



Comparación de sustratos en la propagación sexual y asexual del árbol de la quina (*Cinchona officinalis*)

Comparison of substrates in the sexual and asexual propagation of the cinchona tree (*Cinchona officinalis*)

Julvio Horacio Vásquez Castañeda¹, Epifanio Lápiz Sabaleta¹, Marlitt Karen Yojana Barboza Hernández¹, Stefany Nicole Vásquez Meza¹, Luz Maribel Quispe Sánchez^{1*}

RESUMEN

En la investigación se comparó ocho tipos de sustratos en la propagación sexual y asexual de *C. officinalis* en proporciones de , (70 % de humus + 20 % de tierra orgánica + 10% de arena); (70 % de hojarasca +20 % de tierra orgánica +10 % de arena); (70 % franco arenoso + 20% de tierra orgánica +10 % de arena); (35% de humus + 35% de hojarasca + 20% tierra orgánica + 10% de arena); (35% de humus + 35% franco arenoso +20% tierra orgánica + 10% de arena); (35% hojarasca + 35% franco arenoso +20% tierra orgánica + 10% de arena); (25% de humus + 25% de hojarasca + 20% tierra orgánica + 10% de arena) ; (25% de humus + 25% de hojarasca +25% franco arenoso + 20% tierra orgánica + 10% de arena) , más 1 testigos (50% tierra orgánica + 50% arena); en la propagación sexual se evaluó el porcentaje de germinación de las semillas, obteniendo, que el T6 (35% de hojarasca + 35% de franco arenoso + 20 % de tierra orgánica y 10% de arena) alcanzó el mayor porcentaje de germinación con un 30%, alcanzando a los 60 días una altura de 4.2 cm por plántula. Mientras que; en la propagación asexual se realizó: ensayos de enraizamiento de estacas, evaluando el número de brotes, número de raíces, longitud de raíces por estaca; alcanzando el T6 el mayor número de brotes por estaca con 3 brotes; con una longitud de raíces de 4 cm por estaca plantada.

Palabras claves: árbol de la quina, propagación sexual y asexual.

ABSTRACT

In the research, eight types of substrates were compared in the sexual and asexual propagation of *C. officinalis* in proportions of (70% of humus + 20% of organic soil + 10% of sand); (70% litter + 20% organic soil + 10% sand); (70% sandy loam + 20% organic soil + 10% sand); (35% humus + 35% litter + 20% organic soil + 10% sand); (35% humus + 35% sandy loam + 20% organic soil + 10% sand); (35% litter + 35% sandy loam + 20% organic soil + 10% sand); (25% humus + 25% litter + 20% organic soil + 10% sand); (25% humus + 25% litter + 25% sandy loam + 20% organic soil + 10% sand), plus 1 control (50% organic soil + 50% sand); in the sexual propagation, the germination percentage of the seeds was evaluated, obtaining that the T6 (35% of litter + 35% of sandy loam + 20% of organic earth and 10% of sand) reached the highest percentage of germination with a 30%, reaching a height of 4.2 cm per plantlet at 60 days. While; in the asexual propagation was carried out: tests of rooting of cuttings, evaluating the number of shoots, number of roots, length of roots per stake; reaching T6 the highest number of shoots per stake with 3 outbreaks; with a root length of 4 cm per planted stake.

Keywords: cinchona tree, sexual and asexual propagation.

¹Institución Educativa "José de San Martín", Avenida Fernando Belaunde Terry S/N, El Progreso, Bongará, Perú

* Autor de correspondencia. E-mail: quispe_love95@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Las quinuas son especies del género *Cinchona*, pertenecientes a la familia Rubiaceae, que se distribuyen a lo largo de la zona tropical y ecuatorial de la cordillera de los Andes, desde los 12 grados de latitud norte hasta los 20 grados de latitud sur, en un pH 5,7 (Lima *et al.*, 2018). Producen un metabolito conocido como “quinina”, que ha demostrado propiedades antimaláricas para combatir fiebres especialmente el paludismo (OMS, 2011; López, 2016). Además se le atribuye su uso para estimular el apetito, tonificar el organismo, para casos de estrés psíquico y físico, también para estimular el crecimiento del cabello y evitar su caída (Rodríguez-Narváez, 2014; Jerez, 2017).

