4,41	4,58	Ns
<b>ERROR</b>	18	2225,82	123,66				
<b>C.V</b>			11,99				

\*: Significativo; Ns: No significativo

En el análisis de varianza para la variable número de hojas a los 120 días de instalada la investigación (Cuadro 22), los resultados presentaron diferencias no significativas para ninguno de los factores, por lo que no se procederá a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación fue del 11,99%.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en cuanto al número de hojas a los 120 días de iniciado la investigación utilizando el fertilizante foliar FertiEstim Plus, no se encontró diferencias significativas, más si numéricas por lo que el incremento foliar fue constante y visualmente se observó un incremento en el largo y ancho de la hoja así como en su vigorosidad, esto se puede deber a la especie misma, ya que sin importar la cantidad de fertilizante aplicado en la investigación (1- 2- 3 cm<sup>3</sup>/ L) no se pudo obtener valores significativos en el incremento foliar. Si consideramos como parámetro la investigación realizada por Mema, Garau & Lemcoff, (2004), quienes trabajaron en el efecto de la fertilización a nivel de vivero en un periodo de cuatro meses de *Eucalyptus globulus* siendo esta una Myrtaceae al igual que el arrayán en distintas combinaciones de N y K donde no se modificaron el número de hojas, coincidiendo con nuestros resultados, por lo cual podemos observar en el anexo 14 que el valor más alto le pertenece a la aportación de 3cm<sup>3</sup>/ L cada 21 días (T9) al aplicar el fertilizante foliar FertiEstim Plus (7,2 % N- 4,8 % P- 3,6 % K), mismo que concuerda con los anteriores parámetro de altura y diámetro que la aportación de 3cm<sup>3</sup>/ L alcanzó los mejores resultados, los mismos que no se pueden comparar con otros resultados en la misma especie, ya que no se ha realizado en la ESPOCH y universidades del país las cuales ofertan la carrera de ingeniería Forestal.

## **VI. CONCLUSIONES**

En base a los resultados obtenidos al cabo de la fertilización en la investigación se concluye lo siguiente:

- 1.** Los mejores resultados obtenidos fue con la aplicación de  $3\text{cm}^3 / \text{L}$  cada 21 días del fertilizante FertiEstim Plus que contiene 7,2 % N- 4,8 % P- 3,6 % K en comparación con el resto de tratamientos dentro de la presente investigación.
- 2.** El crecimiento de las plantas de Arrayán (*Myrtus communis* L.) a los 120 días en la variable altura la aportación de  $3\text{cm}^3 / \text{L}$  del fertilizante FertiEstim Plus cada 21 días (T9) superó en un 12,78 %; en diámetro de tallo superó en un 10,78 % frente a la aplicación de  $3\text{cm}^3 / \text{L}$  cada 14 días (T8); mientras que la variable número de hojas no presentó significancia alguna.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1.** Aplicar 3 cm<sup>3</sup>/ L de FertiEstim Plus cada 21 días ya que se observó un mejor resultado en crecimiento tanto en altura de planta y diámetro de tallo durante la investigación.
- 2.** Realizar investigaciones con soluciones nutritivas más el fertilizante foliar FertiEstim Plus en dosis más altas como 4-5-6 cm<sup>3</sup>/ L.
- 3.** Probar nuevas mezclas de sustratos y tamaños de fundas para mejorar el crecimiento radicular de las plantas mediante la fertilización.
- 4.** Realizar trabajos con aplicaciones de otros productos foliares (formulaciones) que difieran a su composición química o concentración.

## **VIII. RESUMEN**

La presente investigación propone: evaluar el efecto de la aplicación del fertilizante foliar FertiEstim Plus en el crecimiento de plantas de Arrayán (*Myrtus communis* L.) en el vivero de Catiglata, parroquia La Península, cantón Ambato, provincia de Tungurahua; ayudándonos de plantas de arrayán y un fertilizante foliar de aportación: 7,2%N; 4,8%P; 3,6%K del cual se utilizó 3 dosis de fertilizante (1, 2 y 3 cm<sup>3</sup>) con una frecuencia de aplicación a los (7, 14 y 21 días) el mismo que al combinarse produjeron un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo bifactorial con 9 tratamientos más un testigo técnico y 3 repeticiones, 30 plantas por tratamiento y 12 plantas evaluadas por cada uno. Evaluando las siguientes variables: altura de la planta, diámetro del tallo y número de hojas por planta a los 30, 60, 90 y 120 días. Se obtuvo resultados significativos en altura de la planta y diámetro de tallo mediante la aplicación de 3cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus por un litro de agua cada 21 días (T9) con una aportación de 7,2%N; 4,8%P; 3,6%K llegando a obtener una media de 35,52 cm en altura de planta y 5,66 mm en el diámetro de tallo. En cuanto a la variable número de hojas por planta no se encontraron resultados significativos durante la investigación. Se concluye que la aplicación del fertilizante foliar FertiEstim Plus influyó en el crecimiento tanto en altura de planta como diámetro de tallo en la especie forestal arrayán.

