

# **Estudio comparativo en el enraizado de pino limón (*Cupressus macrocarpa* var. Goldcrest) y Chamaecyparis azul (*Chamaecyparis lawsoniana* var. Ellwoodii) con cuatro tipos de sustrato en cámara de subirrigación en el vivero Ekornat- Garden, La Paz.**

**Rooted in comparative study of pine limon (*Cupressus macrocarpa* var. Goldcrest) and chamaecyparis blue (*Chamaecyparis lawsoniana* var. Ellwoodii) substrate with four types of chamber in the nursery subirrigation Ekornat-garden, La Paz.**

*Wilmer Mamani Inca y Celia M. Fernández Chávez.*

## **RESUMEN:**

El presente trabajo se realizó en el vivero EKORNAT- GARDEN ubicado en la zona Urkupiña La Merced distrito trece de la ciudad de La Paz, zona norte de la ciudad. El estudio se realizó con dos especies de coníferas con cuatro sustratos diferentes con el Diseño Experimental Completamente al azar con arreglo bifactorial con tres repeticiones donde los niveles del factor "A" fueron las dos especies de coníferas (*Chamaecyparis* y *Cupressus*) y los niveles del factor "B" cuatro tipos de sustratos (Turba 1P, carbón vegetal 2P, tierra negra 1P.; Turba 1P, carbón vegetal 1P, limo 1P.; Turba 2P, limo 1P, tierra negra 1P; Turba 2P, arena fina 1P, tierra negra 1P.). Las variables de respuesta consideradas para responder a los objetivos formulados fueron: % de sobrevivencia; % de enraizado; altura de crecimiento de los esquejes; longitud de raíces; número de raíces. Para realizar el proceso de datos se realizaron análisis de varianza, usando el sistema de aplicaciones IBM SPSS Statistics 20, Además de una comparación de promedios a través de Excel 2010.

Los resultados obtenidos son los siguientes: En el porcentaje de prendimiento, (sobrevivencia), se obtuvo óptimos resultados con el 100% de sobrevivencia de los esquejes de ambas especies de coníferas esto debido a las condiciones de humedad que brinda una cámara de subirrigación, evitando la deshidratación de las muestras vegetales. Para la variable de respuesta que es porcentaje de enraizado, se realizó una comparación de promedios, en el cual dio mejores resultados los tratamientos T1 y T2 ya que se observó el 100% de los esquejes, con formación de raíces, finalmente los tratamientos T5, T7 y T8 por los cuales se presentó un bajo porcentaje de enraizado de 11,11%. Por otra parte, la especie *Chamaecyparis* con el sustrato 1 y sustrato 2 tuvieron un alto porcentaje de enraizado al igual que el sustrato 4, también con un alto porcentaje de enraizado, quedando con un bajo resultado el sustrato 3. En la altura de planta se pudo apreciar que estadísticamente hubo diferencias altamente significativas en el factor A y en la interacción de factores (A\*B). En la variable de respuesta de longitud de raíz estadísticamente se muestra diferencias altamente significativas en el factor A y la interacción de factores (A\*B) y finalmente se aprecia resultados significativos en el factor B, que son sustratos. La especie *Chamaecyparis* tiene un mejor promedio de longitud de raíces con 7,17 cm, en comparación con el *Cupressus* con 5,53 cm. En cuanto al factor B sustratos la longitud de raíz fue favorecida con un valor de 7,19 cm en el sustrato compuesto por: (b1) 1 Turba 1P, carbón vegetal 2P, tierra negra 1P. El número de raíces también fue considerado como variable de respuesta realizado el análisis de varianza dio una diferencia no significativa en el factor A (especies de coníferas), asimismo da un resultado altamente significativo en el factor B (sustratos), y en la interacción de factores el sustrato 2 dio mejores resultados en cuanto a número de raíces con 6,45 en un segundo lugar se encuentra el sustrato 4 con 5,7 de número de raíces luego el sustrato 3 con 5,35 finalmente se encuentra el sustrato 1 con 3,82 de número de raíces.

## **PALABRAS CLAVE:**

Enraizamiento, sustratos, cámara de subirrigación, pino limón y *Chamaecyparis* azul.

## **ABSTRACT:**

This work was done in the nursery EKORNAT- GARDEN located in the La Merced district Urkupiña thirteen of the city of La Paz, north of the city. The study was conducted with two conifer species with four different substrates with the Experimental completely randomized design bifactorial arrangement with three repetitions where levels of factor "A" were the two conifer species (*Chamaecyparis* and *Cupressus*) and factor levels "B" four types of substrates (Turba 1P, 2P charcoal, black earth 1P 1P.; Turba, charcoal 1P, 2P Turba.; limo 1P, 1P limo, black earth 1P, 2P Turba, 1P fine sand, black earth 1 P.). The response variables considered to meet the stated objectives were: % survival; % Rooting; height growth of cuttings; root length; number of roots. To make the process of data analysis of variance was performed using the application system IBM SPSS Statistics 20, in addition to a comparison of averages through Excel 2010.

