

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. INTRODUCCION

El cultivo del Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) es uno de los más importantes dentro del mercado de las plantas aromáticas y medicinales, en el mundo se utiliza como condimento y aromatizante de comidas, del Romero se obtienen aceites esenciales estimulantes y tónicos medicinales para perfumería, aromaterapia y usos industriales.

*Rosmarinus officinalis* L. (Romero), es un arbusto leñoso que llega a alcanzar un metro o más de altura, siempre verde que despide un perfume aromático alcanforado. Presenta hojas sentadas y lineales, flores en cimas racimosas axilares, bracteadas, de color azulado (Álvarez *et al.*, 2007).

En la actualidad es empleado por la industria alimentaria como aditivo natural para la obtención de principios activos y extractos aplicables en la elaboración y conservación de sus productos debido a la demanda de productos naturales libres de aditivos sintéticos sospechosos de ser nocivos para la salud (FIA, 2008).

Por otra parte, en la industria alimentaria se ha generado un interés por los extractos y aceites esenciales derivados de las plantas, debido a su propiedad de controlar el crecimiento de microorganismos patógenos reportados como agentes causantes de enfermedades producidas por alimentos en descomposición.

El Romero presenta dificultades en su propagación sexual ya que no florece con facilidad y cuando lo hacen sus semillas presentan poca viabilidad. Así mismo, el enraizamiento de esquejes es lento (Álvarez *et al.*, 2007).

En ensayos con semilla de Romero, se encontró que 100 semillas pesan 0,1237 g estas tienen un 40% de germinación y generalmente se requiere de 154 g para sembrar una

hectárea, estos datos indican la baja eficiencia que tiene el propagar estas plantas sexualmente, ya que el porcentaje de germinación es muy bajo, la cantidad de semilla generada por las plantas es muy baja y su obtención muy costosa lo que dificulta la fase de producción de material para el establecimiento de este cultivo (Álvarez, 2003).

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La evaluación del prendimiento de estacas de (*Rosmarinus officinalis* L.) bajo tres diferentes sustratos y dos fitorreguladores comerciales se realizó para identificar un sustrato adecuado en la propagación vegetativa de la especie y verificar si los fitorreguladores comerciales favorecen el enraizamiento de la especie en estudio estimulando la formación de raíces adventicias en un tiempo menor al convencional. La presente investigación busca brindar una herramienta básica de propagación en vivero urbano familiar que permita una fácil y cómoda producción de la misma.

En la propagación de Romero se sabe que es una especie que no florece con facilidad y cuando lo hace, sus semillas presentan poca viabilidad, pues el porcentaje de germinación es bajo. Así mismo, la cantidad de semilla generada por planta es muy poca y su obtención es muy costosa, lo que dificulta la fase de producción de material para el establecimiento de cultivo.

En Tarija existe ya una demanda interesante de esta planta, por lo que puede llegar a ser una alternativa productiva más, para aquellas personas de escasos recursos que tienen un espacio pequeño donde puedan multiplicar esta planta.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Generar información sobre prendimiento de estacas de Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) en diferentes sustratos de suelo en presencia de dos enraizadores químicos.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar las características químicas y físicas de los sustratos (nitrógeno total, fosforo, calcio y potasio, pH, densidad aparente, textura), para ver o saber cuál de los sustratos es más efectivo en el prendimiento de estacas.
- Identificar la respuesta de las estacas con los tratamientos empleados, para evidenciar el desarrollo del sistema radicular.
- Evaluar el beneficio costo en la producción de Romero.

### **1.4. HIPÓTESIS**

Los sustratos y fitoreguladores no favorecen el prendimiento de estacas de Romero por lo que no causan ningún efecto en incrementar la propagación vegetativa de (*Rosmarinus officinalis* L.).

Las características físicas y químicas de los sustratos son indiferentes al favorecer el prendimiento de estacas de Romero.

## CAPÍTULO II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. ORIGEN DE LA ESPECIE

Originario del sur de Europa, el Romero llegó a América en tiempos de la colonia, aclimatado y extendido en varias regiones y plenamente integrado a la cultura, se utiliza frecuentemente en los remedios caseros. Por su alto contenido en aceites esenciales ocupa un lugar privilegiado en las plantas medicinales (Hieronimi, 2006).

Nativa del Mediterráneo, se encuentra en América en variedad de climas (Alarcón, 2011).

Originaria de la zona costera rocosa, con suelo calcáreo, del mediterráneo, sur de Europa, norte de África y suroeste de Asia. El epíteto específico, expresa su aplicación como planta medicinal (Muñoz, 1987).

El Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) es una planta mediterránea cuyo término se deriva del griego “(rhops y myrinos)” que significa “arbusto marino” por su crecimiento cercano a las costas (Alonso, 2004).

El Romero es un arbusto originario del sur de Francia y de otras zonas Mediterráneas, las plantas crecen en lugares rocosos y secos (Sánchez, 2007).

El origen del Romero se localiza en el Mediterráneo, habita en la región mediterránea del Sur de Europa y del Norte de África creciendo espontáneamente o en cultivo, en los suelos calcáreos, localizándose algunas especies también en Asia menor. Actualmente se cultiva en todo el mundo (González, 2013).

## **2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL CULTIVO**

El Romero es una especie cuyo centro de origen es la región del Mediterráneo entre los 20° y 45° latitud norte y entre los 0° y 45° longitud este y 0° y 13° longitud oeste.

La altura sobre el nivel de mar de éstas áreas oscila entre los 0 hasta los 1800 msnm, el clima se caracteriza por sus veranos secos que alcanzan hasta los 35 °C e inviernos templados presentándose en ocasiones temperaturas menores de 0 °C con una precipitación pluvial de 400 a 600 mm (Westervelt, 2003).

## **2.3. USOS Y APLICACIONES DEL ROMERO**

Las hojas y ramas contienen un aceite esencial utilizado en las industrias farmacéuticas, perfumería y arte culinario. Como medicina, la planta se dice posee un valor carminativo, propiedades estomacales, abortivas y antiespasmódicas, el aceite de Romero también es utilizado en la aromaterapia (Muñoz, 1993).

Por otro lado existen estudios que tratan acerca del poder antimicrobiano del aceite esencial, tal es el caso de experimentos que se han hecho en cultivos de mojarra tilapia infectados de *Salmonella*, donde al agua se agregaron extractos de Romero y se redujo la mortalidad que causa éste microorganismo a los peces (Naser, 2010).

Así mismo se menciona que el Romero es utilizado como promotor de crecimiento en aves de corral ya que al usar el aceite esencial como aditivo en las dietas actúa como un agente probiótico y puede reemplazar el uso de antibióticos (Bozin *et al.*, 2007).

Algunos autores reportan que dentro del aceite esencial está la presencia de polifenoles, carnosol, cineol, ácido rosmarínico y otras sustancias que actúan a modo de antioxidantes (Özcan, 1999).

El Romero es una planta que ha sido investigada desde hace años y a la cual cada vez se le encuentran más propiedades y aplicaciones de uso. Sin embargo a pesar de su popularidad existe muy poca investigación publicada científicamente con respecto al manejo agronómico de la especie (Westervelt, 2003).

#### **2.4. CONCEPTOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO**

**Crecimiento:** se puede definir el crecimiento como el aumento irreversible de volumen de una célula, tejido, órgano o individuo, generalmente acompañado de un aumento de masa. Para que exista crecimiento no basta con que se haya producido división celular, dado que la simple división de una célula no constituye aumento de volumen o masa. El aumento de la masa debe ser permanente, con lo que eliminamos de esta definición la variación de volumen debida a fenómenos osmóticos (ganancia de agua). Puede darse crecimiento sin que aumente el tamaño, pero sí el número de células. Por lo tanto el crecimiento se refiere a la acumulación de materia seca a través del tiempo (Bidwell, 2002).

**Desarrollo:** son las series o conjuntos de eventos, procesos o etapas que experimenta una planta en su ciclo de vida que la traslada de un estado ordenado a otro más complejo (Bidwell, 2002).

#### **2.5. ABSORCIÓN NUTRICIONAL**

Las plantas adquieren sus nutrientes esenciales para su desarrollo a través de las hojas y principalmente de la raíz. El dióxido de carbono es absorbido a través de las estomas y es la principal fuente suministradora de carbono y oxígeno. Las plantas absorben por las raíces los nutrientes que se encuentran disponibles en el suelo en forma iónica o a partir de una solución nutritiva en el caso de cultivos hidropónicos (eprints.uanl.mx).

## **2.6. CURVAS DE ABSORCIÓN NUTRIMENTAL**

Evaluar la extracción de un nutrimento por la planta durante su ciclo de vida a través de intervalos del tiempo permite construir una curva de absorción y en algunos casos modelarla matemáticamente. La extracción de nutrientes depende de factores tanto internos como externos, siendo los primeros el potencial genético de la planta y la etapa fenológica en la que se encuentra, mientras que los factores externos se refieren al medio ambiente donde se desarrolla la planta como lo son la textura de suelo, el pH, la conductividad eléctrica, las temperaturas ambiente, incidencia de luz solar entre otras (eprints.uanl.mx).

## **2.7. IMPORTANCIA DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN**

La densidad de población en un cultivo se refiere al número de individuos o plantas establecidos en una unidad de superficie específica (Cruz *et al.*, 2009).

Señalaron que la densidad de población es uno de los factores que influye en la cantidad de biomasa que se genera, además existe relación entre el número de individuos en una superficie definida y la biomasa producida; determinó en pimiento dulce (*Capsicum frutescens*) que la mayor densidad de población disminuyó la carga de fruto por planta; sin embargo, se incrementó la producción de frutos por unidad de superficie.

También se ha reportado que en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*), al incrementar la densidad de población, se disminuyó la cantidad de biomasa total por individuo pero se incrementó la producción de tubérculos por unidad de superficie (Flores *et al.*, 2009).

Mencionaron que el Romero en condiciones silvestres se encuentra en una densidad de población promedio de 1 a 2 plantas/ $m^2$  y produce una cantidad de biomasa aérea desde

266.4 hasta 836 g  $m^2$  dependiendo de los mecanismos de compensación hídrica (Martínez *et al.*, 1996).

Reportaron en un experimento realizado con tres densidades de población (6, 8 y 16 plantas  $m^2$ ) y dos años de evaluación en el cultivo del Romero bajo condiciones de secano, que la distancia entre hileras (con duración de un año de evaluación) es determinante en algunos parámetros de las plantas, tales como la producción de follaje, altura de plantas, número de ramas, y producción de aceite esencial. Además mencionan que con una mayor densidad de población en el cultivo, se incrementó la producción de biomasa seca y de aceite esencial, esto durante el primer año de establecimiento, al compararse con densidades más bajas donde hubo mayor rendimiento por individuo (Mishra *et al.*, 2008).

