



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



DETERMINACIÓN DEL ENRAIZAMIENTO DEL CLAVEL
(*Dianthus caryophyllus* L.) UTILIZANDO DOS TIPOS DE
HORMONAS EN CONDICIONES DE INVERNADERO, PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. OVER CAÑAZACA FERNANDEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO - PERÚ

2022



DEDICATORIA

A mis queridos padres Pedro Cañazaca Coaquira y Marina Yolanda Fernandez Vilca Q.E.P.D.G por haberme forjado como persona; los logros obtenidos se los debo a ellos; por su paciencia, amor y sus consejos que fueron pilares para mi formación profesional.

A mis queridas hermanas Nemia Q.E.P.D.G. Yina, Ruth, Susan y a mi hermano querido Paul, por el gran apoyo constante que me dieron día a día, por sus consejos en todo momento.

Over Cañazaca



AGRADECIMIENTOS

Mi eterna gratitud a Dios, por ser el guía y guardián a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A la Universidad Nacional del Altiplano, por haberme dado la oportunidad de formarme en sus aulas. A la facultad de Ciencias Agrarias; Escuela profesional de Ingeniería Agronómica, a sus Autoridades docentes y personal administrativo, por haberme compartido su enseñanza, orientación académica y moral durante mi formación profesional.

En memoria al Dr. Julio Mayta Quispe Q.E.P..D.G. quien me guio como director en los primeros avances del presente trabajo.

Al Dr. Ernesto Javier Chura Yupanqui, Director del presente trabajo de investigación, por su valiosa dirección, asesoría y aportes ofrecida durante el proceso de ejecución de tesis a quien doy mis más sinceros agradecimientos por hacer realidad la culminación del presente trajo.

A los jurados dictaminadores: Dr. Evaristo Mamani Mamani, Dr. Pablo Beltran Barriga e Ing. M. Sc Abdon Charaja Villalta, por posibilitar la ejecución de la tesis contribuyendo al desarrollo de la misma.

Over Cañazaca



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	12
ABSTRAC	13
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ORIGEN E HISTORIA	16
2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	16
2.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	17
2.3.1. Etimología	17
2.3.2. Raíz.....	17
2.3.3. Tallo	17



2.3.4. Hojas.....	17
2.3.5. Fruto	18
2.4. PROPAGACIÓN	18
2.4.1. Plantas madres.....	18
2.4.2. Esquejes.....	19
2.4.3. Formación de raíces adventicias	21
2.5. USO DE FITOHORMONAS Y FITOREGULADORES AUXINICOS EN LA PROPAGACIÓN	23
2.5.1. Fitohormonas.....	23
2.5.2. Fitoreguladores auxinicos	24
2.5.3. Antecedentes del uso de fitoreguladores auxinicos.....	24
2.5.4. Reguladores de crecimiento	25
2.5.5. Métodos de aplicación de hormonas	25
2.5.6. Enraizadores comerciales	26
2.5.7. Preparación, desinfección y plantación de esquejes en invernadero.....	27
2.6. CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES	29
2.6.1. Temperatura	29
2.6.2. Factores físicos que favorecen el enraizamiento.....	29
2.7. INVERNADEROS.....	31
2.7.1. Clasificación de los invernaderos.....	31
2.8. CULTIVO EN INVERNADERO.....	33



2.8.1. Labores culturales.....	33
2.9. PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	34
2.9.1. Plagas	34
2.9.2. Enfermedades	34
2.10. ANTECEDENTES	35
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	37
3.1.1. Características del invernadero	37
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	37
3.2.1. Material vegetal.....	37
3.2.2. Substrato.....	37
3.2.3. Fito reguladores utilizados	38
3.3. FACTORES DE ESTUDIO	41
3.3.1. Dosis de aplicación.....	41
3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL	42
3.4.1. Modelo estadístico.....	42
3.5. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	43
3.5.1. Material experimental (recolección y preparación del material vegetal).....	43
3.5.2. Tratamiento con Root-Hor y Phyllum Max R y aplicación a los esquejes	43
3.5.3. Proceso de plantación de esquejes	43
3.5.4. Manejo de sombra	44



3.5.5. Riego 44

3.5.6. Evaluaciones..... 44

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES 45

4.1.1. Número de ramificaciones laterales 47

4.1.2. Longitud de raíz 49

4.1.3. Altura de planta 57

4.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN 62

V. CONCLUSIONES..... 64

VI. RECOMENDACIONES 65

VII. REFERENCIAS..... 66

ANEXOS..... 73

Área : Ciencias Agrícolas.

Tema : Manejo agronómico de cultivos.

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 10 de febrero de 2022.



ÍNDICE DE FIGURAS

	<i>Pág.</i>
Figura 1. Probabilidad del prendimiento de esquejes de clavel según el tipo de hormona	45
Figura 2. Probabilidad del prendimiento de esquejes de clavel según dosis de hormona	46
Figura 3. Longitud de raíz a los 90 días de evaluación según tipos de hormona y dosis de aplicacion	57
Figura 4. Desinfección de sustrato.....	84
Figura 5. Preparación del material vegetal.	84
Figura 6. Preparación de solución de enraizador Root – Hor.....	85
Figura 7. Figura Preparación solución de enraizador Phyllum Max R.....	85
Figura 8. Esquejes sumergidos en la solución concentrada.....	86
Figura 9. Invernadero rustico de adobe en donde se realizó el experimento.....	86
Figura 10. Plantación de esquejes de clavel.	87
Figura 11. Plantación.	87
Figura 12. Esquejes colocadas en las bolsas de arena.	88
Figura 13. Prendimiento de esquejes.	88
Figura 14. Ramas laterales.....	89
Figura 15. Desembolsado	89
Figura 16. Lavado del sustrato para descubrir la raíz.....	90
Figura 17. Lavado de la raíz para su evaluación	90
Figura 18. Lavado del sustrato.....	91
Figura 19. Evaluación longitud de raíces.	91
Figura 20. Evaluación de las raíces.	92
Figura 21. Evaluación y medición de raíces.....	92



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Factores y tratamientos en la propagación de clavel por esquejes	41
Tabla 2 Resultado del análisis de varianza no paramétrico para numero y longitud de ramificaciones.....	48
Tabla 3 Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) de ramificaciones laterales.	48
Tabla 4 Significancia de los factores evaluados en longitud de raíz evaluados a los 60 y 90 días.....	50
Tabla 5 Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) sobre longitud de raíces a los 60 días de evaluación.....	51
Tabla 6 Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) sobre longitud de raíces a los 60 días de evaluación.....	52
Tabla 7 Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) dentro de cada tipo de hormona sobre la longitud de raíces a los 60 días de evaluación. 53	
Tabla 8 Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor hormona (D) dentro de cada dosis sobre la longitud de raíces a los 60 días de evaluación.....	54
Tabla 9 Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Hormona (H) sobre longitud de raíces a los 90 días de evaluación.....	55
Tabla 10 Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) sobre longitud de raíces a los 90 días de evaluación.....	56
Tabla 11 Resultados del análisis de la varianza sobre la longitud de raíz a los 60 y 90 días de evaluación	58
Tabla 12 Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) sobre altura de planta a los 60 días de evaluación.....	58



Tabla 13 Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Hormona (H) sobre altura de planta a los 90 días de evaluación.....	60
Tabla 14 Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) sobre altura de panta a los 90 días de evaluación.....	61
Tabla 15 Analisis de costos de producción del cultivo de clavel de corte usando hormonas de enraizamiento.....	63
Tabla 16. Análisis de varianza para altura de planta a los 60 días de evaluación	93
Tabla 17. Análisis de varianza para altura de planta a los 90 días de evaluación	93
Tabla 18. Análisis de varianza no parametrico para longitud de ramas	93
Tabla 19. Análisis de varianza no paramétrico para longitud de raíces a los 90 días de evaluación.....	93
Tabla 20. Análisis de varianza para longitud de raíz a los 60 días de evaluación (Tanformado).....	94
Tabla 21. Análisis de varianza para longitud de raíz a los 90 días de evaluación.....	94
Tabla 22. Análisis de varianza de efectos divididos para altura de planta a los 60 días de evaluación.....	94
Tabla 23. Análisis de varianza de efectos divididos para altura de planta a los 90 días de evaluación.....	95



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

DCA	: Diseño completamente al azar
CV	: Coeficiente de variación
D	: Factor Dosis
H	: Factor hormona
ns	: no significativo
*	: Significativo
**	: Altamente significativo
cm	: centímetros
ml	: mililitros
°C	: Grados centígrados
m	: metros
m ²	: metros cuadrados
gl	: galón



RESUMEN

En cultivos ornamentales el enraizamiento de esquejes es un factor determinante, por ello se recurren al uso de fitohormonas con el fin de obtener una mayor cantidad de esquejes enraizados, el experimento se realizó en el invernadero de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno. Los objetivos fueron: a) Cuantificar el enraizamiento de estacas de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) utilizando dos tipos de hormonas a diferentes dosis en condiciones de invernadero y b) Estimar los costos de producción en el cultivo de clavel sometidos con dos tipos de hormonas a diferentes dosis en condiciones de invernadero. Se empleó el diseño experimental completamente al azar (DCA), con un arreglo factorial de 2x4, con 6 repeticiones; se estudiaron dos hormonas enraizadores Root-Hor y Phyllum Max R, en 3 niveles 2.5, 5.0, 7.5 ml/l y un testigo sobre los esquejes de clavel, las evaluaciones se realizaron a los 45, 60 y 90 días después de la plantación; las variables de estudio fueron: enraizamiento de esquejes, longitud de raíz, número y longitud de esquejes laterales. Resultados: En el efecto de hormonas el Root-Hor tuvo mejor influencia que Phyllum Max R en longitud de raíz y altura de planta. Existió diferencias estadísticas entre las dosis de tratamientos, la dosis 5.0 ml de Root-Hor y Phyllum Max R, tuvo los mejores resultados en longitud de raíces con 8.10 cm, altura de planta con 18.77 cm y 1.33 cm en ramificaciones; también presentó mayor relación beneficio costo de S/. 1.38 en ambas hormonas en la venta de flor.

Palabras Claves: esquejes, hormonas enraizadoras, dosis y *Dianthus caryophyllus* L.



ABSTRACT

In ornamental crops, the rooting of cuttings is a determining factor, for this reason the use of phytohormones is used in order to obtain a greater number of rooted cuttings, the experiment was carried out in the greenhouse of the Professional School of Agricultural Engineering of the Universidad Nacional del Altiplano – Puno. The objectives were: a) To quantify the rooting of carnation cuttings (*Dianthus caryophyllus* L.) using two types of hormones at different doses under greenhouse conditions and b) To estimate the production costs in the cultivation of carnations subjected to two types of hormones. different doses under greenhouse conditions. The completely randomized experimental design (DCA) was used, with a 2x4 factorial arrangement, with 6 repetitions; two rooting hormones Root-Hor and Phyllum Max R were studied, at 3 levels 2.5, 5.0, 7.5 ml/l and a control on carnation cuttings, the evaluations were made at 45, 60 and 90 days after planting; the study variables were: rooting of cuttings, root length, number and length of lateral cuttings. Results: In the effect of hormones, Root-Hor had a better influence than Phyllum Max R in root length and plant height. There were statistical differences between the doses of treatments, the 5.0 ml dose of Root-Hor and Phyllum Max R, had the best results in root length with 8.10 cm, plant height with 18.77 cm and 1.33 cm in ramifications; I also present a higher cost-benefit ratio of S/. 1.38 in both hormones in flower sales.

Keywords: cuttings, rooting hormones, dose and *Dianthus caryophyllus* L.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) es uno de los cultivos de flores más cortadas e importantes en los mercados de flores nacionales e internacionales (Bhatia & Gupta, 2007).

En la actualidad las plantas con sus flores forman parte del decorado de parques y jardines, además de los aspectos estéticos, beneficios del medio ambiente como de mejorar la calidad del aire (Morisigue *et al.*, 2012). Varios estudios han demostrado beneficios a nivel Psicológico, reduciendo el estrés; otro aspecto importante es su influencia sobre el aspecto emocional (Morisigue *et al.*, 2012). El sector florícola en los últimos años ha constituido una fuente de ingresos de divisas para las familias (Morisigue *et al.*, 2012). La floricultura regional desarrolla un producto de excelentes características, gracias a las condiciones climáticas de la región la tecnología de punta que se aplica en el cultivo de las flores, donde existe muchos involucrados de grandes y pequeños productores (Morisigue *et al.*, 2012).

La producción de flores, como el clavel, la rosa y el crisantemo, son de mayor comercialización en el ámbito internacional, es una muestra clara del desarrollo que ha tenido el sector florícola, en especial en la última década, cuando su calidad y reconocimiento han dado la vuelta al mundo (Pérez & de los Ángeles, 2012).

Dada la importancia que está tomando el cultivo de clavel a nivel nacional y particularmente en la región, considerando que la planta de clavel presenta una vida útil de 2 años aproximadamente, es necesario que se deba proveer de plántulas periódicamente, para lo cual se debe enraizar esquejes obtenidos a partir de plantas



madre (Ronquillo, 1998). Dicha actividad se viene realizando de diferentes maneras en las empresas productoras de clavel, hasta el momento no existe una investigación que valide los procesos ejecutados por las mismas o que se haya determinado las mejores condiciones para obtener plántulas de clavel de buena calidad, lo cual es imprescindible y determinante para una producción exitosa (Pizano de Márquez, 2000).

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el enraizamiento del clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) utilizando dos tipos de hormonas a diferentes dosis en condiciones de invernadero, Puno

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Cuantificar el enraizamiento de estacas de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) utilizando dos tipos de hormonas a diferentes dosis en condiciones de invernadero.
- b) Estimar los costos de producción en el cultivo de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) sometidos con dos tipos de hormonas a diferentes dosis en condiciones de invernadero.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN E HISTORIA

El clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) es originario del mediterráneo, (Asia menor, África, Japón e Himalaya); ha sido muy difundido en las regiones alpinas, conocido con el nombre genérico de claveles; son nativas del antiguo continente desde el sur de Europa hasta la India, (Larson, 1988).

Larson (1988), menciona que en el año 300 a.c. Teofrasto escribió que *Dianthus* traducido al griego significa Flor divina, por su deliciosa fragancia, y el nombre de la especie *caryophyllus*, se utilizó un nombre genérico (clavo), nombre común que probablemente se derive de coronación ya que los griegos tejían en coronas para sus atletas, sin embargo, el nombre común del clavel deriva del latín *caryophyllus*, por su semejanza del perfume de la flor de clavo usado como condimento de cocina.

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La clasificación del clavel según Esmail (2017) se ubica:

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-Clase	Caryophyllidae
Orden	Caryophyllales
Familia	Caryophyllaceae
Tribu	Caryophylleae
Género	<i>Dianthus</i>
Especie	<i>Dianthus caryophyllus</i> L.



2.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

2.3.1. Etimología

Del griego *karya*= nogal y *phyllon*= hoja, en referencia al aroma de las hojas del nogal, de donde se tomó el nombre para el clavo de olor y luego para el clavel. Es una planta perenne de base leñosa con tallos de hasta 80 cm de altura, glabros y de día largo (Ayala & Martin, 2007).

2.3.2. Raíz

Es un órgano cuyas principales funciones son; Anclaje y Absorción del agua y minerales del suelo. Ella realiza la absorción del agua como función principal en mayor cantidad en esta región a través de los pelos absorbentes, penetrando en un grado menor en otras células de la epidermis de la misma. La raíz del clavel es de tipo fibroso y cuenta con numerosas raicillas primarias, secundarias y terciarias a partir de su tallo (Pizano de Márquez, 2000)

2.3.3. Tallo

Es un órgano que tiene como funciones principales: el soporte, la exposición de las hojas, el transporte de agua y nutrientes. Cada tallo de floración se origina de una rama o brote que emerge de un lado de un nudo inferior desarrollando de 15-18 nudos con 2 hojas opuestas en cada uno; el primer nudo que se origina en la base es el más vegetativo que los otros nudos sucesivos hacia arriba (Larson, 1988).