El árbol de la quinua es un árbol mediano de 16 metros de altura promedio, con un diámetro aproximado de 28 cm, es leñoso y ramificado, su corteza es de color gris de 0,5 cm de espesor su fruto es una cápsula oblonga, de 1 a 2 cm de largo, su hábitat son bosques andinos del Ecuador, Perú, Venezuela, Colombia y Bolivia (Yucta, 2016). En el Perú prosperan silvestremente en los bosques densos exteriores de ambas cordilleras: occi-

dental y oriental desde los 640 hasta 3200 msnm y entre los 10 °C y 23 °C, en un ambiente generalmente húmedo y lluvioso durante todo el año con un pH de 4.6 a 6.5 (Figura 1) (Zevallos, 1989).

El principal agente de dispersión de las semillas es el viento y el agente polinizador son las aves; se propaga por semillas y las plantas así obtenidas tienen un desarrollo muy lento. Es uno de los métodos principales de reproducción de las plantas, además es uno de los más eficientes y más usados en la producción de plantas cultivadas. La siembra de la semilla es el inicio físico de la propagación de plántulas. Esto se debe a que la semilla es el producto final de un proceso de crecimiento y desarrollo efectuado en la planta progenitora (Caraguay-Yaguana, 2016).

La madera de esta especie se utiliza para postes, puntales, vigas, leña y carbón (Torres-Degayón, 2017). La corteza tiene aplicaciones medicinales por los compuestos metabólicos y sigue siendo usada en la actualidad para el tratamiento de la malaria como una droga terapéutica para casos severos de la enfermedad y ante cepas del plasmodio resistentes a drogas antimaláricas sintéticas (Debnath *et al.*, 2018).

Actualmente en los bosques montaños de Jaén, San Ignacio, San Jerónimo y Progreso, hábitats naturales del árbol de la quinua, se han convertido en ecosistemas amenazados por la colonización espontánea y la tala excesiva de los pobladores con fines de entablar sus parcelas de cacao, plátano, frejol y por desarrollar una ganadería extensiva (Jerez, 2017).

La propagación de la quinua por semilla es uno de los principales recursos para el manejo agrícola y silvícola de las poblaciones de plantas durante la reforestación, la conservación del germoplasma vegetal y para la recuperación de especies valiosas sobre explotadas. Estas pueden almacenarse vivas por largos periodos, asegurándose así la preservación de especie; sin embargo, si no son guardadas por largos periodos de tiempo pierden su viabilidad germinativa. La propagación asexual del árbol de la quinua se realiza mediante enraizamiento de brotes, acodos y por medio del cultivo *in vitro*, por el cual se puede incrementar el número

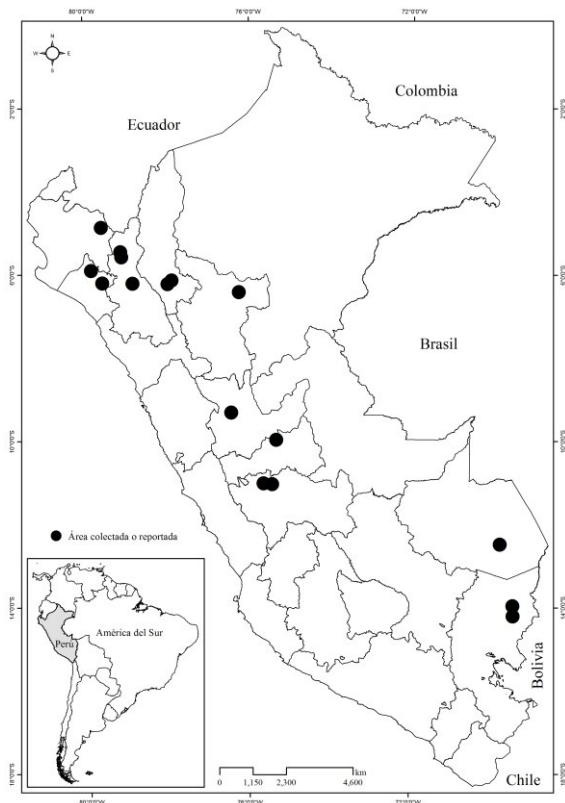


Figura 1. Distribución geográfica de la *C. officinalis* en Perú. Modificado de Zevallos (1989).

de individuos por unidad de superficie de cualquier especie. Por lo que se planteó en la presente investigación comparar el tipo de sustrato en la propagación sexual y asexual del árbol de la quinua con la finalidad de lograr acelerar su propagación para reforestar con especies nativas (Lima *et al.*, 2018).