## **2.8. DENSIDAD DE POBLACIÓN DE ROMERO**

En España esta especie se encuentra distribuida en forma natural en densidades de población de 1.0 a 2.0 plantas  $m$  y produciendo en promedio 551 g  $m^2$  de biomasa seca (Martínez *et al.*, 1996).

Sin embargo, menciona producciones de Romero de 200 a 300 g  $m^2$  de biomasa cultivado en suelo en densidades de población de 1.5 a 2.0 plantas  $m^2$ , no se menciona el tiempo en que fueron producidas estas cantidades de biomasa (Muñoz., 1993).

## **2.9. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

### **2.9.1. Descripción taxonómica**

**Reino: Vegetal.**

**Phylum: Telemophytae.**

**Division: Tracheophytae.**

**Subdivision: Anthophyta.**

**Clase: Angiospermae.**

**Subclase: Dicotyledoneae.**

**Grado Evolutivo: Metachlamideae.**

**Grupo de Ordenes: Tetraciclicos.**

**Orden: Escrophulariales.**

**Familia: Labiatae.**

**Nombre científico: *Rosmarinus officinalis* L.**

**Nombre común: Romero.**

(HERBARIO UNIVERSITARIO T.B., 2018).

### **2.9.2. Descripción de la especie**

Planta perenne, arbustiva, con sabor alcanforado, se propaga por estacas ocasionalmente fructifica. La planta presenta muchas variaciones por las condiciones climáticas. Puede llegar a los 2 m de altura en clima cálido, se adapta a alturas desde los 1.500 hasta los 2.500 msnm, se desarrolla mejor en los suelos con alta materia orgánica, crece adecuadamente a plena luz y prefiere lugares semifríos, que brinden protección contra vientos fuertes (Alarcón, 2011).

Es un arbusto perenne que llega a crecer hasta 2 m de altura, no es muy exigente respecto a suelo y agua, prefiere el pleno sol y sitios bien drenados, Prefiere sitios alcalinos, pero se adapta a otras condiciones (Hieronimi, 2006).

Generalmente se encuentra de forma silvestre en zonas rocosas y arenosas cercanas al mar, pero debido a su adaptabilidad y poca exigencia para cultivarse se reproduce con facilidad en otras zonas. Es una planta arbustiva con tallos prismáticos, las hojas son estrechas, agudas y pequeñas, tienen forma de espigas de color verde brillante con margen revuelto, tallos leñosos y ramificados (Marriel *et al.* 2002).

Indica que el tamaño varía de 0,5 a 1 m de altura, florece dos veces al año en primavera y otoño, las flores se caracterizan por un color azul claro con pequeñas manchas violetas (Khorshidi *et al.* 2009).

### **2.9.3. Descripción botánica**

Describe al Romero como un arbusto leñoso que mantiene su color verde durante todo el año, puede llegar a medir hasta 1,5 m de altura, sus hojas son rígidas, lineales, lanceoladas, en forma de agujas y de aspecto coriáceas. Las flores aparecen de las axilas de las ramas en primavera y otoño (aunque en zonas templadas pueden verse durante todo el año), son de color azul claro o violeta pálido pero también hay ejemplares con flores blancas (García., 2011).

Indica que el Romero es una planta arbustiva, perenne con postura matosa que puede alcanzar una altura de 3 m. El fuste del Romero al principio es derribado, en fin erguido y muy ramificado con raíces muy profundas y resistentemente anclan al terreno (Elicriso., 2012).

Las hojas son pequeñas, faltos de pecíolo, un poco duras, de un bonito color verde oscuro sobre la página superior y verde-argentado-blanca en aquel inferior, apretones, lineales y muy espesos sobre las ramas y ricas en glándulas de esencia. Las flores del Romero son reunidas en racimos que crecen a la axila de las hojas, de color azul-violetas y presentes casi todo el año. Son hermafroditas y/a polinización entomófila

sobre todo de parte de las abejas que van insaciables de su néctar del que producen una miel deliciosa (Elicriso, 2012).

Indica que la planta de Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) es un arbusto aromático de hoja perenne, perteneciente a la familia de las labiadas, que presenta un tallo leñoso y muy ramificado de entre 1 y 2 m de altura (Gonzales., 2013).

Indica que el Romero es un arbusto siempre verde, puede alcanzar una altura de hasta 3 m y un diámetro máximo de 2 m. Los tallos nuevos, que puede ser de entrenudos largos y cortos, son de sección cuadrangular, angulosa y frágil, mientras que los más viejos poseen corteza que se resquebraja en bandas. Las hojas son lineares, como agujas, duras, enteras, de bordes doblados hacia abajo, de color verde oscuro en la cara superior y blanquecina, pubescente en la cara inferior (Potocnjak., 2003).

Indica también que las flores son bilabiadas, de corola azul pálida a blanca, se reúnen en pequeñas espiguillas apicales en dolicoblastos y braquiblastos, aparecen en primavera y verano atrayendo a las abejas por su gran cantidad de polen. El cáliz de las flores contiene una alta concentración de los principios aromáticos. El fruto, se ubica en el fondo del cáliz, está formado por cuatro aquenios.

Detallan la siguiente descripción botánica de la especie:

- **Raíces:** Subterráneas, herbáceas, perennes.
- **Tallo:** Aéreo, leñoso, eréctil, ramificado en la parte superior, las ramas tienden a ser verticales.
- **Hojas:** Opuestas, cruzadas, sésiles (sentadas), espatuladas, coriáceas, bordes volteados para abajo; de color verde oscuro.
- **Flores:** Labiadas, axilares y terminales, en pequeños racimos; cáliz campanulados, corola blanca o azulada, carpelos ovalados, brácteas pequeñas, blancas, tomentosas, lanceoladas, caducas.

- **Fruto:** El fruto consiste en cuatro aquenios ovales. Toda la planta exhala un aroma fuerte y agradable (Balbachos y Rodriguez, 1958).

(*Rosmarinus officinalis* L.) es una planta de pequeño porte, muy ramificada, de hojas perennes, que puede alcanzar hasta 1 m de altura. Posee hojas verde oscuro, de pequeño tamaño y muy abundante. Las flores son pequeñas, de color violeta claro o azul vivo de 5 mm de largo (Márquez, 2012).

Su hábitat son los espacios cubiertos de matorral mediterráneo, ubicándose en laderas soleadas y montañosas cerca del mar y protegido del viento. Se extiende por terrenos con sustratos calcáreos, asentándose entre pedregales o arenosos con gran permeabilidad, ya que necesita muy poca humedad para crecer. Sobrevive hasta los 1.500 m de altitud y soporta temperaturas mínimas de 10 °C bajo 0 (González., 2013).

#### **2.9.4. Ecotipos de la especie**

*Rosmarinus officinalis* donde se encuentra *R. laxiflorus*, *R. tenuifolius* son ecotipos de amplia distribución mediterránea, producida por su alta capacidad para adaptarse a áreas de condiciones ecológicas muy variables de porte erecto. El tipo *R. serotinus* con cálices grandes y rojizos, floración tardía.

*Rosmarinus eriocalyx*, se distribuye por distintas zonas de regiones áridas y semiáridas del mediterráneo se destaca el indumento del cáliz.

*Rosmarinus tomentosus*, especie que crece en suelos rocosos junto al mar.

*Rosmarinus lavandulaceus*, se caracteriza por el cáliz densamente tomentoso con pelos largos glandulares y ramificados híbrido entre *Rosmarinus officinalis* y *Rosmarinus eriocalyx*.

*Rosmarinus mendizabalii*, se caracteriza por la falta de pelos articulados glandulosos en el cáliz y por sus hojas e inflorescencias cano-tomentosas.

El Romero más frecuente de toda la franja mediterránea es el *Rosmarinus officinalis*, aunque existen otros ecotipos no tan abundantes. En el sureste peninsular se encuentra el *Rosmarinus eriocalix* que se diferencia por sus flores cubiertas de pelos y hojas más cortas, unas de color verde y otras recubiertas de una densa pilosidad blanquecina, dando origen a la subespecie denominada *Rosmarinus tomentosus* (González, 2013).

En su estudio indica que la literatura reconoce 5 especies dentro de este género *Rosmarinus officinalis*., distribuido en la región Mediterránea, se localiza desde las bandas cordilleranas de los Alpes hasta los Pirineos, comprende también el sur de Europa, norte de África y suroeste de Asia con una gran variabilidad. *R. eriocalyx* se encuentra en el sudeste de la península Ibérica y en el norte de África, se caracteriza por sus flores cubierta de pelos, hojas cortas de color verde y otras recubiertas de una densa pilosidad blanquecina (Bernal., 2014).

Indica también que *R. tomentosus* muy relacionada con *R. eriocalyx* que se distribuye en el sur de España y presenta hojas pubescentes en la superficie adaxial. *R. laxiflorus* y *R. lavandulaceus*, son procedentes de las regiones áridas y semiáridas del mediterráneo. *R. laxiflorus*, es de porte rastrero debido a los fuertes vientos a los que eran sometidas estas poblaciones en zonas costeras, presentan corola blanca y *R. lavandulaceus* se caracteriza por su corola azul brillante y cáliz densamente tomentoso.

El Romero, *Rosmarinus officinalis*, pertenece a la Familia Lamiaceae y al Género *Rosmarinus*, que proviene del latín *rosmarinum* (rocío marino), el cual hace alusión a las plantas que se cultivan cerca de la costa (Zaouali *et al.*, 2010).

El género *Rosmarinus* es pequeño en cuanto al número de especies, sin embargo sus individuos tienen una alta tasa de hibridación entre ellos por lo que presentan una gran

similitud morfológica haciendo compleja la tarea de identificación (Giugnolinini., *et al.* 1985).

La literatura reconoce 5 especies dentro de este género: *Rosmarinus officinalis*., distribuido en la región Mediterránea; se localiza desde las bandas cordilleranas de los Alpes hasta los Pirineos, comprende también el sur de Europa, norte de África y suroeste de Asia con una gran variabilidad. *R. eriocalyx* se encuentra en el sudeste de la península Ibérica y en el norte de África, se caracteriza por sus flores cubierta de pelos, hojas cortas de color verde y otras recubiertas de una densa pilosidad blanquecina. *R. tomentosus* muy relacionada con *R. eriocalyx* que se distribuye en el sur de España y presenta hojas pubescentes en la superficie adaxial (Roselló *et al.*, 2006).

