

Respuesta de la *Cinchona officinalis* L. al método de propagación asexual mediante estacas y esquejes

Response of *Cinchona officinalis* L. to the method of asexual propagation by stakes and cuttings

Miguel Ángel Villar Cabeza¹; Fátima Elizabeth Marcelo Bazán²; Juan Rodrigo Baselly Villanueva²

RESUMEN

Existen principalmente dos tipos de propagación de las plantas, la sexual que se da por semillas y la asexual que se utiliza tejidos de una planta madre. La propagación asexual o vegetativa es muy usada para mejorar la producción, la uniformidad de las plantas, multiplicar individuos específicos y obtener plantas en menor tiempo a menor costo. La *Cinchona officinalis* L., perteneciente a la familia Rubiaceae sufrió una gran presión a lo largo de estos años, llegando en la actualidad a estar en estado vulnerable; pues su corteza contiene alcaloides que ayudan a contrarrestar la fiebre amarilla. En el presente trabajo de investigación se evaluó la respuesta de esta especie al método de propagación asexual mediante estacas y esquejes, en función de árboles candidatos a semilleros, parte de la copa, hormonas y sustratos. No se logró propagar la Quina por el método asexual, presumiéndose que se deba al contenido de alcaloides presentes en la corteza que inhibió el desarrollo de raíces.

Palabras claves: *Cinchona officinalis* L., propagación asexual, estacas, esquejes.

ABSTRACT

There are mainly two types of propagation of plants, the sexual one that is given by seeds and the asexual one that uses tissues of a mother plant. Asexual or vegetative propagation is widely used to improve production, uniformity of plants, multiply specific individuals and obtain plants in less time at lower cost. The *Cinchona officinalis* L., belonging to the Rubiaceae family, suffered a great pressure during these years, reaching nowadays in a vulnerable state; Its bark contains alkaloids that help counteract yellow fever. In the present research work, the response of this species to the method of asexual propagation by stakes and cuttings was evaluated, according to trees that are candidates for seedbeds, part of the crown, hormones and substrates. It was not possible to propagate Quina by the asexual method, presumably due to the content of alkaloids present in the bark that inhibited the development of roots.

Keywords: *Cinchona officinalis* L., asexual propagation, stakes, cuttings.

¹ Responsable del Proyecto Estudio Silvicultural de la Quina "*Cinchona officinalis* L.", en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

² Equipo de investigación del Proyecto Estudio Silvicultural de la Quina "*Cinchona officinalis* L.", en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

INTRODUCCIÓN

La propagación de plantas ha sido una parte fundamental en la historia de la humanidad. (Beyl y Trigiano 2008). Existen básicamente dos alternativas de propagación de plantas, la sexual a través de semillas y la asexual mediante tejidos vegetales (Osuna *et al.* 2016). Distintas partes del cuerpo de una planta bajo determinadas condiciones de crecimiento pueden dar origen a un individuo completo, debido a que muchas células de los tejidos maduros de las plantas pueden desdiferenciarse y retomar la actividad meristemática dando origen a los órganos vegetativos, totipotencialidad (Universidad Nacional del Nordeste 2016); o están provistas de yemas meristemáticas que son capaces de enraizar para dar origen a nuevos individuos (Llanos 1952). Este tipo de propagación dentro de la actividad forestal en el Perú en sus inicios fue una práctica campesina usada en los géneros *Polylepis*, *Buddleja* y *Alnus*; existiendo muchos tipos de propagación vegetativa, pero los más utilizados en el país son estacas, esquejes y brotes (Ocaña 1996). Si el material biológico de propagación proviene de una ramita terminal presentando yemas apicales se denomina esquejes, cuando se cortan segmentos de tallos que presentan yemas latentes vienen a ser las estacas (Pajares y Gonzales 1996).

La formación de raíces en la propagación asexual es un proceso complejo, tanto del punto de vista anatómico y fisiológico, la presencia de carbohidratos, proteínas, aminoácidos, vitaminas, compuestos fenólicos, otras sustancias y auxinas contribuyen la iniciación de raíces adventicias (Ono y Rodrigues 1996). Las auxinas citoquininas y particularmente giberelinas, influyen directamente sobre el inicio de la formación de raíces, puesto que proporcionan mayor porcentaje, velocidad, cualidad y uniformidad de enraizamiento, aunque la sensibilidad de las células varía entre especies, dependiendo de un conjunto de factores intrínsecos (Hartmann y Kester 1976, Norberto 1999).