The results obtained are: In the percentage of seizure, (survival), the best results were obtained with 100% survival of cuttings of both species of conifer this because moisture conditions providing camera subirrigación, avoiding dehydration of plant samples. For the response variable is percentage of rooted, a comparison of averages, which gave better results T1 and T2 treatments because 100% of cuttings was observed, with the formation of roots, eventually T5 treatment was performed, T7 and T8 which was presented by a low percentage of rooting of 11.11%. Moreover, the *Chamaecyparis* species with the substrate 1 and substrate 2 had a high percentage of rooted as the substrate 4, also with a high percentage of rooted, remaining with a low result the substrate 3. In plant height, it was observed that there were statistically highly significant differences in factor A and the interaction of factors (A \* B) and no significant media types. Also it is important to mention that the present species *Chamaecyparis* best plant height with 1.43 cm on average. In the response variable root length statistically highly significant differences in factor A and factor interaction (A \* B) and finally shown significant results shown in the factor B that are substrates. The *Chamaecyparis* species has a better average length of 7.17 cm with roots, compared with 5.53 cm *Cupressus*. As to factor B substrates root length was favored with a value of 7.19 cm in the substrate composed of: (b1) one Turba 1P, 2P charcoal, black earth 1P. The number of roots was also considered as a response variable performed the analysis of variance gave no significant difference in the factor A (coniferous species) also gives a highly significant factor B (substrates) result, and the interaction factors substrate 2 gave better results in terms of number of roots with 6,45 in second place the substrate 4 with 5.7 of number root is then the substrate 3 with 5, 35 finally is the substrate 1 with 3, 82 number of roots.

**KEYWORDS:**

Rooting, substrates, subirrigation chamber, lemon pine and blue *Chamaecyparis*.

**AUTORES:**

**Willmer Mamani Inca.** Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. [willman1i@hotmail.com](mailto:willman1i@hotmail.com)

**Celia M. Fernández Chávez.** Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. [cmfch3311@hotmail.com](mailto:cmfch3311@hotmail.com)

**Recibido:** 30/08/16.

**Aprobado:** 12/12/16.

**DOI:** <https://doi.org/10.53287/zpsf1937dw35k>

## INTRODUCCIÓN

Las coníferas son un grupo botánico de plantas superiores que engloba a los árboles y arbustos vivos más antiguos de nuestro planeta. Su característica principal es la de desarrollar conos o estróbilos, que son estructuras primitivas de reproducción.

Siendo las coníferas de gran importancia para la ornamentación de las áreas verdes de la Ciudad de La Paz, logrando con esto embellecer nuestros espacios públicos de recreación familiar para la urbe paceña (Alvarado, 2007).

Al igual que otras plantas, las coníferas en nuestro medio son requeridas por la población urbana y rural con diferentes fines, tales como la ornamentación y población, para lo cual es importante su propagación.

En la ciudad de La Paz se ha visto que existen diferentes viveros que practican la reproducción asexual por ser el método más práctico y seguro, un claro ejemplo su práctica en instituciones como la alcaldía. Por lo cual se puede decir que se ha verificado algunos resultados satisfactorios en la implementación de diferentes formas, técnicas para

facilitar la propagación por esquejes en este caso en dos especies de coníferas como lo son el *Chamaecyparis* y *Cupressus* especies ya conocidas en el medio.

El presente trabajo busca otra forma de enraizado implementando el sistema de cámara de subirrigación, para asegurar el prendimiento y el fácil desarrollo radicular de los esquejes. Utilizando dos especies de coníferas como son los *Chamaecyparis* y *Cupressus*, también se implementó el uso de cuatro diferentes sustratos.

## OBJETIVOS.

### Objetivo general.

Realizar un estudio comparativo en el enraizado de pino limón (*Cupressus macrocarpa* var. *goldcrest*) y *Chamaecyparis* azul (*Chamaecyparis lawsoniana* var. *ellwoodii*) con cuatro tipos de sustrato en cámara de subirrigación en el vivero Ekornat-garden, La Paz.

### Objetivos específicos

- Determinar el tipo de sustrato adecuado en el enraizado del pino limón, (*Cupressus*) y *Chamaecyparis* en la cámara de subirrigación.
- Evaluar el establecimiento y respuesta de los esquejes de ambas especies en la cámara de subirrigación.
- Determinar el tipo de conífera con mejores resultados a la propagación vía vegetativa.

### MATERIALES Y METODOS

#### Ubicación geográfica de la zona de estudio

El presente trabajo se realizó en el vivero EKORNAT- GARDEN ubicado en la zona Urkupña La Merced distrito trece de nuestra señora de La Paz. A una altitud media de 3700 msnm, a 16.458865 latitud sur y 68.121299 longitud oeste, (Google Earth maps,2016).

#### Metodología Experimental.

La estructura de la cámara se armó con material de carpintería, es decir madera, clavos, alambre etc. Las medidas establecidas fueron de acuerdo a requerimientos como ser: Altura trasera de 100 cm, Altura frontal de 50 cm, largo de 200 cm. y ancho: 100 cm.

Una vez concluido la estructura se procedió con el colocado de las diferentes capas de grava y gravilla, en donde se alojó el agua.

En el presente trabajo de investigación se utilizaron cuatro tipos de sustratos (factor de estudio “b”), turba rubia, carbón vegetal, tierra negra vegetal y limo o lama; en diferentes proporciones para cada tratamiento.

b<sub>1</sub>= Turba 1P, carbón vegetal 2P, tierra negra 1P.

b<sub>2</sub>= Turba 1P, carbón vegetal 1P, limo 1P.

b<sub>3</sub>= Turba 2P, limo 1P, tierra negra 1P.

b<sub>4</sub>= Turba 2P, arena fina 1P, tierra negra 1P.

**Desinfección de sustratos:** En las unidades experimentales se hizo una desinfección con formol al 5 % para evitar la propagación de patógenos que pudiesen interrumpir el proceso de enraizado de los

esquejes, la cama de sustrato reposo un periodo de 24 horas cubierta de plástico impermeable para luego puedan ingresar los esquejes.