#### **2.9.5. Propiedades y usos**

El Romero es conocido por su alta capacidad antioxidante, tiene gran diversidad de principios activos que ejercen una acción tónica y estimulante sobre el sistema nervioso, circulatorio y corazón además de ser colerético, colagogo, antiespasmódico, diurético, emenagogo y antigodanotrópico. Es considerada una planta con gran valor y potencial terapéutico, usada para mejorar la memoria y en trastornos nerviosos (Musa y Chalchat, 2008).

#### **2.9.6. Cultivares y materiales de siembra**

El Romero es una especie de planta extremadamente polimórfica, derivada del proceso de hibridación natural de las diferentes especies del género *Rosmarinus* y de la selección que ha efectuado el ser humano. Debido a esto, se presenta gran cantidad de cultivares ampliamente distribuidos en el mundo, los cuales varían en el color de sus hojas (verde), flores (azul, violeta, rosa, blanco), esencia (pino, limón), hábito de

crecimiento (de porte rastrero, semirastrero, hasta erecto) y composición del aceite esencial entre poblaciones (Turrill 1920 citado en Roselló *et al.*, 2006).

En un estudio realizado, La evidencia molecular sugiere que la mayoría de las variaciones morfológicas que se presentan dentro de esta especie y que son utilizadas para realizar la identificación de individuos a nivel de infraespecie, son el resultado de la existencia de morfotipos locales, que no están ni geográfica o ecológicamente relacionados y por tanto, no estarían sujetos a un reconocimiento taxonómico independiente. Estas diferencias morfológicas podrían responder a mutaciones alélicas o la acción de algunos genes implicados directa o indirectamente en la morfología (Roselló *et al.*, 2006).

Diferentes autores han realizado estudios para caracterizar los materiales de Romero basados en características morfológicas y en la composición de sus aceites esenciales.

Se caracterizaron seis cultivares de Romero cultivados en Cerdeña basados en las características fenológicas y en la composición del aceite esencial. Con esta información realizaron la descripción de los cultivares: “Cala Gonone”, “Sette Fratelli”, “Gerrei”, “Sant’Antioco”, “Vignola”, “Costa Paradiso” (Mulas y Mulas 2005).

Por otra parte, caracterizaron los cultivares de Romero “Majorka pink” y “Montfort form” de acuerdo a la composición de los aceites esenciales (Martinetti *et al.*, 2006).

Una revisión acerca de los diferentes cultivares de Romero. Identificaron alrededor de 22 de acuerdo a su hábito de crecimiento y a determinadas características morfológicas.

Dentro de los más comunes citan “Arp”, “Madelene Hill”, “Albus”, “Bendenen Blue”, “Goodwin creek”, “Herb cottage”, “Logee’s Light Blue”, “Miss Jessup’s upright”, “Russian River” y “Salem” (Begum *et al.* 2013).

Las variedades de Romero se clasifican como: ornamentales y condimentarias. Las primeras se caracterizan por un abundante follaje decorativo y las condimentarias por su alto contenido de ácidos orgánicos causantes del sabor amargo, característica muy apetecida en la cocina. Estos autores nombran las variedades: “Seven Sea”, “Santa Bárbara”, común y “Golden Rain” (Arvy y Gaollouin 2006).

Al momento de seleccionar las variedades para un uso determinado es importante tener en cuenta sus características botánicas y fenológicas, el hábito, vigor, color de flores y resistencia. Resaltan la importancia de realizar estudios en los diferentes cultivares de Romero para decidir de acuerdo a esto el mercado potencial y sus usos (cosmético, alimenticio, farmacéutico, industrial) (Martinetti *et al.*, 2006).

En Colombia, la información relacionada con los cultivares de Romero a nivel nacional es muy escasa. Dentro del Plan Hortícola Nacional (PHN) (2006), se reporta la variedad “Debaggio” la cual está conformada por los materiales “Benenden Blue” que se caracteriza por sus hojas delgadas de color verde oscuro y la “Tuscan Blue” con hojas arqueadas verde azuladas y flores de color violeta.

El cultivar más conocido en el mercado es la “Israelita”, la cual presenta una alta productividad y sus hojas son de color verde oscuro (CCI *et al.*, 2006).

Mencionan que los dos materiales de siembra de uso frecuente en Colombia son el Romero Israelí y el Crespo; sin embargo no hay información disponible acerca de este último (Bonilla y Martínez 2010).

### **2.9.7. Hormonas de enraizamiento**

El uso de hormonas de enraizamiento está especialmente indicado para el tratamiento de esquejes y estaquillas con el objetivo de favorecer aspectos, como la emisión y rapidez de raíces, mejorar el porcentaje de plantas enraizadas, así como la calidad global de sus sistemas radiculares.

Las hormonas de enraizamiento las podemos encontrar formuladas tanto en modalidad de líquido como en polvo. También es cierto que podemos fabricar hormonas de enraizamiento caseras si tenemos las materias primas adecuadas.

Las hormonas de enraizamiento en polvo suelen incluir un fungicida que ayuda a evitar posibles infecciones en la zona del corte del esqueje o estaquilla.

En cuanto a la dosis, estas hormonas de enraizamiento en polvo están preparadas para ser aplicadas directamente. En cuanto al método de aplicación es humedecer la base de los esquejes unos dos centímetros e introducirlo en el polvo hormonal. Sacudirlos suavemente para eliminar el exceso de polvo y plantar el esqueje con cuidado de no eliminar el producto adherido.

Las hormonas de enraizamiento en líquido se aplican normalmente mediante el método de inmersión de los esquejes y estaquillas durante un tiempo determinado. Este tiempo viene aconsejado por el fabricante ya que factores como el tipo de hormona y concentración, así como la especie en la que se aplica, marcan decisivamente estos tiempos.

Los fabricantes de hormonas de enraizamiento suelen poner a disposición de sus clientes, tablas en las que se dan una relación de especies y el producto más adecuado a aplicar, además del método ([www.floresyplantas.net](http://www.floresyplantas.net)).

### **2.9.8. Hormonas de enraizamiento líquidas**

Entre las diferentes formulaciones posibles se encuentra la de hormonas de enraizamiento en líquido. A diferencia de la formulada en polvo, esta se aplica por contacto directo o por inmersión en una disolución preparada para tal fin.

Las hormonas de enraizamiento líquidas se comercializan en botellas de diferentes capacidades. Estas suelen ir desde los 100 a los 1.000 cc.

Al igual que las hormonas de enraizamiento en polvo, están indicadas para el tratamiento de esquejes y estaquillas con el objetivo de favorecer aspectos como la emisión y rapidez de raíces, mejorar el porcentaje de plantas enraizadas, así como la calidad global de sus sistemas radiculares.

Las hormonas de enraizamiento líquidas pueden emplearse de tres formas básicamente:

**Humedeciendo la base de los esquejes.-** Consiste en poner en contacto unos dos centímetros de la base de los esquejes con el producto puro durante 10 o 20 segundos.

**Inmersión de los esquejes.-** Consiste en sumergir durante 24 horas los esquejes en una disolución del enraizante. La dosis de esta disolución variará en función de la riqueza de producto y la especie a tratar.

**Pulverización.-** Una vez plantados los esquejes, se aplica sobre ellos en pulverización una disolución a la dosis recomendada por el fabricante. Esta es una de las modalidades menos corriente.

Las hormonas de enraizamiento líquidas están especialmente indicadas para su uso en estaquillas y esquejes leñosos de vid, frutales, forestales y ornamentales.

Las dosis de aplicación varían en función de la especie de la planta y la dureza del esqueje. Normalmente, se utiliza estas dosis:

En esquejes herbáceos de 1 a 2,5 cc de producto por litro de agua.

En esquejes semiduros de 5 a 10 cc de producto por litro de agua.

En esquejes duros de 10 a 20 cc de producto por litro de agua.

Como recomendaciones generales, las hormonas de enraizamiento líquidas no deben de mezclarse con otros productos para evitar alterar sus propiedades, así como diluirlo en aguas calcáreas ([www.floresyplantas.net](http://www.floresyplantas.net)).

### **2.9.9. Hormonas de enraizamiento caseras**

En ocasiones deseamos fabricar nuestras propias hormonas de enraizamiento caseras también denominadas hormonas enraizantes en vez de comprarlas ya formuladas. Entre las causas, la más extendida es el que no hay muchos sitios donde poderlas comprar.

Para fabricar hormonas de enraizamiento caseras necesitaremos básicamente tres ingredientes: la o las materias activas de hormonas de enraizamiento, un fungicida y polvos de talco. Normalmente se fabrican en formulado en polvo ya que en líquido es algo más complejo.

Las materias primas de hormonas de enraizamiento, suelen ser básicamente de dos clases: ANA (Ácido 1 – Naftilacético) y el AIB (Ácido 3 – Indolbutírico).

Estas pueden usarse en la formulación de forma individual o combinada. En cuanto a sus dosis son muy pequeñas y deben de ser respetadas, ya que un exceso no mejora los resultados sino todo lo contrario.

En cuanto a las dosis de composición, oscilan en torno a 0,2% y 0,5%, siendo el resto de material fungicidas y material excipiente (sustancia activa usada para incorporar el principio activo, en este caso polvo de talco).

Estas materias activas pueden solicitarse en las farmacias. No suelen tener pero la pueden pedir. En estos casos, comprar la mínima cantidad ya que como hemos dicho se utilizan en muy baja dosis.

Otro de los ingredientes en un fungicida. Recordemos que las hormonas de enraizamiento finales se van a aplicar sobre la zona de corte del esqueje y es muy recomendable que se encuentre un fungicida que impida que los hongos actúen.

Un fungicida recomendable puede ser el Ziram. Y la dosis de participación en la hormona de enraizamiento casera también debe de ser baja. Sobre el 4% está bien.

Y por último está el material excipiente sobre el que se mezclan los principios activos de hormonas y fungicida. En este caso polvos de talco.

Los polvos de talco son inertes y simplemente nos facilitan la manipulación correcta del formulado final.

Pesando correctamente estas materias primas y mezclándolas de forma homogénea, podemos fabricar nuestras hormonas de enraizamiento o enraizantes caseras para utilizarlas para el tratamiento de esquejes y estaquillas con el objetivo de favorecer aspectos en ellos como la emisión y rapidez de raíces, mejorar el porcentaje de plantas enraizadas, así como la calidad global de sus sistemas radiculares ([www.floresyplantas.net](http://www.floresyplantas.net)).

En este caso nos ocuparemos de las hormonas de enraizamiento:

Ryzogen y Radip Ormon.