2.3.4. Hojas

Las hojas son opuestas, simples, lineares, gris verdes y a menudo fuertemente glaucas a azul verde. Las flores tienen cinco pétalos, con un margen festoneado típico, y (en casi todas las especies) de color rosa fuerte a rosa pálido. Las hojas son lineares de 0.8-1.5 cm de longitud, planas y blandas, acuminadas



y glaucas, con la base envainada. Son hojas simples de disposición opuestas; estipulas presentes, reducidas o ausentes, son hojas angostas parecidas a hierba a menudo gris-verdosa áspera y duras en el margen (Lamborn, 1901).

2.3.4. Flor

Son terminales de ramas pedunculadas que salen de los nudos superiores del tallo y pueden ser de colores variados. Presentan de 4-5 pétalos, (del clavel) de 8-10 estambres y ovarios supero (Lamborn, 1901).

2.3.5. Fruto

Es una cápsula dehiscente apicalmente para válvula, con placentación central (Lamborn, 1901).

2.4. PROPAGACIÓN

La propagación del clavel se realiza a través de esquejes, obtenido de empresas dedicadas a la producción de este material certificado, ya que de esta forma se asegura que estén libres de plagas y enfermedades. Hay otras opciones como: micro propagación in vitro y la multiplicación por semilla, pero esta última solo se emplea para las hibridaciones (Cely, 2008).

La propagación del clavel por medio de esquejes se ha simplificado enormemente durante el último medio siglo. Hace 30 años la única fuente de este material eran los propagadores especializados que suministraban material vegetal enraizado a los productores; en la actualidad la mayoría de los cultivadores comerciales han integrado la propagación en forma vertical a sus sistemas de producción (Pizano de Márquez, 2000).

2.4.1. Plantas madres

La clave de un buen esqueje es poseer plantas madres de buena calidad, estas deben ser plantas sanas y sostenidas a un manejo distinto en donde



se pueda tener garantizada la producción continua de tallos para luego obtener los esquejes que se llevarán a plantar para propagar el resto de plantas. Los brotes pueden ser recolectados cada dos o tres meses. El manejo de las plantas madres debe contener fertilizaciones reguladas y frecuentes, además de un buen seguimiento al riego y a cualquier ataque de plagas (Herrerros, 1978).

2.4.2. Esquejes

Es el aislamiento de una yema, junto con una porción de tallo, para obtener un vástago a partir de la yema. Este es el método más natural de propagación vegetativa de las plantas in vitro, ya que también puede aplicarse en vivo. Cada una de las yemas que se encuentran en las axilas de las hojas, idénticas a la del ápice del tallo, pueden ser aisladas sobre un medio nutritivo, intentándose así su desarrollo in vitro, realizándose los repicados cuando son necesarios. Cuando se obtiene un número suficientemente grande de vástagos, estos son enraizados y finalmente se realiza transferencia al suelo. Un buen esqueje tiene una consistencia no demasiado leñosa ni excesivamente herbácea, posee de 5 - 6 pares de hojas y un largo que depende de la variedad y oscila de 4 - 5 hasta 8 - 9 cm (Herrerros, 1978).

El esqueje típico de clavel es un tallo erecto de 10 a 15 cm de largo con 4 a 5 pares de hojas visibles, con un peso aproximado de 10 gramos. Los esquejes pueden ser guardados en envases de cartón encerado a 0° C por varias semanas antes de ser enraizados. El uso de hormonas enraizadoras es muy común. En la propagación del clavel la sanidad del cultivo es muy importante y se lleva a cabo bajo métodos como el vapor y esterilizantes químicos al inicio y termino del periodo de enraizamiento. Si las plantas madres han tenido una buena nutrición no se considera necesario la aplicación de fertilizantes durante el periodo de



enraizamiento (Herrerros, 1978).

Polo (2002), indica que, el clavel se propaga por esquejes con brotes y hojas, estos esquejes se obtienen de plantas madres, son enraizados en bancos a un metro de altura del suelo, aplicándoles previamente una hormona de enraizamiento y manteniéndose la humedad cercana al 100%. Posteriormente se realizan fumigaciones semanales y/ o cada 4 días y al cabo de 25 a 30 días pueden ser llevados a campo definitivo.

Pizano de Márquez (2000), indica que la propagación del clavel por medio de esquejes se ha simplificado enormemente durante el último medio siglo. Hace treinta años, la única forma fuente de este material eran los propagadores especializados, que suministraban material vegetal enraizado a los productores; en la actualidad, la mayoría de los cultivadores comerciales han integrado la propagación en forma vertical a sus sistemas de producción.

Los esquejes almacenan su alimento en forma de azúcares, la mayor cantidad de azúcares generalmente se encuentran de dos o cuatro horas después de las mayores intensidades lumínicas del día. Del mismo modo los esquejes tendrán más alimento almacenado si se cosecha al día siguiente de un día bien soleado. Las reservas de alimento decrecen gradualmente durante el almacenamiento, pero se mantienen relativamente constante a lo largo del proceso de propagación excepto durante la formación de raíces (Gutiérrez, 1991).

2.4.2.1. Tipos de esquejes

Existen diferentes tipos de esquejes para la propagación de plantas de los cuales se pueden mencionar (Cely, 2008):

- **De hoja:** Se trata de cortar una hoja con peciolo y enterrar en tierra esta última parte; no te confíes, porque en realidad es más difícil de



lo que parece a primera vista. El nuevo ejemplar puede tardar sobre un mes y medio en aparecer.

- **De hoja y tallo:** Es similar a la anterior, solo que en esta ocasión se corta un trozo del tallo con la yema axilar de una hoja. El proceso de desarrollo del nuevo ejemplar puede durar de unas semanas a unos meses.
- **Tiernos:** Se toman de las plantas más jóvenes que no han desarrollado todavía el proceso de lignificación; deben hacerse en primavera o verano, cuando una vez cortados crecerán rápidamente nuevos tallos. Es uno de los sistemas más rápidos y se lleva a cabo en plantas coníferas, perennes y semiarbusivas.
- **Semileñosos:** También pertenecen a los tallos más jóvenes y suele utilizarse con plantas coníferas, arbustos de hoja caduca o perenne, brezos y plantas trepadoras. La mejor época para extraernos es de mediados de verano a otoño.
- **Leñosos:** Forman parte de los tallos más maduros, por lo que lo mejor es hacerlos en las épocas más frescas del año (no hace falta que sea pleno invierno). Estos esquejes tardan más de 6 meses en enraizar y se utilizan en árboles caducos, perennes y en arbustos.
- **De raíz:** Consiste en quitar trozos de raíces o brotes de las raíces superficiales (chupones) y enterrarlos en una mezcla de turba y arena. Es bueno para plantas herbáceas de raíz.

2.4.3. Formación de raíces adventicias

Las raíces adventicias son de dos tipos: las raíces preformadas y las raíces de lesiones, las primeras se desarrollan naturalmente en los tallos o ramas cuando todavía están adheridas a la planta madre pero que no emergen sino hasta después



de que se corta la porción del tallo. Las raíces de lesiones se desarrollan sólo después de que se ha hecho la estaca, una respuesta al efecto de lesión al preparar la misma. Cuando se hace una estaca, las células que están en la superficie cortadas son lesionadas, quedando expuestas las células muertas y conductoras del xilema (Hartmann & Kester, 2001). El proceso subsecuente de cicatrización y regeneración ocurre en tres pasos:

En primer lugar, al morir las células externas lesionadas se forma una placa necrótica que sella la herida con un material suberoso (suberina) y tapa el xilema con goma. Esta placa protege las superficies cortadas de la desecación. Luego de unos cuantos días, las células que están detrás de esta placa empiezan a dividirse y se puede formar una capa de célula de parénquima (callo). Posteriormente a esto, en ciertas células próximas al cambium vascular y al floema se empiezan a iniciar raíces adventicias (Hartmann & Kester, 2001).

Los cambios anatómicos que pueden observarse en el tallo durante la iniciación de las raíces pueden dividirse en cuatro etapas:

- a. Diferenciación de células maduras específicas
- b. Formación de células iniciales de raíz en ciertas células cercanas a los haces vasculares, las cuales se han vuelto meristemáticas por diferenciación.
- c. Desarrollo subsecuente de estas células iniciales de raíces en primordios de raíces organizados.
- d. Desarrollo y emergencia de esto primordios radicales hacia afuera a través del tejido de tallo, más la formación de conexiones vasculares entre los través del tejido de tallo, más la formación de conexiones vasculares entre los primordios radicales y los tejidos conductores de la propia estaca (Hartmann & Kester, 2001).



2.5. USO DE FITOHORMONAS Y FITOREGULADORES AUXINICOS EN LA PROPAGACIÓN

El objetivo de tratar con sustancias reguladoras del crecimiento (hormonas) es aumentar el porcentaje de esquejes que forman raíces y aumentar la uniformidad del enraizamiento. Las sustancias químicas que se han encontrado como más efectiva para estimular la producción de raíces adventicias en esquejes son el ácido indolbutírico y el ácido naftalenacético. El ácido indolbutírico es probablemente el mejor material para uso general debido a que no es tóxico para las plantas en una amplia gama de concentraciones y es efectivo para estimular el enraizamiento en un gran número de especies de plantas (Hartmann & Kester, 2001).

Las hormonas vegetales como fitohormonas, que son producidas por plantas en forma natural y que a bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos, pudiendo desplazarse desde un centro de producción a los lugares de acción. Las fitohormonas son activadores o inhibidores naturales; en tanto, que los fitoreguladores son también activadores o inhibidores, pero son sustancias reguladoras del crecimiento de origen sintético (Salisbury *et al.*, 1994).

2.5.1. Fitohormonas

La principal fitohormona natural es el ácido indol acético (AIA) y se sintetiza básicamente en los meristemas a partir del triptófano y es transportado especialmente como AIA inositol. Su movimiento es basipetalo a través del floema, conjuntamente con los productos sintetizados. En los lugares de acción se desprende del inositol y en forma libre se adhiere a la proteína membrana receptora, para iniciar su acción (Salisbury *et al.*, 1994).

Diez De Medina (2007), manifiesta que las fitohormonas en la planta se encuentran en dos formas naturales, así en ácido indol acético (AIA) se halla libre de



manera de AIA-ester, AIA-amida, AIA-inositol, que es la forma como se transporta dentro del vegetal. Las formas ligadas por lo general sirven como reserva o almacenamiento y crean un balance homeostático entre sus dos formas dentro del proceso de autorregulación de la propia planta.

2.5.2. Fitoreguladores auxínicos

Las sustancias promotoras del enraizamiento son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación, en partes iguales de AIB y ANA que posibilitan que un mayor porcentaje de estacas, esquejes formen raíces en alguna especie vegetal (Diez De Medina, 2007).

2.5.3. Antecedentes del uso de fitoreguladores auxínicos

En el país no existen referencias bibliográficas sobre el uso de fitoreguladores del tipo auxínico en esquejes de clavel. Se han encontrado muy pocas referencias sobre el tema en literatura extranjera, a continuación mencionamos algunas de ellas:

2.5.3.1. Aplicaciones prácticas en estacas y esquejes

El uso de auxinas en concentración excesivas en las especies de porta injertos de rosales, en ocasiones pueden inhibir el desarrollo de las yemas: al grado de que no se obtienen formaciones de callum, pueden también ocasionar amarillamiento y caída de las hojas, ennegrecimiento del tallo y finalmente la muerte de las estacas, aunque la formación de raíces sea adecuada. Si la porción basal de la estaca muestra un hinchamiento, encallamiento y una producción abundante de raíces justamente arriba de la base de la estaca, indica que se ha utilizado una concentración efectiva. Se considera que una concentración justamente inferior al punto tóxico es la más favorable para estimular la formación de raíces (Hartmann & Kester, 2001).



2.5.4. Reguladores de crecimiento

“Los reguladores del crecimiento como las sustancias que pueden ser producidas por las plantas (fitohormonas) o sintetizadas artificialmente (fitoreguladores) y que al ser aplicado a las plantas afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas de diferentes formas (Diez De Medina, 2007).

2.5.5. Métodos de aplicación de hormonas

Existen varios métodos para la aplicación de cantidades suficientes de reguladores de crecimiento a las estacas o esquejes que estimulen el enraizamiento, sin embargo los métodos más aplicados son:

2.5.5.1. Método de aspersión atomizada

La mayoría de los propagadores de clavel tratan la base de los esquejes con sustancias estimulantes del enraizamiento; el compuesto preferido ha sido por tradición el Ácido Indolbutírico (AIB) que debe ser disuelto y diluido en alcohol de laboratorio y agua destilada. También existen preparaciones comerciales muy buenas, la mejor forma de aplicarlo es mediante una aspersión atomizada dirigida a la base de los esquejes aun en racimos, colocados de manera que los extremos sobresalgan del borde de una mesa limpia (Pizano de Márquez, 2000).

2.5.5.2. Método de inmersión rápida

En este método, los extremos basales de las estacas se sumergen aproximadamente durante cinco segundos en una solución concentrada (500 – 1000 ppm) del producto químico en alcohol. El producto químico puede absorberse a través del tejido intacto, cicatrices de las hojas, heridas o cortes en los extremos apicales o basales de las estacas. Luego las estacas se colocan inmediatamente en el medio de enraizamiento (Weaver, 1976).



2.5.5.3. Método de remojo prolongado

En este método se prepara una solución madre concentrada de auxinas, con etanol al 95%, y luego se diluye en agua para obtener la dosis deseada. Las concentraciones usadas varían desde 20 ppm en las especies de fácil enraizamiento, hasta 200 ppm en las de enraizamiento difícil. Las estacas (solo 2,54 cm) se remojan en la solución durante 24 horas en un lugar sombreado y a la temperatura ambiente, colocándolos inmediatamente en el medio de enraizamiento. La cantidad de compuesto químico absorbido por cada corte depende de las condiciones ambientales y las especies utilizadas (Weaver, 1976).

2.5.5.4. Método de espolvoreo

En este método la base de la estaca se trata con una hormona de crecimiento mezclada con un portador (un polvo fino inerte) que puede ser arcilla o talco) deben utilizarse aproximadamente 200 – 1000 ppm. Se emplean dos métodos principales para preparar la mezcla de tratamiento; uno de ellos es moler los cristales de auxina a fin de formar un polvo fino y a empapar el portador en una solución alcohólica de sustancias de crecimiento, dejando luego que se evapore el alcohol, a fin de que el portador permanezca en forma de polvo (Weaver, 1976).

2.5.6. Enraizadores comerciales

Los enraizadores comerciales son también una alternativa para poder desarrollar procesos productivos de enraizamiento y mencionamos algunos de ellos:

2.5.6.1. Root Hor

Es un bioregulador poderoso para el enraizamiento de las plantas. Se usa en acodos y esquejes de árboles frutales, por sumersión en una solución nutritiva



de Root-Hoor y en aplicaciones foliares sobre hortalizas establecidas en campo de cultivo (Comercial Andina Industrial, 2017).

2.5.6.2. Phyllum max R

Es un bioregulador de crecimiento formulado como concentrado soluble. Con alto contenido de auxinas; además contiene, citoquininas, giberelinas, macro y micronutrientes (ANASAC, 2016).