**Preparado de esquejes e instado en la cámara de subirrigación:** Una vez obtenido los esquejes se procedió al establecimiento en las camas preparadas según croquis ya definidas a una distancia de 5 cm entre esquejes y una profundidad de 2.5 cm.

a<sub>1</sub>= Variedad 1 (*Chamaecyparis*)

a<sub>2</sub>= Variedad 2 ciprés amarillo (*Cupressus*)

**Riego:** El nombre del sistema de subirrigación radica en que no se utiliza irrigación aérea, sino que se mantiene una reserva de agua en el fondo del propagador, y esta humedece el sustrato por efecto capilar. (Flores, 2010).

**Manejo de datos:** Se registraron datos de altura, temperatura y %HR, cada semana durante cinco meses que duro el experimento; una vez concluido el tiempo de los cinco meses se tomaron datos de las raíces y los porcentajes de sobrevivencia al tratamiento.

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

Al final del experimento se realizó el respectivo análisis de varianza para cada variable de respuesta para lo cual se hizo el procesado de datos mediante el sistema de aplicaciones IBM SPSS Statistics 20.

**Comportamiento de la temperatura en la cámara de subirrigación:** Las variaciones de temperatura durante el experimento de la cámara de subirrigación en las temperaturas máximas como mínimas por mes se indican en la figura 1, donde muestran las fluctuaciones a lo largo del desarrollo y enraizamiento de los esquejes. Estas se registraron con un termómetro digital de máximas y mínimas, las cuales estaban ubicadas al centro del ambiente protegido.

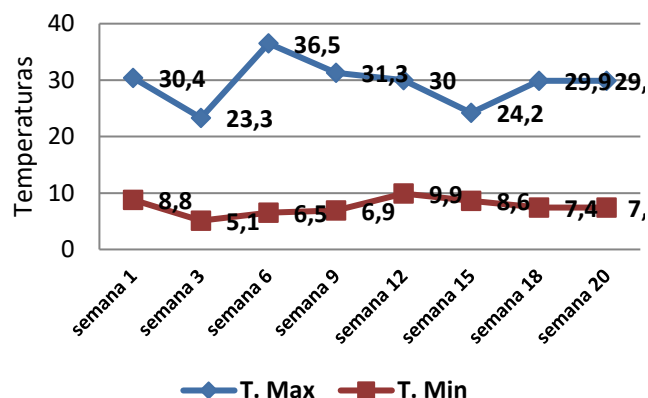


Figura 1. Registro de las temperaturas máximas y mínimas en la cámara de subirrigación (°C).

En la figura 1, se observa que la temperatura promedio más alta fue de 36,5 °C que se presentó en la sexta semana. La temperatura promedio baja, se registró en la tercera semana con 5,1 °C. Las temperaturas máximas y mínimas registradas estuvieron dentro de los rangos recomendados en la revisión de literatura.

Henríquez (2004), menciona que la temperatura debe mantenerse entre 27 y 29 °C y no pasar de 30°C, La humedad debe mantenerse alta; entre 60 y 80% aproximadamente para evitar la deshidratación del material vegetal, especialmente en el caso de estacas verdes o herbáceas.

### Comportamiento porcentaje de humedad relativa

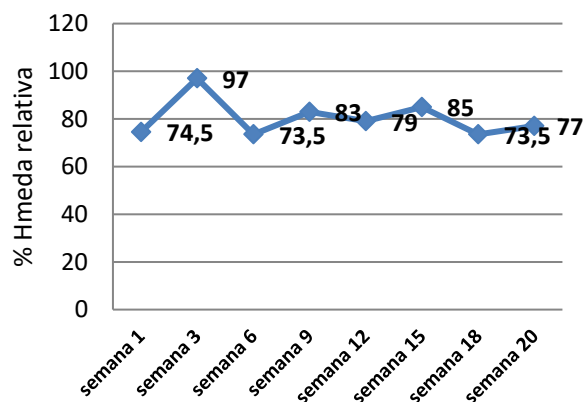


Figura 2. Humedad Relativa promedio en la cámara de subirrigación.

En la Figura 2, se puede observar el comportamiento de la humedad relativa dentro de la cámara de subirrigación la cual oscila de (70-90%) como el menor valor de humedad relativa registrado esta con 73,5% y como el máximo valor registrado en la cámara de subirrigación es de 97%, estos datos fueron promediados de las máximas y mínimas, en cuanto a humedad relativa. Así mismo Henríquez (2004), declara que la humedad debe mantenerse alta; entre 60 y 80% aproximadamente para evitar la deshidratación del material vegetal, especialmente en el caso de esquejes verdes o herbáceas.

El nombre del sistema de subirrigación radica en que no se utiliza irrigación aérea, sino que se mantiene una reserva de agua en el fondo del propagador, y esta humedece el sustrato por efecto capilar. El ciclo del agua dentro del propagador de subirrigación, al evapora y condensarse en la tapa y las paredes, ayuda a mantener una HR cercana al 100%.

El micro ambiente dentro del propagador ejerce una poderosa influencia crítica en el enraizamiento por eso es importante mantener niveles óptimos de humedad temperatura e irradiación dentro de la cámara de sub-irrigación (Mesen 1998).

Por tanto los datos registrados en la cámara están en los niveles óptimos según varios autores, también se puede justificar la sobrevivencia de los esquejes aun de los que no lograron formar raíz.