**Palabras claves:** FERTILIZANTE FOLIAR- PLANTAS DE ARRAYÁN- ESPECIE FORESTAL - VIVERO FORESTAL.





## **IX. ABSTRACT**

This investigation proposes: to evaluate the effect of the application of the foliar FertiEstim Plus fertilizer on the growth of the Arrayán plants (*Myrtus communis* L.) in the nursery of Catiglata, La Península parish, Ambato canton, Tungurahua province; helping us with arrayán plants and a foliar fertilizer of contribution: 7,2% N; 4,8% P; 3,6% K of which 3 doses of fertilizer (1, 2 and 3 cm<sup>3</sup>) were used with a frequency of application at (7, 14 and 21 days), which was combined with a randomized complete block design with bifactorial arrangement with 9 treatments more a technical observer and 3 repetitions, 30 plants per treatment and 12 plants evaluated for each one. Evaluating the following variables: the height of the plant, diameter of the stem and number of leaves per plant at 30, 60, 90 and 120 days significant results were obtained in the height of the plant and stem diameter by applying 3 cm<sup>3</sup> of FertiEstim Plus fertilizer per one liter of water every 21 days (T9) with a contribution of 7,2% N; 4,8% P; 3,6% K reaching an average of 35,52 cm in plant height and 5,66 mm in stem diameter. Regarding the variable number of leaves per plant, no significant results were found during the investigation. It is concluded that the application of FertiEstim Plus foliar fertilizer influenced the height growth of the plant as stem diameter in the arrayán forest species.

**Keywords:** FOLIAR FERTILIZER- ARRAYAN PLANTS- FOREST SPECIE - FOREST NURSERY.



## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta Motos, J. R. (2014). *Utilización de aguas regeneradas para el riego de dos especies de la familia de las mirtáceas (Myrtus Communis L. y Eugenia Myrtifolia L.* (Tesis Doctoral). Fecha de consulta: 1 de noviembre 2016. Disponible en: <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4608/jram.pdf?sequence=1>
2. Alarcón, A. (2006). *Nutrición y riego en los viveros*. Departamento de Ciencias y Tecnología Agraria. Fecha de consulta: 5 de diciembre del 2016. Disponible en: [http://www.horticom.com/revistasonline/revistas/viveros06/a\\_alarcon.pdf](http://www.horticom.com/revistasonline/revistas/viveros06/a_alarcon.pdf)
3. Calle, A. (2014). *Manual de calibración de equipos de aspersión. Realiza una aplicación segura y eficiente, cuida tu inversión y tu producción*. Agrobizsa. Guayaquil – Ecuador. Fecha de consulta: 10 diciembre de 2016. Disponible en: [http://www.academia.edu/8321356/Manual\\_de\\_Calibraci%C3%B3n\\_de\\_Equipos\\_de\\_Aspersi%C3%B3n](http://www.academia.edu/8321356/Manual_de_Calibraci%C3%B3n_de_Equipos_de_Aspersi%C3%B3n)
4. Fertisa. (2016). *Fertilizante foliar y bioestimulante de origen natural (FertiEstim)*. Ecuador. Fecha de consulta: 4 de noviembre de 2016. Disponible en: [https://www.fertisa.com/pdf/productos/producto\\_66.pdf](https://www.fertisa.com/pdf/productos/producto_66.pdf)
5. García-Fayos, P., Gulias, J., Martínez, J., Marzo, A., Melero, J. P., Traveset, A., Veintimilla, P., Verdú, M., Cerdán, V., Gasque, M., & Medrano, H. (2001). *Bases ecológicas para la recolección, almacenamiento y germinación de semillas de especies de uso forestal de la Comunidad Valenciana*. Banc de Llavors Forestals (Consellería de Medi Ambient de la Generalitat Valenciana), Valencia - España. p.82
6. Hidalgo, J. (2016). *Evaluación de soluciones nutritivas y frecuencias de aplicación el crecimiento de plántulas de Oreopanax ecuadorensis Seem (Pumamaqui) e parroquia Ulba, cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Fecha de consulta: 18 de junio de 2017. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/488#sthash.MAgtG0CP.dpuf>