- **Ryzogen**

Ryzogen® es un Bioactivador siológico de origen natural Antiestrés, que maximiza la producción de pelos absorbentes, raicillas y biomasa radicular, que favorecen el desarrollo armónico y equilibrado de la parte aérea de la planta (tallos, ramas y brotes); así mismo mejora la capacidad exploratoria de la raíz en el perfil del suelo haciendo más eficiente la captación de agua y nutrientes, además de evitar el incline o volcamiento de la planta; por lo tanto es un potente bioenraizador.

Ryzogen regula a nivel celular la producción endógena de hormonas y energía, en favor del desarrollo, mantenimiento y funcionalidad de la Raíz (producción de hormonas naturales, exudados, absorción de nutrientes y anclaje, etc.). Estos procesos son seriamente afectados por condiciones ambientales adversas (temperatura, humedad, pH, plagas, enfermedades, salinidad, etc.) que desencadenan ESTRÉS a nivel radicular en la Rizósfera ([www.biogenagro.com](http://www.biogenagro.com)).

- **Radip Ormon**

Rapid Ormon es una hormona de enraizamiento que estimula la formación de raíces y su crecimiento.

Está realizado a base de auxinsimile sintético (ácido alfa naftalenacético) que promueve el natural transporte descendiente de las hormonas, produciendo la acumulación de auxinas en la base de los esquejes y la producción de las primeras raíces. Esto hace a RAPID ORMON especialmente indicado para todos los esquejes herbáceos, leñosos semileñosos, arbustivos y para los esquejes de vides.

Modo de aplicación:

- Sumergir la base de los esquejes en aproximadamente 3cm de agua.
- Posteriormente dejarlos escurrir para que queden levemente humedecidos.
- Luego, la base del esqueje humedecida se debe de sumergir en el polvo Rapid Ormon.
- Antes de trasplantar los esquejes del modo habitual, sacudirlos levemente para eliminar el polvo en exceso.
- No mezclar la fórmula con otros productos.

([www.mainter.com.bo](http://www.mainter.com.bo))

## **2.9.10. Invernadero**

- **Origen**

Del primer invernadero que se tiene noticia data de alrededor de 1850 en los Países Bajos. Sin embargo, es una fecha difusa porque hay registros de construcciones erigidas alrededor, o antes de ésta, destinadas al crecimiento y la conservación de las uvas. Sin embargo, lo importante es que su creación alteró las prácticas de la agricultura dado que su intención inicial consistía en cultivar plantas de climas cálidos en pisos templados o fríos.

Pero su desarrollo alcanzó impacto cuando fenómenos climáticos ocurridos entre 1972 y 1973, dieron pie para redactar las normativas NEN 3859 en Holanda y Países Bajos, pioneros en implementación e investigación de este tipo de sistemas.

([www.agropinos.com](http://www.agropinos.com))

- **Definición**

Definido como un lugar cerrado, estático y accesible a pie, con una cubierta que varía entre cristal o plásticos para invernadero, éste tiene como función el desarrollo acelerado de plantas y cultivos.

Su funcionamiento es básico: la radiación solar, al atravesar la cubierta, calienta el ambiente y los objetos que hay dentro. Es debido a la acción de la cubierta, que retiene la onda solar, la que permite que las radiaciones infrarrojas alimenten el circuito e incrementen la temperatura, con lo que se benefician los cultivos contenidos en este espacio ([www.agropinos.com](http://www.agropinos.com)).

- **Tipos de invernadero**

De una altura estándar de 3 a 4 metros, lo que significa mejor ventilación al interior del invernadero, los tipos responden más que todo al perfil externo de éste. Por ejemplo:  
De tipo plano: utilizado en zonas con baja incidencia de lluvia, sus sistemas de riego son clave para que el calor ambiente no se eleve demasiado así como el uso de polisombras para moderar la radiación.

En forma de capilla: muy popular por su facilidad de construcción debido a que su tejado está inclinado en ambos lados, lo que permite que la lluvia se recolecte por caída en los tanques de almacenamiento para agua.

Diente de sierra: aquel que aprovecha las mangueras para riego y los canales de agua para mantener una temperatura promedio; muy utilizado en ocasiones para producción acuífera de tipo industrial.

([www.agropinos.com](http://www.agropinos.com))

### **2.9.11. Sustratos**

La evolución de la agricultura intensiva ha traído consigo el empleo en la actividad agraria de nuevos insumos como son los sustratos de cultivo.

Estos medios de producción han resultado básicos para el desarrollo de actividades como semilleros, viveros, horticultura intensiva protegida, etc.

Así mismo, existen otros usos para los que son igualmente importantes: paisajismo o recuperación de suelos degradados.

La función de los sustratos de cultivo es sustituir al suelo, permitiendo el anclaje y adecuado crecimiento del sistema radicular de la planta.

El suelo, factor de producción esencial en la agricultura, actúa como soporte físico de los cultivos y les proporciona los nutrientes, el aire y el agua que precisan. De ello, se desprende la importancia de definir las características físicas, químicas y biológicas de los sustratos de cultivo.

([www.mapa.gob.es](http://www.mapa.gob.es))

Si ha pensado cultivar en condiciones de ambiente controlado, una de las decisiones de producción más importantes hace referencia al tipo de sustrato que va a utilizar, y dicha decisión podría tener un impacto drástico y determinante en la salud y productividad de sus cultivos.

En pocas palabras, un sustrato puede definirse como cualquier tipo de material en el que se depositan semillas o raíces para posibilitar su desarrollo.

Los sustratos sin suelo, conocidos como artificiales, poseen algunos requerimientos básicos para ser viables, entre los que se incluyen estar libres de patógenos, poseer buenas cualidades de aireación y drenaje, y una capacidad de retención de agua suficiente para prevenir resecaimiento excesivo ([www.hortalizas.com](http://www.hortalizas.com)).

- **El sustrato ideal para las operaciones en invernaderos**

El uso de sustratos en la agricultura está enfocado al cultivo en invernadero donde es posible llevar el control de los factores asociados a la producción.

Específicamente el uso de sustratos en la agricultura fue originado debido a factores asociados con la fatiga del suelo, pero, sobre todo, a la dificultad para establecer un cultivo de manera segura, en las etapas iniciales del cultivo donde agentes patógenos presentes en suelo son definitivamente difíciles de erradicar.

Definir una estrategia de manejo de riego en sustratos depende de la capacidad del sistema y en riego de alta frecuencia, de la precisión que el controlador tenga para emitir las cantidades necesarias en el momento que se requiere. Sobre decir que para esto el diseño del riego debe presentar eficiencias en la uniformidad superiores al 95% ([www.trichodex.com](http://www.trichodex.com)).

- **Características básicas para definir el sustrato que necesitas**

Desde el punto de vista biológico un sustrato debe estar libre de agentes patógenos; uno de los principales problemas en este momento en los cultivos en suelo, es la existencia de nematodos, ante lo cual ya cualquier sistema de control implica un costo adicional y en el peor de los casos la degradación del suelo y ambiente por el uso de productos químicos ([www.trichodex.com](http://www.trichodex.com)).

## CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. LOCALIZACIÓN

El presente trabajo de tesis se llevó a cabo en la zona de monte sud provincia Cercado del Departamento de Tarija, allí hicimos la implementación de un pequeño invernadero para la producción de Romero.



## 3.2. MATERIALES

### 3.2.1. Materiales de campo

- Flexómetro.
- Tablas de madera.
- Malla media sombra.
- Puntales de madera.
- Agrofilm (film para invernadero).
- Martillo, clavos, cinta, etc.
- Bolsas de polietileno.
- Sustratos (arena, tierra vegetal y limo).

### 3.2.2. Infraestructura

- **Descripción del invernadero.-** tiene las siguientes características:

Tipo capilla a dos aguas

Ubicación: S-N

La estructura está formada con palos de eucalipto, con vigas de madera, a los costados, dimensiones: 8 m largo por 4 m de ancho y 2.5 m de alto, y está cubierto con agrofilm.

Por dentro del invernadero echamos arena por todo el suelo para igualar un poco la inclinación del suelo y sobre eso colocamos unos ladrillos y encima de eso unas tablas de madera donde colocamos los plantines.

### **3.2.3. Equipos y herramientas**

- Tijeras de podar.
- Una espátula.
- Una pala.
- Una carretilla.
- Manguera.

### **3.2.4. Materiales de registro**

- Planillas.
- Papel, lapiceros.
- Cinta scotch.
- Libreta de campo.
- Cámara fotográfica.

### **3.2.5. Material biológico**

Estacas de Romero (*Rosmarinus officinalis* L.), se realizó la recolección de estacas de algunos viveros que hay en Tarija y de algunas casas que tienen esta planta, se sacó estacas de 7 cm de altura de plantas madre de un año y dos años de edad.

### **3.2.6. Fitorreguladores**

- **Ryzogen**

Ryzogen® es un Bioactivador biológico de origen natural Antiestrés, que maximiza la producción de pelos absorbentes, raicillas y biomasa radicular, que favorecen el desarrollo armónico y equilibrado de la parte aérea de la planta (tallos, ramas y brotes);

así mismo mejora la capacidad exploratoria de la raíz en el perfil del suelo haciendo más eficiente la captación de agua y nutrientes, además de evitar el incline o volcamiento de la planta; por lo tanto es un potente bioenraizador.

Ryzogen regula a nivel celular la producción endógena de hormonas y energía, en favor del desarrollo, mantenimiento y funcionabilidad de la Raíz (producción de hormonas naturales, exudados, absorción de nutrientes y anclaje, etc.).

Estos procesos son seriamente afectados por condiciones ambientales adversas (temperatura, humedad, pH, plagas, enfermedades, salinidad, etc.) que desencadenan ESTRÉS a nivel radicular en la Rizósfera ([www.biogenagro.com](http://www.biogenagro.com)).

- **Radip Ormon**

Rapid Ormon es una hormona de enraizamiento que estimula la formación de raíces y su crecimiento.

Está realizado a base de auxinsimile sintético (ácido alfa naftalenacético) que promueve el natural transporte descendiente de las hormonas, produciendo la acumulación de auxinas en la base de los esquejes y la producción de las primeras raíces. Esto hace a RAPID ORMON especialmente indicado para todos los esquejes herbáceos, leñosos semileñosos, arbustivos.

Modo de aplicación:

- Sumergir la base de los esquejes en aproximadamente 3cm de agua.
- Posteriormente dejarlos escurrir para que queden levemente humedecidos.
- Luego, la base del esqueje humedecida se debe de sumergir en el polvo Rapid Ormon.
- Antes de trasplantar los esquejes del modo habitual, sacudirlos levemente para eliminar el polvo en exceso ([www.mainter.com.bo](http://www.mainter.com.bo)).