2.5.7. Preparación, desinfección y plantación de esquejes en invernadero

2.5.7.1. Desinfección

Es conveniente, aunque no imprescindible, desinfectar las estacas y esquejes antes de realizar la plantación, esta desinfección se puede hacer por inmersión durante cinco minutos en un caldo que lleve uno o varios productos, tales como Captan o Benomyl (Hartmann & Kester, 2001).

2.5.7.2. Plantación

Un esqueje grande se desarrollará mejor al ser sembrado a una densidad de 400 esquejes/m². Los esquejes más pequeños, de variedades miniaturas enraízan mejor a densidades de 900 a 1000/m². Una menor densidad permite al propagador “frenar” los esquejes durante varios días sin que se elongen o se amarillen las hojas basales (Pizano de Márquez, 2000).

Se plantan en líneas distintas de 3 a 5 cm. y de 3 cm. Entre estacas, la profundidad de plantación de 7 a 10 cm. Para evitar que se tumben, y para esquejes 10 cm. Entre esquejes y una profundidad de plantación de 5 cm. Al momento de la plantación el sustrato debe ser húmedo y luego de realizar la plantación se debe dar un riego prolongado para que se afirmen bien las estacas y esquejes ya sea con manguera tipo ducha o por nebulización, posteriormente los riegos deben ser distanciados, dependiendo de las estación (Hartmann &



Kester, 2001).

2.5.7.3. Pre tratamiento esqueje

Existe una interacción entre el tiempo y la temperatura la etapa de “pre tratamiento” (PT) debe realizarse a 10 - 12°C de manera que comience a formarse los primordios radiculares, fenómeno que ocurre internamente a nivel del floema y que no es visible a simple inspección. Los esquejes limpios pueden ser pre tratados durante una semana a esta temperatura; a mayor temperatura; por ejemplo 15 °C el efecto PT se obtiene en 3 o 4 días; si el tiempo es excesivo, los esquejes comenzarán a deteriorarse (Pizano de Márquez, 2000).

2.5.7.4. Densidad de esquejes

A medida que la densidad es menor, resulta aún más esencial contar con una buena nebulización. Un esqueje grande se desarrollará mejor al ser plantado a una densidad de 400 esquejes/m². Los esquejes más pequeños, de variedades miniaturas enraízan mejor a densidades de 900 a 1000/m². Una menor densidad permite al propagador “frenar” los esquejes durante varios días sin que se elongen o se amarillen las hojas basales (Pizano de Márquez, 2000).

2.5.7.5. Condiciones climáticas

Mantener el invernadero cerrado, con la humedad relativa (HR) al 100% no sustituye la nebulización. Puesto que esta se basa en la teoría de la evaporación. Si se encuentra disponible una cantidad adecuada de CO₂ a nivel de las microláminas de las hojas, por algo de turbulencia aérea, la cual normalmente no existe dentro de un invernadero cerrado, los esquejes en proceso de enraizamiento ganan peso seco y fresco, producto de la fotosíntesis en presencia de niveles adecuados de CO₂ y luz (Pizano de Márquez, 2000).

2.6. CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES

Un esqueje que no puede formar raíces en condiciones óptimas, pierde energía inútilmente. A consecuencia de ello toda la estructura de raíces elaborada es peor. Para poder desarrollar su propia energía, la planta necesita sobre todo agua, temperatura y luz, así como otros factores importantes para que enraícen (Alvarado *et al.*, 2006).

2.6.1. Temperatura

Según Janick (1968), manifiesta que las temperaturas diurnas del aire como para el substrato de 21°C a 27°C, y temperaturas nocturnas de 15°C, resultan satisfactorias para el enraizamiento de estacas y esquejes de la mayoría de especies. Las temperaturas del aire excesivamente altas tienden estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al de las raíces y aumentar la pérdida de agua por las hojas. Es importante que se logre el desarrollo de las raíces antes que el tallo se reseque.

Hartmann and Kester (2001), indican que, si la temperatura del substrato es muy baja se retrasa mucho el enraizamiento y no es tan uniforme. Modo de acción de las diferentes temperaturas en el rosal es de la siguiente manera:

- Temperatura mínima letal : de 0 a 06 °C
- Temperatura mínima biológica : de 08 a 10°C
- Temperatura nocturna : de 14 a 16 °C
- Temperatura diurna : de 20 a 25 °C
- Temperatura máxima biológica : de 30 a 32 °C

2.6.2. Factores físicos que favorecen el enraizamiento

2.6.2.1. Agua

Las propiedades físicas de los sustratos especialmente las relacionadas con la disponibilidad de agua-aire para las raíces de las plantas son las más



importantes dentro del estudio de estos materiales usados en cultivos en contenedores. Para un óptimo crecimiento de la planta un sustrato debe contener suficiente cantidad de agua y aire y ambos estar disponibles (Vence, 2008).

2.6.2.2. Luz

Puesto que la luz (solar) comporta elevadas temperaturas debemos ser cuidadosos. La luz es necesaria para la fotosíntesis. El esqueje sin raíces aún no puede realizar mucha fotosíntesis y por lo tanto con poca luz tiene bastante. Es mucho más importante proporcionarle un largo período de luz diario (por lo menos 16 o 18 horas) que darle mucha intensidad de luz, que comporta una temperatura elevada. Si es necesario, el periodo lumínico se puede prolongar con luz artificial (Calderón, 2002).

2.6.2.3. Substrato

El sustrato, donde vamos a colocar los esquejes, debe ser un medio inerte, poroso y no tener gérmenes de enfermedades, porque la raíz del clavel necesita mucho no admite agua estancada que pudriría los esquejes. Se utilizan muchos materiales de origen volcánico como perlita, vermiculita, piedra pómez, picón, etc., formando gránulos pequeños, también arena de río o barranco. La perlita es muy usada, sobre todo por su menor peso y porque no se rompen las raíces al sacar el esqueje para el trasplante, cosa que ocurre con frecuencia cuando se emplea turba solamente (Alvarado *et al.*, 2006; Ballester, 1993).

2.6.2.4. Arena

La arena está formada por pequeños granos de piedra, que se originan por la intemperización de diversas rocas, dependiendo su composición mineral de la que tenga la roca. En propagación de plantas, generalmente se emplea arena de



cuarzo. La arena no contiene nutrientes minerales, no tiene capacidad amortiguadora (buffer). Respecto a sustancias químicas, su capacidad de intercambio catiónico es nula, de pH neutro, da porosidad al suelo (aireación), ayuda al buen drenaje, no retiene el agua. La mejor arena es de río que es limpia, se puede utilizar arena de playa o de cerro siempre que se lave con agua potable o de riego por cinco veces consecutivas con la finalidad de eliminar las sales. Su durabilidad es elevada, es decir se puede emplear la misma arena por varias veces (Ballester, 1993).

2.7. INVERNADEROS

Se denomina invernadero o invernáculo a toda estructura cerrada cubierta por materiales transparentes (vidrio o plástico), dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima a fin de que las especies a cultivar se adapten aun cuando las condiciones exteriores no sean las apropiadas para su desarrollo, así bajo invernadero es posible obtener producciones en sitios en donde a campo abierto resultaría imposibles debido a las condiciones climáticas. La producción bajo invernadero presenta ventajas tales como: precocidad en la cosecha, incremento de la calidad y del rendimiento. Producción fuera de época o en condiciones ambientales diferentes a las requeridas por las especies cultivadas a campo abierto, ahorro en el consumo de agua para riego y fertilizantes, facilita el manejo de plagas y enfermedades (Estrada, 2012).

2.7.1. Clasificación de los invernaderos

Son muchos los parámetros que permiten clasificar los invernaderos en diferentes tipos. Así, pueden ser clasificados según su perfil externo (estructura), según su fijación o movilidad, por el material de cubierta, según el material de la estructura o según su uso particular (Laurent, 2001). Estrada (2012) da a conocer



la siguiente información referente a la clasificación de invernaderos:

2.7.1.1. Capilla simple y doble (a una o dos aguas):

Los invernaderos de capilla simple tienen la techumbre formada uno o dos planos inclinados, según sea a un agua o a dos aguas presenta ventajas como ser de fácil construcción y mantenimiento, permite la colocación de todo tipo de plástico en la cubierta, la ventilación vertical en paredes es muy fácil y se puede hacer de grandes superficies, permite la instalación de ventanas cenitales, evacúa rápidamente las aguas lluvia y permite la unión de varias naves en batería (Estrada, 2012; Laurent, 2001).

2.7.1.2. Según los materiales de la estructura

Los materiales utilizados en la estructura de invernaderos deben reunir varias características como ser ligeras y resistentes, de material económico y de fácil conservación, susceptibles de poder ser ampliadas, adaptables y modificables a los materiales de cubierta. Los materiales más utilizados en la construcción de las estructuras de los invernaderos son madera, hierro, aluminio, alambre galvanizado, guaya de acero y hormigón armado. La madera debe ser inmunizadas para garantizar una mayor vida útil. En general estructuras de guadua tienen una duración de tres años, en madera inmunizada cinco a siete años y en hierro y hormigón se considera como una estructura permanente despreciable a 20 años. Es difícil encontrar un tipo de estructura que utilice solamente una clase de material ya que lo común es combinar distintos materiales (Estrada, 2012). La elección de un diseño determinado de invernadero está en función de una serie de factores o aspectos técnicos:

- **Tipo de suelo:** suelos bien drenados y estables.
- **Topografía:** Son preferibles lugares con pendientes bajas, sin embargo, los



diseños pueden ser adaptados a zonas en pendiente a manera de terrazas lo que conlleva a un incremento en el costo de adecuación de terreno.

- **Vientos:** Se toman en cuenta la dirección, intensidad y velocidad de los vientos dominantes para poder orientar el largo del invernadero y la apertura cenital a fin de ligar una ventilación adecuada.

2.8. CULTIVO EN INVERNADERO

El establecimiento de invernaderos con condiciones adecuadas es un método utilizado para lograr un adecuado enraizamiento en los esquejes (Laurent, 2001).

2.8.1. Labores culturales

Badilla and Murillo (2005), mencionan que las labores culturales son todos aquellos cuidados periódicos que hay que realizar en los cultivos para que estos obtengan mayor precocidad y rendimiento. Se comprenden de riegos y malezas:

2.8.1.1. Riegos

Generalmente se efectuara una vez aireado el túnel y periódicamente. Se realizara riego a manta levantando el plástico de uno de los extremos del túnel, y en caso de que el túnel sea demasiado largo y el agua discurra mal, introduciremos agua por el lateral del mismo, levantando el plástico con cuidado (Badilla & Murillo, 2005).

2.8.1.2. Malezas

La presencia malas hierbas en el interior del invernadero deben ser extraídas, con el fin de que representan competencia en nutrientes y agua al cultivo. El desmalezado se realizara por la parte lateral más soleada del túnel iniciándose en uno de los extremos del túnel y levantando solo una porción del plástico que lo cubre correspondiente a dos o tres metros de túnel (Badilla & Murillo, 2005).



2.9. PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.9.1. Plagas

Los cuatro grupos principales de plagas de invertebrados que requieren control en la mayoría de las áreas de producción son: pulgones, araña roja, tripas y larvas de polilla (Larson, 1988).

2.9.1.1. Araña roja

Tetranychus cinnabarinus conocida, también, como arañita roja carmín del clavel, según Zuluaga (1971), como plaga de importancia económica en la agricultura colombiana, tiene como hospedantes los cultivos de clavel, algodón y rosas, con preferencia por el primero y proliferando en las zonas climáticas propias para estos cultivos (Luna & Acosta, 1978).

2.9.2. Enfermedades

La principal enfermedad del clavel en el mundo entero es el marchitamiento por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum f. dianthi*) y marchitamiento por *Phialophora* (*Phialophora cinerescens*). Estas dos enfermedades son sistémicas, usualmente invaden a la planta desde el suelo contaminado. Los hongos se mueven de las raíces hacia arriba por el sistema vascular. El efecto de taponamiento del hongo en los tejidos conductores del agua tiene como resultado una decoloración amarillenta en el follaje de la planta y marchitamiento. El marchitamiento por bacterias (*Pseudomonas caryophyllaceae*) es también una enfermedad sistémica, pero generalmente menos común. *Fusarium* y la Marchitez bacteriana son incentivadas por las temperaturas cálidas, mientras que *Phialophora* es favorecida por las temperaturas frescas del suelo (León *et al.*, 1993).



2.10. ANTECEDENTES

Hernández (2006), indica que la propagación debe realizarse bajo sombra, mediante esquejes, que se toman de planta madre sanas. La longitud de la esqueje debe estar entre 18 y 30 cm, diámetro con 2 y 4 cm, lignificadas, por lo menos tres nudos. Lo anterior permite garantizar un mejor prendimiento del material. Para el corte de los esquejes se utiliza el tercio medio y superior de las ramas.

Limaico (2010), menciona que un aumento de la intensidad luminosa en la planta madre, aumenta la producción del número de estacas, pero tiene tendencia a reducir ligeramente la capacidad de enraizamiento. Indicando que de plantas madres que han recibido luz de baja intensidad se obtienen estacas que enraízan mejor que aquellas tomadas de plantas madres desarrollado a luz intensa.

Acosta *et al.* (2008), manifiestan que en la investigación realizada en la propagación de uchuva (*Physalis Peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos se determinó que con las plantas propagadas por esquejes se cosecharon más rápido, produciendo más frutos que las plantas procedentes de semillas. Indica también que en la formación de raíces, aún existen muchas controversias con respecto a los factores que en ella influye. La capacidad de enraizamiento depende de las características genéticas del material a propagar, edad del cultivo, suplementos exógenos de reguladores y variación de hormonas endógenas.

Ochoa Rego *et al.* (2008), indican que con la investigación realizada en el enraizamiento de esquejes apicales en madroño (*Arbutus unedo*) mediante reguladores de crecimiento; se determinó que la aplicación del ácido indolbutírico, si tuvo un considerable efecto sobre la capacidad de enraizamiento de esquejes apicales de madroño y que la dosis que tuvo el mayor porcentaje de enraizamiento fue con 2000 ppm de AIB.



Salisbury *et al.* (1994), manifiestan que el regulador de crecimiento que se utiliza para enraizamiento es principalmente la auxina.

Reyes *et al.* (2013), mencionan que para el enraizamiento de la mayoría de las especies son satisfactorios temperaturas ambientales diurnas de unos 21° a 27 °C, con temperaturas nocturnas de 15°C, además a medida que la temperatura se incrementa (dentro de sus límites), las estacas metabolizan más rápido y enraízan mejor cabe agregar, que las temperaturas del aire en excesivo elevadas tienden a estimular el desarrollo de las yemas antes que el desarrollo de las raíces e incrementar la pérdida de agua por las hojas; no obstante, se conoce que la temperatura del ambiente óptima para el desarrollo de un cultivo es probablemente el mejor para el enraizamiento de estacas.

Vivanco (2009), menciona en la investigación de tesis realizada en la ESPOCH en la evaluación de la eficacia de tres enraizadores: Bioplus, Hormonagro y Enraizador Universal en la propagación asexual de hypericum (*Hypericum ssp.*) en diferentes dosis donde el mejor tratamiento fue T7 (1 g/l de Hormonagro) alcanzando mayor porcentaje de plantas enraizadas con un 56.33 %.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de investigación fue conducido en el invernadero de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano en Puno, ubicado en las coordenadas latitud Sur 15° 49' 20.62" y latitud Oeste 15° 49' 20.62" a una altitud de 3 824 msnm.

3.1.1. Características del invernadero

El invernadero tiene un área total de 12.50 m², constituido por paredes de adobe y barro todo el perímetro sus medidas son: 4.50 m de largo, 3 m de ancho y una altura de 1.40 m, la parte más alta del tiraje alcanza 2.80 m de altura, techo en forma de doble agua con plástico de polietileno de color blanco de 250 micras soportadas por tijerales de madera. Para la ventilación tiene dos ventanas a cada lado, con medidas de 0.66 m de largo y de 0.66 m de ancho.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1. Material vegetal

El material utilizado fue un total de 48 esquejes de clavel, procedentes de la provincia de Moho.