**Fluctuación del desarrollo en altura de planta en ambas especies:**

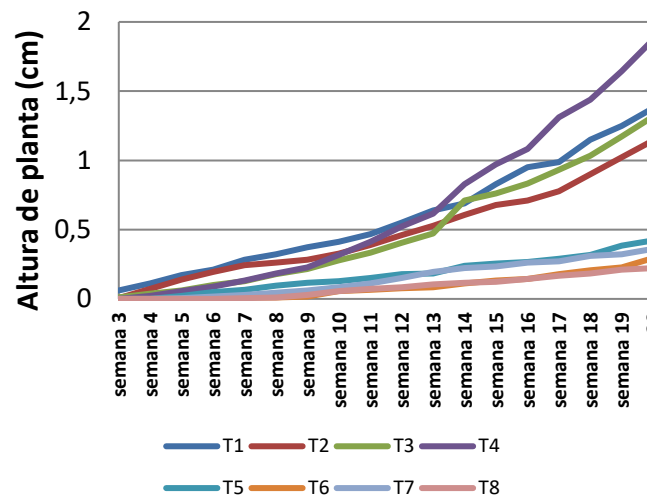


Figura 3. Fluctuación de la altura de la planta por semanas (cm)

En la figura 3 se aprecia el desarrollo de los esquejes o estaquillas expresadas en cm lo denominamos altura de planta por lo cual se puede apreciar dos grupos sobresale el tratamiento **T4** el cual corresponde a la especie *Chamaecyparis* y un sustrato 4 que consiste en: **Turba 2P, arena fina 1P, tierra negra 1P**, en un segundo lugar se puede apreciar al tratamiento **T1** el cual corresponde a la conífera *Chamaecyparis* y el sustrato 1 **Turba 1P, carbón vegetal 2P, tierra negra 1P** en un tercer lugar se encuentra le **T3** y el sustrato 3 que consiste en (**Turba 2P, limo 1P, tierra negra 1P**) y finalmente el tratamiento **T2** y sustrato 2 compuesta por (**Turba 1P, carbón vegetal 1P, limo 1P**).

Como se puede apreciar en el grafico el comportamiento de los esquejes con relación al desarrollo vertical, hasta la semana 12 casi no registra mucha actividad, ya en a partir de esta semana se puede ver un desarrollo ascendente en todos los tratamientos en especial en los cuatro primeros tratamientos. El cual es representado por la interacción de la conífera *chamaecyparis* con los sustratos.

**Porcentaje de prendimiento:** En la figura 4 se apreciar el porcentaje de prendimiento el cual se observó durante todo el proceso del estudio, para luego al final se hizo una evaluación final y se la represento como se muestra en la gráfica y estos tienen un mismo comportamiento en cuanto al porcentaje de prendimiento, significa que todos los esquejes sobrevivieron.

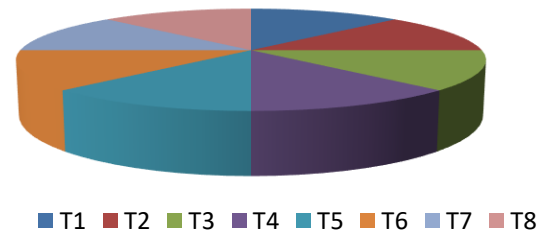


Figura 4. Porcentaje de prendimiento.

Flores, (2010) afirma que los esquejes requieren de alta humedad y mínima aireación para sobrevivir al interior de la cámara de sub-irrigación este mismo autor atribuye el porcentaje de sobrevivencia de los esquejes al origen de los esquejes, y afirma que los esquejes de la parte apical y media de las plantas madre pueden llegar a sobrevivir y los esquejes de origen apicales y basales pueden llegar a tener un 100% de mortalidad.

**Altura de planta:** Para el análisis de los datos en la altura que lograron desarrollar los esquejes se realizó un análisis de varianza con un margen de error del 5% cuadro 1 con un coeficiente de variabilidad de 8,18%, el cual refleja que hubo un buen manejo de las unidades experimentales e indica que los datos son confiables, ya que se encuentra por debajo del 30% (Calzada, 1970) se puede apreciar que la diferencia es altamente significativo en cuanto al Factor A: tipos de coníferas el *Cupressus* y *Chamaecyparis* en la variable de respuesta Altura de planta, también por su parte se puede observar que en el Factor B que

representa a diferentes sustratos da un resultado no significativo (ns) y finalmente muestra un resultado

altamente significativo en cuanto a la interacción de factores (A\*B) tipos por sustratos.

Cuadro 1. Análisis de varianza para crecimiento de esquejes

	GL	SC	CM	Ft	Fc
<b>TIPOS</b>	1	7,315	7,315	50,97	<b>0 **</b>
<b>SUSTRATOS</b>	3	0,329	0,11	0,763	<b>0,529 ns</b>
<b>TIPOS*</b>	1	18,428	18,428	128,399	<b>0 **</b>
<b>SUSTRATOS</b>					
<b>Error exp.</b>	19	2,727	0,144		
<b>Total</b>	24				
					<b>CV: 8,18%</b>

Somarriba, (1998) concluye que la variable altura de planta es una característica fisiológica de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta, la altura de la planta depende de la acumulación de nutrientes en el tallo que se producen durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la raíz de la planta, esta función puede verse afectada por la acción conjunta de cuatro factores fundamentales los cuales son luz, calor, humedad y nutrientes.

Altura de crecimiento en los esquejes factor A (tipos de coníferas)

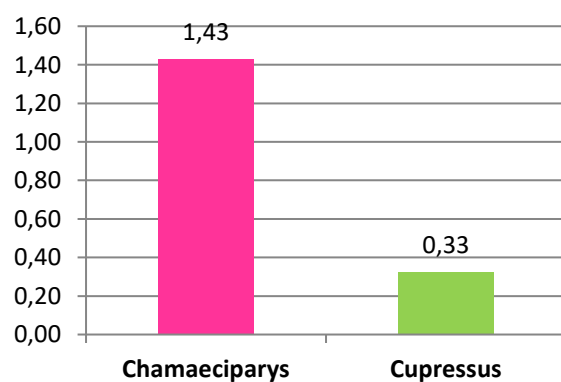


Figura 5. Altura de planta para el factor A, tipos de coníferas (cm).

En la figura 5 promedios de alturas para el factor A, se observa la diferencia de las alturas de planta según la especie en estudio para *Chamaecyparis* presento

mejor altura en crecimiento de los esquejes con 1,43 cm en promedio y para la especie *Cupressus* o  $b_2$  con un promedio numérico de 0,33 cm en crecimiento de los esquejes.

Según Alvarado (2007), concluye que al contrario del ciprés, los “*Chamaecyparis*” se desarrollan en suelos con humedad y viven alejados de la influencia marina es decir suelos salinos, a veces en regiones tan septentrionales como Alaska y a buena altura en las montañas. Estos hábitos de vida hacen que sus usos puedan adaptarse en los jardines, macetas, maceteros y entre otros usos.

Prueba de medias Tukey para factor B: En la figura 6 se pude apreciar la prueba de medias Tukey con un margen de error de 5% para ver la diferencia de altura de los esquejes en relación al factor B que se refiere a los diferentes sustratos utilizados para el enraizado.

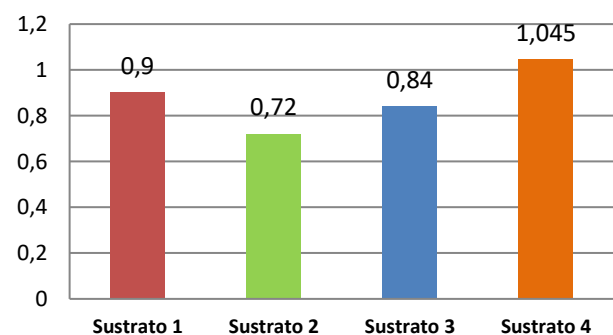


Figura 6. Altura de Planta por sustratos (cm).

En la figura 6 se puede apreciar que en los distintos sustratos estadísticamente existe una diferencia colocando en primer lugar al sustrato 4 el cual está compuesto por (**Turba 2P, arena fina 1P, tierra negra 1P**). Y como segundo lugar el sustrato 1 compuesta por (**Turba 1P, carbón vegetal 2P, tierra negra 1P**).

En la mayoría de los casos de nuestro medio los viveristas tienden a usar un sustrato con arena y otros componentes, a su vez. Se recomienda que el sustrato puede estar compuesto por: (2/3 tierra y 1/3 de arena),

se puede espolvorear la parte basal del esqueje con hormonas de enraizamiento

**Longitud de raíz:** La medición de la longitud de raíz se realizó con la ayuda de una regla milimétrica al final de ensayo.

En el cuadro siguiente se aprecia el análisis de varianza con un margen de error del 5%, realizado para la variable de respuesta Longitud de Raíz el cual obtuvo un coeficiente de variabilidad de 6,94% lo cual refiere a que hubo buen manejo de las unidades experimentales y es aceptable.

Cuadro 2. Análisis de varianza para longitud de raíz

	GL	SC	CM	Ft	Fc
TIPOS	1	16,094	16,094	18,283	0**
SUSTRATOS	3	8,149	2,716	3,086	0,052*
TIPOS*	1	967,486	967,486	1099,074	0**
SUSTRATOS					
Error exp.	19	16,725	0,88		
Total	24	1008,454			CV: 6,94%

En el cuadro 2 el análisis de varianza realizado a los datos de longitud de raíz dio un resultado altamente significativo (\*\*) en el factor A que son tipos de coníferas y un resultado significativo en el factor B que se refiere son tipos de sustratos, también es importante considerar que hay una diferencia altamente significativa de la interacción de factores (A\*B) donde estadísticamente existe diferencia en el desarrollo de la raíz de los diferentes tratamientos.

Promedios numéricos para factor A (longitud de raíz): En la siguiente figura se aprecia la diferencia de promedios en cuanto a la longitud de raíz entre *Chamaecyparis* y *Cupressus*.

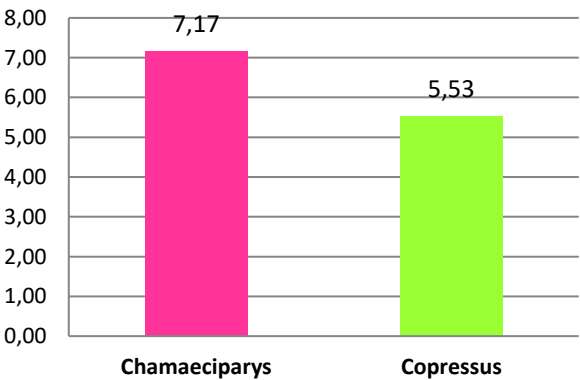


Figura 7. Promedios de Longitud de raíz del factor A, tipos de coníferas (cm).

En la figura 7 se puede advertir que la conífera *Chamaecyparis* tiene un mejor promedio de longitud de raíces con 7,17 cm en comparación con el *Cupressus* que llegó a formar 5,53 cm. A esto podemos atribuir a la gran capacidad de adaptabilidad que llegó a tener los *Chamaecyparis* a diferencia del



*Cupressus* que aparte de tener menor longitud de las raíces tuvo un menor porcentaje en el enraizado.

**Prueba de medias Tukey para factor B:**

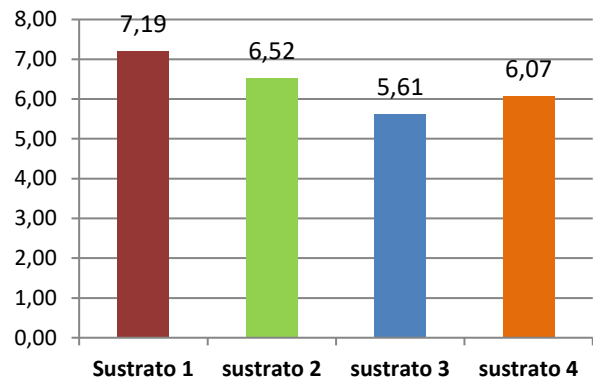


Figura 8. Prueba de medias de Tukey para el factor B, tipos de sustrato en la longitud de raíz (cm).

En la figura 8 se puede apreciar que existe una diferencia altamente significativa entre sustratos en cuanto a longitud de raíz en cm con un valor alto valor de 7,19 cm en el sustrato 1 **Turba 1P, carbón vegetal 2P, tierra negra 1P**, el segundo corresponde al tratamiento con el sustrato 2 con 6,52 cm compuesta por **Turba 1P, carbón vegetal 1P, limo 1P**. En los tratamientos con incorporación de carbón vegetal se puede apreciar un efecto positivo en cuanto a longitud de raíz por tal motivo se especula que el carbón vegetal gracias a que posee porosidad, drenaje y

fuerza de carbono que representa este pudo coadyuvar al desarrollo de las raíces.

Para Flores, (2010) el origen de las raíces en los esquejes tiene relación con el desarrollo de la longitud de raíz, así es que en su trabajo escribe que las estacas obtenidas de la parte apical de la planta y la parte media presentan una mayor longitud de raíces hasta 20,1 mm.

**Número de raíces:** Análisis de varianza con un error confiable del 5% y un coeficiente de variabilidad de 0,62% lo que significa que los datos procesados se encuentran en un marco de confiabilidad y buen manejo de las unidades experimentales, en el cual se puede apreciar que existe una diferencia altamente significativa en el factor B que son los cuatro diferentes sustratos el cual nos indica que existe diferencia estadísticamente en la formación de raíces según cada sustrato, a la vez se puede observar que en la interacción de factores también muestra una diferencia altamente significativo donde podemos decir que existe diferencia estadísticamente un efecto de interacción en la cantidad de raíces en las coníferas, por lo contrario en el factor A que son tipos de coníferas se logra observar un resultado no significativo, el cual indica que no hay diferencia estadísticamente en la cantidad de raíces en ninguna de las coníferas.

Cuadro 3. Análisis de varianza para número de raíces

	GL	SC	CM	Ft	Fc
TIPOS	1	0,011	0,011	0,171	0,684ns
SUSTRATOS	3	22,09	7,363	111,746	0**
TIPOS*	1	681,387	681,387	10340,542	0**
SUSTRATOS					
Error exp.	19	1,252	0,066		
Total	24	704,741			CV: 0,62%



Estudio comparativo en el enraizado de pino limón (*Cupressus macrocarpa* var. Goldcrest) y *Chamaecyparis* azul (*Chamaecyparis lawsoniana* var. Ellwoodii) con cuatro tipos de sustrato en cámara de subirrigación en el vivero Ekornat-Garden, La Paz.

**Prueba de medias Tukey para número de raíces en el factor B:** En el análisis de varianza realizado a la variable de respuesta número de raíces nos dio un resultado altamente significativo (\*\*) en cuanto al factor B se procedió a realizar la prueba de medias.

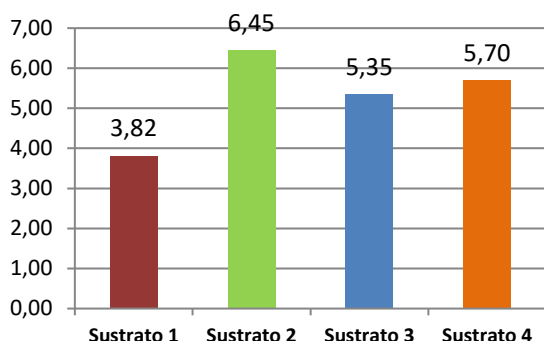


Figura 9. Prueba de medias de Tukey para el factor B (número de raíces).

En la figura 9 se muestra la prueba de medias Tukey, con un margen de error al 0.5% ,el factor B podemos apreciar diferencia entre valores en los sustratos aplicados en el trabajo, en primer lugar con un mejor valor encontramos al sustrato 2 formado con Turba 1P, carbón vegetal 1P, limo 1P que logro formar 6 raíces.

Según Veierskov (1988), existe una relación positiva del contenido de carbohidratos con la capacidad de enraizado y número de raíces en esquejes de diferentes especies leñosas y herbáceas, señalando que es común que exista un gradiente en la concentración de carbohidratos desde el ápice hasta la base de los tallos. Por lo tanto, es posible que la menor concentración de carbohidratos producto de la mayor juvenilidad de los esquejes de la parte apical y media hayan promovido el mayor número de raíces de los especímenes.