7. Holdridge, L. (2000). *Ecología basada en zonas de vida*. Traducida por Humberto Jiménez Saa. San José - Costa Rica: IICA.
8. Idrovo, N. S. (2008). *Nutrición foliar y defensa natural*. In XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo (pp. 29-31). Fecha de consulta: 15 de mayo de 2017. Disponible en: <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/5.-Ing.-Norman-Soria.-Nutricion-foliar.pdf>
9. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2015). Anuario Meteorológico. Fecha de consulta: 6 de noviembre de 2016. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>
10. López-González, G. A. (2004). *Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares*. Madrid-España: Mundi-Prensa. p.1727.
11. Melgar, R., & Pergamino, I. E. (2005). Aplicación foliar de micronutrientes. *Proyecto Fertilizar*. Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/05/Aplicaci%C3%B3n-Foliar-de-Micronutrientes-Art%C3%ADculos.pdf>
12. Molina, E. A. (2002). *Fuentes de fertilizantes foliares*. Fecha de consulta: 15 de mayo de 2017. Disponible en: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf#page=30>
13. Monge, R. A., & Martínez, M. F. (2012). *Myrtus communis L.* Fecha de consulta: 4 de noviembre de 2016. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Reyes\\_Alejano/publication/257941420\\_Myrtus\\_communis\\_L/links/02e7e526659bc3116b000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Reyes_Alejano/publication/257941420_Myrtus_communis_L/links/02e7e526659bc3116b000000.pdf)
14. Mema, V., Garau, A., & Lemcoff, J. (2004) *Fertilización de Eucalyptus globulus y E. camaldulensis en vivero: modificaciones inducidas por diferentes niveles de*

*fertilización nitrogenada y potásica y su efecto sobre el estrés de plantación.*  
 Fecha de consulta: 4 de febrero de 2018. Disponible en:  
[http://forestoindustria.magyp.gob.ar/backup2/\\_archivos/\\_biblioteca/195%20Me  
 ma-Garau-Lemcoff.pdf](http://forestoindustria.magyp.gob.ar/backup2/_archivos/_biblioteca/195%20Me%20ma-Garau-Lemcoff.pdf)

15. Monsalve, J., Escobar, R., Acevedo, M., Sánchez, M., & Coopman, R. (2009). *Efecto de la concentración de nitrógeno sobre atributos morfológicos, potencial de crecimiento radical y estatus nutricional en plantas de Eucalyptus globulus producidas a raíz cubierta.* Bosque (Valdivia), 30(2), 88-94.
  
16. Narváez, F., & Suquilanda, M. (2007). *Evaluación de la aplicación foliar complementaria de tres abonos orgánicos en fréjol (Phaseolus vulgaris L.) var. "Paragachi".* Pimampiro - Imbabura. Rumipamba. p. 78-79
  
17. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO & Asociación Internacional de la Industria de los fertilizantes. IFA. (2002). *Los fertilizantes y su uso.* (4ª. ed). Roma. Fecha de consulta: 3 de noviembre de 2016. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>
  
18. Padilla, W. (1999) s.f. *Manual de la fertilización orgánica y química.* Fertilización. Quito - Ecuador. Desde el surco. pp. 79 - 84
  
19. Pazmiño, D. (2012). *Evaluación del fertilizante foliar quimifol en el cultivo de col (brassica oleracea var. capitata)c.v. gloria.* Universidad Técnica de Ambato. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Cevallos - Tungurahua. Fecha de consulta: 25 de noviembre del 2016. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5413/1/Tesis-53%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20176.pdf>
  
20. Romheld, V., & El-Fouly, M. (2002). *Aplicación foliar de nutrientes: retos y límites en la producción agrícola.* Informaciones Agronómicas, 48, 10-14. Fecha de consulta: 7 de diciembre de 2016. Disponible en:

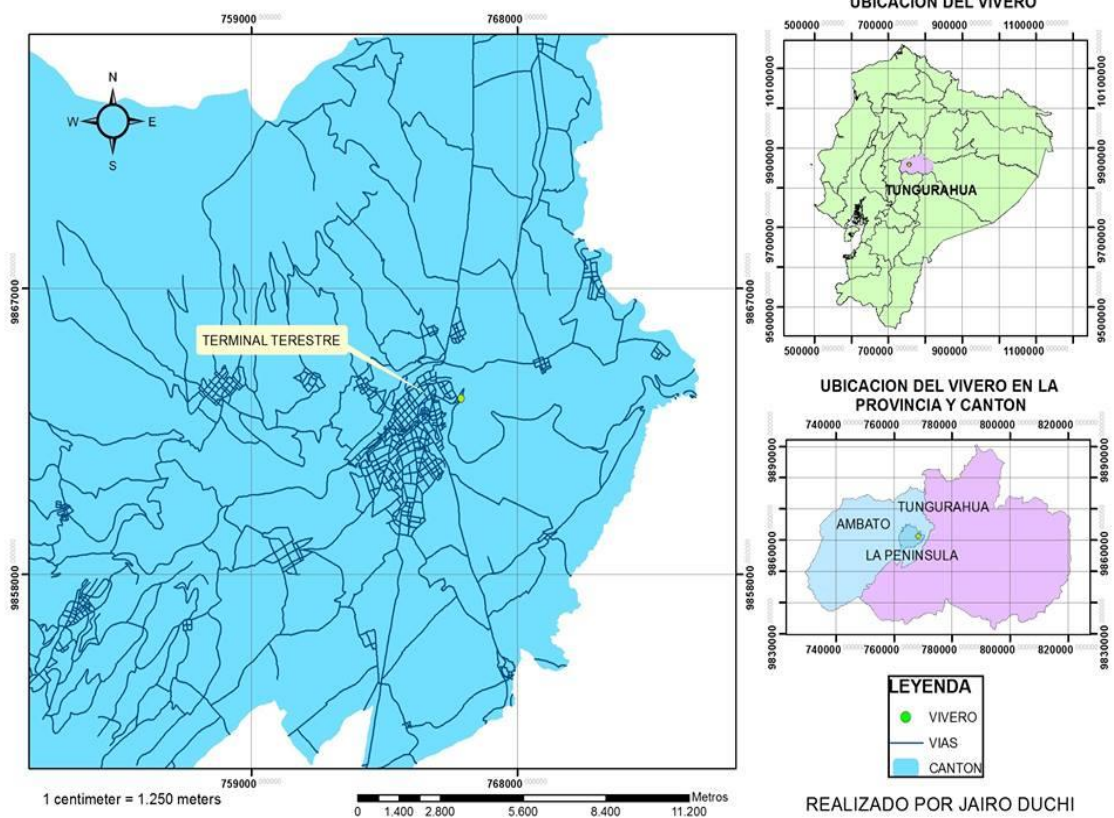
[http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/E88FD559C305BF37852579A3007815CB/\\$FILE/Aplicaci%C3%B3n%20foliar%20de%20nutrientes.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/E88FD559C305BF37852579A3007815CB/$FILE/Aplicaci%C3%B3n%20foliar%20de%20nutrientes.pdf)

21. Ronen, E. (2010). *Fertilización Foliar. Otra exitosa forma de nutrir a las plantas*. Fecha de consulta: 7 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Foliar%20%20Otra%20forma%20exitosa.asp>
22. Ruiz de la Torre, J. (2006). *Flora mayor*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid- España. pp. 735-737.
23. Santos, A. T., & Aguilar Manjarrez, D. (2000). *Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos*. Terra, 17(3), 247-255. Fecha de consulta: 7 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/fertilizacionfoliarrespaldoimportante.pdf>
24. Toledo, A. (Coord). (2014). Vademécum Agrícola. Obra de Publicaciones y Documentos de Referencia. *Vademécum Agrícola*. Quito - Ecuador: Edifarm. p. 312-313.
25. Trujillo, E. (2002). *Manual de árboles*. (1ra ed.) Bogotá - Colombia. pp. 31 - 33; 36 - 42; 179 -180
26. Viteri, A., & Cordero, E. V. (2010). *Documento de análisis del sector forestal en el contexto de adaptación y mitigación al cambio climático del sector uso de suelo, cambio de suelo, y silvicultura (forestal) en el Ecuador*. P. Cuenca, & V. Cordero, Edits.)