### 3.2.7. Sustrato

Limo	40%
Arena	40%
Tierra vegetal	20%

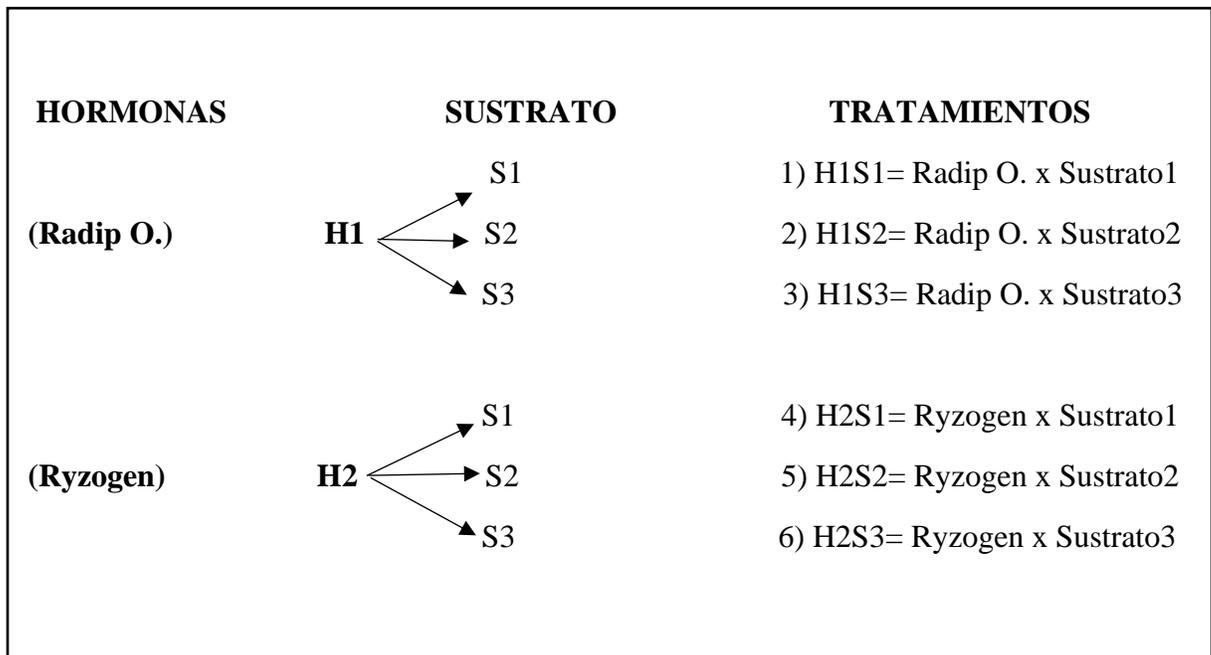
Limo	50%
Tierra vegetal	50%

Limo	50%
Tierra vegetal	40%
arena	10%

### 3.2.8. El Diseño a utilizar será el diseño completamente aleatorio

En el presente trabajo de investigación se realizó el diseño completamente al azar: con un arreglo factorial de  $(2 \times 3 = 6)$  con 6 tratamientos y 3 repeticiones

#### Factores en estudio



S1 = (Limo + Arena + Tierra vegetal)

S2 = (Limo + Tierra vegetal)

S3 = (Limo + Tierra vegetal + Arena)

### 3.2.9. Diseño experimental

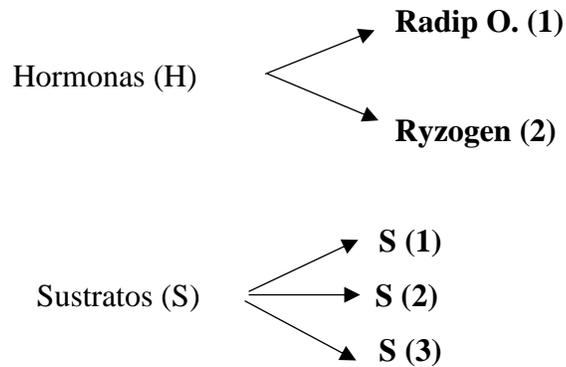
#### Características del diseño

- Numero de tratamientos .....6
- Numero de repeticiones .....3
- Numero de estacas por tratamiento .....21
- Numero de estacas en todo el ensayo..... 126

#### Descripción de los tratamientos

Arreglo factorial ( $2 \times 3 = 6$ ) tratamientos o combinaciones, donde los factores principales son las fitohormonas y los diferentes sustratos.

Los niveles ensayados fueron:



#### Características

**H1**= Hormona Radip Ormon.

**H2**= Hormona Ryzogen.

**S1**= (Limo + Arena + Tierra vegetal)

**S2**= (Limo + Tierra vegetal)

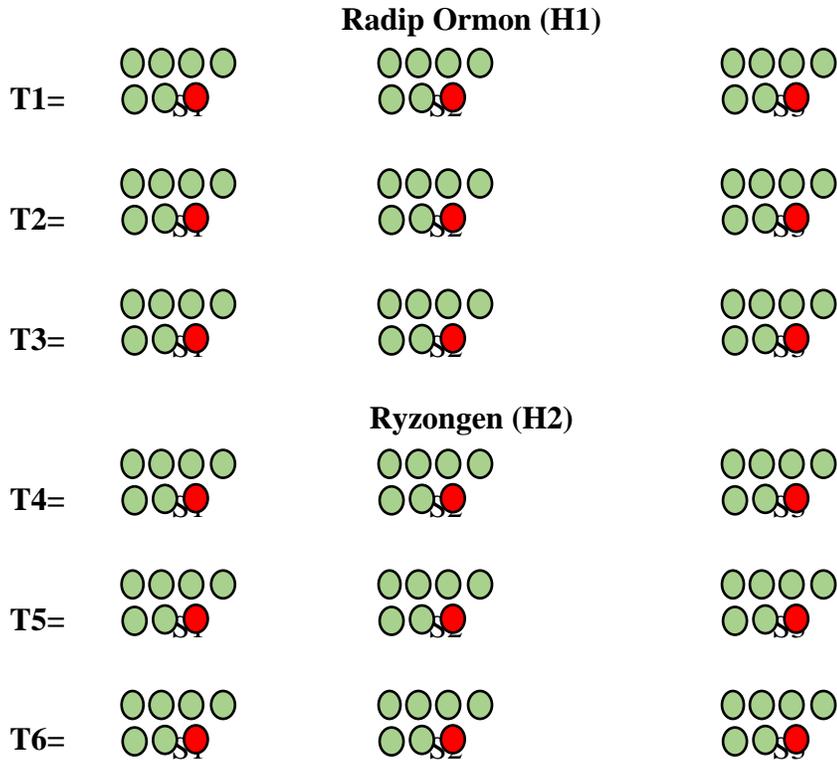
**S3**= (Limo + Tierra vegetal + Arena)

### Detalle de los tratamientos

HORMONAS (H)	TIPOS DE SUSTRATOS (S)	TRATAMIENTOS
Radip O. (1)	Sustrato (1)	H1S1
Radip O. (1)	Sustrato (2)	H1S2
Radip O. (1)	Sustrato (3)	H1S3
Ryzogen (2)	Sustrato (1)	H2S1
Ryzogen (2)	Sustrato (2)	H2S2
Ryzogen (2)	Sustrato (3)	H2S3

#### 3.2.10. Diseño de campo

#### Distribución de los tratamientos en campo



Se realizó la respectiva mezcla de los sustratos (limo, tierra vegetal y arena) a los porcentajes propuestos para el trabajo en campo, haciendo posteriormente una desinfección de la misma, para ello se cubrió con bolsas de polietileno los sustratos mezclados durante el periodo de 48 horas.

Una vez pasado este tiempo este sustrato, se procedió a llenar en las bolsas negras de polietileno o bolsas maceteros de 15 cm de ancho y 20 cm de largo.

Se hizo la recolección de las estacas de romero de algunos viveros que hay en la ciudad y también de algunas casas las cuales tienen esta planta., luego se procedió a la selección del material vegetal estacas de 7 a 10 cm de largo, seguidamente se quitó los brotes dejando en la punta unas cuantas hojas esto para un mejor control del desarrollo de las estacas.

Posteriormente se realizó la utilización de los fitorreguladores. En este caso los fitorreguladores ya llegaron en soluciones preparadas listas para ser utilizadas tanto como el Radip Ormon que es un fitoregulador en polvo y el Ryzogen que es un fitoregulador en líquido.

Seguidamente se introdujo las estacas de romero en los diferentes fitorreguladores a una profundidad de 3 cm aproximadamente.

Luego se llevó las estacas al invernadero, donde estaban las bolsas ya listas para introducir las estacas, que fueron tratadas con el fitoregulador Radip Ormon, este procedimiento consistió en los siguientes pasos:

1. Se introdujo la base de la estaca en el polvo Radip Ormon.
2. Se golpeó la estaca en el cuello del frasco, para quitar el exceso del fitoregulador.
3. Se introdujo la estaca a la bolsa.

Luego se colocó las estacas que fueron tratadas con el fitorregulador Ryzogen, este fitorregulador es líquido así que no hubo muchos pasos que realizar simplemente remojar la estaca un poco y llevar a la bolsa.

Explicar que los sustratos mezclados y llenados en las bolsas se realizaron una semana antes de la plantación.

Un día antes de la plantación se regó los sustratos en las bolsas, para que tengan una humedad adecuada para la plantación de las estacas.

### **3.2.11. Variables respuestas a evaluar**

En la parte de toma de datos se tomaron en cuenta las siguientes variables:

#### **Altura del vástago**

Para la medición de la altura del vástago, se realizó mediciones a los 60, 120 y 180 días después del prendimiento. La medición se la realizo con una guincha métrica en (cm).

#### **Longitud de la raíz**

Se realizó una evaluación a los cinco meses después de la plantación de las estacas, para analizar con cuál de los tratamientos se logró mayor longitud de la raíz.

La medición de esta variable se llevó a cabo mediante la utilización de una guincha métrica para lo cual se midió en centímetros.

Se tomó una de las plantas tratadas en la investigación se las saco de la bolsa macetera en la que se encontraba, se limpió la raíz de todo el abono para tener una mejor visión y mejor manipulación para hacer la medición, se tomó la medida desde el cuello q es donde empieza la raíz hasta la cofia o pilorriza que es la parte final de la raíz.