En la región Amazonas, el árbol de la quinua ha ido extinguiéndose por la tala excesiva de los pobladores locales y migrantes, con fines de agricultura migratoria y cultivos de cacao, café y plátano; así como también para desarrollar una ganadería extensiva empírica (Torres-Degayón, 2017). Hoy en día existen relictos de bosques nativos de quinua en San Jerónimo, Condorcanqui, Bagua, Rodríguez de Mendoza, Luya, Progreso, Yambrasbamba los cuales se encuentran en peligro de extinción.

Hoy en día existen relictos de bosques nativos de quinua en San Jerónimo, Condorcanqui, Bagua, Rodríguez de Mendoza, Luya, Progreso, Yambrasbamba los cuales se encuentran en peligro de extinción. Es por eso que con esta investigación lograremos propagar esta especie que ha disminuido considerablemente en los últi-

mos años en todo el país y así poder emprender proyectos de reforestación para conservar nuestro árbol nacional y “contribuir a evitar su extinción que nos permita la recuperación de ecosistemas nativos degradados de los bosques montanos nublados del Centro poblado Progreso Amazonas en beneficio de todos los peruanos.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en poblado del Progreso distrito Yambrasbamba, provincia de Bongará, Departamento de Amazonas – Perú (Figura 2), de donde se recolectaron semillas botánicas y estacas de *C. officinalis*, procedente de los bosques nublados. Las semillas de quinua fueron seleccionadas por sus mejores características fenológicas encontradas en los bosques nublados de Progreso a más de 2 200 m.s.n.m. Las semillas se recolectaron en madurez fisiológica en un color marrón a negro, las estacas se cortaron de 20 cm a 30 cm las cuales se empaclaron en bolsas de polietileno para su posterior transporte. Para la identificación se envió muestras y fotos de hojas, flores y frutos a la

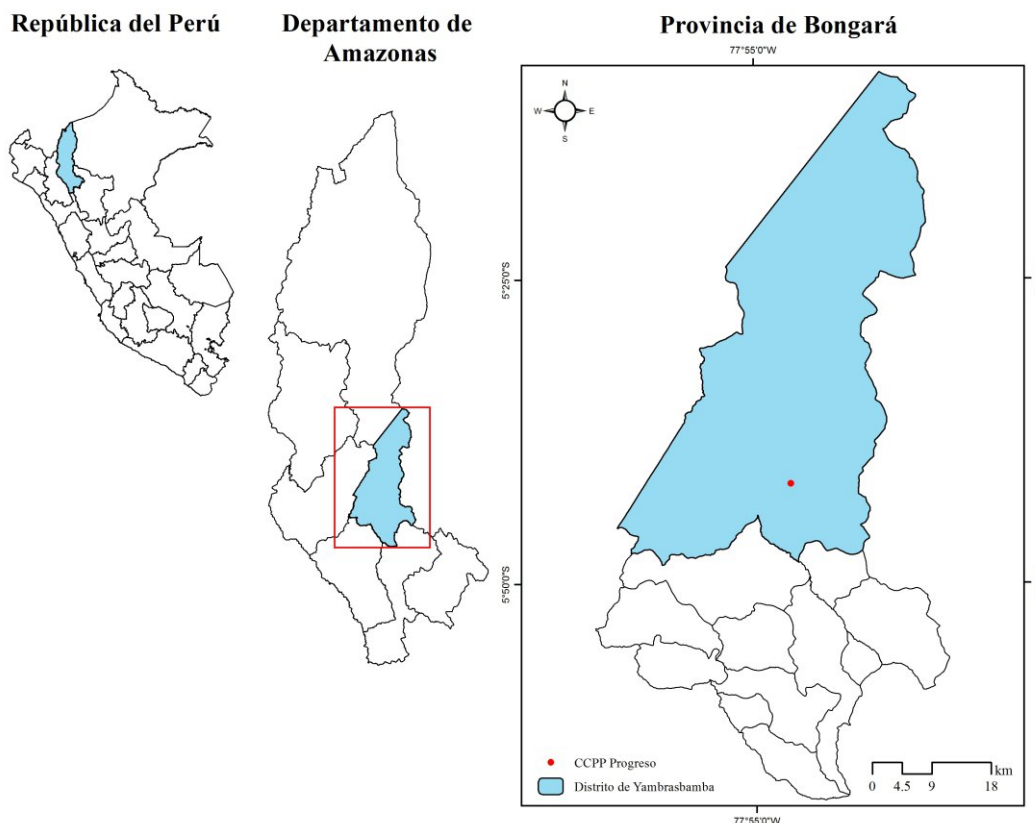


Figura 2. Ubicación del área de estudio en el distrito de Yambrasbamba, provincia de Bongará (Departamento de Amazonas).

Asociación Ecosistemas Andinos para la determinación botánica. Se identificaron 194 ejemplares del árbol de quinua en el centro poblado el Progreso de los cuales se recolectó las semillas para realizar la propagación sexual asexual y con fines de propagar y conservar la especie.

El secado de los frutos se hizo al aire libre durante tres días, para lo cual fueron colocados en bandejas y removidos constantemente para obtener un secado homogéneo. Los frutos secados al aire libre fueron seleccionados teniendo en cuenta su vigor. Una vez seleccionados los frutos se realizó el proceso de desinfección que consistió en lo siguiente: se lavaron en una solución de hipoclorito de sodio, enjuagándolas luego con agua corriente, quedando las semillas listas; luego, se

depositó 100 semillas por cada bandeja almaciguera.

Para los ensayos de germinación se utilizaron bandejas de germinación previamente desinfectadas donde se les colocó 100 semillas por unidad experimental con 8 repeticiones por tratamiento. En cuanto a la propagación por estacas se utilizaron bolsas de vivero de 2 kg, se colocó 1 estaca por unidad experimental con 8 repeticiones por tratamiento. La distribución de los tratamientos se realizó cumpliendo una asignación al azar, teniendo ocho tipos de tratamientos y un testigo, a los cuales se realizó un análisis de caracterización el Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Tabla 1. Tratamientos (sustratos) para la comparación de sustratos en la propagación de (*C. officinalis*)

Tratamientos	Descripción
T1	70% de humus + 20% de tierra orgánica + 10% de arena
T2	70% de hojarasca + 20% de tierra orgánica + 10% de arena
T3	70% franco arenoso + 20% de tierra orgánica + 10% de arena
T4	35% de humus + 35% de hojarasca + 20% tierra orgánica + 10% de arena.
T5	35% de humus + 35% franco arenoso + 20% tierra orgánica + 10% de arena.
T6	35% hojarasca + 35% franco arenoso + 20% tierra orgánica + 10% de arena.
T7	25% de humus + 25% de hojarasca + 20% tierra orgánica + 10% de arena.
T8	25% de humus + 25% de hojarasca + 25% franco arenoso + 20% tierra orgánica + 10% de arena.
T9	Testigo (50% de tierra orgánica + 50% de arena)

* T9 es el Tratamiento control, porque se trabajó con material que es común para los pobladores para bolsas para plántones

Se evaluó el tiempo de germinación de las semillas a los 30 días, el desarrollo de las semillas germinadas durante 60 días considerando como indicador de la germinación la aparición del ápice de la radícula. El parámetro germinativo que se evaluó fue el porcentaje de germinación (Caroca *et al.*, 2016), usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \left(\frac{\text{N}^{\circ} \text{ de semillas germinadas}}{\text{N}^{\circ} \text{ de semillas sembradas}} \right) \times 100$$

Las estacas fueron cortadas de entre 25 a 30 cm de longitud y con un diámetro de 1 a 2 cm con una a dos yemas. De la misma forma las estacas fueron colectadas de la parte de las ramas terminales del árbol ya que

es donde tienen toda su sabia fenotípicamente establecida. El corte de las estacas se las realizó en forma de bisel en la parte basal, procurando dejar una yema a la altura del corte para permitir la salida de raíces, las estacas serán desinfectadas con lejía 10/1 de agua en un lapso de 15 minutos que luego se dejó reposar a condiciones ambientales por una hora.

Para llegar a enraizar las estacas de la especie en estudio se evaluó la incorporación de enraizantes comerciales como ANA y el AIB. Para luego proceder a humedecer la base de las estacas y luego introducirlas en polvo; de 2 a 3 cm desde la base de cada una de las estacas.

Se preparó dentro del vivero el sustrato cuya preparación consiste en mezclar los componentes a utilizar;

los cuales garantiza una buena aireación, alto contenido de humedad y que contengan nutrientes esenciales y favorables para la planta. La desinfección del sustrato se realizó a la exposición de los rayos solares por 3 horas. Una vez aplicada la hormona, desinfectada la estaca y el sustrato, se procedió a plantar en las bolsas debidamente compactadas con el sustrato a una

profundidad de 5 cm. A los 30 días de haber implementado el ensayo se procedió a verificar las variables que fueron establecidas a continuación: longitud de raíces por estaca y número de brotes por estacas de acuerdo al cuadro de registro para evaluar el enraizamiento y la brotación de las estacas (Figura 3).



Figura 3. Propagación de *C. officinalis*: A, Brotes Semillas. B, Brotes Estacas.

Para el análisis estadístico se empleó estadística descriptiva de medias y frecuencias, usando el software informático Excel 2010.

III. RESULTADOS

Los resultados del análisis de caracterización de los sustratos, se puede ver en la tabla 2.

Propagación sexual

Tabla 2. Valores de los análisis de caracterización de los sustratos

Tratamientos	pH	P (ppm)	K (ppm)	C (%)	N (%)	M.O (%)	Clase textural
T1	6,07	7,74	141,14	3,29	0,28	5,68	Franco Arcilloso
T2	3,89	55,35	808,48	4,47	0,39	7,71	Franco Arcilloso
T6	6,31	22,07	425,72	3,76	0,32	6,49	Franco Arcilloso Arenoso

Número de semillas germinadas (semilla vegetativa)

En Figura 4 se visualiza las medias de germinación bajo los 8 tipos de tratamientos y un testigo. Donde se evidencia que T6, T2 y T7 tienen el mayor número de plántulas germinadas con un promedio de 30 semillas germinadas de 100 semillas plantadas, con relación al testigo T9 que van de 2 plántulas germinadas de 100 semillas.

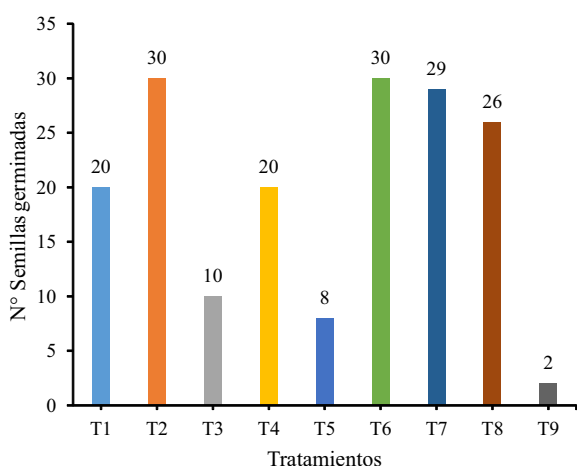


Figura 4. Número de semillas germinadas de la especie *C. offinalis*.

Porcentaje de germinación

En la figura 5 se visualiza el porcentaje de germinación por cada tratamiento. Donde el T6 el T2 y el T7 tienen el mayor % de germinación con un promedio del 30% en comparación con los demás tratamientos que alcanzan un promedio de 2% a 20% por tratamiento.

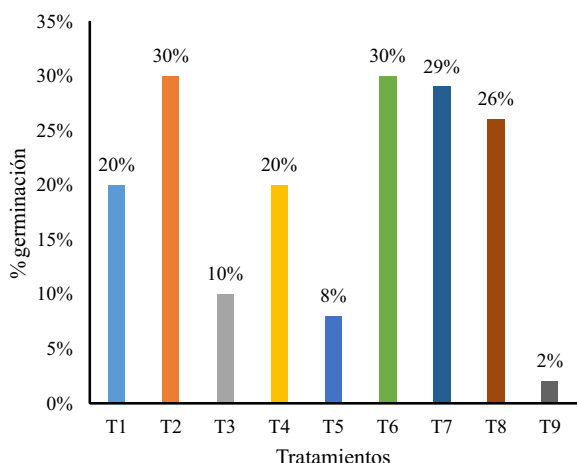


Figura 5. % de germinación de *C. offinalis* por cada tratamiento.

Altura de las plántulas germinadas

En la figura 6 se aprecia que hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Resultando como mejor tratamiento T6 (35% de hojarasca + 35% de franco arenoso + 20% de tierra orgánica y 10% de arena) con una altura de 4.2 cm. y el T5 3.28 cm, mientras que los demás tratamientos van en un rango de 0.2 a 2.88 cm, frente al tratamiento T9, sin ningún tratamiento (Testigo).

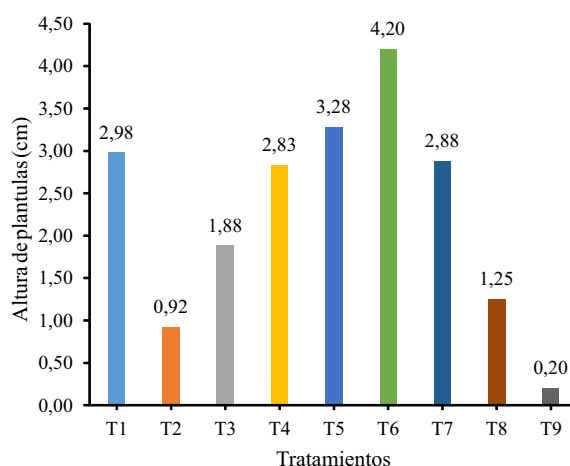


Figura 6. Altura de las plántulas de *C. offinalis*.

Propagación asexual

Numero de brotes

En la figura 7 se aprecia que hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Teniendo como mejores tratamientos al T6 y T1 con un promedio de 3 brotes; en comparación con los demás tratamientos.

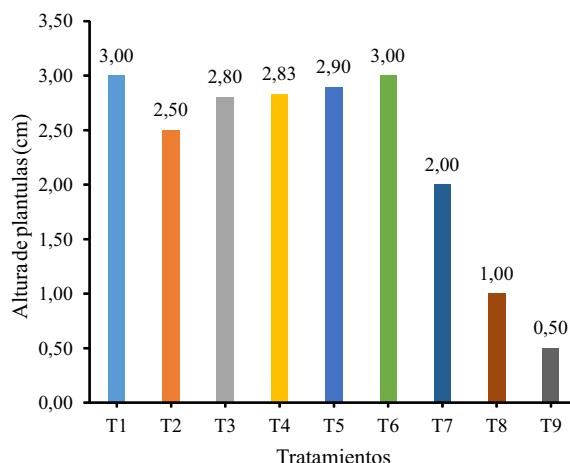


Figura 7. N° de brotes por estaca por cada tratamiento *C. offinalis*.

Longitud de raíces

En la figura 8 se aprecia que hubo diferencias significativas entre los tratamientos teniendo como mejor tratamiento T6 (35% de hojarasca + 35% de franco arenoso + 20% de tierra orgánica y 10% de arena) y el T4 (70% humus + 20% tierra + 10% arena) con un promedio de 4 cm, frente al tratamiento T9 que registra 1 cm, Sin ningún tratamiento (Testigo).

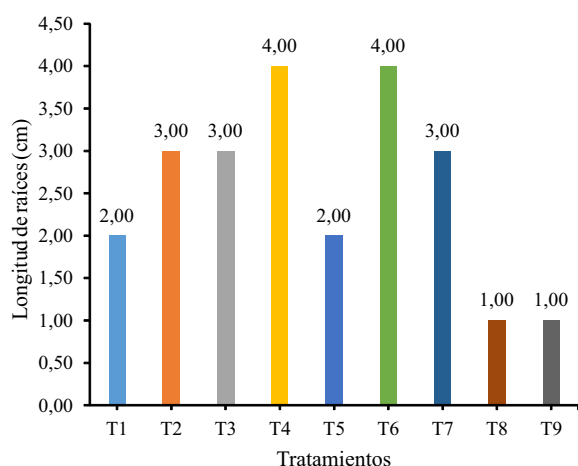


Figura 8. Longitud de raíces por tratamiento de *C. officinalis*.

Número de raíces

En la figura 9 se aprecia que hubo diferencias significativas entre los tratamientos teniendo como mejor tratamiento T6 (35% de hojarasca + 35% de franco arenoso + 20 % de tierra orgánica y 10% de arena) con un promedio de 4 raíces, frente al tratamiento T9 que registró 1.8 raíces, Sin ningún tratamiento (Testigo).

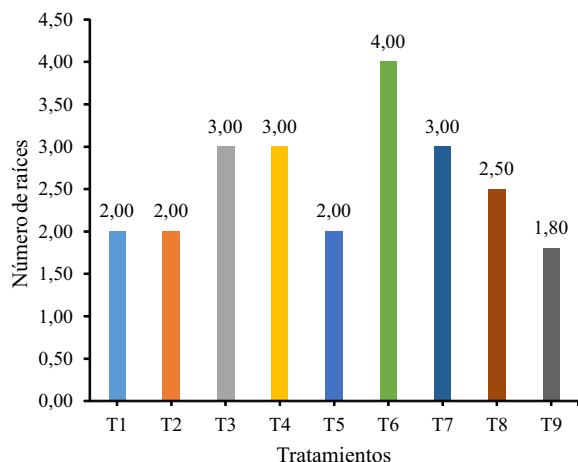


Figura 9. N° de raíces por tratamiento del árbol de *C. officinalis*.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis estadístico, los porcentajes de germinación de semillas de *Cinchona officinalis*, de los tratamientos T3, T5 y T9, fueron relativamente bajos con respecto a los resultados obtenidos por (Conde, 2016), así, el tratamiento que presentó los mejores porcentajes promedio de germinación fueron los tratamiento T2, T6, T7 y T8 con un porcentaje del 30%, 30%, 29% y 26% respectivamente.

(Campos-Ruiz *et al.*, 2014) en sus investigaciones encontraron que las semillas de *Cinchona* spp, con sustratos de suelos originarios, mostraron un tiempo de germinación de semillas variable entre 13 y 25 días. Jerez (2017) trabajó con la propagación in vitro de *Cinchona officinalis* a partir de semillas. Donde se obtuvieron el mayor porcentaje de germinación en las semillas con 1 mg/l de AG3 y los mejores resultados en multiplicación in vitro se obtuvo con la combinación de 0,2 ANA + 2,0 BAP. Se generaron protocolos de propagación in vitro en la especie *Cinchona officinalis* con la finalidad de emprender programas de conservación y recuperar ecosistemas forestales nativos de la región Amazonas. En su investigación, encontraron la curva de germinación diaria de las semillas de *C. officinalis* que, en promedio, iniciaron la germinación a los 15 días, mientras en nuestra investigación obtuvimos un promedio del 30 % plántulas germinadas de 100 semillas a los 15 días, en comparación con la investigación de Torres-Degayón (2017) señala que, en sus experiencias, de cada 1000 semillas de *Cinchona* spp. germinaron un promedio de 50 semillas empleando suelo de bosque natural como sustrato y en donde la germinación empieza a los ocho días, mientras que en esta investigación de 100 semillas utilizadas en el experimento solo germinaron las 30 %, empleando 9 tipos de sustratos como el Humus, Hojarasca, franco entre otros.

Por otro lado, los resultados obtenidos en el presente estudio difieren con los obtenidos por Apolo (2012), quién obtuvo un porcentaje de germinación más alto en menos tiempo, las semillas de *Cinchona pubescens* de Loja, alcanzando un porcentaje del 95 %, mientras que las semillas de Galápagos alcanzaron un porcentaje del 87 % de germinación a los 50 días de la siembra.

V. CONCLUSIONES

El mejor sustrato en la propagación sexual y asexual de la quinua *Cinchona officinalis*, fue el T6 (35% de hojarasca + 35% de franco arenoso + 20 % de tierra orgánica y 10% de arena) con un promedio de 30 plántulas germinadas de 100 semillas. En cuanto a la repro-

ducción asexual el (35% de hojarasca + 35% de franco arenoso + 20 % de tierra orgánica y 10% de arena) alcanza el mayor número de brotes por estaca de 3; con 4 raíces con una longitud de 4 cm por estaca plantada.

La *C. offinalis* se desarrolla mejor en suelos con un pH de 6,31, con 3,76 % de carbono, 0,32 % de nitrógeno, 425 ppm de potasio y 22,07 ppm de fósforo el cual ayuda a su propagación.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar tratamientos pregerminativos para mejorar la germinación de semillas del árbol de la quinua.

Realizar una investigación en la que se utilicen más tratamientos con diferentes sustratos, para obtener datos más precisos

Para futuras investigaciones utilizar mayor cantidad de semillas, mayor número de estacas por cada tratamiento, hacer más tratamientos y más repeticiones para cada tratamiento, para obtener datos más precisos y válidos para propagar y conservar el árbol de la quinua.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apolo, M. E. 2012. *Germinación En Laboratorio e Influencia de Los Hongos Micorrízicos y La Aplicación de Nutrientes En El Crecimiento de Dos Procedencias de Cinchona pubescens, a Nivel de Invernadero*. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja. Loja (Ecuador).

Campos-Ruíz, J., L. Cerna-Rebaza, y J. Chico-Ruíz. 2014. "Efecto Del Ácido Giberélico, Nitrato de Potasio y Agua de Coco En La Germinación de Semillas de Quina, *Cinchona pubescens*." *Rebiolest* 2 (1): e20.

Caraguay-Yaguana, K. A. 2016. *Potencial Reproductivo y Análisis de Calidad de Semillas de Cinchona officinales L., Provenientes de Relictos Boscosos En La Provincia de Loja*. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja. Loja (Ecuador).

Caroca, R., N. Zapata, y M. Vargas. 2016. "Efecto de La Temperatura Sobre La Germinación de

Cuatro Genotipos de Maní (*Arachis Hypogaea L.*)." *Chilean Journal of Agricultural & Animal Science, Ex Agro-Ciencia* 32 (2): 94–101.

Conde, M. E. 2016. *Propagación in Vivo de Cinchona officinales L., a Partir de Material Vegetal Sexual y Asexual, Con Fines de Conservación de La Especie*. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja. Loja (Ecuador).

Debnath, B., W. Somraj, M. Das, S. Goswami, M. Kumar, D. Maiti, y K. Manna. 2018. "Role of Plant Alkaloids on Human Health : A Review of Biological Activities." *Materials Today Chemistry* 9 : 56 – 72 . doi:10.1016/j.mtchem.2018.05.001.

Jerez, E. A. 2017. *Propagación Sexual y Asexual de La Cascarilla (Cinchona officinales L.), Con Fines de Potencial Reproductivo En El Vivero Catiglata Del Consejo Provincial de Tungurahua*. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba (Ecuador).

Lima, N. R., J. A. Moreno, V. H. Eras, J. Minchala, D. González-Zaruma, M. Yaguana, y C. Valerozo. 2018. "Propagación in Vitro de *Cinchona officinalis* L. a Partir de Semillas." *Revista de Investigaciones Altoandinas* 20 (2): 169–78.

López, N. 2016. "Evaluación Del Paisaje y Recursos Escénicos Después de 350 Años de Explotación de La ' Cascarilla ' o ' Quina ' *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae) En El Sector Cajanuma- Rumishitana, Ecuador." *Arnaldoa* 23 (2): 461–74.

OMS. 2011. *Directrices Para El Tratamiento de La Malaria*. Washington DC (EEUU): Organización Panamericana de la Salud.

Rodríguez-Narváez, F. N. 2014. *Inoculación in Vitro de Hongos Micorrízicos (Mucl 46238; Mucl 43204) Independientemente En Cinchona officinalis*. Tesis de Grado. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja (Ecuador).

Torres-Degayón, E. 2017. *Las Quinas*. Tesis de Grado. Universidad de Sevilla. Sevilla (España).

Yucta, M. F. 2016. *Estructura y Composición Florística Asociada Al Hábitat de Crecimiento de Cinchona officinalis L. En La Provincia de Loja*. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja. Loja (Ecuador).

Zevallos, P. 1989. *Taxonomía, Distribución Geográfica y Status Del Género Cinchona En El Perú*. Lima (Perú): Centro de Datos para la Conservación. Facultad de Ciencias Forestales. UNALM.