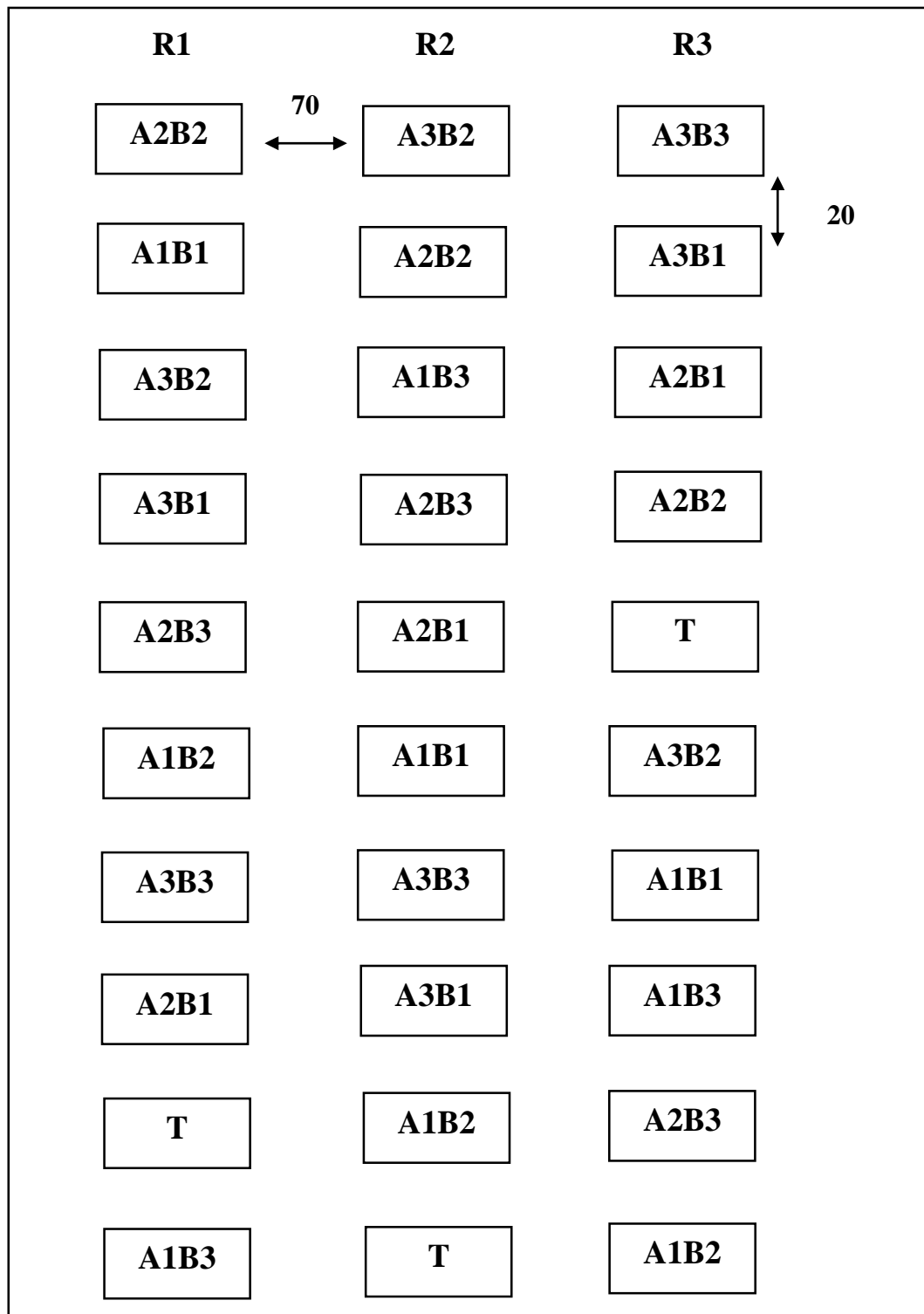
## XI. ANEXOS

**Anexo 1. Ubicación de vivero que posee el Consejo Provincial del Cantón Ambato a 5 km al Noroeste de Ambato, ubicado en el sector de Catiglata, parroquia La Península, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.**