**Porcentaje de enraizado:** La medición de porcentaje de porcentaje de enraizado se realizó en cada uno de los tratamientos al final del experimento.

**Porcentaje de enraizado en la variedad *Chamaecyparis*:**

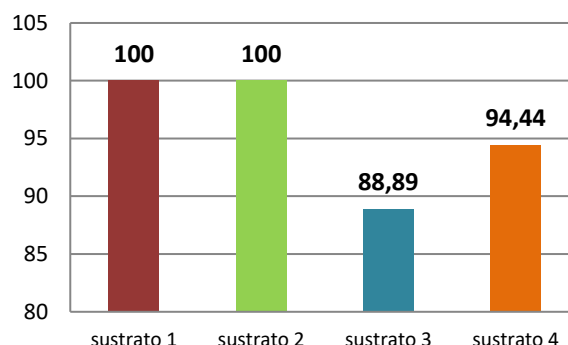


Figura 10. Porcentaje de enraizado en la variedad *Chamaecyparis*.

En los resultados observados se puede apreciar la interacción de la variedad *Chamaecyparis* figura 10 con el sustrato 1 y sustrato 2 tuvieron un alto porcentaje de enraizado ya que estos sustratos contienen carbón vegetal.

Hartmann y Kester (1977), mencionan, que un sustrato ideal influye mucho en el enraizamiento y debe ser considerado en cualquier sistema de propagación, proporcionando porosidad, una buena aireación, se drene bien, sea fácil de esterilizar y que además proporcione un soporte adecuado a la estaca.

La arena es el medio de enraizamiento preferido en investigaciones, el cual proporciona aireación y retención de agua adecuada y aunque la grava también es apropiada, la apertura de hoyos, la colocación de las estacas y su remoción para su evaluación son más fáciles en arena, además es relativamente económica, fácil de obtener y manejar (Mesen, 1998; Pino, 2002).

**Porcentaje de enraizado en la conífera *Cupressus*:**

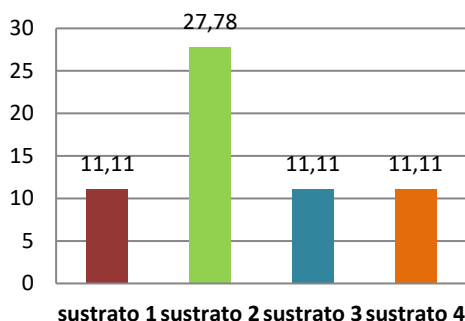


Figura 11. Porcentaje de enraizado en la conífera Cupressus.

En la figura 11 se puede apreciar el porcentaje de enraizado en las coníferas de *cupressus* (factor A), donde el sustrato 2 compuesto por: **Turba 1P, carbón vegetal 1P, limo 1P** tuvo un mejor valor de % de enraizado con 27,78% en comparación a los demás sustratos.

Hardy 1961 y Urquhart, 1963. Estos mismos autores recomiendan que la humedad relativa se mantenga cercana al 100%.

## CONCLUSIONES

En el estudio comparativo que se realizó se pudo apreciar que el mejor sustrato para la formación de raíces que se cuantificaron son los sustratos: 1(**Turba 1P, carbón vegetal 2P, tierra negra 1P**); 2 (**Turba 1P, carbón vegetal 1P, limo 1P**) y 4 (**Turba 2P, arena fina 1P, tierra negra 1P**). Donde se puede apreciar en el sustrato 1 y 2 componentes en común la turba y el carbón vegetal, este último al doble del primero, en el cual se formó las raíces más largas por lo que se puede concluir como el mejor sustrato para el enraizado de estas coníferas.

Por otra parte, en la formación de raíces es en el sustrato 2 (**Turba 1P, carbón vegetal 1P, limo 1P**) donde se logra la formación en mayor cantidad de raíces con un promedio general de 7 rices

Las coníferas de *Chamaecyparis* y *Cupressus* tuvieron un establecimiento y respuesta positiva en la cámara de subirrigación puesto que todos los tratamientos en general lograron sobrevivir con un 100%, esto debido a las condiciones favorables que ofrece la cámara de subirrigador.

De los ocho tratamientos que se tuvo se pudo apreciar que los cuatro primeros tratamientos lograron altos porcentajes de buena respuesta en cuanto a lograr desarrollar raíces aceptables por lo que se puede concluir que estos tratamientos dieron buenos resultados.

En este estudio se pudo determinar la conífera *Chamaecyparis* tuvo mejor respuesta a las condiciones de la cámara de subirrigación y a los sustratos 1 y 2 donde se pudo registrar un 100% de enraizado, y no así en los sustratos 3 y 4.

En la conífera *Cupressus* se logró como máximo un 27,78% de enraizados con en el sustrato 2 (**Turba 1P, carbón vegetal 1P, limo 1P**), a diferencia de los demás sustratos solo lograron un 11,11%.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- ALVARADO V. 2007. Efecto de diferentes fitoreguladores en la multiplicación por esquejes de pino japonés (*Cryptomeria japonica*); Falso ciprés (*Chamaecyparis obtusa*); Tuya occidental (*Thuja occidentalis*) en el vivero municipal de Aranjuez, La Paz. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de agronomía Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia
- BORDAS J. Coníferas – Plantas de exterior (en línea). Consultado el 8 de abril de 2016. Disponible en [www.jardineriabordas.com](http://www.jardineriabordas.com)
- CABRERA J., MARTÍNEZ F., GRANADA L. 2007. Producción de Cedro Limón *Cupressus macrocarpa Goldcrest* en Morelos.

- Estudio comparativo en el enraizado de pino limón (*Cupressus macrocarpa* var. Goldcrest) y *Chamaecyparis azul* (*Chamaecyparis lawsoniana* var. Ellwoodii) con cuatro tipos de sustrato en cámara de subirrigación en el vivero Ekornat-Garden, La Paz.
- Folleto Técnico 29. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. INIFAP. Morelos – México 2-8 p.
- CALZADA, B. J. 1970. Métodos Estadísticos para la investigación. 5º ed. Lima, Perú S.A. 644 p.
- CARRERA, M.V (1977). La propagación vegetativa en el género Pinus. Ciencia forestal (Méx.) 2 (7): 3 – 29 p.
- CHILÓN, E. 1997. Manual de Fertilidad de Suelos Nutrición de Plantas Ed. Centro de Investigación y Difusión de Alternativas Tecnológicas para el Desarrollo (C.I.D.A.T.). La Paz – Bolivia.
- DIAZ E., SALAZAR R., MESEN F. 1992. Enraizamiento de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. DISEMINACION DEL CULTIVO DE ARBOLES DE USO MULTIPLE – CATIE – RENARM- ROCAP. Turrialba – Costa Rica.
- FLORES P. M. 2010. Evaluación del efecto de cinco dosis de fitohormona, tres tipos de sustratos y tres rasgos de morfotipo en el enraizamiento de estaquillas juveniles de *Amburana cearensis* (Allemao) A.C. Smith (Ishpingo), en ambientes controlados, en Pucallpa-Ucayli, Perú. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y ambientales – Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa-Perú. 35- 40 pp.
- FOSATI, J. 1996. Sustrato en viveros Forestales. Programa de Redoblamiento Forestal. Cochabamba, Bolivia. 12 p.
- GALLOWAY, G., y BORGIO, G., 1985. Manual de viveros forestales en la Sierra peruana. INFOR. Lima – Perú. 25 – 45 pag.
- GUILLEN R., A. 1975. Coníferas ornamentales Floraprint, España, 143 p.
- HANSEN, O.B. 1990. Propagating *Cupressus macrocarpa* hartw. Goldcrest Journal of Agricultural Sciences 4(4): 357-362.
- HENRIQUEZ, E. 2004. Evaluación de tres factores de enraizamiento en morera (*Morus alba*). Tesis Ing. Agr. Santiago, Chile. Facultad de ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 77 p.
- HERNÁNDEZ H. 2006. Producción y comercialización de cedrela (*Chamaeciparys thyoides ericoides*) y Chimansimpar (*Chamaeciparys lawsoniana ellwoodii*), en el municipio de Xicotepec tesis para obtener título de ingeniero forestal- Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales, Pue. Chapingo- México 16- 18 pp.
- HARTMANN, H. KESTER, D. 1992. Plant propagation. Principles and practices. Filth.
- LEAKEY, R.R. 1988. Vegetative propagation consultancy: CATIE, Costa Rica. Report to the Overseas Development Administration, ODA/NERC, Contract N° OMC 527/093/003 A. Institute of Terrestrial Ecology, Bush Estate Penicuik, Midlothian. 50 p. (unpublished). Consultado 02 de Junio. 2016 disponible en: <http://www.sidalc.net/repdoc/A0018S/A0018S20.pdf>.
- MESÉN, J.F. 1993. Clasificación de fuentes de producción de semillas forestales Scotland. 231 p.
- MESÉN, F (1998). Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. Serie Técnica. Manual Técnico No. 30. Turrialba, CR. CATIE. Proyecto de Semillas forestales-PROSEFOR. 36 p.
- MERINO, P. (2015). Evaluación de una técnica de propagación asexual con esquejes apicales del ciprés limón (*Cupressus macrocarpa*) Var. Gold crest. Tesis para

obtener el título de Ingeniero. Universidad Técnica de Ambato. Ceballos - Ecuador.

OCHOA, R. 2009. Diseños Experimentales. Facultad de agronomía. UMSA. La Paz Bolivia. 134 p.

OBAID A. 2009. Carbón vegetal para mejorar suelos agrícolas (en línea). Consultado el 15 de julio de 2016. Disponible en <http://www.cooperativa.cl>

PINO, P. 2002. Propagación vegetativa de *Drimys Winteris*, una especie con características medicinales, sometidas a dos sistemas de riego. Facultad de Ciencias Agropecuarias y forestales. Escuela de Ciencias forestales. 52 p.

QUIJADA R.M 1980. Métodos de propagación vegetativa. En mejora genética de árboles forestales. FAO. DANIDA. Roma. 341 pg.

SOMARRIBA, R. 1998. Texto granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 1-57 pp.

URQUHART, D. H. 1963. Cacao: La multiplicación vegetativa. Turrialba, CR. Servicio de Intercambio Científico, p. 129-150

VEIERSKOV, B 1988. Relations between carbohydrates and adventitious root formation. Vol 2. Portland, Oregon. Discorides pres. 70-78 p.

Características físicas del limo. En línea Consultado 30 de julio del 2016. Disponible en <http://www.buenastareas.com>.

Composición y propiedades de la turba. En línea consultado 5 de agosto del 2016. Disponible en: <http://www.textoscientificos.com/energia/combustibles/turba/composicion-propiedades-turba>.

Propagación de estacas herbáceas de Camu Camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh)

en cámara de subirrigación en UCAYALI-PERÚ Consultado 02 Junio. 2015 disponible en:

<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/951390/1/Abanto2propagacaodeestacascamucamu.pdf>