### **Porcentaje de prendimiento por tratamiento**

Se realizó a los 60 días después de la plantación donde se observó las plantas que ya estaban prendidas y las plantas que estaban secas o muertas.

Se tomó los datos de las plantas prendidas con las cuales se trabajó el tiempo de la investigación.

### **Peso en gramos del sistema radicular /tratamiento**

El peso del sistema radicular se realizó a los (150 días), para ello se designó una planta de cada repetición por tratamiento y así de esta manera realizar el análisis de esta variable, este trabajo se realizó en laboratorio siguiendo los siguientes pasos: Sacamos la planta de la bolsa macetera y limpiamos la raíz, luego realizamos el corte de raíz en pequeños pedazos, y poder obtener el peso húmedo, dato promedio resultó 3,82 gr. Posteriormente después de un trabajo de laboratorio de obtuvo el peso seco que dato promedio fue 1,74 gr.

Con estos datos se obtuvo el porcentaje de Materia Seca que fue de 45,5 %, dato importante para poder obtener los pesos de la raíz de los diferentes tratamientos y repeticiones.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente de investigación, fueron ordenados de acuerdo a las secuencias de evaluación en las diferentes variables.

#### 4.1. Registro de evaluación de las plantas de Romero

El proceso de la evaluación de las plantas de Romero se realizó desde la plantación de las estacas hasta su prendimiento y tamaño alcanzado hasta los 6 meses.

#### 4.2. Características físicas y químicas de los sustratos

El sustrato más efectivo en el prendimiento de las estacas de Romero fue el sustrato 1 que estaba compuesto de los siguientes porcentajes limo 40% arena 40% y tierra vegetal 20%.

Con el informe de laboratorio sobre el análisis físico, resulto que el sustrato 1 (S1) tuvo una densidad aparente (Da) de 1,40 g/cc y una textura franco arenoso (FA).

El sustrato 1 contenía nitrógeno total (NT) de 0,44 %, fosforo (P) 61,09 ppm, calcio (Ca) 11,4 meq/100g, potasio (K) 0,51 meq/100g y un pH de 6,25.

Datos medios o adecuados de características físicas y químicas

Características físicas		
textura	Franco arenoso	Adecuado
Densidad aparente (Da)	1,4 – 1,75	Moderado
Características químicas		
Nitrógeno total (N)	Mayor a 0,30	Muy alto
Fósforo (P)	Mayor a 45	Muy alto
Potasio (K)	0,51 – 0,75	Moderado
Calcio (Ca)	11,1 – 20,0	Alto
pH	6,0 – 6,5	Débilmente ácido

(AGRUCO SERIE TÉCNICA N°10, 1988)

Haciendo la comparación con (AGRUCO, 1988), en cuanto a las características físicas, resulto una textura franco arenoso (FA) que se encuentra dentro de un suelo adecuado con una densidad aparente (Da) de 1,40 g/cc moderado.

Para nitrógeno total (NT) de 0,44% haciendo comparaciones con (AGRUCO, 1988) nuestro nitrógeno es mayor a 0,30 es muy alto, de igual manera para el fósforo (P) 61,09 que mayor a 45 es muy alto, potasio (K) 0,51 se encuentra dentro del rango moderado, calcio (Ca) 11,4 que se encuentra del rango alto y estamos con un pH de 6,25 que se encuentra dentro del rango débilmente ácido.

### 4.3. Porcentaje de prendimiento por tratamiento a los 60 días

**Cuadro N°1.** Porcentaje de prendimiento por tratamiento

Enraizante	Sustrato	Repeticiones			Suma	Media
		1	2	3		
<b>H1</b>	<b>S1</b>	85,7	85,7	100	271,4	90,47
	<b>S2</b>	85,7	100	85,7	271,4	90,47
	<b>S3</b>	85,7	71,42	85,7	242,82	80,94
<b>H2</b>	<b>S1</b>	71,42	85,7	100	257,12	85,71
	<b>S2</b>	71,42	85,7	85,7	242,82	80,94
	<b>S3</b>	85,7	85,7	85,7	257,1	85,70
suma		485,64	514,22	542,8	1542,66	514,22
media		80,94	85,70	90,47		

Ref.: H1=hormona 1, H2=hormona 2, S1=sustrato 1, S2=sustrato 2 y S3=sustrato3

En el cuadro N° 1 observamos las diferentes medias de los tratamientos, podemos ver que el tratamiento T1 (H1S1) y el tratamiento T2 (H1S2) tienen las mismas medias y el más alto porcentaje con 90,47%, seguido del tratamiento T4 (H2S1) con un valor 85,71%, posteriormente sigue el tratamiento T6 (H2S3) con un mismo valor de 85,70% y por último los tratamientos con la media más menor fueron el tratamiento T3 (H1S3)

y el tratamiento T5 (H2S2) con un mismo valor de 80,94% en cuanto a la variable porcentaje de prendimiento por tratamiento a los 60 días.

**Cuadro N° 2.** ANOVA porcentaje de prendimiento por tratamiento

FV	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					1%	5%
TOTAL	17	1225,22				
TRAT	5	272,27	54,45	0,80 NS	6,06	3,48
REPS	2	272,27	90,76	2,00 NS	6,99	3,86
ERROR	10	680,68	75,63			
FAC/ENR	1	45,38	45,38	0,67 NS	10,6	5,12
FAC/SUST	2	68,16	34,08	0,75 NS	8,02	4,26
ENR/SUST	2	158,73	79,37	2,33		

En el cuadro de ANOVA se observa que no existen diferencias significativas en todas las fuentes de variación evaluadas.

Un factor clave es el tipo de sustrato, uno de los más utilizados es la turba ya que garantiza un buen contenido inicial de nutrientes, alta retención de humedad, buena aireación y porosidad, estas características garantizarán una buena producción de biomasa fresca y una mejor respuesta en el enraizamiento de los esquejes (Bernal, 2014).

Entonces utilizar un buen sustrato, en este caso el mejor sustrato fue el sustrato 1 (S1) de composición (limo 40% arena 40% y tierra vegetal 20%) y al mismo tiempo un enraizador como el Radip Ormon (H1), son muy favorables para el desarrollo radicular y así obtener un mayor porcentaje de prendimiento.

#### 4.4. Altura del vástago a los 60 días

**Cuadro N° 3** Altura del vástago a los 60 días (cm)

Enraizante	Sustrato	Repeticiones			Suma	Media
		1	2	3		
H1	S1	15,16	16	15,14	46,3	15,43
	S2	16,16	16	15,16	47,32	15,77
	S3	13,66	14,6	13,5	41,76	13,92
H2	S1	13,8	14,16	13,85	41,81	13,94
	S2	14,6	14,33	13,86	42,79	14,26
	S3	13,66	13,66	12,66	39,98	13,33
Suma		87,04	88,75	84,17	259,96	86,65
Media		14,50	14,79	14,02		

Ref.: H1=hormona 1, H2=hormona 2, S1=sustrato 1, S2=sustrato 2 y S3=sustrato3

En el cuadro N° 3 observamos las diferentes medias de los tratamientos, podemos ver que el tratamiento T2 (H1S2) tiene la media más alta con 15,77 cm seguido del tratamiento T1 (H1S1) con un valor de 15,43 cm por último el tratamiento con la media más menor fue el tratamiento T6 (H2S3) con 13,33 cm. en cuanto a la variable altura del vástago a los 60 días.

**Cuadro N°4.** ANOVA altura del vástago a los 60 días (cm)

FV	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					1%	5%
TOTAL	17	16,47				
TRAT	5	13,68	2,74	27,27**	6,06	3,48
REPS	2	1,79	0,89	2,90 NS	6,99	3,86
ERROR	10	1,00	0,10			
FAC/ENR	1	6,48	6,48	64,60**	10,6	5,12
FAC/SUST	2	6,37	3,18	0,49NS	8,02	4,26
ENR/SUST	2	0,83	0,41	0,13		

Al comparar el valor de F-calculado con el valor de F-tabulado 1% y 5% de probabilidad, se observa que F-calculada es mayor que F-tabulado para la fuente de variación que corresponde a los tratamientos, y el factor enraizante por lo que se concluye que existen diferencias significativas en estas fuentes de variación por lo que recurrimos a una prueba de comparación de medias para determinar el mejor tratamiento.

**Cuadro N° 5.** Prueba de comparación de medias TUKEY (tratamientos)

<b>Tratamientos</b>	<b>X</b>
<b>T2 (S2H1)</b>	15,77 <b>a</b>
<b>T1 (S1H1)</b>	15,43 <b>a</b>
<b>T5 (S2H2)</b>	14,26 <b>b</b>
<b>T4 (S1H2)</b>	13,94 <b>b</b>
<b>T3 (S3H1)</b>	13,92 <b>b c</b>
<b>T6 (S3H2)</b>	13,33 <b>c</b>

De acuerdo al siguiente cuadro, se observa que los mejores tratamientos resultaron ser el T2 (S2H1) y el T1 (S1H1) ya que entre ellos no existen diferencias, así que se puede recomendar cualquiera de los dos tratamientos.

**Cuadro N° 6.** Prueba de comparación de medias TUKEY (factor/enraizante)

<b>Enraizante</b>	<b>X</b>
<b>H1</b>	15,04 <b>a</b>
<b>H2</b>	13,84 <b>b</b>

De acuerdo al siguiente cuadro, se observa que para la variable altura del vástago a los 60 días, tomando en cuenta el factor enraizante, la hormona 1 (H1), es diferente de la hormona 2 (H2), logrando alcanzar una altura de 15,04 cm de altura de la planta a los 60 días.

Los tratamientos a base de auxinas aumenta el porcentaje de enraizamiento, favorece la aceleración del proceso, incrementa en número, longitud y calidad las raíces formadas y promueven un enraizamiento homogéneo (Martínez, 2007).

Ahora bien, si el sustrato es importante, también es importante el enraizador a emplear ya que de ello depende que sea más rápido y mejor el desarrollo de la planta.

#### 4.5. Altura del vástago a los 120 días

**Cuadro N°6.** Altura del vástago a los 120 días (cm)

Enraizante	Sustrato	Repeticiones			Suma	Media
		1	2	3		
H1	S1	39,16	38,33	39,85	117,34	39,11
	S2	38,83	38,42	38,16	115,41	38,47
	S3	38,5	38,2	37,83	114,53	38,18
H2	S1	36,4	36,16	36,14	108,7	36,23
	S2	35,8	35,5	35,83	107,13	35,71
	S3	36,16	35,83	35,5	107,49	35,83
Suma		224,85	222,44	223,31	670,6	223,53
Media		37,47	37,07	37,21		

Ref.: H1=hormona 1, H2=hormona 2, S1=sustrato 1, S2=sustrato 2 y S3=sustrato3

En el cuadro N° 6 observamos las diferentes medias de los tratamientos, podemos ver que el tratamiento T1 (H1S1) tiene la media más alta con 39,11 cm seguido del tratamiento T2 (H1S2) con un valor de 38,47 cm por último el tratamiento con la media más mínima fue el tratamiento T5 (H2S2) con 35,71 cm en cuanto a la variable altura del vástago a los 120 días.