### MAPA DE UBICACION DEL VIVERO DEL CONSEJO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA



**Anexo 2. Croquis de la distribución del diseño experimental.**



**Anexo 3. Altura (cm) de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) 30 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Factores		Repeticiones			Sumatoria	Media
	A	B	I	II	III		
T1	A1	B1	20,55	18,47	19,63	58,65	19,55
T2	A1	B2	20,88	20,14	19,28	60,3	20,1
T3	A1	B3	20,77	17,43	18,51	56,71	18,9
T4	A2	B1	20,4	18,33	19,76	58,49	19,5
T5	A2	B2	20,45	19,28	19,11	58,83	19,61
T6	A2	B3	16,05	18,19	18,27	52,51	17,5
T7	A3	B1	16,37	18,65	19,03	54,04	18,01
T8	A3	B2	17,85	18,48	17,18	53,51	17,84
T9	A3	B3	19,9	18,82	20,2	58,92	19,64
Testigo			18,08	18,54	19,22	55,83	18,61

**Anexo 4. Altura (cm) de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) 60 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Factores		Repeticiones			Sumatoria	Media
	A	B	I	II	III		
T1	A1	B1	26,35	23,99	25,69	76,03	25,34
T2	A1	B2	26,08	26,50	24,54	77,12	25,71
T3	A1	B3	26,03	22,23	24,13	72,38	24,13
T4	A2	B1	25,59	22,69	25,25	73,53	24,51
T5	A2	B2	25,01	26,00	24,83	75,84	25,28
T6	A2	B3	21,36	22,14	23,36	66,86	22,29
T7	A3	B1	20,74	24,51	24,29	69,54	23,18
T8	A3	B2	22,43	23,73	21,33	67,49	22,50
T9	A3	B3	26,11	25,08	25,83	77,02	25,67
Testigo			23,49	24,38	26,20	74,04	24,69



**Anexo 5. Altura (cm) de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) 90 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Factores		Repeticiones			Sumatoria	Media
	A	B	I	II	III		
T1	A1	B1	31,86	28,50	29,25	89,61	29,87
T2	A1	B2	30,67	31,03	29,33	91,03	30,34
T3	A1	B3	29,42	27,54	28,28	85,23	28,41
T4	A2	B1	29,47	26,07	29,65	85,18	28,39
T5	A2	B2	29,11	31,04	28,43	88,58	29,53
T6	A2	B3	27,67	26,47	27,75	81,88	27,29
T7	A3	B1	26,66	29,39	29,77	85,82	28,61
T8	A3	B2	27,35	27,47	25,60	80,42	26,81
T9	A3	B3	31,93	30,38	29,90	92,21	30,74
Testigo			28,17	29,23	30,68	88,08	29,36

**Anexo 6. Altura (cm) de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) 120 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Factores		Repeticiones			Sumatoria	Media
	A	B	I	II	III		
T1	A1	B1	39,08	33,23	31,08	103,38	34,46
T2	A1	B2	34,94	35,07	34,20	104,21	34,74
T3	A1	B3	33,00	32,18	31,76	96,94	32,31
T4	A2	B1	36,15	30,71	34,69	101,55	33,85
T5	A2	B2	34,65	36,00	32,88	103,53	34,51
T6	A2	B3	33,14	30,63	32,58	96,36	32,12
T7	A3	B1	33,11	34,17	35,82	103,09	34,36
T8	A3	B2	33,07	30,66	29,20	92,93	30,98
T9	A3	B3	37,17	35,11	34,28	106,56	35,52
Testigo			33,43	34,54	35,43	103,40	34,47

**Anexo 7. Diámetro de tallos (mm) de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán)  
30 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Factores		Repeticiones			Sumatoria	Media
	A	B	I	II	III		
T1	A1	B1	3,09	3,03	2,92	9,04	3,01
T2	A1	B2	3,19	2,97	2,90	9,06	3,02
T3	A1	B3	3,16	2,83	2,94	8,93	2,98
T4	A2	B1	3,14	2,87	3,01	9,02	3,01
T5	A2	B2	3,16	3,01	3,09	9,26	3,09
T6	A2	B3	2,65	2,80	2,93	8,37	2,79
T7	A3	B1	2,77	2,73	3,01	8,52	2,84
T8	A3	B2	2,96	2,84	2,72	8,52	2,84
T9	A3	B3	3,21	2,79	3,00	8,99	3,00
Testigo			2,62	2,76	2,65	8,02	2,67