3.2.2. Substrato

El substrato utilizado fue arena de río lavado y el análisis fisicoquímico se efectuó en el laboratorio de aguas y suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno (Anexo 3).



3.2.3. Fito reguladores utilizados

3.2.3.1. Root - Hor

Vio regulador poderoso para el enraizamiento de plantas frutales en acodos y esquejes duros y sema duros, cuya composición química (Auxinas, Ácidos nucleicos) es; Ácido Alfa Naftalenacetico 0.40%, Ácido 3 Indol Butírico 0.10%, Ácido Nucleicos 0.10%, Sulfato de Zinc 0.40% y Solución Nutritiva 95.40%.

3.2.3.1.1. Modo de acción

Generalmente la producción natural de las hormonas responsables del enraizamiento está sujeta a los niveles de concentración de otras hormonas, ya que en forma natural la planta trata un equilibrio en su crecimiento, con Root – Hor, se favorece la acción de las auxinas en forma armónica, es un producto que penetra en el tejido celular y ocasiona una favorable concentración de auxinas, básicamente Alfa Naftalenacetico (ANA) Y el Ácido Indol Butírico (AIB) en la planta estimulando el desarrollo radicular. En conjunto las fitohormonas actúan en la formación de raíces, especialmente en estacas, acodos y frutales, esquejes de diversos cultivos, emitiendo raicillas en corto tiempo (Comercial Andina Industrial, 2017).

3.2.3.1.2. Momento de aplicación

Para enraizamiento de acodos y esquejes, en un recipiente verter 5 ml. de Root-Hor por 1 litro de agua, introducir los esquejes de 3-5cm. Del nivel del agua del recipiente durante 3-5 minutos, luego de la aplicación de las primeras hojas, se complementa con una segunda aplicación foliar. Para enraizamiento de hortalizas, verter 250ml. De Root-Hor en 200 litros de agua, mezclar



homogéneamente y aplicar foliar mente de acuerdo a las adicciones por cultivo (Comercial Andina Industrial, 2017).

3.2.3.1.3. Tolerancia y carencia

No aplicable por tratarse de un producto cuyos componentes son la base de sustancia provenientes de fuentes orgánicas y extractos de algas, no biosida.

3.2.3.1.4. Categoría toxicológica

Ligeramente tóxico – banda verde – categoría IV

3.2.3.2. Phyllum max R

Regulador de crecimiento formulado como solución soluble, con alto contenido de auxinas; además contiene, citoquininas, giberelinas, macro y micronutrientes, su composición química es: Extracto de Algas 24%, Auxinas 200 ppm y Citoquininas 16 ppm (ANASAC, 2016).

3.2.3.2.1. Características

El alto contenido de auxinas favorece el desarrollo abundante del sistema radicular de plantas tratadas así como rizogénesis en plantas ya establecidas, es decir la formación de raíces permitiendo a la planta una rápida recuperación de etapa de post cosecha y estrés, optimizando la asimilación de agua, macro y micro nutrientes. Es un regulador de crecimiento natural, a base de algas marinas que evita que la planta gaste energía en metabolizar proteínas y carbohidratos, de esta manera el cultivo supera las etapas de estrés que provoca el trasplante, emergencia o brotación. Logra frutas y verduras de alta calidad. Logra buen desarrollo de la siembra o plantaciones tardías. Es soluble en agua puede aplicarse vía foliar o por sistema presurizado de riego (ANASAC, 2016).



3.2.3.2.2. Compatibilidad

Phyllum Max R es compatible con la mayoría de insecticidas, fungicidas y fertilizantes de uso común, salvo los de reacción alcalina y aquellos que contengan aceites, cobre o azufre, mezclas ácidas pueden requerir de aumento de pH. No se recomienda usar surfactantes a base de glicol. En caso se recomienda efectuar previamente pruebas de compatibilidad (ANASAC, 2016).

3.2.3.2.3. Recomendaciones

Líquida de solución ácida ($\text{pH} < 5$) deberían ser ajustadas a pH neutros (6.5 – 8.0) antes de adición de extracto soluble de algas. Si fuera necesario, agente de comprobada compatibilidad podrían ser usados para mejorar miscibilidad con otros componentes en la fórmula (ANASAC, 2016).

3.2.3.2.4. Periodo de carencia

Phyllum Max R. es un producto biológico natural. No tiene determinado periodo de carencia, por lo que se tiene restricciones de residuos en los cultivos que se recomienda ANASAC (2016).

3.2.3.2.5. Seguridad

- No es inflamable, no es explosivo, no es corrosivo.
- Tiene etiqueta con franja de seguridad color verde, por lo que se considera ligeramente tóxico.
- Evitar derrames en el suelo ya que el producto se vuelve muy resbaladizo al mezclarse con agua y puede ser riego.
- Para el manejo y uso se debe utilizarse ropa implementada de protección personal.

3.3. FACTORES DE ESTUDIO

Los factores en estudio del presente trabajo de investigación fueron 2 productos (fitoreguladores), Root-Hor y Phyllum Max R, a 3 dosis 2.5, 5.0 y 7.5 lm/l y un testigo como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Factores y tratamientos en la propagación de clavel por esquejes

	Factores	Dosis (ml)	Claves
Dosis de Root -Hor	01	0.0 ml	CA0
	02	2.5 ml	CA2
	03	5.0 ml	CA5
	04	7.5 ml	CA7
Dosis de Phyllum max R	01	0.0 ml	CBO
	02	2.5 ml	CB2
	03	5.0 ml	CB5
	04	7.5 ml	CB7
	Esquejes	Basal	C

Nota. La tabla muestra las dosis aplicados a los tratamientos en mililitro (ml).

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1. Dosis de aplicación

Las 3 dosis 2.5, 5 y 7.5 ml de fitohormonas se mezcló en un litro de agua.

Una vez preparada la solución de los enraizadores, se procedió a introducir los esquejes en las soluciones durante 5-10 minutos, permitiendo que la solución entre en contacto con la parte basal de los esquejes.

Para la plantación se aperturó hoyos en cada una de las macetas de plástico de polietileno de color negro, donde fueron introducidas los esquejes de clavel, para luego ser comprimió con yema de los dedos el substrato alrededor de cada esqueje con el fin de lograr un buen contacto de los esquejes con el sustrato.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

La distribución y conducción de todo el desarrollo del presente experimento, se hizo bajo condiciones de invernadero; el diseño estadístico que se utilizó fue diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo factorial de 2x4, con un total de 8 tratamientos, con 6 repeticiones.

El análisis de los datos de prendimiento de esquejes fue por el método de supervivencia “Kaplan – Meier” con la solución de máxima verosimilitud.

3.4.1. Modelo estadístico

Respetando la estructura del diseño experimental DCA, los análisis de la varianza fueron paramétricos previa comprobación de los supuestos de homogeneidad y normalidad para los datos longitud de raíz y altura de planta.

$$Y_{ijk} = M + T_i + D_j + (TD)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es la variable de respuesta medida con la aplicación de i-esimo tipo de hormona, j-esimo dosis.

M = Media general.

T_i = Es el efecto del tipo de hormona sobre la variable de respuesta.

D_j = Es el efecto del j-esima dosis sobre la variable de respuesta.

$(TD)_{ij}$ = Es el efecto de la interacción entre i-esimo tipo de hormona y la j-esima dosis de hormona sobre la variable de respuesta.

E_{ijk} = Es el error experimental observado en el ijk-esimo Unidad Experimental.



3.5. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.5.1. Material experimental (recolección y preparación del material vegetal)

3.5.1.1. Extracción de esquejes

La obtención de esquejes de la planta madre se realizó por la mañana con la finalidad de evitar la pérdida de agua durante las horas de mayor radiación solar, cortando con tijeras, de 10 a 15 cm del suelo, luego se prepararon los esquejes de la parte basal, los esquejes tuvieron un tamaño de 10 - 12 cm, se seleccionaron esquejes sanas (sin heridas), los cortes se hicieron en forma oblicua por arriba del nudo y rectos para evitar que el sistema radicular se forme de un solo lado.

3.5.1.2. Preparación del sustrato

En la preparación de sustrato se tomó en cuenta que este debe ser suave, limpio y homogéneo, la arena se tamizo, luego se esterilizo con cloro a radiación solar, finalmente se lleno las bolsas de polietileno (18 x 10) y las bolas con sustrato se colocaron en cajas de madera.

3.5.2. Tratamiento con Root-Hor y Phyllum Max R y aplicación a los esquejes

Se remojo los esquejes en la solución durante 10 minutos, permitiendo que la solución entre en contacto con la pared basal de los esquejes.

3.5.3. Proceso de plantación de esquejes

Para la plantación se hizo la apertura de hoyos en el sustrato contenida en la bolsa de polietileno, para luego comprimir con la yema de los dedos del esqueje a fin de lograr un buen contacto del esqueje con el sustrato.



3.5.4. Manejo de sombra

Dentro del invernadero se puso una malla Rashell que funcionaron como sombras para los esquejes, la sombra era del 40 % y se disminuyó de forma semanal hasta tener a los esquejes sin sombra.

3.5.5. Riego

El primer riego se realizó a las 72 horas de la plantación a fin de que las hormonas no se lave, posteriormente se rego con regadera de jardinero cada dos horas durante los días con mayor radiación, después del día 30 el riego fue cada tres días, esto hasta la finalización del experimento.

3.5.6. Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la plantación, en cada etapa se evaluaron la altura de planta, longitud de raíz y número de ramificaciones laterales.

CAPÍTULO IV

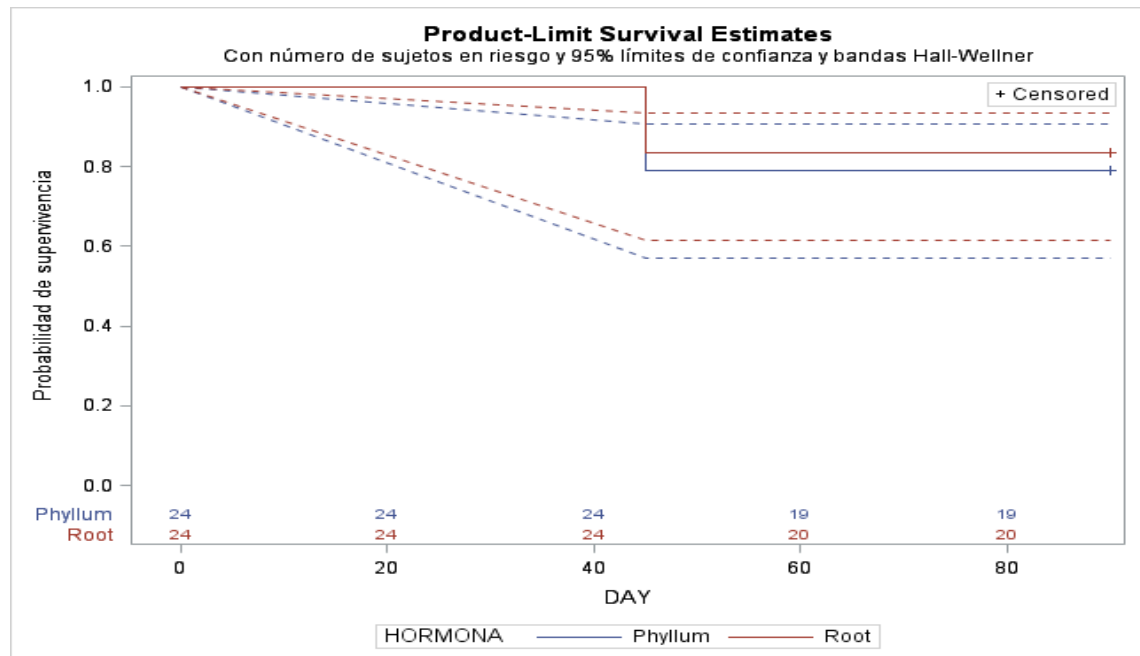
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES

En la Figura 1 se muestra la probabilidad de supervivencia para el enraizamiento de esquejes de clavel según el tipo de hormona, donde se observa que las senescencias se presentaron desde el día 45 de la plantación para ambos tratamientos, según el análisis la probabilidad de enraizamiento es del 90 % y no se diferencian entre tipos de hormonas ($p \geq 0.05$), también observamos que a los 80 días después de la plantación el tipo de hormona Phyllum con 24 esquejes solo enraizaron 19 y en el caso de la hormona Root enraizaron 20 esquejes respectivamente.

Figura 1

Probabilidad del prendimiento de esquejes de clavel según el tipo de hormona.



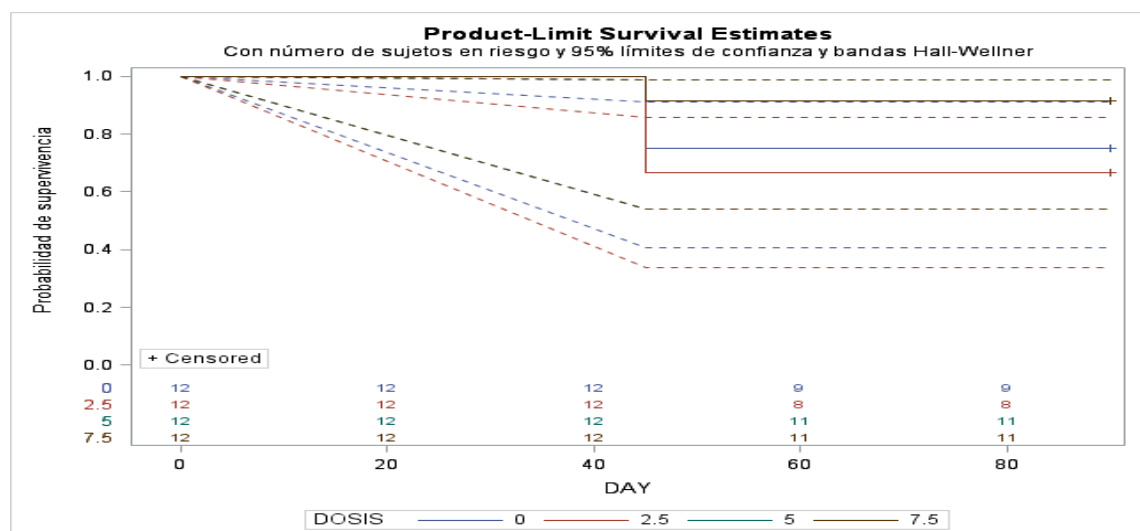
Nota. El prendimiento de esquejes basado en un análisis de probabilidad de supervivencia de Kapham Meier.

Según Valdiviezo (2017), de su trabajo de investigación de pregrado “Efecto del enraizador Root-Hor y diferentes sustratos en el enraizamiento de estaquillas de rosa (*Rosa* sp.) en condiciones del INPREX - Tacna” reporta que para el porcentaje de brotación el nivel óptimo del Root-Hor a los 75 días fue de 5.01 ml/l con la que se obtiene un óptimo de brotamiento de 86.52%; comparado con el presente trabajo, demuestra que el enraizador Root-Hor influye en el prendimiento de esquejes del clavel. También Barrios (2017) reporta que el porcentaje de sobrevivencia de esquejes de clavel a los 15 días fue de 100% en la mayoría de los tratamientos.

En la Figura 2 se muestra la probabilidad de enraizamiento de esquejes de clavel según la dosis de hormona, donde se observa que las senescencias del testigo y la dosis de 2.5 ml de hormona son de mayor intensidad con 25 y 33.3%, según el análisis la probabilidad de enraizamiento más alta fue del 91.7% para las dosis 5.0 y 7.5 ml de hormona, además no se diferencian entre tratamientos ($p \geq 0.05$).