**Cuadro N° 7.** ANOVA altura del vástago a los 120 días (cm)

FV	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					1%	5%
TOTAL	17	35,66				
TRAT	5	33,72	6,74	46,78 **	6,06	3,48
REPS	2	0,50	0,25	1,72 NS	6,99	3,86
ERROR	10	1,44	0,14			
FAC/ENR	1	31,89	31,89	221,22 **	10,6	5,12
FAC/SUST	2	1,59	0,80	0,02 NS	8,02	4,26
ENR/SUST	2	0,23	0,12	0,15		

Al comparar el valor de F-calculado con el valor de F-tabulado 1% y 5% de probabilidad, se observa que F-calculada es mayor que F-tabulado para la fuente de variación que corresponde a los tratamientos, y el factor enraizante por lo que se concluye que existen diferencias significativas en estas fuentes de variación, por lo que recurrimos a una prueba de comparación de medias para determinar el mejor tratamiento.

**Cuadro N° 8.** Prueba de comparación de medias TUKEY (Tratamientos)

Tratamientos	X
<b>T1</b> (H1S1)	39,11 <b>a</b>
<b>T2</b> (H1S2)	38,47 <b>a</b>
<b>T3</b> (H1S3)	38,18 <b>a</b>
<b>T4</b> (H2S1)	36,23 <b>b</b>
<b>T6</b> (H2S3)	35,83 <b>b</b>
<b>T5</b> (H2S2)	35,71 <b>b</b>

De acuerdo al siguiente cuadro, se observa que los mejores tratamientos resultaron ser el T1 (H1S1), T2 (H1S2) y el T3 (H1S3) ya que entre ellos no existen diferencias así que se puede recomendar cualquiera de los tres.

El crecimiento es un proceso fisiológico muy complicado y depende de la mayoría de los otros procesos que tiene lugar en una planta, como: la fotosíntesis, respiración, absorción de agua y sustancias nutritivas minerales y orgánicas. Entonces sabiendo que estos procesos son muy importantes, al favorecer con sustratos preparados y fitoreguladores hacemos que el desarrollo de planta sea más rápida y efectiva (Rodríguez, 2007).

**Cuadro N° 9.** Prueba de comparación de medias TUKEY (factor/enraizante)

<b>Enraizante</b>	<b>X</b>
<b>H1</b>	38,55 <b>a</b>
<b>H2</b>	35,9 <b>b</b>

De acuerdo al siguiente cuadro, se observa que para la variable altura del vástago a los 120 días, tomando en cuenta el factor enraizante. la hormona 1 (H1), es diferente de la hormona 2 (H2), logrando alcanzar una altura de 38,55 cm a los 120 días.

En la propagación de plantas, las hormonas vegetales tienen gran importancia ya que no sólo son parte del mecanismo interno que regula la función vegetal, sino que ellas pueden inducir una respuesta específica en el cultivo. También existen ciertas sustancias químicas, algunas naturales y otras sintéticas, que muestran efectos hormonales en plantas, éstos son clasificados como reguladores de crecimiento vegetal (Martínez, 2007).

#### 4.6. Altura del vástago a los 180 días

**Cuadro N° 10.** Altura del vástago a los 180 días (cm)

Enraizante	Sustrato	Repeticiones			Suma	Media
		1	2	3		
H1	S1	56,5	57	55,42	168,92	56,31
	S2	55,33	55,28	57,83	168,44	56,15
	S3	55,83	55,4	54,83	166,06	55,35
H2	S1	53,2	53,83	54,42	161,45	53,82
	S2	53,4	53,66	53,66	160,72	53,57
	S3	53,5	53	53,33	159,83	53,28
Suma		327,76	328,17	329,49	985,42	328,47
Media		54,62	54,69	54,91		

Ref.: H1=hormona 1, H2=hormona 2, S1=sustrato 1, S2=sustrato 2 y S3=sustrato3

En el cuadro N° 10 observamos las diferentes medias de los tratamientos, podemos ver que el tratamiento T1 (H1S1) tiene la media más alta con 56,31 cm seguido del tratamiento T2 (H1S2) con un valor de 56,15 cm por último el tratamiento con la media más menor fue el tratamiento T6 (H2S3) con 53,28 cm en cuanto a la variable altura del vástago a los 180 días.

**Cuadro N° 11.** ANOVA Altura del vástago a los 180 días

FV	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					1%	5%
TOTAL	17	34,47				
TRAT	5	27,49	5,50	8,20 **	6,06	3,48
REPS	2	0,27	0,14	0,20 NS	6,99	3,86
ERRO	10	6,71	0,67			
FAC/ENR	1	25,49	25,49	38,01 **	10,6	5,12
FAC/SUST	2	1,79	0,90	0,04 NS	8,02	4,26
ENR/SUST	2	0,21	0,11	0,12		

Al comparar el valor de F-calculado con el valor de F-tabulado 1% y 5% de probabilidad, se observa que F-calculada es mayor que F-tabulado para la fuente de variación que corresponde a los tratamientos, y el factor enraizante por lo que se concluye que existen diferencias significativas en estas fuentes de variación por lo que recurrimos a una prueba de comparación de medias para determinar el mejor tratamiento.

**Cuadro N° 12.** Prueba de comparación de medias TUKEY (Tratamientos)

<b>Tratamientos</b>	<b>X</b>
<b>T1 (H1S1)</b>	56,31 <b>a</b>
<b>T2 (H1S2)</b>	56,15 <b>a b</b>
<b>T3 (H1S3)</b>	55,35 <b>a b</b>
<b>T4 (H2S1)</b>	53,82 <b>b c</b>
<b>T5 (H2S2)</b>	53,57 <b>c</b>
<b>T6 (H2S3)</b>	53,28 <b>c</b>

De acuerdo al presente cuadro, se observa que el mejor tratamiento resulto ser el tratamiento **T1 (H1S1)**, alcanzando la altura de 56,31 cm.

**Cuadro N° 13.** Prueba de comparación de medias TUKEY (factor/enraizante)

<b>Enraizante</b>	<b>X</b>
<b>H1</b>	55,93 <b>a</b>
<b>H2</b>	53,55 <b>b</b>

De acuerdo al siguiente cuadro, se observa que la hormona 1(H1) es diferente a la hormona 2 (H2) en cuanto a la variable altura del vástago a los 180 días, logrando alcanzar una altura de 55,93 cm a los 180 días.

La aplicación de reguladores de crecimiento es una práctica casi necesaria para asegurar el desarrollo de raíces en los esquejes. Se conocen diferentes reguladores de crecimiento, que contribuyen en el proceso de formación de raíces (Bernal, 2014). Dentro de estos se destacan las auxinas por tener un mayor efecto estimulador en la formación de raíces adventicias por lo que han sido utilizadas con éxito en la propagación vegetativa (Bernal, 2014).

Utilizar enraizadores, hace que el vástago de la planta comience a crecer con mayor rapidez en este caso él que nos dio mejor resultado fue la hormona 1 (H1), el cual fue Radip Ormon un enraizador en polvo.

#### 4.7. Longitud de la raíz a los 150 días

**Cuadro N° 14.** Longitud de la raíz a los 150 días (cm)

Enraizante	Sustrato	Repeticiones			Suma	Media
		1	2	3		
H1	S1	15	16	16	47	15,67
	S2	17	17	16	50	16,67
	S3	17	17	16	50	16,67
H2	S1	14	15	14	43	14,33
	S2	15	15	14	44	14,67
	S3	14	15	14	43	14,33
Suma		92	95	90	277	92,33
Media		15,33	15,83	15		

Ref.: H1=hormona 1, H2=hormona 2, S1=sustrato 1, S2=sustrato 2 y S3=sustrato3

En el cuadro N° 14 observamos las diferentes medias de los tratamientos, podemos ver que el tratamiento T2 (H1S2) tiene la media más alta con 16,67 cm seguido del tratamiento T3 (H1S3) con un valor de 16,67 cm por último el tratamiento con la media

más mínima fue el tratamiento T6 (H2S3) con 14,33 cm en cuanto a la variable longitud de la raíz a los 150 días.

**Cuadro N°15** ANOVA longitud de la raíz a los 150 días (cm)

FV	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					1%	5%
TOTAL	17	22,28				
TRAT	5	18,28	3,66	19,35 **	6,06	3,48
BLOQ	2	2,11	1,06	2,59 NS	6,99	3,86
ERRO	10	1,89	0,19			
FAC/ENR	1	16,06	16,06	85,00 **	10,6	5,12
FAC/SUST	2	1,44	0,72	0,04 NS	8,02	4,26
ENR/SUST	2	0,78	0,39	0,54		

Al comparar el valor de F-calculado con el valor de F-tabulado 1% y 5% de probabilidad, se observa que F-calculada es mayor que F-tabulado para la fuente de variación que corresponde a los tratamientos, y el factor enraizante por lo que se concluye que existen diferencias significativas en estas fuentes de variación por lo que recurrimos a una prueba de comparación de medias para determinar el mejor tratamiento.

**Cuadro N° 16.** Prueba de comparación de medias TUKEY (Tratamientos)

Tratamientos	X
<b>T2 (H1S2)</b>	16,67 <b>a</b>
<b>T3 (H1S3)</b>	16,67 <b>a</b>
<b>T1 (H1S1)</b>	15,67 <b>a</b>
<b>T5 (H2S2)</b>	14,67 <b>a b c</b>
<b>T4 (H2S1)</b>	14,33 <b>c</b>
<b>T6 (H2S3)</b>	14,33 <b>c</b>

De acuerdo al presente cuadro, se observa que los mejores tratamientos resultaron ser el tratamiento **T2** (H1S2), **T3** (H1S3) y el **T1** (H1S1) ya que entre ellos no existen diferencias así que se recomienda cualquiera de los tres tratamientos.

Una evaluación de la longitud pero relacionados con la época de plantación, se demuestra que a pesar de no haber grandes diferencias, el mes de enero resultó el mejor, sin diferir significativamente de octubre.

Las cualidades evaluadas en el momento de extraer las estacas apoyaron los criterios para señalar a la zeolita como el mejor sustrato, ya que las raíces de las estacas allí plantadas presentan mayores longitudes y grosor, en ocasiones hasta 20 cm de longitud (scielo.sld.cu).

**Cuadro N° 17.** Prueba de comparación de medias TUKEY (factor/enraizante)

<b>Enraizante</b>	<b>X</b>
<b>H1</b>	16,33 <b>a</b>
<b>H2</b>	14,44 <b>b</b>

De acuerdo al siguiente cuadro, se observa que para la variable longitud de la raíz a los 150 días (cm) tomando en cuenta el factor enraizante. la hormona 1 (H1), a logrando alcanzar una longitud de 16,33 cm a los 150 días, mostrando ser diferente a la hormona 2 (H2).

Las hormonas vegetales se conocen como fitohormonas o fitorreguladores, definidas como sustancias químicas orgánicas producidas por las plantas, que en pequeñas concentraciones actúan en un lugar distinto de donde se las produce, interviene en el metabolismo del desarrollo, estimulando, inhibiendo o modificando cualquier proceso fisiológico de la planta (Rodríguez, 1991).

El uso de hormonas para el enraizamiento y desarrollo de la misma es muy favorable el mejor resultado obtenido fue con la hormona 1 (H1) Radip Ormon.

#### 4.8. Peso de materia seca del sistema radicular/tratamiento

**Cuadro N° 18.** Peso de Materia Seca del sistema radicular/tratamientos a los 150 días (gr)

Enraizante	Sustrato	Repeticiones			Suma	Media
		1	2	3		
H1	S1	1,77	1,72	1,72	5,21	1,74
	S2	1,68	1,72	1,72	5,12	1,71
	S3	1,72	1,77	1,72	5,21	1,74
H2	S1	1,45	1,41	1,45	4,31	1,44
	S2	1,41	1,36	1,41	4,18	1,39
	S3	1,45	1,45	1,36	4,26	1,42
Suma		9,48	9,43	9,38	28,29	9,43
Media		1,58	1,57	1,56		

Ref.: H1=hormona 1, H2=hormona 2, S1=sustrato 1, S2=sustrato 2 y S3=sustrato3

En el cuadro N° 18 observamos las diferentes medias de los tratamientos, podemos ver que el tratamiento T1 (H1S1) y el tratamiento T3 (H1S3) tienen las mismas medias y las más altas con 1,74 gr seguido del tratamiento T (H1S2) con un valor 1,71 gr y por último los tratamientos con la media más menor fueron el tratamiento T4 (H2S1) con 1,44 gr, el tratamiento T6 (H2S3) con un valor de 1,42 gr Y por último el tratamiento T5 (H2S2) con 1,39 gr en cuanto a la variable peso de materia seca del sistema radicular/tratamiento a los 150 días.

**Cuadro N° 19.** ANOVA Peso de Materia Seca del sistema radicular/tratamientos a los 150 días (gr)

FV	Gl	SC	CM	Fc	Ft	
					1%	5%
TOTAL	17	0,45				
TRAT	5	0,44	0,09	67,25 **	6,06	3,48
REPS	2	0,00	0,00	0,21 NS	6,99	3,86
ERRO	9	0,01	0,001			
FAC/ENR	1	0,43	0,43	332,65 **	10,6	5,12
FAC/SUST	2	0,00	0,00	0,01 NS	8,02	4,26
ENR/SUST	2	0,00	0,00	0,05		

Al comparar el valor de F-calculado con el valor de F-tabulado 1% y 5% de probabilidad, se observa que F-calculada es mayor que F-tabulado para la fuente de variación que corresponde a los tratamientos, y el factor enraizante por lo que se concluye que existen diferencias significativas en estas fuentes de variación por lo que recurrimos a una prueba de comparación de medias para determinar el mejor tratamiento.

**Cuadro N° 20.** Prueba de comparación de medias TUKEY (Tratamientos)

Tratamientos	X
<b>T1 (H1S1)</b>	1,74 <b>a</b>
<b>T3 (H1S3)</b>	1,74 <b>a</b>
<b>T2 (H1S2)</b>	1,71 <b>a</b>
<b>T4 (H2S1)</b>	1,44 <b>b</b>
<b>T6 (H2S3)</b>	1,42 <b>b</b>
<b>T5 (H2S2)</b>	1,39 <b>b</b>

De acuerdo al presente cuadro, se observa que los mejores tratamientos resultaron ser el tratamiento **T1** (H1S1), **T3** (H1S3) y el **T2** (H1S2) ya que entre ellos no existen diferencias.

Entre las semanas 11 y 12 se evidenció un importante incremento de la biomasa seca por la aparición de raíces, aumentado su tasa de crecimiento a partir de la semana 14 y hasta la 19, con un marcado incremento hacia la semana 20 la biomasa de las raíces del cultivar Crespo pareció ser superior en algunos momentos frente al Israelí. Hacia las últimas semanas del proceso, el cultivar Israelí ( $0.31 \pm 0.038$  g) igualó en el peso seco de las raíces al cultivar Crespo ( $0.32 \pm 0.025$  g). Estadísticamente, según la prueba de t-student, realizada con los datos tomados en la semana 20, no se presentaron diferencias en el peso seco de la raíz entre los dos materiales ( $P=0.8560$ ) (Adriana B, 2014).

**Cuadro N° 21.** Prueba de comparación de medias TUKEY (factor/enraizante)

<b>Enraizante</b>	<b>X</b>
<b>H1</b>	1,72 <b>a</b>
<b>H2</b>	1,42 <b>a</b>

De acuerdo al siguiente cuadro, se observa que para la variable peso de Materia Seca del sistema radicular/tratamientos a los 150 días (gr), tomando en cuenta el factor enraizante, no hubo diferencias entre las hormonas. Pero La hormona 1 (H1), logro llegar a pesar 1,72 gr a los 150 días,

En una evaluación de enraizamiento de variedades de romero, registró el mayor porcentaje de esquejes iniciando emisión de las raíces en un 40 a 41%. Indica que obtuvo esquejes listos para el trasplante hacia la semana 20, 96%, alcanzado un 6% más que el romero Israelí, esto en condiciones de invernadero. Entonces los sustratos y los fitorreguladores si favorecen el desarrollo del sistema radicular (Bernal, 2014).

#### 4.9. Análisis Económico

Para realizar el análisis económico de la presente investigación se tomaron en cuenta los costos realizados para la construcción del vivero, también se tomaron en cuenta el costo de las estacas o de la planta madre para sacar las respectivas estacas y por último el costo de los fitoreguladores y algunos materiales que se utilizó en el trabajo de investigación.

El estudio económico se realizó tomando como referencia 1420 estacas establecidas, en una superficie de 25m<sup>2</sup> considerando los costos de producción en cada uno de los tratamientos, no así mismo considerando los costos de transporte e impuestos de ningún tipo.

Los beneficios fueron estimados en función a los precios manejados en el mercado local, mismo que es de 5 bs. Por planta bien enraizada, para su respectivo trasplante al campo o trasplante a macetas más grandes.

Resumen del análisis económico en base al porcentaje de prendimiento.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>BENEFICIO BRUTO (BS.)</b>	<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN (BS.)</b>	<b>RELACIÓN B/C</b>
<b>T1 (S1 H1)</b>	6392,02	3,084	2,07
<b>T2 (S2 H1)</b>	6392,02	3,084	2,07
<b>T3 (S3 H1)</b>	5681,8	3,084	1,84
<b>T4 (S1 H2)</b>	6036,91	3,099	1,94
<b>T5 (S2 H2)</b>	5681,8	3,099	1,83
<b>T6 (S3 H2)</b>	6036,91	3,099	1,94

En el cuadro se observa que todos los tratamientos ofrecen ganancias por encima de lo invertido, porque todos mostraron una relación beneficio/costo superior a 1,00.

Con los resultados del análisis económico, se destacaron los tratamientos 1 y 2, los mismos que ofrecieron una utilidad bruta de más de 2,00 bs.- por boliviano invertido; por otro lado se hallan los tratamientos 3 y 5 con un poco menor de ganancia.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación y tomando en cuenta los diferentes objetivos planteados, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Según el análisis físico y químico se pudo demostrar que el sustrato más efectivo en el prendimiento de las estacas de Romero fue el sustrato 1 (S1), que tuvo una densidad aparente ( $D_a$ ) de 1,40 g/cc, una textura franco arenoso (FA) y la composición de los siguientes nutrientes, nitrógeno total (NT) de 0,44 %, fosforo (P) 61,09 ppm, calcio (Ca) 11,4 meq/100g, potasio (K) 0,51 meq/100g y un pH de 6,25.

Datos que están dentro del rango de un suelo con características apropiadas para el crecimiento y desarrollo de la planta.

- En el porcentaje de prendimiento según cuadro de ANOVA se observa que no existen diferencias significativas en todas las fuentes de variación evaluadas, lo que indica que no influye el sustrato ni la hormona y que la planta puede desarrollarse en cualquier tipo de suelo.
- Se concluye que para el peso de Materia Seca del sistema radicular/tratamientos si existen diferencias significativas según el factor enraizante, es decir que al utilizar enraizantes ya sean tanto en polvo como en liquido hace que el desarrollo del sistema radicular crezca o se desarrolle con mayor rapidez, en este caso el que mejor resultado dio fue la hormona 1 (H1), logrando un peso de 1,72 gr a los 150 días.

- Se concluye que para la variable altura del vástago a los 180 días de acuerdo a la prueba de comparación de TUKEY, el mejor tratamiento fue el T1(H1S1), el cual se trabajó con el enraizador en polvo Radip Ormon (H1) y el sustrato 1 (S1) de composición (limo40%, arena 40% y tierra vegetal 20%).
- Todos los tratamientos ofrecen ganancias, pero resaltan más los tratamientos 1 y 2 los mismos que presentaron el mayor índice en la relación beneficio/costo, indicando que por cada 1bs invertido la ganancia es de 2,07 bs cuando producimos 1420 plantas.

## 5.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones efectuadas en el presente trabajo de investigación se recomienda.

- hacer un análisis del tipo suelo en el cual se está trabajando para conocer las características físicas y químicas y así si fuese necesario planificar un tipo de fertilización.
- utilizar cualquiera de los enraizadores ya sea en polvo o líquido ya que los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos son buenos, aunque con relativa preferencia sería mejor el enraizador en polvo Radip Ormon (H1).
- En cuanto al sustrato para el prendimiento de Romero se recomienda el sustrato1 (S1) (limo + arena + tierra vegetal) ya que fue el mejor para el prendimiento de las estacas.