**Anexo 8. Diámetro de tallos (mm) de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán)  
60 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Factores		Repeticiones			Sumatoria	Media
	A	B	I	II	III		
T1	A1	B1	3,88	3,82	3,81	11,52	3,84
T2	A1	B2	4,29	3,83	3,68	11,79	3,93
T3	A1	B3	3,74	3,51	3,76	11,02	3,67
T4	A2	B1	3,77	3,62	3,97	11,35	3,78
T5	A2	B2	3,86	3,89	3,97	11,72	3,91
T6	A2	B3	3,41	3,46	3,66	10,52	3,51
T7	A3	B1	3,38	3,74	3,72	10,84	3,61
T8	A3	B2	3,47	3,69	3,54	10,70	3,57
T9	A3	B3	3,90	3,83	3,70	11,43	3,81
Testigo			3,42	3,45	3,77	10,65	3,55

**Anexo 9. Diámetro de tallos (mm) de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán)  
90 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Factores		Repeticiones			Sumatoria	Media
	A	B	I	II	III		
T1	A1	B1	4,73	4,49	4,61	13,83	4,61
T2	A1	B2	5,05	4,73	4,55	14,33	4,78
T3	A1	B3	4,62	4,43	4,54	13,59	4,53
T4	A2	B1	4,58	4,36	4,77	13,71	4,57
T5	A2	B2	4,75	4,72	4,79	14,25	4,75
T6	A2	B3	4,59	4,23	4,50	13,32	4,44
T7	A3	B1	4,25	4,57	4,66	13,48	4,49
T8	A3	B2	4,37	4,45	4,13	12,95	4,32
T9	A3	B3	4,83	4,73	4,68	14,24	4,75
Testigo			4,09	4,43	4,65	13,17	4,39

**Anexo 10. Diámetro de tallos (mm) de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán)  
120 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Factores		Repeticiones			Sumatoria	Media
	A	B	I	II	III		
T1	A1	B1	5,70	5,09	5,35	16,14	5,38
T2	A1	B2	5,76	5,28	5,26	16,30	5,43
T3	A1	B3	5,37	5,02	5,15	15,53	5,18
T4	A2	B1	5,42	4,99	5,47	15,88	5,29
T5	A2	B2	5,51	5,38	5,49	16,39	5,46
T6	A2	B3	5,43	4,71	5,18	15,32	5,11
T7	A3	B1	5,40	5,24	5,26	15,90	5,30
T8	A3	B2	5,20	5,15	4,79	15,14	5,05
T9	A3	B3	5,86	5,49	5,62	16,97	5,66
Testigo			5,03	4,98	5,39	15,41	5,14

**Anexo 11. Número de hojas de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) 30 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Factores		Repeticiones			Sumatoria	Media
	A	B	I	II	III		
T1	A1	B1	50,92	44,67	43,83	139,42	46,47
T2	A1	B2	53,08	47,50	43,17	143,75	47,92
T3	A1	B3	50,50	42,17	46,00	138,67	46,22
T4	A2	B1	45,58	40,00	46,50	132,08	44,03
T5	A2	B2	49,08	45,67	50,00	144,75	48,25
T6	A2	B3	49,58	36,33	44,83	130,75	43,58
T7	A3	B1	46,00	47,33	50,08	143,42	47,81
T8	A3	B2	49,00	46,25	43,17	138,42	46,14
T9	A3	B3	50,42	47,33	45,50	143,25	47,75
Testigo			37,50	44,25	46,08	127,83	42,61

**Anexo 12. Número de hojas de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) 60 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Factores		Repeticiones			Sumatoria	Media
	A	B	I	II	III		
T1	A1	B1	81,92	64,17	65,83	211,92	70,64
T2	A1	B2	75,17	70,75	61,42	207,33	69,11
T3	A1	B3	68,92	63,83	62,83	195,58	65,19
T4	A2	B1	72,25	59,83	70,00	202,08	67,36
T5	A2	B2	75,17	68,17	71,92	215,25	71,75
T6	A2	B3	67,33	53,75	67,33	188,42	62,81
T7	A3	B1	66,92	65,75	70,83	203,50	67,83
T8	A3	B2	74,50	67,00	56,17	197,67	65,89
T9	A3	B3	77,33	65,42	71,17	213,92	71,31
Testigo			57,33	66,17	66,83	190,33	63,44