La familia Rubiaceae es cosmopolita, pero con mayor presencia en las regiones tropicales y subtropicales. Es una de las más diversas al nivel mundial, ya que ocupa el cuarto lugar con alrededor de 10.700 especies (Mabberley, citado por Mendoza *et al.* 2004). La *Cinchona officinalis* L. pertenece a esta familia y es más conocida como Quina o Cascarilla, su corteza presenta alcaloides, siendo el principal la "Quinina", que fueron utilizados durante siglos para tratar las fiebres asociadas con la malaria. (Raheem *et al.* 2004). La principal amenaza que sufrió esta especie fue la explotación exagerada de los árboles para la obtención de su corteza en el siglo XVII, sacrificando la mayoría de los árboles adultos; además, en la actualidad está siendo afectada por la expansión de la frontera agrícola y ganadera (Anda 2002).

En el departamento de Cajamarca existen individuos de *Cinchona officinalis* L., más específico en la Zona de Amortiguamiento del Bosque de Protección de Pagaibamba, en los alrededores del Centro Poblado de San Luis del distrito de Querocoto, provincia de Chota. En el presente artículo se desea ver la respuesta de esta especie forestal de gran importancia al método de propagación asexual mediante estacas y esquejes, enmarcado en el objetivo método óptimo de propagación del proyecto de investigación: **Estudio Silvicultural de la Quina "*Cinchona officinalis* L.", en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.**

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del área de investigación

Los experimentos se han desarrollado durante un periodo de dos años en dos viveros, el primero en la Estación Experimental Agraria Baños del Inca ubicado en el distrito de Baños del Inca, provincia de Cajamarca y el segundo en distrito de Lajas, provincia de Chota, en el *Tabla 1* se muestran sus ubicaciones.

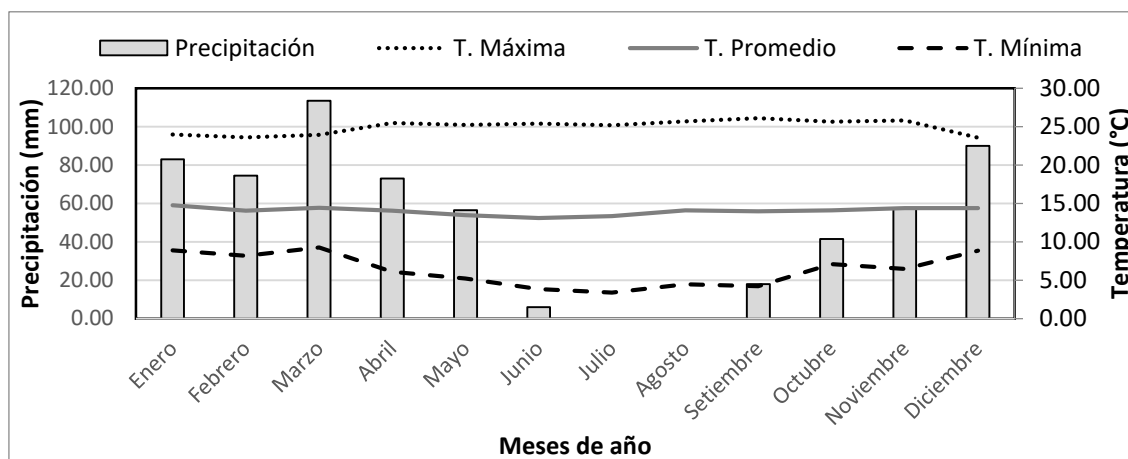
Tabla 1. Ubicación de viveros.

Provincia	Vivero	Coordenadas UTM 17S – WGS 84		Altitud msnm
		Este	Norte	
Cajamarca	Baños del Inca	780258	9207920	2695
Chota	Lajas	751289	9275425	2176

El vivero Baños del Inca durante la ejecución de los experimentos presentó una temperatura promedio de 14.0 °C, mínima de 6.3 °C y máxima de 25.0°C; humedad relativa de 61.2 % y una precipitación anual de 613 mm, siendo los meses con más precipitación de diciembre a mayo como se puede observar en la *Tabla 2* y *Gráfica 1*; y en el vivero Lajas la temperatura promedio fue de 16.1°C y una precipitación anual de 585 mm (ANA 2018, NASA 2018).

Tabla 2. Datos meteorológicos promedio del periodo 2016 – 2018, E.E.A. Baños del Inca.