Figura 2

Probabilidad del prendimiento de esquejes de clavel según dosis de hormona



Nota. El prendimiento de esquejes basado en un análisis de probabilidad de supervivencia de Kapham Meier.



Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación a los 45 días son inferiores a los reportados por Mamani (2012), el promedio de días al prendimiento en la variedad Domingo fue de 24 días, en la variedad Komachi de 26 días y en la variedad Nogalte de 31 días después del trasplante, aspecto que además pudo ser favorecido por el tipo de sustrato ya que presenta una mayor disponibilidad de fosforo.

Además, los presentes resultados de prendimiento de esquejes de clavel guardan relación con Jiménez *et al.* (2016), quienes de su trabajo de investigación “conservación in vitro del cultivo de clavel español (*Dianthus caryophyllus* L.) a partir de sales minerales” reportan similares comportamientos, donde obtuvieron una supervivencia y recuperación del 91.3%.

4.1.1. Número de ramificaciones laterales

En la Tabla 2, se observa los resultados del análisis de varianza para el número de ramificaciones laterales, donde el factor hormona (H) resulta no significativo ($p \geq 0.05$), lo cual indica que entre las hormonas no existe diferencias; para el factor dosis (D) resulto altamente significativa ($p \leq 0.01$), lo cual el número de ramificaciones laterales son diferentes en cada dosis. Para la interacción de H x D, sin significancia ($p \geq 0.05$), indicando que los factores en estudio actúan de forma independiente. También se observa el análisis de varianza para longitud de ramificaciones laterales, en donde para el factor Hormona (H), dosis de hormona (D) y la interacción de HxD sin significancia ($p \geq 0.05$), indicando que entre las tipos de hormonas y dosis, no influyen en la longitud de las ramificaciones.

Tabla 2

Resultado del análisis de varianza no paramétrico para número y longitud de ramificaciones

Fuente de variación	Numero de ramificaciones laterales	Longitud de ramificaciones laterales
Hormona (H)	ns	ns
Dosis (D)	*	ns
Interacción H x D	ns	ns
CV (%)	-	-
Media	0.75	2.08

Nota. Análisis de Kruscal Wallis. Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey para el factor dosis (D) sobre el número de ramificaciones laterales, en donde la dosis de 5.0 ml tuvo buena respuesta con 1.33 ramificaciones laterales, seguido de la dosis de 2.5 ml con 0.75 esquejes laterales, mientras que la dosis de 7.5 ml tuvo 0.67 ramificaciones laterales además son estadísticamente similares ($p \leq 0.05$), en último lugar se ubica el testigo con 0.25 ramificaciones laterales.

Tabla 3

Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) de ramificaciones laterales.

Orden de mérito	Dosis de hormona (D)	Numero de ramificaciones laterales en promedio	$P \leq 0.05$
1	5.0 ml	1.33	a
2	2.5 ml	0.75	a
3	7.5 ml	0.67	a b
4	0.0 ml	0.25	b

Nota. Comparación de medias ajustado a Tukey del análisis de Kruscal Wallis. Fuente: elaboración propia.



Según Bonner and Galston (1973), indican que la aplicación del enraizador beneficia a muchos órganos de la planta en este caso beneficia al desarrollo de nuevas ramas.

Además Quispe (2007) afirma que utilizando soluciones, se observa que el mayor número de brotes se obtuvo en variedad (Leidy Green X M2) 5,6 brotes, Esto permite afirmar que el Ácido Indol-3-acético complementado con Bencilaminopurina tiene efecto importante para obtener mayor número de brotes por vitroplanta en el cultivo in vitro de clavel, también Weaver (1976) indica que la aplicación de citocininas y auxinas promueven el desarrollo de altura de planta, hojas y brotes.

Nuestros resultados son similares a Gaona (2018), quien reporta superioridad en la longitud de ramificaciones laterales utilizando Acido idolbutirico y ácido naftalenscético en clavel de corte, sin embargo discrepa en la significancia del efecto hormonal y dosis reportando sin significancias con su control.

4.1.2. Longitud de raíz

4.1.2.1. Longitud de raíz a los 60 días

En la Tabla 4, se observa el análisis de varianza para datos longitud de raíz a los 60 días de evaluación en donde para el factor hormona (H) y dosis (D), resultado altamente significativo ($p \leq 0.01$), dando a entender que se tiene efectos en longitud de raíz. Para la interacción de H x D también resultado significativo ($p \leq 0.05$), indicando que los factores en estudio interactúan sobre la longitud de raíces. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual a 16.84%, un coeficiente de determinación 0.77.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Neyra (2018), quien reporta que la longitud de raíces de clavel a los 60 días muestra alta significancia estadística para la interacción de hormonas y la respectivas dosis para la comparación de los tratamientos de la factorial con el testigo existe alta significancia estadística.

Tabla 4

Significancia de los factores evaluados en longitud de raíz evaluados a los 60 y 90 días

Fuente de variación	longitud de raíz a los 60 días	longitud de raíz a los 90 días
Hormona (H)	**	**
Dosis (D)	**	**
Interacción H x D	*	*
CV Real	45.03	18.76
CV transformado	16.84	-
Media real	3.75	5.61
Media Transformada	1.28	-
R ²	0.77	0.83
Dosis de Root Hor	**	**
Dosis de Root Phyllum	**	**
Hormona dentro del testigo	ns	*
Hormona dentro de dosis 2.5	ns	ns
Hormona dentro de dosis 5.0	*	*
Hormona dentro de dosis 7.5	**	**

Nota. En la tabla se observa los resultados del análisis de la varianza y prueba de efectos simples para a 60 y 90 días de evaluación. Fuente: elaboración propia.

También Obando (2010) reporta significancia para el efecto tipos Hormonas en dos tipos de claveles, por otro lado los resultados discrepan con el reporte de Escamilla (2002) en Centro América, evaluándolo a los 28 días.

En la Tabla 5, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Hormona (H), en donde se observa que la hormona Root-Hor tuvo buena respuesta en longitud de raíces con 1.43 cm, el cual es estadísticamente diferente Phyllum Max R con 1.14 cm en longitud de raíces.

Tabla 5

Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) sobre longitud de raíces a los 60 días de evaluación.

Orden de mérito	Hormona (H)	Longitud de raíces en promedio (cm)	P\leq0.05
1	Root-Hor	1.43	a
2	Phyllum Max R	1.14	b

Nota. En la tabla se observa la comparación de medias, a 60 días de evaluación, letras diferentes en la columna indica diferencia significativa Fuente: elaboración propia.

La alta influencia del enraizante de Root-Hor se presume que se debe a que el producto ocasiona una alta concentración de auxinas, alfa naftalenacético (ANA) y ácido indol butírico (AIB) en la planta, estimulando el desarrollo radicular, con concentración de 0.30% de ANA y 0.40% de AIB, cuyas concentraciones son aritméticamente más alta que las concentraciones de los demás enraizantes tan como menciona Comercial Andina Industrial (2017).

En la Tabla 6, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey para el factor dosis (D) sobre datos transformados de longitud de raíces, en donde se observa que la dosis de 5.0 ml tuvo buena respuesta con 1.64 cm, seguido de la dosis de 2.5 ml con 1.42 cm, mientras que la dosis de 7.5 ml tuvo 1.24 cm y son estadísticamente similares ($p \geq 0.05$); en último lugar se ubica el tratamiento testigo con 0.76 cm y es diferente estadísticamente a los tratamiento 5.0, 2.5 y 7.5 ml.

Tabla 6

Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) sobre longitud de raíces a los 60 días de evaluación.

Orden de mérito	Dosis de hormona (D)	Longitud de raíces en promedio (cm)	P≤0.05
1	5.0 ml	1.64	a
2	2.5 ml	1.42	a b
3	7.5 ml	1.24	b
4	0.0 ml	0.76	c

Nota. En la tabla se observa la comparación de medias, a 60 días de evaluación, letras diferentes en la columna indica diferencia significativa. Fuente: elaboración propia.

Según Flores (2019) de su trabajo de tesis “Efecto de la hormona Root-Hor en el enraizamiento del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en condiciones de vivero” reporta similar comportamiento de la dosis 5 ml de Root-Hor, ya que registro mayor significancia y obtuvo mayor porcentaje de enraizamiento (100%).

En la Tabla 7, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey de efectos divididos para el factor hormona (H) con sus respectivas dosis (D) sobre la longitud de raíces a los 60 días de evaluación, en donde se observa que el tratamiento conformado por Root-Hor con la dosis de 5 ml tuvo buena longitud de raíz con 6.13 cm, de 7.5 ml con 4.75 cm, la dosis de 2.5 ml tuvo 4.53 cm, los cuales estadísticamente similares ($p \geq 0.05$), Mientras que las dosis para la hormona Phyllum Max R con la dosis de 5.0 ml tuvo 4.43 cm. Seguido de la dosis 2.5 con 3.87 cm difalmente la dosis 7.5 quedo relegado con un promedio de 2.67 cm similar al testigo con el valor mas bajo 1.75 cm.

Tabla 7

Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) dentro de cada tipo de hormona sobre la longitud de raíces a los 60 días de evaluación.

Hormona	Dosis	Longitud de raíz a los 60 días	Longitud de raíz a los 90 días
Phyllium Max R	0.0	1.75 c	1.98 c
	2.5	3.87 ab	5.25 b
	5.0	4.43 a	7.37 a
	7.5	2.67 bc	4.62 b
Root-Hor	0.0	1.87 b	3.53 c
	2.5	4.53 a	5.68 b
	5.0	6.13 a	8.83 a
	7.5	4.75 a	7.65 a

Nota. En la tabla se observa la comparación de medias de efectos divididos a 60 días de evaluación, letras diferentes en la columna indica diferencia significativa.

Fuente: elaboración propia.

En este análisis muestra que los hormonas Root-Hor y Phyllium Max R demuestran que la dosis 5 ml tuvo un mejor efecto en la longitud de raíz a los 60 días respectivamente; mientras que Rueda (2008) de su trabajo de investigación "Efecto de tres bioestimulantes en el enraizamiento de cacao (*Theobroma cacao* L.) Clón con 51, mediante acodos aéreos en tingo maría" reporta que la hormona Root-Hor de 1 y 1.5% fueron superiores en longitud de raíces a los demás tratamientos de 26.15 y 24.89 cm respectivamente.

En la Tabla 8, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey de efectos divididos para el factor hormona (H) dentro de cada dosis (D) sobre la longitud de raíces a los 60 días de evaluación, donde se observa que en la dosis de 5.0 y 7.5 ml la hormona Root-Hor es estadísticamente diferente a la hormona Phyllium Max R, mientras que las dosis 2.5 y el testigo son iguales.

Tabla 8

Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor hormona (D) dentro de cada dosis sobre la longitud de raíces a los 60 días de evaluación.

Hormona	Dosis	Longitud de raíz a los 60 días	Longitud de raíz a los 90 días
Phyllum R	0.0	1.75 a	1.98 b
Root - Hor	0.0	1.87 a	3.53 a
Phyllum R	2.5	3.87 a	5.25 a
Root - Hor	2.5	4.53 a	5.68 a
Phyllum R	5.0	4.43 b	7.37 b
Root - Hor	5.0	6.13 a	8.83 a
Phyllum R	7.5	2.67 b	4.62 b
Root - Hor	7.5	4.75 a	7.65 a

Nota. En la tabla se observa la comparación de medias, a 60 y 90 días de evaluación, letras diferentes en la columna indica diferencia significativa. Fuente: elaboración propia.

Escamilla (2002) en su investigación usando hormonas sintéticos no encontró significancias, el autor reporta medias de 2.6 hasta 1.08 cm evaluado a los 28 días.

4.1.2.2. Longitud de raíz a los 90 días

En la Tabla 4, se observa el análisis de varianza para datos longitud de raíz a los 90 días de evaluación en donde para el factor hormona (H) y dosis (D), resultado altamente significativo ($p \leq 0.01$), dando a entender que se tiene efectos en longitud de raíz. Para la interacción de H x D también resultado significativo ($p \leq 0.05$), indicando que los factores en estudio interactúan sobre la longitud de raíces. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) fue igual a 18.76%, con un coeficiente de determinación 0.83.

En la Tabla 9, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey para el factor hormona (H), donde se observa que la hormona Root-Hor tuvo

buena respuesta en longitud de raíces con 6.43 cm, el cual es estadísticamente diferente a Phyllum Max R con 4.80 cm en longitud de raíces.

Tabla 9

Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Hormona (H) sobre - longitud de raíces a los 90 días de evaluación.

Orden de mérito	Hormona (H)	Longitud de raíces en promedio (cm)	P≤0.05
1	Root-Hor	6.43	a
2	Phyllum Max R	4.80	b

Nota. En la tabla se observa la comparación de medias, a 90 días de evaluación, letras diferentes en la columna indica diferencia significativa. Fuente: elaboración propia.

El enraizante Root-Hor muestra mayor influencia a los 90 días, el cual guarda relación con lo que menciona Rojas (2018), quien reporta que en promedio de las dosis estudiadas, el tipo de producto B1 (Root - Hor) presentó el valor más alto numéricamente con 2.02 cm de longitud de raíces, no diferenciándose estadísticamente de B2 (Kelpak) con 1,89 cm de longitud de raíces; pero sí encontró diferencias estadísticas significativas con B3 (Cultivo) con 1.12 cm de longitud de raíces.

En la Tabla 10, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey para el factor dosis (D) sobre datos de longitud de raíces, en donde se observa que la dosis de 5.0 ml tuvo buena respuesta con 8.10 cm, el cual es estadísticamente diferente a las demás dosis 7.5 ml con 6.18 cm, 2.5 ml tuvo 4.47 cm respectivamente siendo estas estadísticamente similares ($p \leq 0.05$), en último lugar se ubica el testigo con 2.76 cm en longitud de raíz.

Sin embargo Haissig (1986), nos indica que la manera más común de promover ese equilibrio es a través de la aplicación exógena de reguladores de

crecimiento sintético, como AIA (ácido indolacético), AIB (ácido indolbutírico) o ANA (ácido naftalenacético), que pueden elevar el contenido de auxina en el tejido y proporcionar mayor porcentaje, velocidad, calidad y uniformidad de enraizamiento.

Tabla 10

Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) sobre longitud de raíces a los 90 días de evaluación.

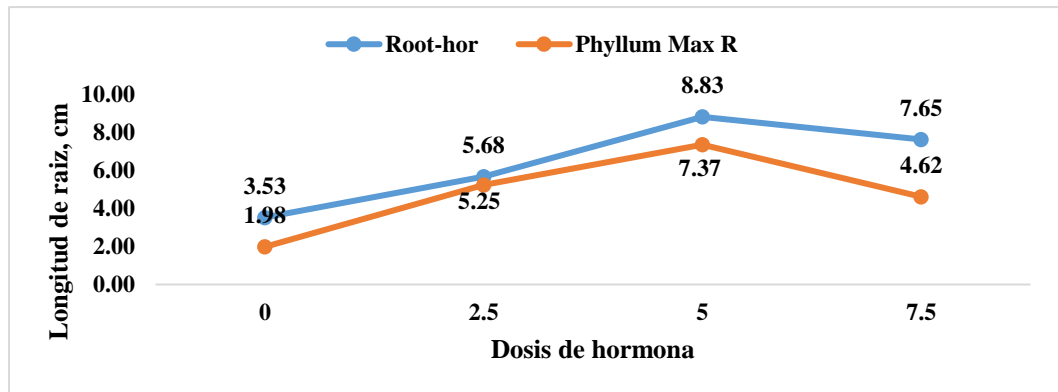
Orden de mérito	Dosis de hormona (D)	Longitud de raíces en promedio (cm)	P≤0.05
1	5.0 ml	8.10	a
2	7.5 ml	6.13	b
3	2.5 ml	5.47	b
4	0.0 ml	2.76	c

Nota. En la tabla se observa la comparación de medias, a 90 días de evaluación, letras diferentes en la columna indica diferencia significativa. Fuente: elaboración propia.