**Anexo 13. Número de hojas de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) 90 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Factores		Repeticiones			Sumatoria	Media
	A	B	I	II	III		
T1	A1	B1	95,50	72,00	75,83	243,33	81,11
T2	A1	B2	89,83	86,83	78,08	254,75	84,92
T3	A1	B3	75,67	75,92	70,25	221,83	73,94
T4	A2	B1	82,33	69,92	87,33	239,58	79,86
T5	A2	B2	87,83	79,33	84,83	252,00	84,00
T6	A2	B3	88,67	61,33	86,33	236,33	78,78
T7	A3	B1	84,17	78,25	91,83	254,25	84,75
T8	A3	B2	92,42	78,50	65,83	236,75	78,92
T9	A3	B3	92,00	78,67	93,33	264,00	88,00
Testigo			69,58	81,67	76,83	228,08	76,03

**Anexo 14. Número de hojas de las plantas de *Myrtus communis* L. (Arrayán) 120 días de iniciada la fertilización foliar.**

Tratamientos	Factores		Repeticiones			Sumatoria	Media
	A	B	I	II	III		
T1	A1	B1	111,67	81,00	79,67	272,33	90,78
T2	A1	B2	100,17	94,33	89,33	283,83	94,61
T3	A1	B3	81,17	88,83	77,83	247,83	82,61
T4	A2	B1	98,67	77,67	102,00	278,33	92,78
T5	A2	B2	103,17	90,67	92,83	286,67	95,56
T6	A2	B3	104,67	72,00	98,33	275,00	91,67
T7	A3	B1	104,33	87,83	109,17	301,33	100,44
T8	A3	B2	112,50	85,83	74,83	273,17	91,06
T9	A3	B3	106,67	87,00	110,83	304,50	101,50
Testigo			78,17	93,00	87,33	258,50	86,17

**Anexo 15. Fertilización foliar de plantas de *Mytus communis* L. (Arrayán) en el vivero.**

**Ilustración 1.-Instalación de la unidad de investigación**



Selección de las plantas en el vivero



Re-enfundado de las plantas



Arreglo de las plantas

## Ilustración 2.-Aplicación del fertilizante



Preparación de la bomba con su respectiva dosis a ser aplicada a cada tratamiento



Aplicación del fertilizante foliar a cada tratamiento

**Ilustración 3.- Labores culturales dentro de la unidad de investigación**



Riego





Deshierbe de fundas y área de la unidad de investigación

**Ilustración 4.- Medición de las tres variables de cada una de las plantas en estudio**



Medición de altura, diámetro y número de hojas de las plantas

### **Ilustración 5.- Visita del tribunal al vivero**



Visita del tribunal durante la ejecución de la investigación

## Anexo 16. Presupuesto de la inversión

<b>DETALLE</b>	<b>CANT.</b>	<b>COST. UNIT. (USD)</b>	<b>COST. TOTAL (USD)</b>
Fertilizante foliar FertiEstim plus	1	20	20
Carretilla	1	50	50
Bomba manual (1L)	1	3	3
Mascarilla	1	10	10
Calibrador digital	1	30	30
Regadera	1	15	15
Regla	1	0,5	0,5
Jeringa de 3cm <sup>3</sup>	1	0,3	0,3
Fundas plasticas	9	1,5	13,5
Cuaderno	1	2	2
Cámara fotográfica	1	200	200
Pala	1	12	12
GPS	1	320	320
Plantas de arrayan	900	0,3	270
Sustrato	2m <sup>3</sup>	6	18
Computadora	1	550	550
Esfero	1	0,5	0,5
Transporte		3,5	84
Otros		40	40
		<b>TOTAL</b>	<b>1638,8</b>

## Anexo 17. Análisis químico de sustrato en el laboratorio del departamento de suelos de la FRN-ESPOCH.



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
LABORATORIO DE SUELOS



Nombre del Propietario: Alexis Jordan  
Remite:

Fecha de ingreso: 04/05/2017  
Fecha de salida: 18/05/2017

Ubicación: Vivero C.P.TUNGURAHUA  
Nombre de la granja

LA PENÍNSULA  
Parroquia

AMBATO  
Cantón

TUNGURAHUA  
Provincia

### RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS QUIMICO DE SUSTRATO

Identificación	pH	%			
		M.O	N	P	K
SUSTRATO(Tierra negra+Corteza de Pino+Cascarilla de arroz+Gravilla)	6.8 N	3.23	0.22	0.59	0.18

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
S: Suficiente	M: medio
L.Ac. Lig. ácido	B: bajo

Ing. José Arcos T.  
JEFE LAB.DE SUELOS



Ing. Elizabeth Pachacama  
TECNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km 1 ½, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418

\*Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza