

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTE

El objetivo principal de esta investigación es Determinar el comportamiento de *vitroplantas* de frambuesa (*Rubus idaeus L.*) en cuatro tipos de sustratos, para determinar que sustrato es óptimo para la aclimatación ya que esto de termina el trabajo en el laboratorio.

Esta técnica es para determinar que sustrato es adecuado para la aclimatación de las *vitroplantas* de frambuesa y en menor espacio ya que en los alveolos ocupan menos espacio y caben más *vitroplantas*.

En el marco teórico sustenta lo importante que es el sustrato para la aclimatación de *vitroplantas* de frambuesa.

El marco metodológico emplea la investigación, especificando las variables de estudio y se establecen las técnicas y materiales que se utilizaron en la investigación.

Se realiza el análisis e interpretación de los resultados y la verificación de la hipótesis que abaliza la correlación de las variables de estudio. Se elaboran las conclusiones y recomendaciones que se dan al tema en estudio. Finalmente se encuentra la propuesta, la cual está conformada por el título, la justificación, los objetivos y las actividades realizadas las cuales se enfocan a la aclimatación de las *vitroplantas* de frambuesa.

Otro de los objetivos es determinar la cantidad de plantas vivas de las *vitroplantas* aclimatadas ya que más sobrevivencia de *vitroplantas* son más plantines para nuevas parcelas de frambuesa.

Finalmente, lo que pretendo con este trabajo es dar un aporte en el área de laboratorio ya que esta parte se ve reflejada todo el trabajo realizado en el laboratorio, y para los agricultores para la implementación de nuevas parcelas de frambuesa.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Con el presente trabajo de investigación se pretende demostrar que sustrato es recomendable para la Aclimatación y reducir las pérdidas de las *vitroplantas* de frambuesa; para obtener un mejor desarrollo y adaptación de las *vitroplantas* del laboratorio; el trabajo se realizó en los predios del SEDAG – Estación Experimental de Coimata del departamento de Tarija.

Las vitroplantas recién enraizadas son muy sensibles a los cambios ambientales, de manera que el éxito o el fracaso de todo el proceso dependen de la aclimatación. La aclimatación permitirá que la planta alcance un crecimiento autótrofo en ambientes de menor humedad relativa, con más luz y sustratos sépticos. En esta etapa las plantas sufren cambios de diferentes tipos que permitirán la adaptación de las mismas a vivir en condiciones naturales. Todo esto depende mucho el tipo de sustrato a utilizar ya que es todo aquel material sólido o soporte físico diferente al suelo, que puede ser natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, introducido en un recipiente, tierra o un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite y facilita el anclaje del sistema radicular de las plantas, su desempeño y soporte. Además, genera las condiciones adecuadas para que las raíces puedan realizar correctamente el suministro de nutrientes por absorción.

### **1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cómo es el comportamiento de vitroplantas de frambuesa (*rubus idaeus l.*) en cuatro tipos de sustratos en la fase de aclimatación en invernadero del Centro Experimental de Coimata del departamento de Tarija?

### **1.4. HIPÓTESIS**

El comportamiento de las vitroplantas de frambuesa es favorable en la implementación de 4 tipos sustrato en la fase aclimatación en invernadero del Centro Experimental de Coimata del departamento de Tarija

### **1.5. OBJETIVOS**

#### **1.5.1 Objetivo General**

- Determinar el comportamiento de *vitroplantas* de frambuesa (*Rubus idaeus L.*) en cuatro tipos de sustratos en el invernadero del centro experimental de Coimata.

#### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Establecer la cantidad de plantas vivas de frambuesa en cada tratamiento.
- Definir qué sustrato es el adecuado para el desarrollo de las *vitroplantas* de frambuesa (*Rebus ideas L.*).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

La frambuesa es una de las berries con mayor demanda en el mercado mundial es la frambuesa (*Rubus idaeus* L.); un cultivo cuyo fruto se caracteriza por sus excelentes características nutraceuticas.

#### **2.1. Origen del frambueso**

El frambueso rojo o europeo procede del monte Ida, en Grecia, de donde se extendió posteriormente desde muy antiguo por el resto de Europa y Asia templada. Actualmente es una especie espontanea en ambas regiones, siendo localizado su cultivo primicialmente en Europa, américa, nueva Zelanda y Australia. Los principales países productores son la antigua unión soviética, ex Yugoslavia, Polonia, Hungría, Reino Unido y Canadá. (Carrera et al 2005)

#### **2.2. Características Botánicas.**

El frambueso es un arbusto leñoso caducifolio que está formado por una corona perenne que cada año y a principios de la primavera, emite varias ramas o brotes directamente desde las yemas de la corona, o bien desde las adventicias que se forman a lo largo de todo el sistema radical. (García et al 2014)

Mide de 40 a 60 cm de altura que crece en los lugares pedregosos de las montañas, en terreno granítico y tiene un tallo subterráneo, corto, que emite cada año ramas aéreas (vástagos) de dos años de duración. Éstos se desarrollan durante el primer año y en el segundo florecen y fructifican, para morir inmediatamente, siendo reemplazados por otros nuevos vástagos. El tallo subterráneo es muy ramoso y las numerosas ramas aéreas que la planta emite del cuello y de las nudosidades son débiles, poco ramosas, con corteza gris amarillenta y cubierta de pelos amarillo dorados. En el segundo año la corteza se vuelve gris oscura, sembrados de agujones delgados, espesos o raros y que destacan fácilmente. (www.infoagro.com.)

### **2.3. Clasificación taxonómica.**

La clasificación taxonómica puede ser:

- Reino: Plantae.
- División: Magnliophyta.
- Clase: Magnoliopsida.
- Orden: Rosales.
- Familia: Rosaceae.
- Subfamilia: Rosoideae.
- Tribu: Rubeae.
- Género: *Rubus*.
- Especie: *Rubus idaeus* L.

### **2.4. Morfología**

#### **2.4.1. Raíz.**

El sistema radical se encuentra en la parte más superficial del suelo, situándose el 80% en los primeros 30 cm., este compuesto en su mayoría de raíces finas, y por otras más gruesas y leñosas que sirven de soporte de la planta. Sobre estas últimas se forman yemas adventicias de las que surgen nuevos brotes todos los años, asegurando la producción regular del cultivo. (García et al 2014)

#### **2.4.2. Brotes.**

El número de brotes por planta puede oscilar bastante en función de las variedades y las edades, desde 2-3 en el primer año, hasta más de 20 en planta adulta. Según cultivares, las ramas son más o menos vigorosas y están cubiertas de un número de

variable de espinas y en la mayoría de los casos pueden llegar a alcanzar más de 2 metros de altura, con un crecimiento vertical e inclinándose en la producción con el peso de la fruta. Reciben nombres diferentes según sea su etapa de crecimiento, primer o segundo año, diferenciándose dos tipos: primocanes, que corresponden a los brotes o renuevos crecidos el primer año.

En los cultivos remontantes son los que producen frutas a finales del verano en el extremo superior de la caña. Floricanes, corresponden a las cañas ya lignificadas en el segundo año donde los cultivos remontantes y no remontantes producen frutas sobre ellas. (García et al 2014)

### **2.4.3. Hojas**

Presenta hojas compuestas, imparipinnadas de 3 a 7 folíolos las hojas de los tallos jóvenes o de los laterales frutales tienen 3 folíolos, mientras que los retoños más vigorosos tienen 5 folíolos; las hojas se ubican en forma alterna alrededor de los tallos, los folíolos son ovales y doblemente, aserrados; las hojas son de color verde, glabra (sin vellosidades) y sin estomas en la cara superior o haz y más blanquecina debido a la presencia de vellosidades algodonosas y con estomas en la cara inferior. El peciolo de la hoja es alargado y de una longitud variable. (Bañados et al. 2015)

### **2.4.4. Flores**

Las flores se ubican en los laterales frutales de la caña y en la zona apical de los retoños y en el caso de las variedades remontantes o productoras de 2 flores, las flores y frutos se originan en yemas mixtas ubicadas en el sector apical del retoño. El número de flores, frutos varía entre 8 a 40 por lateral frutal y las flores del frambueso son hermafroditas y solitarias; estas se originan en racimos ubicados en brotes laterales mixtos y poseen 80 a 130 gineceos, cada con 2 óvulos siendo uno de ellos generalmente abortivo. Las flores del frambueso tienen cinco sépalos y cinco pétalos; los sépalos permanecen hasta que el fruto madura mientras los pétalos son pequeños y de color blanco. En otras especies de *Rubus* pueden variar desde tonalidades blancas a rosadas. (Bañados et al. 2015)

#### **2.4.5. Fruto**

El fruto de la frambuesa botánicamente corresponde a una poli drupa adherida, a un receptáculo o hipanto; cada poli drupa está formado por pequeños drupeolos o drupas que contienen dos semillas en su interior, estos drupeolos o drupas se mantienen unidos entre sí a través de pelos glandulares. Dependiendo de la variedad de los frutos pueden ser de diversas formas, tamaños y colores. Sin embargo, sus formas más comunes son cónicas, redondeados o alargadas, y pesan entre 1,5 y 3 gramos en el caso de la variedad Heritage y hasta 8 g. en otras variedades. (Bañados et al. 2015)

Su color más común es el rojo, aunque también hay frutos de frambuesa de color amarillo, púrpura y negro, los frambuesos negros corresponden a la especie *Rubus occidentalis* L.

A diferencia de las moras, los frutos de frambuesa se desprenden del receptáculo o hipanto al madurar, quedando huecos en su interior y la forma del hipanto es distinta dependiendo de las variedades, e influye en la facilidad de desprendimiento de este receptáculo, lo que ayuda o entorpece la cosecha de cada variedad. (Bañados et al. 2015)

#### **2.5. Valor nutricional de la frambuesa**

Las frambuesas tienen muchos nutrientes entre los que destaca el ácido elálgico, que es muy beneficioso para la prevención de ciertos tipos de cáncer.

También, las frambuesas poseen altos niveles de vitamina C, calcio, fósforo, potasio y carbohidratos. Aunque se cree que las frambuesas pueden ayudar a bajar de peso, no hay nada demostrado al respecto, simplemente se trata de un alimento nutritivo, saludable y saciante. Y por supuesto, se pueden incluir en dietas para bajar de peso porque una ración normal aporta menos de 75 calorías. Por otro lado, gracias a la fructosa y a la glucosa aporta mucha energía y gracias a su alto contenido de potasio son buenas para la salud cardiovascular. Asimismo, tiene un alto contenido en fibra, más que otras frutas, por lo que son perfectas para regular el tránsito intestinal y prevenir el estreñimiento. ([www.bupalud.com](http://www.bupalud.com).)

## **2.6. Requerimientos Edafoclimáticos**

### **2.6. 1. Temperatura**

El buen desarrollo fisiológico y productivo de este cultivo, se encuentra en zonas con rango de temperatura entre los 14° C y 19° C, aunque también produce en zonas con mayores y menores temperaturas que las indicadas, pero los rendimientos son menores y la fruta es de menor calidad organoléptica. (Morales et al 2017)

### **2.6.2. Suelo**

Se recomiendan suelos profundos, fértiles y con buen drenaje, ya que es una planta muy sensible a la asfixia radicular. En este sentido se recomiendan los suelos de textura arenosa o franco-arenosa, suelos de pH ligeramente ácidos y con una conductividad eléctrica menor a 1.2 dS/m (INTAGRI, 2017).

### **2.6.3. Humedad:**

Una humedad relativa es favorable que sea de 60 y 70% durante la plantación y hasta el crecimiento vegetativo, al momento de la cosecha el óptimo es de 40%, pero no es conveniente durante la maduración del fruto. (Morales et al 2017)

### **2.6.4. Riego**

El frambueso es una planta bastante resistente a la sequía, pero el riego es importante para determinar una adecuada producción.

El sistema de riego más habitual es el localizado y durante el verano, la frecuencia de riego debe ser mayor con respecto a la del invierno, regando aproximadamente cada 15 días. En general, se estima que se necesita una dosis de 3500-7000m<sup>3</sup>/ha/año. (García et al 2014)

El sistema más adecuado es por goteo, con el que se consigue una mayor eficiencia del agua localizándola en la zona del sistema radical; la cantidad y la frecuencia de riego dependerá de varios factores, tales como las precipitaciones, las temperaturas, el viento, el tipo de suelo, etc. En un suelo franco con buena retención de agua, los riegos serán más largos y espaciados en el tiempo; sin embargo, en suelos muy arenosos y con baja

retención de agua, los tiempos de riego serán más cortos, pero más frecuentes y en todo caso, el volumen de agua aportado, siempre ha de ser menor a la capacidad de absorción del suelo. También se debe tener en cuenta que los acolchados reducen las necesidades en agua al reducir la evaporación del suelo. (García et al 2014)

## **2.7. Plantación**

La distancia entre plantas en las plantaciones comerciales debe ser la suficiente para permitir el paso de las máquinas, donde la producción media más elevada se ha conseguido con marcos de 165 x 60 cm, por lo que se aconseja para el frambueso rojo una distancia mínima entre filas de 2 m y una máxima de 3 m en función de la fertilidad del terreno y del vigor del propio cultivar, con distancia entre plantas de una misma fila de 60-70 cm. (García et al 2014)

La fecha de plantación suele ser distinta para los dos tipos de variedades. En las de tipo reflorescente, como producen a los 4-5 meses desde que emiten los brotes, se pueden plantar durante toda la primavera.

Para las no reflorescentes, que van a producir al año siguiente del crecimiento de los brotes, el periodo más usual es el de otoño-invierno, de noviembre a marzo, porque así se favorece el crecimiento radical antes de la emisión de brotes, aumenta el número de éstos y, por consiguiente, la producción de la primera cosecha. (García et al 2014)

### **2.7.1 En camellones.**

Las plantas sobre camellones de 50 cm de ancho con surcos a ambos lados y orientados en el sentido de los vientos predominantes en la zona, independiente del método de riego que se utilizó, ya que sirvió para drenar el agua de lluvia durante el invierno y así evitar que exista agua libre a nivel del cuello de las plantas, condición que favorece ataques de *Phytophthora* spp., problema habitual en el cultivo del frambueso. (Morales et al 2017)

## 2.8. Sistemas de Cultivo.

En el establecimiento del cultivo se debe considerar un adecuado sistema de conducción, que dependerá de la densidad de plantación, distancia y orientación de hileras, variedad, control de la producción, sistema de poda, momento del establecimiento (primer o segundo año), costos, entre otros. La idea es que ingrese a la planta suficiente luminosidad y ventilación en beneficio del follaje y frutos. (Morales et al 2017)

**Cruceta:** se recomienda cuando el hábito de crecimiento de la planta es erecto y la producción de fruta es principalmente en el ápice, en variedades de remontancia media o bajo un 50%. Además, se puede utilizar cuando la densidad de plantación es alta (11.111 plantas por hectárea). Para implementar este sistema se requieren dos líneas paralelas de alambre, la primera ubicada a 60 cm del suelo y con los alambres más juntos (30-40 cm) y, la segunda, a 1,3 m del suelo y con los alambres más separados (50-60 cm). Los alambres van fijos a un sistema de postes con doble cruceta o en su defecto se pueden usar separadores con muescas donde se insertan los alambres, con las mismas dimensiones de las crucetas. Dependiendo del peso de la vegetación, los postes debieran ir ubicados cada 10 m como máximo y estos postes deben ir enterrados a una profundidad mínima de 50 cm., un aspecto importante es que el sistema de soporte que se use en los cabezales de las hileras (pie derecho) debe ir hacia el interior de la hilera, para así evitar tropiezos de los cosechadores. El sistema de conducción requiere de mantención, lo que implica su revisión anual, tensión de los alambres, cambio de travesaños, etc., en el momento de la poda invernal. Existen casos en que los alambres no van fijos, sino que se amarran y se van ajustando a la altura según va creciendo la planta. (Morales et al 2017)

**Entutorado en V:** corresponde a dos paredes de follaje paralelas, conducidas oblicuamente en altura con un ancho máximo de 1 - 1,2 m entre ellas en el punto superior. Se utilizan postes de 3” de diámetro y 2,44 m de largo, unidos en la base por un perno o amarrados y los alambres pueden ir entre 60 a 90 cm e ir ajustando según altura de la planta, igual en el caso anterior, debidamente tensados para soportar el peso

de la fruta; cuando se quiere tener dos hileras de postes, se incrementa al doble el costo de implementación; sin embargo, favorece la ventilación e ingreso de la luz al interior de la planta y se sugiere su uso en sistema de baja densidad de plantación, sobre todo aquellos que se manejan con cubierta sobre hilera y plantas a 50 cm de distancia.

**La espaldera:** utilizada en variedades de hábito de crecimiento rastrero y se utilizan dos líneas de alambres del ancho del poste central, una línea de alambre a 50- 60 cm desde el suelo y la segunda a una altura de 1,2 -1,3 m, según el vigor de la planta, donde se forma una especie de muro de follaje de crecimiento ascendente, guiado con sistemas de amarres. Los alambres también pueden ser móviles; es decir, su sistema de enganche puede ajustarse según altura de la planta. (Morales et al 2017)

## **2.9. Poda**

En frambuesa podemos distinguir dos épocas generales de poda y dos tipos de tallos a podar. Las épocas son: el receso invernal, que considera la poda de tallos lignificados o cañas, y la poda de primavera-verano que considera principalmente la poda de tallos verdes/retoños, la que puede realizarse con distintos objetivos. (Bañados et al 2015)

- 1) En invierno: La poda de invierno se realiza durante el letargo de las cañas y considera las siguientes etapas generales.
  - Eliminación de las cañas viejas de 2 temporadas, y que ya produjeron.
  - Ajuste de la densidad de cañas nuevas. (de 1 temporada)
  - Despunte de las cañas nuevas.
  - Amarre y condición de las cañas.

Alternativamente puede considerar solo una etapa cuando se hace una poda a piso de cañas o poda restante, práctica común en el caso de variedades remontantes. (Bañados et al 2015)

- 2) En verano: la poda en verde, como su nombre lo dice consiste en algún tipo de eliminación o despunte ordenado de tallos o brotes “verdes” en crecimientos, lo que en el caso del frambueso consiste en podas de retoños. La poda en verde se recomienda solo en huertos y variedades vigorosas ya que es una práctica

debilitante para la planta al eliminar hojas y brotes verdes en plena actividad. Los objetivos que se persiguen con este tipo de poda dependen de la época en la cual se realice, y si la variedad es remontante o no-remontante.

- Poda o eliminación del primer flujo de retoños no-remontantes o productoras de caña, destinado a eliminar o reducir la competencia de estos retoños en desarrollo con las cañas en producción.
- Despunte leve y temprano de retoños destinados a la producción de laterales largos en el retoño sin buscar un retraso en la época de cosecha de la fruta. Esta práctica se realiza el primer año de plantación para multiplicar los tallos y en algunos casos para inducir múltiples laterales en los tallos.
- Despunte severo y tardío de retoños destinado a retrasar la época de cosecha de la fruta del retoño, esta práctica es muy común para obtener la producción de tercera flor. (Bañados et al 2015)

## **2.10 Fertilización**

La fertilización se inicia a partir de la primavera siguiente a la plantación, independientemente de haber realizado abonado de fondo durante la preparación del suelo, con ella se aportan fundamentalmente los macronutrientes, como el nitrógeno (N), de altos requerimientos en esta especie y que ha de ser fraccionado para mejorar su aprovechamiento, sobre todo en zonas lluviosas donde se puede lavar fácilmente, además del fósforo (P) y potasio (K), magnesio (Mg) y calcio (Ca), imprescindibles en la producción de fruto. También son necesarios micronutrientes como el boro (B) y el zinc (Zn). La forma más idónea de aplicar los fertilizantes es siempre mediante la fertirrigación, aunque también se pueden hacer abonados de forma tradicional en cobertera, sobre todo en cultivos al aire libre y en zonas húmedas. (García et al 2014)

## **2.11.Cosecha.**

La recolección se debe efectuar desprendiendo el conjunto de drupelas del receptáculo en las primeras horas del día para evitar altas temperaturas que puedan deshidratar el fruto, además tomar en cuenta la coloración del fruto para elegir el momento adecuado de cosecha. La frambuesa se debe cosechar madura o casi madura, ya que no sigue madurando después de la cosecha. Inmediatamente después de la cosecha se debe mantener en la sombra y nunca bajo el sol, y el proceso de enfriamiento y refrigeración se debe llevar a cabo lo más rápido posible, ya que un retraso de una hora en refrigeración puede significar una pérdida de un día de vida útil de la fruta. Cabe destacar que la frambuesa es una frutilla muy perecedera y se caracteriza por una vida muy corta (2 -5 días) después de la cosecha en condiciones óptimas de manejo y después del corte las temperaturas de conservación recomendadas para consumo en fresco son de 0° y para congelado de -20 °C. (INTAGRI. 2017)

## **2.12. Plagas y enfermedades**

### **2.12.1 Plagas**

**Ácaros.** - Tanto la araña amarilla (*Tetranychus urticae*), como la araña roja (*Panonicus ulmi*), provocan daños severos en la planta, fundamentalmente en cultivos bajo abrigo. Los síntomas son muy característicos al producirse un amarillamiento en las hojas que provocan una defoliación parcial o totalmente la planta, por lo que se compromete la cosecha en curso e incluso la siguiente al inhibir la formación de yemas de flor. (García et al 2014)

**Mosca blanca.** - Se trata de una pequeña mosca que se alimenta de la savia. Esta plaga, que apenas tiene importancia en el cultivo de frambuesa al aire libre, sí que puede causar problemas serios en invernadero. Los síntomas de los daños son parecidos a los de la araña, comienzan a amarillear las hojas debido a las picaduras de los adultos para chupar la savia, hasta que se secan y caen. Esto conlleva otro problema añadido que es que los adultos excretan una melaza sobre la superficie de las hojas, donde se asienta un hongo llamado Negrilla (*Cladosporium* sp.) y forma una capa negra, por lo que se

dificulta la fotosíntesis y se debilita la planta; además, los frutos también pueden llegar a mancharse. (García et al 2014)

**Antonomo del frambueso (*Anthonomus rubi*).** - Es un insecto que pone huevos en el interior de la flor en un agujero que realiza con su largo pico y cuando eclosionan las larvas se alimentan de los órganos reproductivos de la flor, provocando un desecamiento muy característico y posterior caída, muy similar a los daños producidos por el Antonomo del manzano. (García et al 2014)

**Pulgones.** - Fundamentalmente, son dos las especies que atacan al frambueso, el pulgón verde (*Aphidula idaei*) y el verde-amarillento (*Amphorophora rubi*), que es de mayor tamaño. Son insectos chupadores que, aunque provocan un debilitamiento importante a las plantas debido a la extracción de savia que realizan, el mayor daño lo producen probablemente de forma indirecta, puesto que son grandes transmisores de virus, patología a la que el frambueso es muy sensible. (García et al 2014)

**Nematodos.** - Son parásitos que viven en el suelo y ocasionan daños a las plantas con las picaduras que realizan en las raíces, produciendo la formación de agallas y favoreciendo la transmisión de virus. (García et al 2014)

### **2.12.2. Enfermedades**

**Botrytis o Podredumbre Gris (*Bitryotinia Fukeliana*).** - Este hongo puede producir daños tanto en las ramas como en los frutos, en las ramas provoca una coloración grisácea y un agrietamiento, fundamentalmente en los extremos de éstas y sobre los racimos florales. Los frutos infectados presentan un moho grisáceo muy característico y, en muchas ocasiones, al madurar se quedan momificados en la planta y la infección se produce con temperaturas entre 18-22 °C y una humedad relativa alta, y desde la floración hasta el final de la cosecha, siendo más frecuente en primaveras lluviosas y cálidas. (García et al 2014)

**Roya (*Pucciniastrum americanum*).** - Afecta principalmente a hojas y frutos. Es muy fácil de identificar por el característico color amarillo-anaranjado que tienen las esporas. Estas pueden invernar en tejidos contaminados, de ahí la importancia de

quemar los restos de poda que hayan sido infectados y los efectos son visibles principalmente en pleno verano, con temperaturas altas, donde los síntomas se detectan en el envés de las hojas viejas más cercanas al suelo y sobre los frutos, siendo sobre éstos donde se producen los mayores daños ya que se cubren de pústulas amarillo-anaranjadas quedando inservibles para el consumo. (García et al 2014)

**Oidio (*Sphaerotheca macularis*).** - Puede producir ataques sobre brotes, hojas y frutos. Se detecta fácilmente por presentar manchas pulverulentas de color blanco, parecidas a la harina, que constituye el micelio del hongo y son poco frecuentes los ataques de este hongo en frambueso. (García et al 2014)

**Phytophthora (*Phytophthora spp.*).** - Puede originar graves problemas en este cultivo debido a la gran sensibilidad que presenta a este patógeno, sobre todo cuando se instala en suelos poco aptos para él, como los de estructura pesada, mal drenados y con falta de oxígeno en el sistema radical, condiciones fundamentales para la proliferación de este hongo. Provoca desecamiento de todas, o parte de las ramas, y reducción del crecimiento de los brotes, llegando a secar totalmente el sistema radical. (García et al 2014)

### **2.12.3. Virus**

**Virus enano arbustivo de frambuesa.** - algunos cultivos de frambuesa no muestran síntomas, pero en los más sensible se puede observar un amarillamiento, defoliación anticipada, enrollamiento de las hojas, necrosis y disminución del vigor y del tamaño y peso del fruto. La fruta producida en plantas infectadas es deforme y los rendimientos se reducen y el síntoma más claro, se ve cuando infecta plantas jóvenes en las que reduce el tamaño de la planta, lo que origina su nombre RBDV.

En algunas variedades de frambuesa roja, en las hojas se pueden desarrollar anillos tenues y patrones lineales; el virus reduce el vigor y el rendimiento en `Meeker`. Sin embargo, el mayor impacto del RBDV es la reducción de calidad de la fruta, debido a una menor capacidad germinativa del polen infectado. (Bañados et al 2015)

**Mosaico de arábís.** – Los síntomas variaran según la variedad del virus y en casos severos se ha observado amarillez de las venas, moteado clorótico y curvamiento de las hojas; estos síntomas pueden desaparecer en el tiempo, además el moteado es fácilmente visible a trasluz. (Bañados et al 2015)

**Virus del mosaico de la manzana.** – No se han desarrollado variedades a este virus. Se detectó en frambuesa e híbridos de moras, además de otros frutales. Sin embargo, no se ha observado reducción del crecimiento o síntomas en la fruta de variedades de frambuesa roja este virus no presenta síntomas en plantas del género *Rubus*. (Bañados et al 2015)

#### **2.12.4. Bacteria**

##### **Agalla de la corona (*Agrobacterium tumefaciens*).**

No existen síntomas aéreos específicos, las plantas enfermas pueden mostrar clorosis, menor crecimiento y producción, síntomas que pueden ser causados por diversos agentes. En climas húmedos se pueden producir agallas aéreas en los tallos, pero tal síntoma no es frecuente en variedades rojas. Sin embargo, en las raíces se producen agallas o tumores que pueden variar desde el tamaño de una arveja hasta una pelota de tenis y la consistencia del tejido de la agalla es más blanda, con granulaciones internas y un tejido irregular. La agalla es un excelente sustrato para otros organismos del suelo, por lo que generalmente se observan con pudriciones y coloraciones café oscuras después de un tiempo de formarse. (Undurraga et al 2013)

#### **2.13. Cultivo de Tejidos Vegetales *In Vitro***

La expresión cultivo in vitro de plantas, significa cultivar plantas dentro de un frasco de vidrio en un ambiente artificial, esta forma de cultivar las plantas tiene dos características fundamentales: la asepsia (ausencia de gérmenes, etc.), y el control de los factores que afectan el crecimiento. El avance alcanzado por las ciencias biológicas ha permitido en los últimos años el estudio detallado de las plantas tanto a nivel celular como molecular, y en condiciones de laboratorio es posible actualmente reproducir

todos los factores que puedan incidir en el crecimiento y desarrollo de las plantas y este principio general se aplica también al cultivo in vitro de plantas.

La micropropagación o propagación clonal, es una de las aplicaciones más generalizadas del cultivo in vitro, a través de la micropropagación, a partir de un fragmento (explante) de una planta madre, se obtiene una descendencia uniforme, con plantas genéticamente idénticas, denominadas clones. El explante más usado para los procesos de propagación in vitro son las yemas vegetativas de las plantas. Los frascos que contienen las plantas se ubican en estanterías con luz artificial dentro de la cámara de crecimiento, donde se fija la temperatura en valores que oscilan entre los 21 y 23°C, además de controlar la cantidad de horas de luz y por su parte, el medio de cultivo se compone de una mezcla de sales minerales, vitaminas reguladoras de crecimiento, azúcar, agua y agar. La composición del medio depende de la especie vegetal y de la etapa del proceso de micropropagación. (Castillo 2006)

#### **2.13.1. Etapa 1: Desinfección del Material Vegetal.**

Una vez elegida la planta madre, se extraerán los fragmentos a partir de los cuales se obtendrán los explantes, estos explantes pueden ser yemas, trozos de hojas, porciones de raíces, semillas, etc., antes de extraer los explantes se hizo una desinfección de los fragmentos de planta madre para eliminar los contaminantes externos. Los contaminantes más comunes son los hongos y las bacterias que habitan en forma natural en el ambiente y una vez desinfectado el material vegetal, se debe mantener en condiciones de asepsia. A efectos de obtener las condiciones de asepsia, se trabajará en cabinas de flujo laminar para extraer los explantes a partir del material vegetal. Estos explantes se introducirán en un tubo de cultivo conteniendo medio de iniciación para poder controlar la sanidad y la viabilidad, luego de realizar la desinfección del material con hipoclorito de sodio (agua clorada comercial), pura o diluido durante un período de 5 a 15 minutos, seguido por 3 a 4 enjuagues en agua esterilizada. (Castillo 2006)

### **2.13.2. Etapa 2: Introducción del Material In Vitro.**

Luego de la desinfección superficial, las semillas o las yemas dependiendo del material seleccionado, se ponen en medio de cultivo estéril. En un período de una semana o quince días, comienza el proceso de germinación o regeneración de nuevos tejidos vegetales, iniciando el ciclo de cultivo in vitro. (Castillo 2006)

### **2.13.3. Etapa 3: Multiplicación de los Brotes.**

Durante esta fase se espera que los explantes que sobrevivieron la FASE 1 y 2 originen brotes (de procedencia axilar o adventicia) con varias hojas. En la base de cada hoja hay una yema que se desarrollará luego de ser puesta en contacto con el medio de cultivo. Periódicamente estos nuevos brotes se deben subcultivar en un nuevo medio mediante divisiones y resiembras en tubos de cultivo u otros recipientes adecuados; estas operaciones se realizaron en la cámara de flujo laminar o en un lugar aislado que nos permitió mantener las condiciones de asepsia. De esta forma aumenta el número de plantas en cada repique o división de las plantas y el número de plantas que se obtiene dependerá de la especie vegetal y de las condiciones del medio de cultivo, el número de plantas que se obtiene por la vía de la micropropagación permite alcanzar incrementos exponenciales, considerando que todos los factores que afectan el crecimiento hayan sido optimizados. (Castillo 2006)

### **2.13.4. Etapa 4: Enraizamiento de los Explantos.**

Para enraizar los explantes se utilizan principalmente plantines individuales de un tamaño aproximado de 2 centímetros ya que los brotes obtenidos durante la fase de multiplicación se transfieren a un medio libre de reguladores de crecimiento o que solo contenga hormonas del tipo auxinas. Algunas especies de plantas no necesitan pasar por esta etapa y emiten sus raíces en el mismo medio de cultivo donde desarrollan yemas nuevas, por lo tanto, el proceso de multiplicación y enraizamiento transcurren en forma simultánea. (Castillo 2006)

### **2.13.5. Etapa 5: Aclimatación De Los Explantos Enraizados.**

Los explantes recién enraizados son muy sensibles a los cambios ambientales, de manera que el éxito o el fracaso de todo el proceso depende de la aclimatación; en esta etapa las plantas sufrirán cambios de diferente tipo que permitirán la adaptación de las mismas a vivir en condiciones naturales y en el momento en que se extraen los explantes o plantines enraizados de los frascos, están poco adaptados a crecer en un invernáculo, ya que estos explantes han enraizado y crecido. La elección de un sustrato con buenas características físicas, es clave para el éxito de esta etapa, ya que para el trasplante, elegimos un sustrato suelto, poroso, para permitir un desarrollo y crecimiento de raíces muy rápido, las mezclas son diferentes y muy variadas de acuerdo a la especie con la que estamos trabajando y luego de retirar cuidadosamente el agar de las raíces para evitar dañarlas, las vitroplantas se enjuagan y se colocan en almacigueras con la mezcla de sustratos seleccionada y cubiertos con nylon. Todos los días se debe controlar el nivel de humedad en las almacigueras y si es necesario, se aplica un riego con una pulverizadora manual, para mantener un ambiente húmedo a nivel del sustrato para que, a los 15 días del trasplante, se puede comenzar a levantar la cobertura de nylon en las horas de menor calor (temprano en la mañana o en la última hora de la tarde). Al comienzo las plantas se dejan media hora por día destapadas y a la semana siguiente se dejan destapadas durante una hora y al mes del trasplante dejándolas tapadas durante la noche y si hay crecimiento de nuevas hojas, las plantas pueden permanecer destapadas. Las condiciones del cultivo invitro, generan cambios en algunos aspectos anatómicos y fisiológicos de las plantas, por esta causa, durante la aclimatación, los cambios deben ser muy graduales, para minimizar el estrés y tener mayor tasa de sobrevivencia. (Castillo 2006)

Las *vitroplantas* enraizados, deben ser aclimatadas a las condiciones de humedad del invernadero disminuyendo progresivamente la humedad relativa e incrementando progresivamente la intensidad de luz. Estas *vitroplantas* se plantaron en contenedores (almacigueras) cubiertos por un plástico, para mantener la humedad relativa elevada. La elección de un sustrato con buenas características físicas, es clave para el éxito de

esta etapa. Para el trasplante, elegimos un sustrato suelto, poroso, con mezcla de arena turba, cáscara de arroz quemado, para permitir un desarrollo y crecimiento de raíces muy rápido las mezclas son diferentes y muy variadas de acuerdo a la especie con la que estamos trabajando. (Castillo 2006)

#### **2.14. Sustrato**

El sustrato podrá denominarse sustrato a cualquier medio que se utilice en sustitución del suelo para cultivar plantas en contenedores. Los contenedores son recipientes de formas y tamaños variables en donde el sustrato queda contenido, poseen un orificio en la base por donde debe drenar el exceso de agua; el volumen de un contenedor determina el tamaño que podrá alcanzar una planta que crezca en el mismo, por ejemplo, los más pequeños se utilizan para siembra de precisión en bandejas alveoladas. (Mate et al 2018)

El sustrato debe cumplir las siguientes funciones:

- Proporcionar agua y nutrientes, es decir que debe tener una elevada capacidad para alojar agua y mantenerla disponible a las plantas ya que es el vehículo para que las plantas se nutran a través de mecanismos de absorción.
- Permitir la aireación en el ambiente de las raíces y la aireación es un aspecto importante porque las raíces necesitan oxígeno para crecer, por lo tanto, es indispensable aportar a la mezcla componentes que generen esta condición.
- Proporcionar soporte o anclaje de la planta.

#### **Compuesto del Sustrato**

Los sustratos se caracterizan por estar compuestos por uno o varios materiales, tanto orgánicos como minerales y en la actualidad no debería utilizarse tierra como: material de sustratos, orgánicos y se puede mencionar a las turbas, las cortezas de pino compostadas, fibras de coco, compost (que no sean salinos), u otros residuos orgánicos como, por ejemplo, cáscara de arroz o de girasol, bagazos de caña, orujo de uva, manzana, etc., y estiércoles. Los materiales inorgánicos o minerales más utilizados son: el suelo (este debe ser utilizado en proporción minoritaria en una mezcla), perlita

agrícola (posee propiedades de aireación), y también entre otros vermiculita, arenas, arcillas expandidas y cenizas volcánicas. (Mate et al 2018)

Algunos son de uso específico para cada variedad de cultivos y otros son universales para todo tipo de plantas y la mezcla no debe contener piedras, residuos o elementos extraños, no debe tener mal olor ni estar demasiado seca o demasiado húmedo, esto dificultaría las tareas en maceteado de los plantines y también los primeros riegos. Cuando se formulan sustratos, las proporciones de cada uno de los componentes varían de acuerdo a varios factores como ser: la especie que se va a cultivar, la forma y el tamaño del contenedor, la duración del ciclo de la especie en producción y la forma de riego (riego manual, aspersión o goteo), por otro lado, la elección de cada componente en una mezcla estará determinada también por la disponibilidad, el costo y las experiencias locales. (Mate et al 2018)

El sustrato debe estar libre de semillas de malezas, bacterias y hongos patógenos, insectos, etcétera; para asegurarnos de que ninguno de estos microorganismos esté presente, se realizan tareas de desinfección y muchos de los materiales comerciales que se utilizan en la actualidad no necesitan desinfección. (Mate et al 2018)

### **2.15. Método de desinfección del sustrato**

Vaporización: Se coloca el sustrato húmedo y se lo somete a la acción del vapor que difunde entre sus partículas, donde el procedimiento se lleva a cabo con un equipo llamado caldera de vapor y durante la aplicación del vapor se deberá controlar una temperatura uniforme de 70 C° durante un lapso de una hora, luego de completado el proceso se dejará enfriar a temperatura ambiente, pudiéndolo utilizar de manera inmediata. Este sistema tiene la ventaja de ser inocuo para el ambiente y las personas. (Mate et al 2018)

El vapor es el método de esterilización más antiguo y seguro, donde la relación entre temperatura, presión y tiempo de exposición es el factor crítico en la destrucción de los microbios. La elevada temperatura provoca desnaturalización de proteínas, fusión y desorganización de las membranas celulares de los patógenos y debido a que no deja

residuos tóxicos, tiene la ventaja que permite la siembra pasada las 24 horas de la desinfección. (Placco et al 2010)

## **2.16. Propiedades físicas y químicas del sustrato**

**Propiedades físicas.** Para determinar los atributos del sustrato se deben conocer algunas características físicas como la densidad aparente, la cual debe ser preferentemente baja para facilitar la penetración de las raíces a través del sustrato. Los sustratos minerales tienen una elevada densidad real y una densidad aparente muy baja, es por ello que son materiales muy porosos y lo general un sustrato artificial tiene una granulometría mucho más gruesa que un suelo para facilitar la aireación, aunque esto va en detrimento de la retención de agua. Al realizar una mezcla a base de sustratos orgánicos y minerales, se debe buscar el equilibrio entre retención de agua y aireación. (www.intagri.com.)

**Propiedades químicas:** Estas propiedades son importantes en el sustrato, ya que de ellas dependerá en gran parte la disponibilidad de nutrientes, el pH es la propiedad de la cual depende la disponibilidad en mayor o menor medida los iones de nutrientes. Un pH bajo puede ocasionar deficiencias de K, Ca, Mg y B, mientras que por arriba de 6.5 pueden disminuir la disponibilidad de Fe, Mn, Zn y Cu. (www.intagri.com.)

## **2.17. Características físicas y químicas de los sustratos**

**Características Físicas:** Estas vienen determinadas por la estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento. Algunas de las más destacadas son: densidad real y aparente, distribución granulométrica, porosidad y aireación, retención de agua, permeabilidad, distribución de tamaños de poros y estabilidad estructural. (Pastor 1999)

**Características Químicas:** Estas propiedades vienen definidas por la composición elemental de los materiales; estas se caracterizan por transferencias de materia entre el sustrato y la solución del mismo. Entre las características químicas de los sustratos destacan en: capacidad de intercambio

catiónico, pH capacidad tampón y contenido de nutrimentos - Relación C/N  
(Pastor 1999)

### **2.18. Turba**

Es un material orgánico constituido por elementos procedentes de la descomposición de vegetales, este material es de color pardo oscuro o claro, dependiendo del tipo y es muy rico en carbón, ya que su naturaleza depende de las condiciones medioambientales presentes en su formación, la turba tiene una alta probabilidad que permite la circulación del aire y el correcto drenaje del agua por parte de las raíces de la planta. Su pH es variable y se suele encontrar entre 3-4 cuando se trata de la turba rubia y entre 7-8 cuando es la turba negra. es un elemento capaz de lograr la retención de la humanidad 40% porosidad 93.7% cuanta, con escasos nutrientes, abonar con frecuencia para suplir la falta de sustancias. (www.turba.com)

Propiedades físicas de la turba negra: La turba negra tiene una gran capacidad de absorción de nutrientes y puede almacenar agua durante un largo período de tiempo; solo la turba negra congelada naturalmente se utiliza en la producción de sustrato. La turba que no estaba congelada se endurecería después del secado y no podría absorber bien el agua ya que la turba negra puede contener una cantidad significativa de acondicionadores naturales del suelo, como la materia húmica, que a menudo se llama humus de turba; el humus de turba es un ingrediente común del suelo para macetas que se utilizó para enriquecer el suelo. A diferencia de la turba Sphagnum, que proviene del musgo Sphagnum y se descompone parcialmente, el humus de turba se deriva del musgo Hypnum y se descompone completamente. El humus de turba también se conoce como turba negra, también es de color marrón oscuro a negro. Areapeat utiliza todo tipo de turba con sus características únicas en sus suelos y una combinación de dos tipos: blanco y negro o marrón es interesante porque se combinan todas las características positivas de ambos tipos de turba, la turba negra como parte del sustrato y aditivo importante al mismo tiempo. (www.turba.com)

Principales ventajas de la turba negra:

- Capacidad de retención de más de 400 veces su propio peso.
- Retiene tanto agua como nutrientes, 30-40% de disminución en el consumo de fertilizantes.
- Reduce la frecuencia de riego en un 50%
- Mejora la germinación y la emergencia de las semillas para dar a las plantas un inicio temprano de la salud.
- Promueve el crecimiento de las raíces blancas.
- Proporciona aireación debido a la propiedad anti aglomerante
- Funciona bien tanto en caso de escasez como de exceso de agua.
- Restringe el crecimiento de algas y hongos

Desbloqueo de minerales, mejora del rendimiento del fertilizante, mejora el rendimiento de la urea, reduce la sal, aumenta la retención de agua, estabiliza la temperatura del suelo, mejora los sistemas de raíz, mejora la germinación de semillas. (www.turba.com)

### **2.19. Materia orgánica**

Es materia elaborada de compuestos orgánicos que provienen de los restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos, tales como plantas, animales y sus productos de residuo en el ambiente natural; la materia orgánica está formada por materia inerte y energía. Las estructuras básicas están formadas de celulosa, tanino, cutina y lignina, junto con varias otras proteínas, lípidos y azúcares, también es muy importante el movimiento de nutrientes en el medio ambiente y juega un rol en la retención del agua en la superficie de la tierra. Todos los organismos vivos están formados de compuestos orgánicos, mientras están vivos ellos secretan o excretan materiales orgánicos tales como heces en los suelos, se desprenden de porciones de sus cuerpos tales como hojas y raíces, y tras morir el organismo, su cuerpo comienza a descomponerse y a desmembrarse gracias a

la acción de las bacterias y hongos. Es posible que se formen moléculas grandes de materia orgánica por polimerización de diversas cadenas cortas producto de materia descompuesta. La materia orgánica natural puede variar mucho, dependiendo de su origen, modo de transformación, edad y medio ambiente, por lo tanto, sus funciones bio-físicas-químicas presentan gran variación dependiendo de los tipos de ambientes. (www.Materia Orgánica.com)

## **2.20. Transformación**

La transformación de la materia orgánica puede llegar a la destrucción total de los compuestos orgánicos dando lugar a productos inorgánicos sencillos como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y con liberación de los nutrientes de las plantas como el Mg, F, N, P S y se habla, en este caso, del proceso de mineralización. Transformación es una alteración que sufren los restos vegetales antes de caer al suelo. Las hojas son atacadas por los microorganismos, en el mismo árbol, y se producen importantes transformaciones en su composición y estructura y se produce la rotura de los polímeros en sus componentes individuales mediante procesos de hidrólisis y oxidación (el almidón pasa a glucosa, la proteína a aminoácidos...), la clorofila se transforma en compuestos de color amarillo como los carotenoides y rojos/pardos como las antocianinas, responsables de los cambios de coloración de las hojas en otoño. Se trata en definitiva de un envejecimiento y consiste en pérdida de sustancias orgánicas y elementos minerales P, N, K, Na que pueden ser arrastrados o entrar en el sistema edáfico como nutrientes.

Tipos de materia orgánica: Se suelen distinguir tres tipos de materia orgánica en lo referente a la constitución de los suelos:

- **Materia orgánica fresca.** Restos de plantas y desperdicios domésticos relativamente recientes, con un alto contenido de azúcares y un alto valor energético.
- **Materia orgánica parcialmente descompuesta.** Aunque en estado de descomposición, que alberga la mayoría de la vida del suelo porque provee un

sustrato de nutrientes para los seres vivos así también como ser capaz de absorber y mejorar la estructura del suelo, haciendo de compost o fertilizante.

**Materia orgánica descompuesta.** Es aquella que tiene mucho rato de descompuesta y no contiene demasiados nutrientes, pero brinda soporte para la absorción del agua en los suelos. ([www.Materia Orgánica.com](http://www.MateriaOrgánica.com))

### **2.21. Sustrato de Pino**

Es un residuo forestal que ha demostrado ser de gran utilidad para el mejoramiento del suelo en jardines, huertos y viveros, ya sea que se lo utilice como sustrato o como parte de la materia orgánica que se utiliza para cubrir el suelo, conocida como acolchado. Los orígenes del uso generalizado de la corteza de pino como sustrato se remontan a la década de 1960, con el fin de aprovechar los desechos generados por la explotación industrial de especies coníferas que amenazaban con convertirse en un factor de contaminación, debido a su enorme acumulación y a su casi nula descomposición.

#### **2.21.1 Propiedades de la corteza de pino.**

Característica importante es la resistencia y durabilidad; por otro lado, este compuesto de fibras naturales y es un material ligero, lo que lo hace fácil de manejar y transportar. Además, la corteza de pino es un material permeable al agua, lo que permite que el agua penetre en el suelo y se evite el encharcamiento, también es un material resistente a la humedad, lo que lo hace ideal para su uso en zonas húmedas. ([www.corteza de pino.com](http://www.corteza de pino.com).)

#### **2.21.2 Características:**

- Producto orgánico, con certificación FSC.
- De un bosque gestionado de forma responsable.
- Su color se adapta a cualquier entorno.
- Evita los excesos de evaporación por calor.
- Reduce la frecuencia de riego.
- Reduce drásticamente la aparición de malas hierbas.
- Ofrece un medio con contenido bajo en impurezas.

- Se usa directamente sin necesidad de lavar la corteza en agua.

### **2.21.3. Beneficios:**

- Raíces protegidas ante los cambios bruscos de temperatura.
- Optimiza el drenaje, reduce la compactación y evita la pudrición en las raíces.

El uso de la corteza de pino como sustrato para plantas ofrece las siguientes ventajas:

- Es un material inerte y exento de semillas de malas hierbas.
- Debido a su porosidad, favorece la formación de un sistema de raíces ramificado en todas las direcciones, lo que repercute favorablemente en el desarrollo de la parte aérea de las plantas.
- La corteza de pino, una vez conseguida su primera humectación, tiene un comportamiento de material higroscópico absorbiendo y reteniendo mejor la humedad de la tierra.
- El pH en agua lo hace apropiado para la mayoría de los cultivos.
- Su costo es bajo.

Tiene un pH 5,9, humedad 67,02, porosidad 80,61%, capacidad de aireación 28,39% agua de reserva 2,59%. (www.uso de la corteza de pino com.)

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### **3.1. Localización de la investigación**

La investigación se realizó en el Centro Experimental de Coimata del departamento de Tarija de la provincia Méndez.

#### **3.2. Materiales**

##### **3.2.1. Material Vegetal**

En el presente trabajo de investigación se utilizó vitroplantas del Cultivo de frambuesa de la variedad: *Autum Bliss (Rubus idaeus L.)*

##### **3.2.2. Material**

**3.2.2.1. Turba:** La institución del SEDAG proporcionó este tipo de sustrato.

**3.2.2.2. Materia orgánica:** Se recolectó materia orgánica de la comunidad de San Blas de diferentes lugares donde hay más vegetación y nos dé cascaras de las plantas, hojas y ramas en descomposición de algarrobo, molle y chañal para su recolección, luego la cernimos para su uso aproximadamente una bolsa.

**3.2.2.3. Sustrato de pino:** Se recolecto del sustrato de pino de la comunidad de San Blas donde hay una cantidad considerable de materia en descomposición como hojas, ramas y cascará de pinos, luego la cernimos para uso aproximada una bolsa.

#### **3.3. Materiales de campo**

- Sistema de riego. (aspersores)
- Sustratos.
- Termómetro.
- Alveolos.
- Media sombra.
- Lienzos.

- Micro túneles.
- Herramientas menores.

### **3.4. Materiales de registro**

- Cámara fotográfica.
- Libreta de datos.
- Computadora.
- Impresora.

### **3.5. Diseño experimental**

Para el siguiente trabajo de investigación se utilizó el diseño completamente aleatorio con cuatro tratamientos y con seis repeticiones haciendo un total de veinticuatro unidades experimentales, y los tratamientos son cuatro sustratos.

### **3.6. Descripción de los tratamientos**

<b>Variedad</b>	<b>Sustrato</b>	<b>Tratamiento</b>
	<b>Sus. 1</b>	<b>T1=F1sus. 1</b>
<b>F1</b>	<b>Sus. 2</b>	<b>T2=F1Sus. 2</b>
	<b>Sus. 3</b>	<b>T3=F1 Sus.3</b>
	<b>Sus. 4</b>	<b>T4=F1Sus. 4</b>

### **3.7. Unidad experimental**

Cada unidad experimental consta de 25 vitroplantas haciendo un total de 600 vitroplantas en el trabajo experimental y que está en constante observación de la humedad, luz y temperatura.

#### **Tratamiento 1.**

En este tratamiento se aplicó el sustrato de la turba ya que este sustrato viene desinfectado luego lo pasamos a humedecerlo con agua para ponerlo en los alveolos, después con la ayuda de un palito hicimos un hoyo para introducir las *vitroplantas* libres de agar después las llevamos a una cama con un micro túnel y se cubrió con nylon, media sombra y lienzo para que retenga la humedad relativa y la temperatura a como estaba en el laboratorio.

### **Tratamiento 2.**

En este tratamiento se aplicó el sustrato de la materia orgánica totalmente desinfectado a unos 120°C en un caldero y luego pasamos a mezclar con viruta blanca y humedecerlo con agua para poner en los alveolos, después con la ayuda de un palito hicimos un hoyito para introducir las *vitroplantas* libres de agar luego las llevamos en una cama con micro túnel y se cubrió con nylon, media sombra y lienzo para que retenga la humedad relativa y la temperatura a como estaba en el laboratorio.

### **Tratamiento 3.**

Este tratamiento es un sustrato combinado que cuenta la estación ya reutilizada. Este sustrato es desinfectado a unos 120°C en un caldero y luego lo pasamos a mezclar con viruta blanca y humedecerlo con agua para poner en los alveolos, después con la ayuda de un palito hicimos un hoyo pequeño para introducir las *vitroplantas* libres de agar luego las llevamos a una cama con micro túnel y la cubriremos con nylon, media sombra y lienzo para que renga la humedad relativa y la temperatura a como estaba en el laboratorio.

### **Tratamiento 4.**

En este tratamiento se aplicó el sustrato de pino totalmente desinfectados a unos 120°C en un caldero y luego lo pasamos a mezclar con viruta blanca y humedecerlo con agua para poner en los alveolos, después con la ayuda de un palito hicimos un hoyo pequeño para introducir las *vitroplantas* libres de agar luego las llevamos a una cama con micro túnel y la cubrimos nylon, media sombra y lienzo para que renga la humedad relativa y la temperatura a como estaba en el laboratorio.

### 3.8. Diseño de campo

CUADRO N.º 1

T1	T2	T3	T4	T3	T2
T4	T3	T1	T2	T4	T1
T2	T4	T2	T3	T1	T3
T3	T1	T4	T1	T2	T4

### 3.9. Ejecución del Trabajo

**Lugar:** Invernadero (Jaulas antiafidos) de la estación experimental de Coimata.

#### **Preparación.**

Seleccionar los diferentes sustratos para realizar y evaluar en este trabajo de investigación; en todo el procedimiento se tomó en cuenta los siguientes aspectos.

- Ubicación de una superficie plana.
- Agua disponible.

Lo primero que hice fue el enraizamiento de las vitroplantas, desinfección del invernadero y los alveolos con agentes químicos “fungicidas” y el sustrato se desinfectó en un caldero a unos 120°C por una hora, luego se sacó del caldero y se llevó al invernadero después se midió y se mezcló con viruta blanca cada sustrato menos la turba, luego lo introduce húmedos en los alveolos que son utilizados para la aclimatación de las *vitroplantas* de frambuesa.

### **Enraizamiento de las vitroplantas.**

Se realizó el enraizamiento de las vitroplantas de frambuesa, para esto se preparó dos medios de cultivo uno de multiplicación y otro de enraizamiento para trabajar en la cámara de flujo laminar, se sacaron magentas de la sala de crecimiento para su posterior trabajo donde se separaron vitroplantas de mayor tamaño y se pasó al medio de enraizamiento y las de menor tamaño se pasó al medio de multiplicación.

### **Aclimatación de las vitroplantas.**

Se sacó las *vitroplantas* del laboratorio que estaban en las magentas con el medio de enraizamiento, luego se lavó cuidadosamente y retiramos el agar de las raíces para evitar dañarlas, las *vitroplantas* se enjuagaron y se colocaron en bandejas con agua y se llevó a su aclimatación en los alveolos, las raíces se introdujeron en fungicida para poner en sus correspondiente sustratos seleccionados y luego lleve a los alveolos a una cama con micro túnel cubiertos con naylon, media sombra y lienzo y todos los días se debe controlar el nivel de humedad y temperatura en el micro túnel con un termómetro.

### **Riego.**

Se regó mediante las condiciones cada 2 horas por 2 minutos en la primera semana, luego se regó 2 veces al día por 4 minutos en la segunda semana, luego se regó 2 veces a la semana con el sistema de riego esto depende de la humedad en el habiente y el sustrato y la temperatura que no se pase de los 24°C en el micro túnel.

### **Labores culturales.**

A los 10 días del trasplante, se levantó la cobertura de la media sombra y el naylon en las horas de menor calor (temprano en la mañana o en la última hora de la tarde). Al comienzo a las plantas se dejó media hora por día destapadas y a la semana siguiente se dejó destapadas por medio día, luego la semana siguiente se dejó destapadas todo el día y al mes de la plantación ya están aclimatadas, ya están listas para el trasplante a una bolsa con un sustrato esterilizado para su completo desarrollo.

### **Evaluación.**

Se empezó a evaluar el comportamiento de las vitroplantas en los primeros 10 días se observó la sobrevivencia de las vitroplantas, donde murieron unas 2 a 3 por tratamiento, después a los 20 días se observó la sobrevivencia de las vitroplantas, donde murieron 3 a 4 en algunos tratamientos, ya en el último día se midió la altura el número de hojas ganadas y la sobrevivencia de las vitroplantas antes del trasplante de los alveolos a unas bolsitas que terminen de desarrollarse.

### **Embolsado.**

Se utilizó sustrato desinfectado y mezclado con viruta que tenía la estación para el embolsado de las frambuesas, esto se utilizó en el momento de trasplante de las vitroplantas de los alveolos a las bolsas para su desarrollo.

### **3.10. Variables**

- **Cantidad de plantas vivas.** Se tomó en cuenta aquellas plantas vivas en cada tratamiento, cada 10 días, en relación con el total de plantas trasplantadas.
- **Altura de la planta.** Se midió la altura de las *vitroplantas* desde la base del tallo hasta la última hoja.
- **Número de hojas.**

Se contó las hojas ganadas de las *vitroplantas* al final del ensayo.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4. INTRODUCCIÓN

Para la aclimatación de la frambuesa (*Rubus idaeus* L.) se realizó un ensayo con cuatro tipos de sustratos: turba, materia orgánica, sustrato de pino y sustrato reutilizado, y hace mención anteriormente para analizar los resultados de nuestra investigación, se trabajó con variables respuestas; % de sobrevivencia, altura de la planta y número de hojas ganadas que nos permitió conocer a su adaptación de las vitroplantas a las condiciones que se las someten, por estas razones que la evaluación del ensayo se realizó a nivel de las variables respuestas.

##### 4.1. Cantidad de plantas vivas a los 10 Días

CUADRO N.º 2

#### Cantidad de plantas vivas

TRATAMIENTOS	Repeticiones						$\Sigma$	X
	I	II	III	IV	V	VI		
T1	24	23	24	24	24	25	144	24.00
T2	24	25	25	24	25	24	147	24.50
T3	24	23	25	24	23	24	143	23.83
T4	24	23	24	23	23	24	141	23.50
$\Sigma$	96	94	98	95	95	23	575	95.83

De acuerdo con el cuadro N.º 2 relacionando con plantas vivas a los 10 días de la aclimatación de frambuesa se tiene que: el tratamiento 2 posee un promedio de 24.50 de plantas vivas, seguido de instancia el tratamiento 1 con 24 de plantas vivas posterior

el tratamiento 3 con 23.83 de plantas vivas y por último está el tratamiento 4 con 23.50 de plantas vivas.

**CUADRO N.º 3**

**ANVA DE LA CANTIDAD DE PLANTAS VIVAS A LOS 10 DÍAS**

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Total	23	10.96				
Tratamiento	3	3.13	1.04	2.66	3,10	4,94
Error	20	7.83	0.39			

CV= 2.612%

En el cuadro de análisis de varianza entre los tratamientos no existen diferencias significativas ya que la  $F_c < F_t$  por lo tanto no hay diferencia entre los tratamientos.

Para verificar el cuadro de análisis de varianza se realizó la:

**Prueba de Tukey**

Ordenamiento de medias de mayor a menor:

Tratamientos medias

T2 24.50

T1 24

T3 23.83

T4 23.50

$T = Q * S_x$        $T = 3.58 * 0.255$        $T = 0.915$

#### CUADRO N.º 4

Establecimiento de diferencias de la cantidad de plantas vivas a los 10 días

	24.50	24.00	23.83
23.50	1.000	0.500NS	0.33NS
23.83	0.67NS	0.17NS	
24.00	0.500NS		

Tratamientos	Medias	5%
T2	24.50	A
T1	24	A
T3	23.83	AB
T4	23.50	B

De acuerdo al cuadro N.º 4 de la prueba de Tukey, se puede observar que los tratamientos T2, T1 y T3 no son estadísticamente diferentes entre sí, pero si son diferentes al tratamiento T4 en cantidad de plantas vivas a los 10 días.

#### GRÁFICO N.º 1



En esta grafica N.º 1 se puede apreciar que se obtuvo un mejor número de cantidad de plantas vivas en el T2 logrando un 24.50 de cantidad de plantas vivas a los 10 días, en segundo está el T1 con 24, T3 con 23.83 y T4 con 23.50 de cantidad de plantas vivas.

#### 4.2. Cantidad de plantas vivas a los 20 Días

**CUADRO N.º 5**

**CANTIDAD DE PLANTAS VIVAS A LOS 20 DÍAS**

TRATAMIENTOS	Repeticiones						$\Sigma$	X
	I	II	III	IV	V	VI		
T1	22	23	22	21	21	23	132	22.00
T2	22	24	23	22	23	21	135	22.50
T3	22	20	23	18	20	20	123	20.50
T4	22	20	21	21	21	21	126	21.00
$\Sigma$	88	87	89	82	85	85	<b>516</b>	86.00

De acuerdo con el cuadro N.º 5 relacionando con la cantidad de plantas vivas a los 20 días de la aclimatación de frambuesa se tiene que: el tratamiento 2 posee un promedio de 22.50 de cantidad de plantas vivas, seguido den instancia el tratamiento 1 con 22 de plantas vivas posterior el tratamiento 4 con 21.00 de plantas vivas y por último está el tratamiento 3 con 20.50 de plantas vivas.

**CUADRO N.º 6**

**ANVA DE CANTIDAD DE PLANTAS VIVAS A LOS 20 DÍAS**

Fv	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Total	23	42				
Tratamiento	3	15	5	3.70*	3,10	4,94
Error	20	27	1.35			

CV= 5.404%

En el cuadro de análisis de varianza entre los tratamientos si existen diferencias significativas al 5% por lo tanto hay diferencia entre los tratamientos.

Para verificar el cuadro de análisis de varianza se realizó la:

**Prueba de Tukey**

Ordenamiento de medias de mayor a menor:

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>
T2	22.50
T1	22.00
T4	21.00
T3	20.50

$$T = Q \cdot S_x \quad T = 3.58 \cdot 1.35 \quad T = 1.70$$

**CUADRO N.º 7**

Establecimiento de diferencias de cantidad de plantas vivas a los 20 días

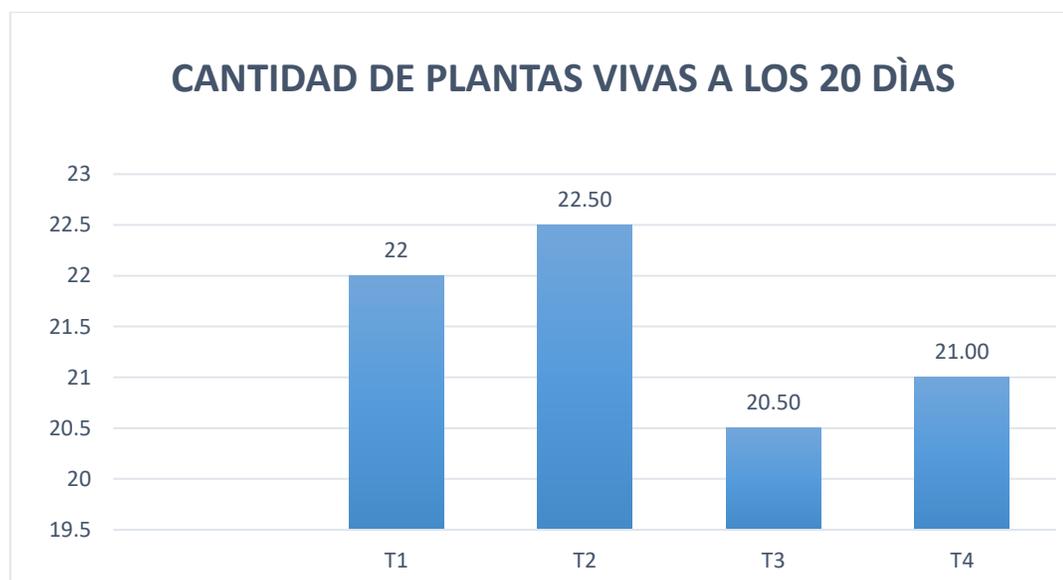
	22.50	22.00	21.00
20.50	2.00*	1.50 NS	0.50 NS
21.00	1.50 NS	1.00 NS	
22.00	0.50 NS		

Tratamientos	medias	5%	1%
T2	22.50	A	A
T1	22.00	AB	A
T4	21.00	AB	A
T3	20.50	B	A

De acuerdo al cuadro N.º 7 de la prueba de Tukey, se puede observar que los tratamientos T2, T1 Y T3 no son estadísticamente diferentes entre sí, pero son diferentes al tratamiento T4, al 5%.

En el 1% no existen estáticamente diferencia entre los 4 tratamientos.

**GRÁFICA N. º2**



En esta gráfica N. º2 se puede apreciar que se obtuvo un mejor número de plantas vivas es en el tratamiento 2 con 22.50 de plantas vivas a los 20 días, tratamiento 1 con 22, tratamiento 4 con 21 y tratamiento 3 con 20.50 de plantas vivas.

### 4.3. Cantidad de plantas vivas a los 30 días

**CUADRO N. °8**

**CANTIDAD DE PLANTAS VIVAS A LOS 30 DÍAS**

TRATAMIENTOS	Repeticiones						Σ	X
	I	II	III	IV	V	VI		
T1	19	18	18	19	17	20	111	18.50
T2	22	24	21	22	21	20	130	21.67
T3	18	17	22	16	17	16	106	17.67
T4	18	14	17	16	16	18	99	16.50
Σ	77	73	78	73	71	74	<b>446</b>	74.33

De acuerdo al cuadro N.º 8 relacionado con la cantidad de plantas vivas a los 30 días de la aclimatación de frambuesa se tiene que:

Que el tratamiento 2, posee un promedio de 21.67 de plantas vivas, seguido del tratamiento 1 con 18.50, tratamiento 3 con 17.67, tratamiento 4 con 16.50 de plantas vivas.

**CUADRO N. °9**

**ANVA DE CANTIDAD DE PLANTAS VIVAS A LOS 30 DÍAS**

Fv	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Total	23	139.83				
Tratamiento	3	88.17	29.39	11.38 **	3,10	4,94
Error	20	51.67	2.58			

**CV= 8.649%**

En el cálculo de análisis de varianza entre los tratamientos si existen diferencias altamente significativas ya que la  $F_c > F_t$  por tanto hay diferencia entre los tratamientos.

Por existir diferencias altamente significativas entre tratamientos se realizó la

**Prueba De Tukey.**

Ordenamiento de medias.

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>
T2	21.67
T1	18.50
T3	17.67
T4	16.50

$$T = Q \cdot S_x \quad T = 3.58 \cdot 0.656 \quad T = 2.349$$

**CUADRO N.º 10**

**Establecimiento de Diferencias de cantidad de plantas vivas a los 30 Días**

	21.67	18.50	17.67
16.50	5.17*	2.00 NS	1.17 NS
17.67	4.00*	0.83NS	
18.50	3.17*		

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
T2	21.67	A	A
T1	18.50	B	AB
T3	17.67	B	B
T4	16.50	B	B

De acuerdo al cuadro N.º 10 de la prueba de Tukey, se puede observar que el T2 es estáticamente diferente de los demás tratamientos y los T1, T3 Y T4 no son estáticamente diferentes al 5%, pero al 1% el T2 y T1 no son estáticamente diferentes entre sí, pero si son diferentes de los T3 y T4.

**GRÁFICA N.º 3**



En esta gráfica se puede observar el total de la cantidad de plantas vivas, al final del trabajo donde el tratamiento 2 resultó ser más favorable para las vitroplantas con 21.67de plantas vivas, como también en segundo el tratamiento 1 con 18,50 de plantas vivas, el tratamiento 3 con 17.67, el tratamiento 4 con 16.50 de plantas vivas.

#### 4.4. Altura de la Planta

**CUADRO N. °11**

**ALTURA DE LA PLANTA EN (Cm)**

TRATAMIENTOS	Repeticiones						Σ	x
	I	II	III	IV	V	VI		
T1	8.8	8.6	8.6	9.1	8.4	9.1	52.60	8.77
T2	9.4	9.8	9.2	9.4	9.2	9.1	56.10	9.35
T3	8.6	8.4	9.4	8.2	8.4	8.2	51.20	8.53
T4	8.6	7.8	8.4	8.2	8.2	8.6	49.80	8.30
Σ	35.4	34.6	35.6	34.9	34.2	23	209.7	34.95

De acuerdo al cuadro N.º 11 relacionado con la altura de la planta de frambuesa se tiene que:

El tratamiento 2 tiene una altura de 9.35cm. seguido en instancia del tratamiento 1 con 8.77cm. de altura, el tratamiento 3 con 8.53 cm. de altura, el tratamiento 4 con 8.30 cm de altura.

**CUADRO N. °12**

**ANVA DE ALTURA DE LA PLANTA**

Fv	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Total	23	5.86				
Tratamiento	3	3.65	1.22	11.07**	3,10	4,94
Error	20	2.20	0.110			

CV= 3.797%

En el cálculo de análisis de varianza entre los tratamientos si existen diferencias altamente significativas ya que la  $F_c > F_t$  por tanto hay diferencia entre los tratamientos.

Por existir diferencias altamente significativas entre tratamientos se realizó la

**Prueba de Tukey**

**Tratamiento Medias**

T2	9.35
T1	8.77
T3	8.53
T4	8.30

$T=Q \cdot S_x$      $T= 3.58 \cdot 0.135$      $T= 0.485$

**CUADRO N.º 13**

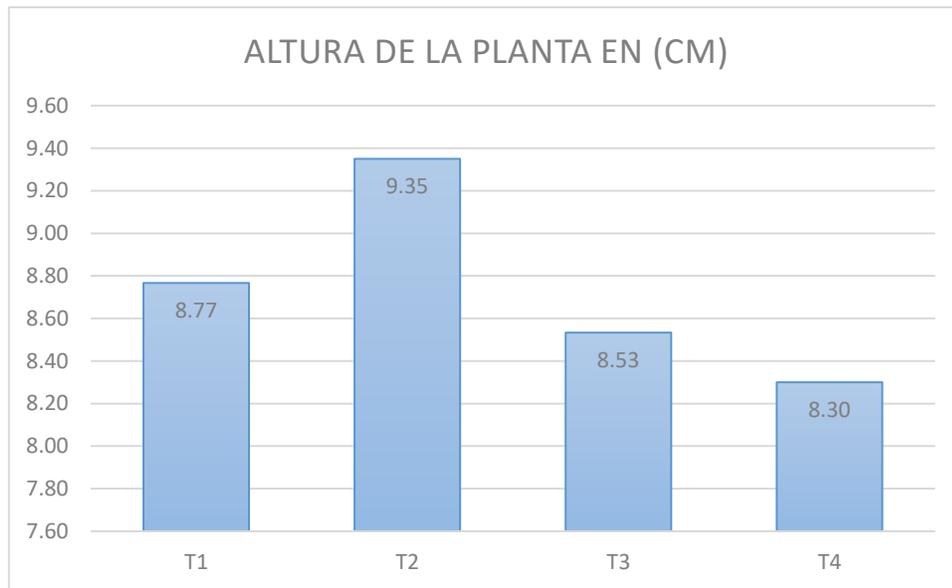
**Establecimiento de diferencias de altura de la planta**

	9.35	8.77	8.53
8.30	1.05*	0.47 NS	0.23 NS
8.53	0.82*	0.23 NS	
8.77	0.58*		

Tratamiento	Medias	5%	1%
T2	9.35	A	A
T1	8.77	B	AB
T3	8.53	B	B
T4	8.30	B	B

De acuerdo al cálculo de diferencias con la prueba de Tukey, se puede observar que el T2 es estadísticamente diferente a los T1, T3 y T4 al 5%, pero al 1% los tratamientos T2 y T1 no son estadísticamente diferente entre sí, pero si son diferentes a los T3 y T4.

**GRÁFICA N. °4**



En esta gráfica se puede observar donde el tratamiento 2 con 9.35cm. de altura sobre sale ante los demás tratamientos. tratamiento 1 con 8.77cm. de altura, tratamiento 3 con 8.53cm. de altura, tratamiento 4 con 8.30cm. de altura.

#### 4.5. Número de Hojas Ganadas

**CUADRO N.º 14**

#### **NÚMERO DE HOJAS GANADAS**

TRATAMIENTOS	Repeticiones						Σ	X
	I	II	III	IV	V	VI		
T1	4	4	4	5	4	5	26	4.33
T2	5	5	5	5	5	5	30	5.00
T3	4	4	5	4	4	4	25	4.17
T4	4	3	4	3	3	4	21	3.50
Σ	17	16	18	17	16	23	<b>102</b>	17.00

De acuerdo al cuadro N.º 13 relacionado con el número de hojas ganadas de la planta de frambuesa se tiene que: El tratamiento 2 con 5 de hojas ganadas, tratamiento 1 con 4.33 de hojas, tratamiento 3 con 4.17 de hojas, tratamiento 4 con 3.50 de hojas ganadas.

**CUADRO N.15**

#### **ANVA DE NÚMERO DE HOJAS GANADAS**

Fv	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Total	23	11				
Tratamiento	3	7	2.278	12.424**	3,10	4,94
Error	20	4	0.183			

CV= 10.075%

En el cálculo de análisis de varianza entre los tratamientos si existen diferencias altamente significativas ya que la  $F_c > F_t$  por tanto hay diferencia entre los tratamientos.

Por existir diferencias altamente significativas entre tratamientos se realizó la:

**Prueba De Tukey**

**Tratamiento Medios**

T2	5.00
T1	4.33
T3	4.17
T4	3.50

$T=Q \cdot S_x \quad T=3.58 \cdot 0.175 \quad T=0.626$

**CUADRO N.º 16**

**Establecimiento de diferencias de número de hojas**

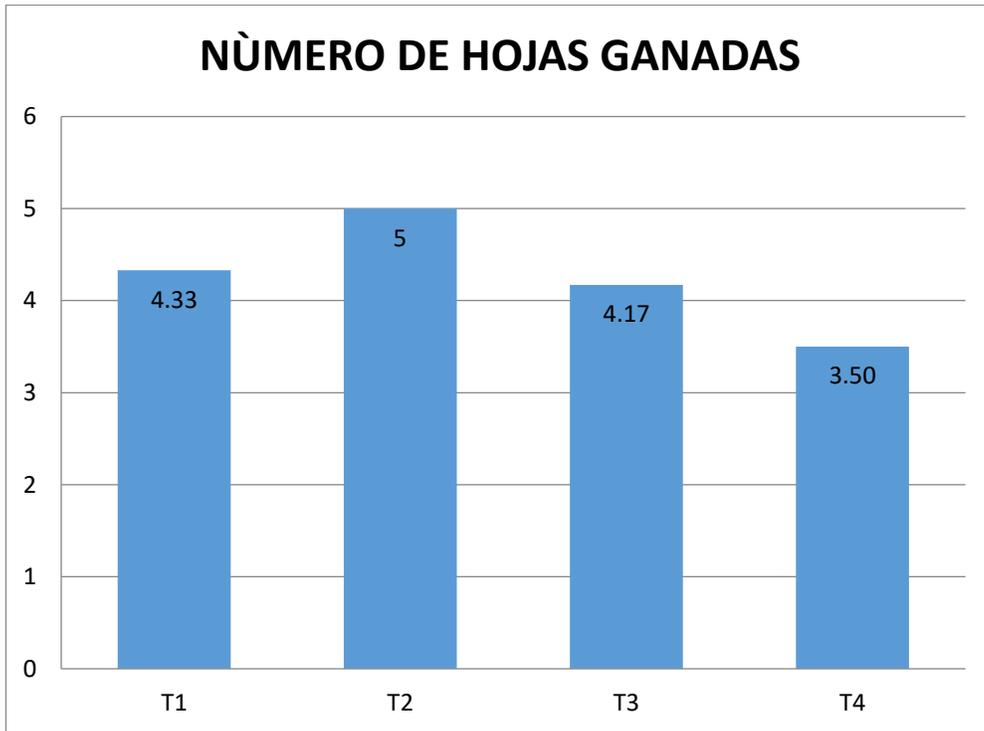
	5.00	4.33	4.17
3.50	1.50 *	0.83 *	0.67*
4.17	0.83 *	0.17 NS	
4.33	0.67 *		

Tratamiento	Medios	5%	1%
T2	5.00	A	A
T1	4.33	AB	AB
T3	4.17	BC	AB
T4	3.50	C	B

De acuerdo al cálculo de diferencia con la prueba de Tukey, se puede observar que los tratamientos T2 y T1 no son estáticamente diferentes, el T1 y T3 no son estadísticamente diferentes, pero sí son diferentes al tratamiento T4 al 5%, pero al 1%

los tratamientos T2, T1 y T3 no son estáticamente diferentes entre sí, pero si son al tratamiento T4.

**GRÁFICO N.º 5**



En esta gráfica se puede observar el sobresaliente del tratamiento 2 con 5 hojas ganadas, tratamiento 1 con 4.33 de hojas, tratamiento 3 con 4.17, tratamiento 4 con 3.50 de hojas ganadas.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y nuestro análisis de resultados respondieron a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, nos permiten presentar las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a los resultados obtenidos se demostró que las vitroplantas de frambuesa se comportaron mejor en el tratamiento 2 que es el sustrato de Materia orgánica dando un resultado de 21.67 de plantas vivas, 9.35 de altura y 5 en número de hojas.
- El tratamiento 1 que es Turba es el segundo mejor resultado para a la aclimatación de vitroplantas de frambuesa dando un resultado de 18.50 de plantas vivas, 8.77 de altura, 4.33 de número de hojas.
- El tratamiento 3 que es sustrato reutilizado dio un resultado poco satisfactorio donde las vitroplantas poco se adaptaron por lo tanto ubo pérdidas de vitroplantas dando un resultado de 17.67 plantas vivas, 8.53 de altura y 4.17de número de hojas.
- El tratamiento 4 es el sustrato de pino donde las vitroplantas le costaron adaptarse al sustrato por lo tanto hubo pérdidas significativas, dando como resultados, 16.50 de plantas vivas, 8.30 de altura y 3.50 de número de hojas.
- El tratamiento 2 es el sustrato de materia orgánica es adecuado para el desarrollo de las vitroplantas de frambuesa en la aclimatación.

## 5.2. RECOMENDACIONES

A la conclusión del presente trabajo de investigación nos permitimos realizar las siguientes recomendaciones

- De acuerdo a los resultados la materia orgánica resultó ser un sustrato más factible para la aclimatación de vitroplantas de frambuesa.
- De acuerdo a los resultados el segundo mejor sustrato es la *Turba* dando una buena adaptación de las vitroplantas.
- De acuerdo a los resultados el sustrato de pino resultó no ser factible para la aclimatación de las vitroplantas de frambuesa.
- Disminuir el riego a dos veces por día para mantener una humedad relativa ya que exagerada humedad puede provocar la aparición de la pudrición de las vitroplantas.