En la Figura 3, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey para el factor hormona (H) por dosis (D) sobre longitud de raíces a los 90 días de evaluación, donde se observa que el tratamiento conformado por Root-Hor con la dosis de 5 ml tuvo mayor longitud de raíces con 8.10 cm, seguido del tratamiento Root-hor con la dosis de 7.5 ml con 7.65 cm, el tratamiento Phyllum Max R con la dosis de 5.0 ml tuvo 7.37 cm, los cuales estadísticamente similares. Mientras que los tratamientos Root-hor con la dosis de 2.5 ml tuvo 5.68 cm. Mientras que los tratamientos Root-hor y Phyllum Max R con la dosis de 0.0 ml tuvo 3.53 y 1.98 cm respectivamente.

Figura 3

Longitud de raíz a los 90 días de evaluación según tipos de hormona y dosis de aplicación.



Nota. Medias a 90 días de evaluación. Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Altura de planta

4.1.3.1. Altura de planta a los 60 días

En la Tabla 11, se observa el análisis de varianza para altura de planta a los 60 días de evaluación en donde para el factor hormona (H), no resulto significativo ($p \geq 0.05$), indicando que el efecto de hormonas lo influye, para el factor dosis (D), resultado significativo ($p \leq 0.01$), entonces se tiene efectos sobre la altura de planta. Para la interacción de H x D también sin significancia ($p \geq 0.05$), entonces los factores en estudio actúan de forma independiente sobre la altura de planta, el coeficiente de variación (CV) igual a 7.15%, un coeficiente de determinación (R^2) igual a 0.78.

También Jiménez *et al.* (2016) en su investigación reporta significancia el uso de enraizadores.

Tabla 11

Resultados del análisis de la varianza sobre la longitud de raíz a los 60 y 90 días de evaluación

Fuente de variación	Altura de planta a los 60 días	Altura de planta a los 90 días
Hormona (H)	ns	**
Dosis (D)	**	**
Interacción H x D	ns	ns
CV real	7.15	6.80
R ²	0.78	0.78
Media real	14.74	16.14

Nota. Análisis de varianza paramétrica, la significancia del factor es presentado por **. Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 12, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey para el factor dosis (D) sobre la altura de planta a los 60 días de evaluación, en donde se observa que la dosis de 5.0 ml tuvo mayor respuesta con 17.30 cm, el cual es estadísticamente diferente a las demás dosis, seguido de la dosis de 7.5 ml con 14.78 cm, mientras que la dosis de 2.5 ml tuvo 14.56 cm, los cuales estadísticamente son similares; en último lugar se ubica el testigo ml con 12.30 cm en altura de planta.

Tabla 12

Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) sobre altura de planta a los 60 días de evaluación.

Orden de mérito	Dosis de hormona (D)	Altura de planta en promedio (cm)	P≤0.05
1	5.0 ml	17.30	a
2	7.5 ml	14.78	b
3	2.5 ml	14.56	b
4	0.0 ml	12.30	c

Nota. En la tabla se observa la comparación de medias, a 60 días de evaluación, letras diferentes en la columna indica diferencia significativa. Fuente: elaboración propia.



Según Michel (2015), manifiesta que la hormona Root-Hor influencia en el crecimiento en altura de la planta, similar comportamiento se dio en el presente trabajo de investigación.

4.1.3.2. Altura de planta a los 90 días

En la tabla 13, se observa el resultado de los análisis de varianza para altura de planta a los 90 días de evaluación en donde para el factor hormona (H) y dosis (D), resultado altamente significativo ($p \leq 0.01$), dando a entender que se tiene efectos distintos en altura de planta; Para la interacción de H x D no resultado significativo ($p \geq 0.05$), indicando que los factores en estudio actúan de forma independiente sobre la altura de planta. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual a 6.80%.

Caso similar manifiesta Poma (2017) de sus resultados de tesis “Efecto de enraizante en la propagación asexual de esquejes de lirio (*Lilium* sp.) en condiciones de invernadero” donde indican que existe diferencias altamente significativas para la fuente de variación de las dosis del enraizador Root-Hor.

En la Tabla 13, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Hormona (H), en donde se observa que la hormona Root-hor tuvo mayor respuesta en altura de planta con 16.75 cm, el cual es estadísticamente diferente a la hormona Phyllum Max R con 15.74 cm en altura de planta.

Tabla 13

Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Hormona (H) sobre altura de planta a los 90 días de evaluación.

Orden de mérito	Hormona (H)	Altura de planta en promedio (cm)	P≤0.05
1	Root-Hor	16.75	a
2	Phyllum Max R	15.74	b

Nota. En la tabla se observa la comparación de medias, a 90 días de evaluación, letras diferentes en la columna indica diferencia significativa. Fuente: elaboración propia.

Garcia (2021), de su trabajo de tesis “Efecto de cuatro bioestimulantes en plantones de vivero de *Theobroma cacao* L. en Coviriali” concluye que la aplicación de bioestimulantes genera diferencia significativa, nos dice que la aplicación de bioestimulantes a la planta influye en la altura de la planta de cacao; similar influencia se dio con el presente trabajo.

En la Tabla 14, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey para el factor dosis (D) sobre altura de planta a los 90 días de crecimiento, en donde la dosis de 5.0 ml tuvo buena respuesta con 18.77 cm, el cual es estadísticamente diferente a las demás, la dosis 2.5 ml con 16.24 cm, 7.5 ml tuvo 16.23 cm, siendo estas estadísticamente similares; en último lugar se ubica el testigo con 13.71 cm en altura de planta.

Tabla 14

Prueba de comparación de medias de Tukey para el factor Dosis (D) sobre altura de panta a los 90 días de evaluación.

Orden de mérito	Dosis de hormona (D)	Altura de planta en promedio (cm)	P≤0.05
1	5.0 ml	18.77	a
2	2.5 ml	16.24	b
3	7.5 ml	16.23	b
4	0.0 ml	13.71	c

Nota. En la tabla se observa la comparación de medias, a 90 días de evaluación, letras diferentes en la columna indica diferencia significativa. Fuente: elaboración propia.

Mamani (2012) reporta longitud de tallo de las variedades domingo, Komachi y Nogalte estas bolivianas de 72.06, 67.64 y 66,30 cm respectivamente el autor clasifica dentro categoría Select con longitudes entre 65 a 70 cm para las variedades Domingo y Komachi con porcentajes de 53 y 48% , la categoría Fancy con longitud de 60 cm donde la variedad Nogalte mostro un mayor porcentaje promedio de 43%, las diferencias entre el reporte de Mamani (2012) se asumen por la composición del sustrato ya que el autor usa un buen sustrato se ven influenciado en la altura de planta.

Mamani (2012) reporta longitudes en un grupo formado por sustratos S2 y S3 una longitud de tallo 72.04 y 71.30 cm respectivamente y el otro grupo y S4 con longitudes de 68.49 y 62.84 cm sin significativas en variedades Boliviana tropicales, la diferencias entre nuestros datos se dan por el uso de sustrato y el ambiente atemperado.

Sin embargo Sango (2013) en su investigación no encuentra significancia para el uso de tipos de hormonas, en variedades del Ecuador.



Crispin (2005) reporta valores superiores al nuestro que van desde 83.7 hasta 64.3 cm a las 31 semanas de crecimiento en una zona considerada tropical, las diferencias respecto a nuestro trabajo serian por el tiempo de crecimiento, factores ambientales y variedad utilizada.

4.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN

En la Tabla 15, se muestran la estimación y análisis de los costos de producción para 500 esquejes y considerando la mejor oportunidad de venta del producto final, entonces los costos de producción total para los tratamientos testigo, 2.5, 5.0 y 7.5 ml/l de la hormona Root Hor son s/.1260.75, 1264.55, 1268.33 y 1272.11 respectivamente, para la hormona Phyllum max R los costos son 1260.77, 1264.97, 1269.17 y 1273.37 para los tratamientos testigo, 2.5, 5.0 y 7.5 ml/l respectivamente. También resulta que la mejor oportunidad de venta está en la producción de flores, debido a que tiene una mejor relación beneficio costo.

En cuanto a la rentabilidad, considerando la calidad de la planta en el tamaño y numero de ramificaciones los mejores tratamientos son aplicando hormona Root-hor a una dosis de 5.0 ml con una rentabilidad de 136.67 % otra con similar rentabilidad es la hormona Phyllum Max R a una dosis de 5.0 y 7.5 con rentabilidades de 136.38 y 135.60% respectivamente.

Mamani (2012) reporta relación de beneficios/costo bajos para variedades de clavel Domingo y Komachi con valores 1.26 y 1.16 respectivamente siendo estas en la república de Bolivia.

Tabla 15

Análisis de costos de producción del cultivo de clavel de corte usando hormonas de enraizamiento

parámetro económico	Oportunidad de producto a vender	Root Hor				Phyllum max R			
		0	2.5	5	7.5	0	2.5	5	7.5
Costo total		1260.75	1264.55	1268.33	1272.11	1260.77	1264.97	1269.17	1273.37
Costo unitario	Plántula	2.52	2.53	2.54	2.54	2.52	2.53	2.54	2.55
	Flor	0.84	0.84	0.85	0.85	0.84	0.84	0.85	0.85
	Esquejes	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Precio unitario	Plántula	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80
	Flor	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	Esquejes	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Ingreso total	Plántula	1900.00	1900.00	1900.00	1900.00	1900.00	1900.00	1900.00	1900.00
	Flor	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00
	Esquejes	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00
Ingreso neto	Plántula	639.25	635.45	631.67	627.89	639.23	635.03	630.83	626.63
	Flor	1739.25	1735.45	1731.67	1727.89	1739.23	1735.03	1730.83	1726.63
	Esquejes	739.25	735.45	731.67	727.89	739.23	735.03	730.83	726.63
Rentabilidad	Plántula	50.70	50.25	49.80	49.36	50.70	50.20	49.70	49.21
	Flor	137.95	137.24	136.53	135.83	137.95	137.16	136.38	135.60
	Esquejes	58.64	58.16	57.69	57.22	58.63	58.11	57.58	57.06
Beneficio costo	Plántula	0.51	0.50	0.50	0.49	0.51	0.50	0.50	0.49
	Flor	1.38	1.37	1.37	1.36	1.38	1.37	1.36	1.36
	Esquejes	0.59	0.58	0.58	0.57	0.59	0.58	0.58	0.57

Nota. En la tabla se observa estimaciones de costos a una plantación de 500 esquejes de clavel. Fuente: elaboración propia.



V. CONCLUSIONES

- a) El efecto de Root-Hor fue mejor que Phyllum Max R en longitud de raíz y altura de planta, con las dosis, la dosis 5.0 ml de Root-Hor y Phyllum Max R se diferencian con respecto al testigo y resultando con los mejores resultados en longitud de raíces con 8.10 cm, altura de planta con 18.77 cm y 1.33 cm en ramificaciones.
- b) Con respecto al análisis de costos para 500 unidades de esquejes en flores, con las hormonas enraizadoras Root-Hor y Phyllum Max, la dosis de 5 ml obtuvo mayor rentabilidad de 52 y 51% respectivamente; y una relación beneficio costo de s/. 1.38 para ambas hormonas respectivamente.



VI. RECOMENDACIONES

- a) Para la propagación vegetativa de plantones de clavel por esquejes se recomienda aplicar la dosis de 5 ml de hormona Rot-Hoor, como promotor de enraizamiento.
- b) De acuerdo al análisis económico, se recomienda la aplicación de la hormona Root-Hor que fue económicamente superior a la aplicación de la hormona Phyllum Max R por su menor costo.



VII. REFERENCIAS

- Acosta, F. J. L., Tenjo, N. R. G., Fischer, G., & Lasprilla, D. M. (2008). Propagación de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 61(1), 4347-4357.
- Alvarado, F., Nieto, D., & Florez, V. (2006). 3er. Congreso Argentino de Floricultura, 8a Jornadas Nacionales de Floricultura. La Plata, 7-10 de noviembre de 2006, Análisis de costos de inversión, mantenimiento e ingresos de diferentes sistemas de cultivo en sustrato y en suelo en la producción de rosa y clavel. *Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. La Plata. AR.*, 465-468.
- ANASAC. (2016). PHYLLUM MAX R, bioestimulante foliar en base a algas marinas (*Ascophyllum nodosum*). In ANASAC (Ed.), ANASAC.
- Ayala, O., & Martin, C. (2007). *Lengua Castellana y Literatura, cuaderno de refuerzo*.
- Badilla, Y., & Murillo, O. (2005). Enraizamiento de estacas de especies forestales. *Revista Forestal*, 36.
- Ballester, J. (1993). *Substratos para el cultivo de plantas ornamentales*. (I.G. Salien S.A. - Rufino Gonzále - Madrid, Ed.).
- Barrios, K. (2017). *Evaluación de enraizamiento de esquejes de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) variedad Bouzeron utilizando tres sustratos y tres concentraciones de auxinas* Escuela Agrícola Panamericana]. Zamorano, Honduras.
- Bhatia, S., & Gupta, Y. (2007). Studies on use of biofertilizer in carnation (*Dianthus caryophyllus* Linn.) flower production. *Journal of Ornamental Horticulture*, 10(2), 131-132.
- Bonner, J., & Galston, A. (1973). *Principios de fisiología vegetal*.



- Calderón, F. (2002). La cascarilla de arroz" caolinizada"; una alternativa para mejorar la retención de humedad como sustrato para cultivos hidropónicos. *Recuperado de:* http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm.
- Cely, M. (2008). *Manual técnico de producción de claveles*. <http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/20.500.11944/145528/1/MANUAL%20TECNICO%20DE%20PRODUCCION%20DE%20CLAVELES.PDF>
- Comercial Andina Industrial, S. A. C. (2017). Ficha técnica ROOT- HOR®. In (pp. 3). Perú.
- Crispin, D. (2005). *Comportamiento y productividad de seis variedades de clavel (Dianthus caryophyllus L.) en sistema hidropónico Tiquipaya - Cochabamba*. Universidad Mayor de San Andrés]. Cochabamba - Bolivia.
- Diez De Medina, G. (2007). *La floricultura en Bolivia*.
- Escamilla, G. (2002). *Respuesta al enraizamiento de esquejes de clavel (Dianthus caryophyllus) a diferentes tipos y dosis de enraizadores*. UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"]. Coahuila, México.
- Esmail, A. (2017). Chemical contents and medical importance of Dianthus caryophyllus- A review. *IOSR Journal Of Pharmacy*, 7(3), 61-71.
- Estrada, J. (2012). Guía para la construcción de invernaderos o fitotoldos. In FAO (Ed.), *FAO* (pp. 84). Bolivia: FAO.
- Flores, Y. (2019). *Efecto de la hormona Root-Hor en el enraizamiento del bambú (Guadua angustifolia Kunth) en condiciones de vivero*. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María, Perú.



- Gaona, C. (2018). *Evaluación de diferentes concentraciones de auxinas y estimuladores radiculares en esquejes de clavel en la variedad a en Colibri Flowers. S.A.* Universidad de Cundinamarca]. Facatativá.
- García, W. (2021). *Efecto de cuatro bioestimulantes en plántones de vivero de Theobroma cacao L. en Coviriali* Universidad Nacional del Centro del Perú]. Satipo, Perú.
- Gutiérrez, J. (1991). *Como cultivar claveles para exportación: manual práctico de cultivador.*
- Haissig, B. (1986). procesos metabólicos en el enraizamiento adventicio de estacas en formación de nuevas raíces en esquejes. *Dodrech. NE. Martinez Nijhoff*, 141-189.
- Hartmann, H., & Kester, D. (2001). *Propagación de plantas : principios y prácticas* (Compañía Editorial Continental, Ed. 8 ed.).
- Hernández, T. (2006). *Propagación vegetativa de Podocarpus reichei Buchh. por medio de estacas, bajo condiciones de invernadero en Chapingo* (7 ed.).
- Herreros, M. (1978). Multiplicación de clavel para flor cortada. *10*(78), 1-16.
- Janick, J. (1968). *A ciência da horticultura*. Freitas Bastos Rio de Janeiro.
- Jiménez, L., Silva, J., Borges, M., & Fonseca, M. (2016). Conservación in vitro del cultivo de clavel español (*Dianthus caryophyllus* L.) a partir de sales minerales. *Agron. Mesoam.*, 27(1), 177-181. <https://doi.org/10.15517/am.v27i1.21897>
- Lamborn, L. (1901). *American carnation culture. The evolution of Dianthus caryophyllus semperflorens. Origin, history, classifications, varieties, propagations, diseases, remedies, care, culture and commercial importance.* (4th ed. Rewritten and brought completely up to date. ed.). <https://doi.org/https://doi.org/10.5962/bhl.title.20050>



- Larson, R. A. (1988). *Introducción a la floricultura*. AGT.
<https://books.google.com.pe/books?id=Yol3AAAACAAJ>
- Laurent, O. (2001). *Guía práctica para el cultivo en invernadero* (D. vecchi, Ed.).
- León, J., Arbeláez, G., González, M., Molina, J., Parra, J., Gúzman, S., . . . Alvarez, J. (1993). Control integrado del marchitamiento vascular del clavel ocasionado por *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*. *Agronomía Colombiana*, 10(1), 68-89.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21246>
- Limaico, J. (2010). *Propagación vegetativa ve (Polylepis Incana Kunth), aplicando la hormona (Ana), en cuatro niveles, en el vivero de la Granja De Yuyucocha. Imbabura-Ecuador*
- Luna, D., & Acosta, A. (1978). Evaluación de la Distribución Poblacional del Acaro *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) en Clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) 1. *Agronomía Colombiana*, IV, 43-56.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/20921/21829>
- Mamani, J. (2012). *Rendimiento de tres variedades de clavel de corte (Dianthus caryophyllus, L.) bajo cuatro proporciones de sustratos en ambiente atemperado en Mallasa, La Paz*
- Michel, P. (2015). *Propagación de bambu (Dendrocalamus asper) a través de esquejes utilizando humus de lombriz y biorregulador (root- hor), en la zona de Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo Maria, Perú.*
- Morisigue, D., Mata, D., Facciuto, G., & Bullrich, L. (2012). *Floricultura. Pasado y presente de la floricultura argentina. Buenos Aires, INTA.*
- Neyra, M. (2018). *Efecto de tres enraizantes en la propagación asexual de esquejes de clavel (Dianthus caryophyllus, L.) en condiciones de invernadero. Universidad Nacional de Huancavelica]. Huancavelica, Perú.*



- Obando, F. (2010). *Evaluación de tres tipos de auxinas; ácido idolacético, ácido naftalenacético y ácido indol butirico para el enraizamiento de esquejes en dos variedades de clavel (Dianthus caryophyllus L.) en Agrorab CIA. Ltda Pujili - Ecuador*. Universidad Técnica de Cotopaxi]. Latacunga, Ecuador.
- Ochoa Rego, J., Tinoco, A., Martínez Sánchez, J. J., Vicente Colomer, M. J., Conesa Gallego, E., Fernández Hernández, J. A., & Bañón Arias, S. d. P. (2008). *Enraizamiento de esquejes apicales de madroño mediante reguladores del crecimiento*.
- Pérez, J., & de los Ángeles, M. (2012). *Mejoramiento de los procesos productivos mediante el diseño de un sistema de gestión de calidad bajo los requisitos establecidos en las normas Iso 9001: 2008 en la empresa Floricola Innovaflowers del cantón Pillaro año 2010* Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato].
- Pizano de Márquez, M. (2000). *Clavel Dianthus caryophyllus. Hortitecnia Ltda., Bogotá*.
- Polo, D. (2002). *Eficiencia y productividad del cultivo de flores (claveles) en el Callejón de Huaylas* (D. A. Polo Cerna, Ed. 1 ed.).
- Poma, M. (2017). *Efecto de enraizante en la propagación asexual de esquejes de lirio (Lilium sp.) en condiciones de invernadero*. Universidad Nacional de Huancavelica]. Huancavelica, Perú.
- Quispe, C. (2007). *Comportamiento in vitro de tres variedades de clavel (Dianthus caryophyllus) y reducción de la fase de enraizamiento para la obtención de planta madres*
- Reyes, S. R., Casanova, E. V., Romero, D. R., Horna, L., & Lopez, C. (2013). *Capacidad antioxidante in vitro de los flavonoides totales obtenidos de las hojas de Sambucus*



- peruviana HBK (sauco) proveniente de la ciudad de Huamachuco. *Pharmaciencia*, 1(2), 57-64.
- Rojas, P. (2018). *Evaluar la influencia de los tres tipos de enraizadores químicos en estacas del cultivo de té (Camellia sinensis (L.) Kuntze), en fase de vivero, Tingo María*. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo Maria, Perú.
- Ronquillo, C. (1998). El cultivo del clavel. *Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícola, Instituto de Posgrado, Programa de especialización en Floricultura. Módulo, 25*.
- Rueda, M. (2008). *Efecto de tres bioestimulantes en el enraizamiento de cacao (Theobroma cacao L.) clón CCN 51, mediante acodos aéreos en Tingo María*. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo Maria, Perú.
- Salisbury, F., Ross, C., González, V., & Palacios, R. (1994). Fisiología vegetal. In E. Iberoamérica (Ed.), (pp. 759). Mexico.
- Sango. (2013). *Evaluación de cuatro sustratos y dos hormonas de enraizamiento para tres variedades de clavel (Dianthus caryophyllus). Latacunga, Cotopaxi*. Universidad Central del Ecuador]. Ecuador.
- Valdiviezo, R. (2017). *Efecto del enraizador Root-Hor y diferentes sustratos en el enraizamiento de estaquillas de rosa (Rosa sp.) en condiciones del INPREX - Tacna* Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Tacna, Perú.
- Vence, L. B. (2008). Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas. *Ciencia del suelo*, 26(2).
- Vivanco, J. (2009). Evaluación de la eficacia de bioplus, hormonagro y enraizador universal en la propagación asexual de Hipericum (Hipericum sp.). *Escuela Superior Técnica de Chimborazo, Riobamba*.



Weaver, R. (1976). *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura* (M. Trillas, Ed.).

Zuluaga, I. (1971). Lista preliminar de acaros de importancia en Colombia. *Acta Agronómica*, 21(3), 119-132.
https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/48546



ANEXOS

Anexo 1. Croquis del Experimento

	Root	Root	Root	Root	Phyllum	Phyllum	Phyllum	Phyllum
	Hor	Hor	Hor	Hor	Max R	Max R	Max R	Max R
	0 ml	2.5 ml	5 ml	7.5 ml	0 ml	2.5 ml	5 ml	7.5 ml
REPETICIÓN I	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje
REPETICIÓN II	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje
REPETICIÓN III	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje
REPETICIÓN IV	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje
REPETICIÓN V	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje
REPETICIÓN V	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje	1 esqueje

Anexo 2. Resultados del análisis de agua

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICOQUÍMICO MUESTRA DE AGUA

PROCEDENCIA : LLALLAHUANI-PUNO.
INTERESADO : OVER CAÑAZACA FERNANDEZ
MOTIVO : Análisis Físico-químico
MUESTREO : 12/01/2020 (por el interesado)
ANÁLISIS : 13/01/2020

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto : Limpido transparente
Color : Incoloro
Olor : Inodoro
Sabor : Insípido

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICA:

Muestra 01 pH : 7.50 C.E. 0.90 mS/cm.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

	Muestra 01
Dureza total (como CaCO ₃)	: 560.10 mg/l
Alcalinidad (como CaCO ₃)	: 160.20 mg/l
Cloruros (como Cl ⁻)	: 269.50 mg/l
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	: 102.00 mg/l
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	: 0.01 mg/l
Calcio (como Ca ⁺⁺)	: 160.70 mg/l
Magnesio (como Mg ⁺⁺)	: 91.90 mg/l
Sodio (como Na ⁺)	: 3.00 mg/l
Potasio (como K ⁺)	: 2.50 mg/l
Sólidos disueltos totales	: 0.45 g/l

Anexo 3. Análisis De Suelo (Arena)



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : RIO ILLPA
INTERESADO : OVER CAÑAZACA FERNANDEZ.
PROYECTO : DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE ENRAIZAMIENTO UTILIZANDO DOS TIPOS DE HORMONAS ENRAIZADORAS EN EL CULTIVO DEL CLAVEL (*Dianthus caryophyllus* L.) BAJO INVERNADERO EN PUNO.

MUESTREO : 19/01/2020
ANÁLISIS : 20/01/2020
LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLA DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ²⁻ %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	MUETRA 01	98.00	1.30	0.70	- Arena	0.00	0.05	0.02

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC mo/100 g	S.B. %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	7.20	0.20	1.00	2.00	24	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

FArA = Franco arcillo arenoso
 Ar = Arcilloso
 FArA = Franco arcillo arenoso
 FA = Franco Arenoso
 CIC= Capacidad Intercambio Cationico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio cambiabile
 A= Arena
 Ca²⁺= Calcio cambiabile
 Na⁺= Sodio cambiabile
 CO₃²⁻ = Carbonatos
 me = miliequivalente.
 Ne = No corresponde

FAr = Franco arcilloso
 M.O.=Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiabile





Ing. M.Sc. Darío Canaza Mamani
 JEFE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS PUNO



Anexo 4. Costo de Producción por tratamiento.

Anexo 4.1. Costos de producción del tratamiento Root Hor a una dosis de 0.0 ml.

Rubros por actividad	Unidad medida	Precio Unitario, S/.	Cantidad de 500 Esquejes	Costo para 500 Esquejes
1. INSUMOS				
Root Hor	ml	0.14	0	0
PHYLLUM MAX R	ml	0.16	0	0
AGUA	lt	0.01	171.245	1.71245
Esquejes de Clavel	Unidad	0.50	500	250
2. MANO DE OBRA				
Análisis de Arena y Agua	Unidad	150.00	1	150
Transporte de Arena	Unidad	0.20	500	100
Transporte de esquejes	Unidad	40.00	1	40
Embolsado de sustrato	unidad	0.15	500	75
Limpieza de malezas	jornal	50.00	1	50
Riego (inter diario)	mensual	250.00	1	250
3. MATERIALES				0
Bolsas de polietileno	Unidad	0.20	500	100
Baldes	Unidad	2.00	2	4
Regadera	Unidad	20.00	1	20
Tijera de jardinería	Unidad	30.00	1	30
pico	Unidad	30.00	1	30
Pala	Unidad	25.00	1	25
Rastrillo	Unidad	30.00	1	30
termómetro	Unidad	40.00	1	40
4. OTROS				0
Libreta de campo, lápiz y otros	Unidad	5.00	1	5
TOTAL COSTOS DIRECTOS		673.36	2184.25	1200.71
COSTOS INDIRECTOS				
Imprevistos (5% de costo directo)		33.67	109.21	60.04
COSTO TOTAL	Soles			1260.75
producción total plántula (1)	Unidad	500		500
producción total de flores (3)	Unidad	3		1500
producción total de esquejes (8)	Unidad	8		4000
costo unitario para plántula				2.52
costo unitario para flor				0.84
costo unitario para esquejas				0.32
precio unitario de venta para plántula				3.8
precio unitario de venta para flor				2
precio unitario de venta para esqueje				0.5

Anexo 4.2. Costos de producción del tratamiento Root Hor a una dosis de 2.5 ml.

Rubros por actividad	Unidad medida	Precio Unitario, S/.	Cantidad para 500 Esquejes	Costo total para 500 Esquejes
1. INSUMOS				
Root Hor	ml	0.14	25	3.6
PHYLLUM MAX R	ml	0.16	0	0
AGUA	lt	0.01	173.245	1.73245
Esquejes de Clavel	Unidad	0.50	500	250
2. MANO DE OBRA				0
Análisis de Arena y Agua	Unidad	150.00	1	150
Transporte de Arena	Unidad	0.20	500	100
Transporte de esquejes	Unidad	40.00	1	40
Embolsado de sustrato	unidad	0.15	500	75
Limpieza de malezas	jornal	50.00	1	50
Riego (inter diario)	mensual	250.00	1	250
3. MATERIALES				0
Bolsas de polietileno	Unidad	0.20	500	100
Baldes	Unidad	2.00	2	4
Regadera	Unidad	20.00	1	20
Tijera de jardinería	Unidad	30.00	1	30
pico	Unidad	30.00	1	30
Pala	Unidad	25.00	1	25
Rastrillo	Unidad	30.00	1	30
termómetro	Unidad	40.00	1	40
4. OTROS				0
Libreta de campo, lápiz y otros	Unidad	5.00	1	5
TOTAL COSTOS DIRECTOS		673.36	2211.25	1204.33
COSTOS INDIRECTOS				
Imprevistos (5% de costo directo)		33.67	110.56	60.22
COSTO TOTAL	Soles			1264.55
producción total plántula (1)	Unidad	500		500
producción total de flores (3)	Unidad	3		1500
producción total de esquejes (8)	Unidad	8		4000
costo unitario para plántula				2.53
costo unitario para flor				0.84
costo unitario para esquejas				0.32
precio unitario de venta para plántula				3.8
precio unitario de venta para flor				2
precio unitario de venta para esqueje				0.5

Anexo 4.3. Costos de producción del tratamiento Root Hor a una dosis de 5 ml.

Rubros por actividad	Unidad medida	Precio Unitario, S/.	Cantidad para 500 Esquejes	Costo total para 500 Esquejes
1. INSUMOS				
Root Hor	ml	0.14	50	7.2
PHYLLUM MAX R	ml	0.16	0	0
AGUA	lt	0.01	173.245	1.73245
Esquejes de Clavel	Unidad	0.50	500	250
2. MANO DE OBRA				0
Análisis de Arena y Agua	Unidad	150.00	1	150
Transporte de Arena	Unidad	0.20	500	100
Transporte de esquejes	Unidad	40.00	1	40
Embolsado de sustrato	unidad	0.15	500	75
Limpieza de malezas	jornal	50.00	1	50
Riego (inter diario)	mensual	250.00	1	250
3. MATERIALES				0
Bolsas de polietileno	Unidad	0.20	500	100
Baldes	Unidad	2.00	2	4
Regadera	Unidad	20.00	1	20
Tijera de jardinería	Unidad	30.00	1	30
pico	Unidad	30.00	1	30
Pala	Unidad	25.00	1	25
Rastrillo	Unidad	30.00	1	30
termómetro	Unidad	40.00	1	40
4. OTROS				0
Libreta de campo, lápiz y otros	Unidad	5.00	1	5
TOTAL COSTOS DIRECTOS		673.36	2236.25	1207.93
COSTOS INDIRECTOS				
Imprevistos (5% de costo directo)		33.67	111.81	60.40
COSTO TOTAL	Soles		2348.06	1268.33
producción total plántula (1)	Unidad	500		500
producción total de flores (3)	Unidad	3		1500
producción total de esquejes (8)	Unidad	8		4000
costo unitario para plántula				2.54
costo unitario para flor				0.85
costo unitario para esquejas				0.32
precio unitario de venta para plántula				3.8
precio unitario de venta para flor				2
precio unitario de venta para esqueje				0.5

Anexo 4.4. Costos de producción del tratamiento Root Hor a una dosis de 7.5 ml.

Rubros por actividad	Unidad medida	Precio Unitario, S/.	Cantidad para 500 Esquejes	Costo total para 500 Esquejes
1. INSUMOS				
Root Hor	ml	0.14	75	10.8
PHYLLUM MAX R	ml	0.16	0	0
AGUA	lt	0.01	173.245	1.73245
Esquejes de Clavel	Unidad	0.50	500	250
2. MANO DE OBRA				0
Análisis de Arena y Agua	Unidad	150.00	1	150
Transporte de Arena	Unidad	0.20	500	100
Transporte de esquejes	Unidad	40.00	1	40
Embolsado de sustrato	unidad	0.15	500	75
Limpieza de malezas	jornal	50.00	1	50
Riego (inter diario)	mensual	250.00	1	250
3. MATERIALES				0
Bolsas de polietileno	Unidad	0.20	500	100
Baldes	Unidad	2.00	2	4
Regadera	Unidad	20.00	1	20
Tijera de jardinería	Unidad	30.00	1	30
pico	Unidad	30.00	1	30
Pala	Unidad	25.00	1	25
Rastrillo	Unidad	30.00	1	30
termómetro	Unidad	40.00	1	40
4. OTROS				0
Libreta de campo, lápiz y otros	Unidad	5.00	1	5
TOTAL COSTOS DIRECTOS		673.36	2261.25	1211.53
COSTOS INDIRECTOS				
Imprevistos (5% de costo directo)		33.67	113.06	60.58
COSTO TOTAL	Soles		2374.31	1272.11
producción total plántula (1)	Unidad	500		500
producción total de flores (3)	Unidad	3		1500
producción total de esquejes (8)	Unidad	8		4000
costo unitario para plántula				2.54
costo unitario para flor				0.85
costo unitario para esquejas				0.32
precio unitario de venta para plántula				3.8
precio unitario de venta para flor				2
precio unitario de venta para esqueje				0.5

Anexo 4.5. Costo de producción del tratamiento Phyllum Max R a una dosis de 0.00 ml

Rubros por actividad	Unidad medida	Precio Unitario, S/.	Cantidad para 500 Esquejes	Costo total para 500 Esquejes
1. INSUMOS				
Root Hor	ml	0.14	0	0
PHYLLUM MAX R	ml	0.16	0	0
AGUA	lt	0.01	173.245	1.73245
Esquejes de Clavel	Unidad	0.50	500	250
2. MANO DE OBRA				0
Análisis de Arena y Agua	Unidad	150.00	1	150
Transporte de Arena	Unidad	0.20	500	100
Transporte de esquejes	Unidad	40.00	1	40
Embolsado de sustrato	unidad	0.15	500	75
Limpieza de malezas	jornal	50.00	1	50
Riego (inter diario)	mensual	250.00	1	250
3. MATERIALES				0
Bolsas de polietileno	Unidad	0.20	500	100
Baldes	Unidad	2.00	2	4
Regadera	Unidad	20.00	1	20
Tijera de jardinería	Unidad	30.00	1	30
pico	Unidad	30.00	1	30
Pala	Unidad	25.00	1	25
Rastrillo	Unidad	30.00	1	30
termómetro	Unidad	40.00	1	40
4. OTROS				0
Libreta de campo, lápiz y otros	Unidad	5.00	1	5
TOTAL COSTOS DIRECTOS		673.36	2186.25	1200.73
COSTOS INDIRECTOS				
Imprevistos (5% de costo directo)		33.67	109.31	60.04
COSTO TOTAL	Soles		2295.56	1260.77
producción total plántula (1)	Unidad	500		500
producción total de flores (3)	Unidad	3		1500
producción total de esquejes (8)	Unidad	8		4000
costo unitario para plántula				2.52
costo unitario para flor				0.84
costo unitario para esquejas				0.32
precio unitario de venta para plantula				3.8
precio unitario de venta para flor				2
precio unitario de venta para esqueje				0.5

Anexo 4.6 Costos de producción del tratamiento Phyllum Max R a una dosis 2.5 ml.

Rubros por actividad	Unidad medida	Precio Unitario, S/.	Cantidad para 500 Esquejes	Costo total para 500 Esquejes
1. INSUMOS				
Root Hor	ml	0.14	0	0
PHYLLUM MAX R	ml	0.16	25	4
AGUA	lt	0.01	173.245	1.73245
Esquejes de Clavel	Unidad	0.50	500	250
2. MANO DE OBRA				0
Análisis de Arena y Agua	Unidad	150.00	1	150
Transporte de Arena	Unidad	0.20	500	100
Transporte de esquejes	Unidad	40.00	1	40
Embolsado de sustrato	unidad	0.15	500	75
Limpieza de malezas	jornal	50.00	1	50
Riego (inter diario)	mensual	250.00	1	250
3. MATERIALES				0
Bolsas de polietileno	Unidad	0.20	500	100
Baldes	Unidad	2.00	2	4
Regadera	Unidad	20.00	1	20
Tijera de jardinería	Unidad	30.00	1	30
pico	Unidad	30.00	1	30
Pala	Unidad	25.00	1	25
Rastrillo	Unidad	30.00	1	30
termómetro	Unidad	40.00	1	40
4. OTROS				0
Libreta de campo, lápiz y otros	Unidad	5.00	1	5
TOTAL COSTOS DIRECTOS		673.36	2211.25	1204.73
COSTOS INDIRECTOS				
Imprevistos (5% de costo directo)		33.67	110.56	60.24
COSTO TOTAL	Soles		2321.81	1264.97
produccion total plantula (1)	Unidad	500		500
produccion total de flores (3)	Unidad	3		1500
produccion total de esquejes (8)	Unidad	8		4000
costo unitario para plantula				2.53
costo unitario para flor				0.84
costo unitario para esquejas				0.32
precio unitario de venta para plantula				3.8
precio unitario de venta para flor				2
precio unitario de venta para esqueje				0.5

Anexo 4.7. Costos de producción del tratamiento Phyllum Max R a una dosis 5 ml.

Rubros por actividad	Unidad medida	Precio Unitario, S/.	Cantidad para 500 Esquejes	Costo total para 500 Esquejes
1. INSUMOS				
Root Hor	ml	0.14	0	0
PHYLLUM MAX R	ml	0.16	50	8
AGUA	lt	0.01	173.245	1.73245
Esquejes de Clavel	Unidad	0.50	500	250
2. MANO DE OBRA				0
Análisis de Arena y Agua	Unidad	150.00	1	150
Transporte de Arena	Unidad	0.20	500	100
Transporte de esquejes	Unidad	40.00	1	40
Embolsado de sustrato	unidad	0.15	500	75
Limpieza de malezas	jornal	50.00	1	50
Riego (inter diario)	mensual	250.00	1	250
3. MATERIALES				0
Bolsas de polietileno	Unidad	0.20	500	100
Baldes	Unidad	2.00	2	4
Regadera	Unidad	20.00	1	20
Tijera de jardinería	Unidad	30.00	1	30
pico	Unidad	30.00	1	30
Pala	Unidad	25.00	1	25
Rastrillo	Unidad	30.00	1	30
termómetro	Unidad	40.00	1	40
4. OTROS				0
Libreta de campo, lápiz y otros	Unidad	5.00	1	5
TOTAL COSTOS DIRECTOS		673.36	2236.25	1208.73
COSTOS INDIRECTOS				
Imprevistos (5% de costo directo)		33.67	111.81	60.44
COSTO TOTAL	Soles		2348.06	1269.17
produccion total plantula (1)	Unidad	500		500
produccion total de flores (3)	Unidad	3		1500
produccion total de esquejes (8)	Unidad	8		4000
costo unitario para plantula				2.54
costo unitario para flor				0.85
costo unitario para esquejas				0.32
precio unitario de venta para plantula				3.8
precio unitario de venta para flor				2
precio unitario de venta para esqueje				0.5

Anexo 4.8. Costos de producción del tratamiento Phyllum Max R a una dosis 7.5 ml.

Rubros por actividad	Unidad medida	Precio Unitario, S/.	Cantidad para 500 Esquejes	Costo total para 500 Esquejes
1. INSUMOS				
Root Hor	ml	0.14	0	0
PHYLLUM MAX R	ml	0.16	75	12
AGUA	lt	0.01	173.245	1.73245
Esquejes de Clavel	Unidad	0.50	500	250
2. MANO DE OBRA				0
Análisis de Arena y Agua	Unidad	150.00	1	150
Transporte de Arena	Unidad	0.20	500	100
Transporte de esquejes	Unidad	40.00	1	40
Embolsado de sustrato	unidad	0.15	500	75
Limpieza de malezas	jornal	50.00	1	50
Riego (inter diario)	mensual	250.00	1	250
3. MATERIALES				0
Bolsas de polietileno	Unidad	0.20	500	100
Baldes	Unidad	2.00	2	4
Regadera	Unidad	20.00	1	20
Tijera de jardinería	Unidad	30.00	1	30
pico	Unidad	30.00	1	30
Pala	Unidad	25.00	1	25
Rastrillo	Unidad	30.00	1	30
termómetro	Unidad	40.00	1	40
4. OTROS				0
Libreta de campo, lápiz y otros	Unidad	5.00	1	5
TOTAL COSTOS DIRECTOS		673.36	2261.25	1212.73
COSTOS INDIRECTOS				
Imprevistos (5% de costo directo)		33.67	113.06	60.64
COSTO TOTAL	Soles		2374.31	1273.37
produccion total plantula (1)	Unidad	500		500
produccion total de flores (3)	Unidad	3		1500
produccion total de esquejes (8)	Unidad	8		4000
costo unitario para plantula				2.55
costo unitario para flor				0.85
costo unitario para esquejas				0.32
precio unitario de venta para plantula				3.8
precio unitario de venta para flor				2
precio unitario de venta para esqueje				0.5

Anexo 5. Galería de fotos



Figura 4. Desinfección de sustrato



Figura 5. Preparación del material vegetal.



Figura 6. Preparación de solución de enraizador Root – Hor



Figura 7. Preparación solución de enraizador Phyllum Max R.



Figura 8. Esquejes sumergidos en la solución concentrada



Figura 9. Invernadero rustico de adobe en donde se realizó el experimento



Figura 11. Plantación de esquejes de clavel.



Figura 10. Plantación.



Figura 12. Esquejes colocadas en las bolsas de arena.



Figura 13. Prendimiento de esquejes.



Figura 14. Ramas laterales



Figura 15. Desembolsado



Figura 16. Lavado del sustrato para descubrir la raíz.



Figura 17. Lavado de la raíz para su evaluación



Figura 18. Lavado del sustrato



Figura 19. Evaluación longitud de raíces.



Figura 20. Evaluación de las raíces.



Figura 21. Evaluación y medición de raíces.

Anexo 8. Análisis de varianzas

Tabla 16. Análisis de varianza para altura de planta a los 60 días de evaluación

Fuente de variabilidad	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F-Valor	Ft		Pr > F
					0.05	0.01	
Hormona	1	3.9102083	3.9102083	3.52	4.098	7.352	0.0679
Dosis	3	150.503958	50.1679861	45.17	2.852	4.343	<.0001
Hormona*Dosis	3	4.570625	1.5235417	1.37	2.852	4.343	0.2652
Error experimental	38	44.425	1.110625				
Total corregido	45	203.409792					
		CV=7.15%	$\bar{X} = 14.74$				

Tabla 17. Análisis de varianza para altura de planta a los 90 días de evaluación

Fuente de variabilidad	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F-Valor	Ft		Pr > F
					0.05	0.01	
Hormona	1	12.1002083	12.1002083	9,91	4.098	7.352	0.0031
Dosis	3	153.537292	51.1790972	41,92	2.852	4.343	<.0001
Hormona*Dosis	3	3.4089583	1.1363194	0,93	2.852	4.343	0.4347
Error experimental	38	48.8316667	1.2207917				
Total Corregido	45	217.878125					
		CV=10.29%	$\bar{X} = 0.78$				

Tabla 18. Análisis de varianza no parametrico para longitud de ramas

Efecto	GL	Den DF	Chi-cuadrado	F-Valor	Pr > ChiSq	Pr > F
Hormona	1	17	0.06	0.06	0.8016	0.8046
Dosis	3	17	6.08	2.03	0.108	0.1485
Hormona*Dosis	3	17	2.13	0.71	0.5457	0.5591

Tabla 19. Análisis de varianza no paramétrico para longitud de raíces a los 90 días de evaluación.

Efecto	GL	Den DF	Chi-cuadrado	F-Valor	Pr > ChiSq	Pr > F
Hormona	1	40	0.02	0.02	0.8753	0.8761
Dosis	3	40	24.36	8.12	<.0001	0.0002
Hormona*Dosis	3	40	1.58	0.53	0.6645	0.667

Tabla 20. Análisis de varianza para longitud de raíz a los 60 días de evaluación (Tanformado).

Fuente de variabilidad	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F-Valor	Ft		Pr > F
					0.05	0.01	
Hormona	1	0.84437462	0.84437462	18.04	4.098	7.352	0.0001
Dosis	3	4.57072024	1.52357341	32.55	2.852	4.343	<.0001
Hormona*Dosis	3	0.41308554	0.13769518	2.94	2.852	4.343	0.0452
Error experimental	38	1.77847446	0.04680196				
Total corregido	45	7.67681016					
CV=16.84%		$\bar{X} = 1.28$					

Tabla 21. Análisis de varianza para longitud de raíz a los 90 días de evaluación.

Fuente de variabilidad	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F-Valor	Ft		Pr > F
					0.05	0.01	
Hormona	1	31.5252083	31.5252083	28.43	4.098	7.352	<.0001
Dosis	3	175.517292	58.5057639	52.76	2.852	4.343	<.0001
Hormona*Dosis	3	10.3022917	3.4340972	3.10	2.852	4.343	0.0375
Error experimental	38	44.355	1.108875				
Total corregido	45	261.699792					
CV=6.72%		$\bar{X} = 16.37$					

Tabla 22. Análisis de varianza de efectos divididos para altura de planta a los 60 días de evaluación.

Fuente de variabilidad	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F-Valor	Ft		Pr > F
					0.05	0.01	
0.0	1	0.003519	0.003519	0.08	4.098	7.352	0.7854
2.5	1	0.08781	0.08781	1.88	4.098	7.352	0.1788
5.0	1	0.31713	0.31713	6.78	4.098	7.352	0.0131
7.5	1	0.919156	0.919156	19.64	4.098	7.352	<.0001
HP	3	1.918369	0.639456	13.66	2.852	4.343	<.0001
HR	3	3.065437	1.021812	21.83	2.852	4.343	<.0001
Error experimental	38	1.77847446	0.04680196				
Total corregido	45	7.67681016					



Tabla 23. Análisis de varianza de efectos divididos para altura de planta a los 90 días de evaluación.

Fuente de variabilidad	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F-Valor	Ft		Pr > F
					0.05	0.01	
0.0	1	7.2075	7.2075	6.5	4.098	7.352	0.0147
2.5	1	0.563333	0.563333	0.51	4.098	7.352	0.4801
5.0	1	6.453333	6.453333	5.82	4.098	7.352	0.0205
7.5	1	27.603333	27.603333	24.89	4.098	7.352	<.0001
HP	3	88.544583	29.514861	26.62	2.852	4.343	<.0001
HR	3	97.275	32.425	29.24	2.852	4.343	<.0001
Error experimental	38	44.355	1.108875				
Total corregido	45	261.699792					