Mes	Temperatura del aire			Humedad relativa %	Presión Atmosférica mmHG	Evaporación potencial mm	Precipitación mm	Radiación promedio watts/m ²	Velocidad del viento		Dirección del viento
	Promedio	Mínima	Máxima						Promedio	Máxima	
	C°	C°	C°						m/s ²	m/s ²	
Enero	14.8	8.9	24.0	69.2	771.6	115.2	83	243.7	0.5	5.6	NW
Febrero	14.1	8.2	23.6	67.8	758.2	101.9	75	295.9	0.4	5.3	NW
Marzo	14.4	9.3	23.9	74.4	770.8	87.1	114	193.5	0.3	6.0	NW
Abril	14.0	6.1	25.5	72.7	772.1	84.6	73	192.9	0.2	5.2	NW
Mayo	13.5	5.2	25.3	73.5	771.9	82.9	57	179.3	0.2	4.5	NW
Junio	13.1	3.8	25.4	60.1	771.9	89.4	6	202.3	0.4	4.6	NW
Julio	13.4	3.4	25.2	49.6	773.1	114.9	0	200.4	0.7	5.6	NW
Agosto	14.1	4.4	25.7	38.2	773.1	127.7	0	226.7	0.8	5.7	NW
Setiembre	14.0	4.2	26.1	44.0	772.3	114.7	18	218.1	0.6	5.3	NW
Octubre	14.1	7.1	25.7	55.0	771.5	106.4	42	233.5	0.7	5.5	NW
Noviembre	14.4	6.5	25.8	54.4	769.0	112.2	57	254.2	0.6	5.8	NW
Diciembre	14.4	8.8	23.6	76.0	771.7	107.2	90	221.3	0.5	5.4	NW
Total	168.1	75.9	299.8	734.8	9247.2	1244.3	613	2661.9	6.0	64.4	NW
Media anual	14.0	6.3	25.0	61.2	770.6	103.7	51	221.8	0.5	5.4	NW



Gráfica 1. Datos meteorológicos promedio del periodo 2016 – 2018, E.E.A. Baños del Inca.

Metodología

Se seleccionaron 10 árboles candidatos a semilleros de Quina con buenas características fenotípicas (conformación de fuste y copa) y buen estado fitosanitario para la extracción del material vegetativo, su ubicación se muestra en la *Tabla 2*, políticamente estos individuos se encuentran en el Centro Poblado de San Luis del distrito de Querocoto, provincia de Chota; en la Zona de Amortiguamiento del Bosque de Protección de Pagaibamba.

Tabla 2. Ubicación de árboles candidatos a semilleros.

Departamento/ Provincia / Distrito / C.P	Código del árbol	Coordenadas UTM 17S – WGS 84		Altitud msnm
		Norte	Este	
Cajamarca/ Chota/ Querocoto / C.P. San Luis	1	9295419	714801	2472
	2	9295372	714790	2489
	3	9295382	714757	2496
	4	9295391	714764	2498
	5	9295459	714737	2506
	6	9295800	715069	2614
	7	9295853	715067	2620
	8	9295851	715101	2585
	9	9295872	714937	2709
	10	9295537	714734	2652

Se realizó la propagación asexual mediante estacas y esquejes, puesto que son los métodos más usados y conocidos y generan los más altos porcentajes de prendimiento. Gomes (1987) menciona que la generación de raíces depende de muchos factores como los ambientales, el estado fisiológico del material, su grado de maduración, el origen en la copa y la época de colecta. Teniendo en cuenta estas consideraciones se instaló 8 experimentos en total entre el vivero de Lajas y Baños del Inca; utilizando el Diseño Cuadrado Latino (DCL) con las combinaciones de las siguientes variables:

- Testigo (En sustrato procedente del bosque y sin hormonas).
- Árbol semillero (5 individuos)
- Sustrato: Vivero 1 (2 partes de tierra agrícola, 1 de arena y 1 de turba), Vivero 2 (3 partes de turba, 1 de arena y 1 de tierra agrícola), Combinación 1 (1 parte de bosque y 1 de vivero 1) y Combinación 2 (1 parte de bosque y 1 de vivero 2)
- Procedencia del material biológico en el árbol: Copa media y baja, teniendo en cuenta que la actividad fisiológica en estas dos partes es diferente pues existe variación en la incidencia solar, siendo mayor en la parte media.
- Hormonas: Giberelinas, auxinas y citoquininas.

La extracción del material fue realizada entre los meses de junio y septiembre, siendo preparado en el mismo lugar (Zona de Amortiguamiento) y codificando de los árboles candidatos a semillero que procedían. Las estacas y esquejes median aproximadamente entre 15 a 25 cm y tenían más de dos entrenudos y yemas axilares, realizando su traslado en baldes de 10 L hasta el vivero donde fueron instalados.

Se usaron dos tipos de hormonas, la primera a base de giberelinas y la segunda con auxinas y citoquininas; en una solución de 3 y 15 ml por 3 L de agua respectivamente, sumergiendo el material por 12 horas.

Del material colectado se seleccionaron las mejores, quedando finalmente 60 estacas y 60 esquejes por árbol, tanto de la parte media como de la baja; instalándose un total de 1200 estacas (600 parte baja y 600 parte media) y 1200 esquejes (600 parte media y 600 parte baja), por experimento.

Finalmente, los experimentos estuvieron siempre cubierto por un tinglado de malla raschel de 65%, los riegos eran moderados aplicados con regaderas cuidando que los sustratos se mantengan a capacidad de campo y los deshierbos se realizaban de forma permanente.

RESULTADO

Después de todas las instalaciones de los experimentos realizados, ninguna estacas y esquejes prendió, se logró que algunas estacas inicien el proceso de brotación, pero no llegaron a enraizar y finalmente terminaron secándose.

DISCUSIÓN

Algunas plantas son de difícil enraizamiento, no llegan a formar sus raíces por la presencia de inhibidores químicos (Hartmann y Kester 1976). Estos resultados son iguales a los obtenidos por Aldaz y Ochoa (2011), quienes mencionan que a pesar de los cuidados requeridos por las estacas no se pudo estimular o inducir el enraizamiento, ya que se pudo evidenciar que después de 15 a 20 días comenzaron a marchitarse y presentaron la descomposición de su base. Por otro lado, Conde *et al.* (2017) lograron propagar esta especie mediante brotes y acodos aéreos, obteniendo resultados muy favorables; considerando estos resultados e investigaciones se

puede suponer que la presencia de altos contenidos de alcaloides en la corteza leñosa de la Quina inhibe el desarrollo de raíces, por lo cual no hubo brotamiento. En futuras instalaciones se puede probar estacas o esquejes sometidos a agua corriente, para lixiviar estas sustancias (alcaloides).

CONCLUSIÓN

La *Cinchona officinalis* L. no pudo ser propagada por estacas ni esquejes, suponiéndose esto por la presencia de alcaloides en su corteza, en futuros experimentos se puede probar la respuesta de estos a un tratamiento de lixiviación de estas sustancias; por lo que se recomienda continuar con las investigaciones bajo este método teniendo en cuenta los resultados obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldaz, L; Ochoa, I. 2011. Propagación asexual de diez especies forestales y arbustivas en el jardín botánico “Reinaldo Espinosa”. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad de Loja, Ecuador. 113 p.
- ANA (Autoridad Nacional del Agua, Perú). 2018. Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos Módulo para el Monitoreo del Fenómeno El Niño. Lima. (en línea, base de datos). Consultada 7 sept 2018. Disponible en http://snirh.ana.gob.pe/fen/EFEN_Visor.aspx.
- Anda, A. 2002. La Cascarilla. Loja, Ecuador, Universidad Técnica Particular de Loja. 192 p.
- Beyl, A; Trigiano, N. 2008. Introduction to plant propagation: Plant propagation concepts and laboratory exercises. CRC Press, EUA.
- Conde M, ME; Moreno S, JA; Eras G, VH; Patiño M, J; González Z, D; Yaguana A, M; Valarezo O, C. 2017. Multiplicación sexual y asexual de *Cinchona officinalis* L., con fines de conservación de la especie. Rev. Tzhocoen 9(1).
- Gomes, A.L. Propagação clonal: princípios e particularidades. 1987. Brasil, Vila Real, Universidade de Tras-os-Montes e Alto. 69 p.
- Hartmann, HT; Kester, DE. 1976. Propagación de plantas; principios y prácticas. México, CIA Editorial Contiental. 810 p.
- Llanos, GE. 1952. Propagación de plantas. Colimagro, Bogota, Colombia. 157 p.
- Mendoza, H; Ramírez P, BR; Jiménez, LC. 2004. Rubiaceae de Colombia: Guía ilustrada de géneros. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 351 p.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration, Estados Unidos). 2018. Giovanni. Estados Unidos. (en línea, base de datos). Consultada 10 sept 2018. Disponible en <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>.

- Norberto, PM. 1999. Efeitos da época de poda, cianamida hidrogenada, irrigação e ácido indolbutírico na colheita antecipada e enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). Teses de mestrado em Agronomia – Fitotecnia. Universidade Federal de Lavras. Lavras, Brasil. 89 p.
- Ocaña, D. 1996. Desarrollo forestal campesino en la región andina del Perú. Lima, Perú, Pronomachcs. 220 p.
- Ono, EO; Rodrigues, JD. 1996. Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares. Jaboticabal. Jaboticabal, Brasil, FUNEP.81p.
- Osuna F, HR; Osuna F, AM; Fierro Á, A. 2016. Manual de propagación de plantas superiores. México, Universidad autónoma metropolitana. 91 p.
- Pajares G, U; Gonzales O, C. 1996. Manual producción de plantas forestales. Cajamarca, Perú, ADEFOR. 152 p.
- Raheem I; Goodman S; Jacobsen E. 2004. Catalytic asymmetric total syntheses of quinine and quinidine. *J Am Chem Soc* 126: 706 - 707.
- Universidad Nacional del Nordeste. 2016. Reproducción Asexual o Multiplicación vegetativa – Tema 22. (en línea, sitio web). Consultado 23 mar. 2017. Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/botanica/print/Tema22-multiplicacionvegetativa.pdf>.