

Revista Cubana de  
Ciencias Forestales

CFORES

Volumen 9, número 3; 2021

Artículo original

## Influencia del tamaño de plántula de *Cinchona officinalis* (Rubiaceae) en la supervivencia y deformación del tallo posterior al repique

### Influence of *Cinchona officinalis* (Rubiaceae) seedling size on survival and stem deformation after replanting

### Efeito do tamanho das mudas de *Cinchona officinalis* (Rubiaceae) na sobrevivência pós-transplântio

Franklin Hitler Fernández Zarate<sup>1\*</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-8203-9026>

Annick Estefany Huaccha Castillo<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-9556-0080>

Lenin Quiñones Huatangari<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-0953-328X>

Tito Sánchez Santillán<sup>3</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-3352-341X>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia de Datos de la Universidad Nacional de Jaén. Perú.

<sup>2</sup>Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén. Perú.

<sup>3</sup>Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Perú.

\*Autor para la correspondencia: fran.9615fernandez@gmail.com

**Recibido:** 22/06/2021.

**Aprobado:** 21/09/2021.

## RESUMEN

*Cinchona officinalis* L., conocida como árbol de la quina, es una especie de alto valor medicinal que se popularizó por su uso antimalárico, propiedades febrífugas y se encuentra catalogada como especie en peligro de extinción. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del tamaño de plántula de *C. officinalis* L. en la supervivencia y deformación del tallo posterior al trasplante. Se aplicó un diseño completamente al azar con tres tratamientos según la altura de la plántula; 1) de 2,0 a 5,0 cm, 2) de 5,1 a 8,0 cm y 3) mayor a 8,1 cm. Por cada tratamiento se empleó tres repeticiones y diez plántulas (unidad experimental) por cada repetición. Se registró la menor tasa de



supervivencia en el grupo 3 ( $30,0 \pm 10 \%$ ), mientras que la mayor tasa de supervivencia se registró en el grupo 1 ( $86,7 \pm 5,8 \%$ ), en cuanto al efecto del tamaño de la plántula de *C. officinalis* L. sobre la presencia de deformaciones en el tallo el grupo 1 fue el que presentó la menor deformación ( $20,0 \pm 10 \%$ ), mientras que el grupo 3 fue el que presentó el mayor número de individuos con el tallo deformado ( $83,3 \pm 15,3 \%$ ). Se concluye que la supervivencia y características morfológicas de *C. officinalis* L. guardan una relación directamente proporcional al tamaño de las plántulas utilizadas en el trasplante.

**Palabras clave:** *Cinchona officinalis*; Trasplante; Vivero forestal.

## ABSTRACT

*Cinchona officinalis*, known as cinchona tree, is a species of high medicinal value that became popular for its antimalarial and febrifuge properties and is listed as an endangered species. The objective of this study was to determine the influence of *C. officinalis* seedling size on survival and steam deformation after pricking out. A completely randomized design was applied with three treatments according to seedling height; 1) from 2.0 to 5.0 cm, 2) from 5.1 to 8.0 cm and 3) greater than 8.1 cm. For each treatment, three replicates and ten seedlings (experimental unit) were used for each replicate. The lowest survival rate was recorded in group 3 ( $30.0 \pm 10 \%$ ), while the highest survival rate was recorded in group 1 ( $86.7 \pm 5.8 \%$ ). Regarding the effect of *C. officinalis* seedling size on the presence of steam deformation, group 1 had the lowest deformation ( $20.0 \pm 10 \%$ ), while group 3 had the highest number of individuals with deformed steam ( $83.3 \pm 15.3 \%$ ). It is concluded that the survival and morphological characteristics of *C. officinalis* at 60 days in the nursery are directly proportional to the size of the seedlings used during the replanting process.

**Keywords:** *Cinchona officinalis*; Replanting; Nursery forest.

## RESUMO

*Cinchona officinalis* L., conhecida como árvore cinchona, é uma espécie de alto valor medicinal que se tornou popular por suas propriedades antipalúdicas, febrífugas e está listada como uma espécie ameaçada de extinção. O objetivo deste estudo era determinar o efeito do tamanho da muda de *C. officinalis* L. na sobrevivência e deformação do caule após o transplante. Um projeto completamente aleatório foi aplicado com três tratamentos de acordo com a altura das mudas; 1) 2,0 a 5,0 cm, 2) 5,1 a 8,0 cm e 3) maior que 8,1 cm. Para cada tratamento, foram utilizadas três réplicas e dez mudas (unidade experimental) por réplica. A menor taxa de sobrevivência foi registrada no grupo 3 ( $30,0 \pm 10 \%$ ), enquanto a maior taxa de sobrevivência foi registrada no grupo 1 ( $86,7 \pm 5,8 \%$ ). Com relação ao efeito do tamanho da muda de *C. officinalis* L. na presença de deformação do caule, o grupo 1 teve a menor deformação ( $20,0 \pm 10 \%$ ), enquanto o grupo 3 teve o maior número de indivíduos com caules deformados ( $83,3 \pm 15,3 \%$ ). Conclui-se que as características de sobrevivência e morfológicas de *C. officinalis* L. são diretamente proporcionais ao tamanho das plântulas utilizadas no transplante.

**Palavras-chave:** *Cinchona officinalis*; Transplante; Viveiro florestal.



## INTRODUCCIÓN

Perú es un país megadiverso por la variedad de especies de flora y fauna, de ecosistemas y por sus recursos genéticos y culturales (Fajardo *et al.*, 2014). En el país destaca la presencia de plantas de importancia medicinal y alimenticia (De-la-Cruz *et al.*, 2007). Tal es el caso del género *Cinchona* (*C. officinalis* L., *C. pubescens* Vahl, *C. micrantha* Ruiz y Pav.) cuya corteza contiene alcaloides de quinina (especialmente: quinina, quinidina, cinchonina y cinchonidina), los que fueron usados por más de tres siglos como único tratamiento contra el paludismo o malaria (Loayza-O *et al.*, 2010). *C. officinalis* L. fue explotada durante siglos y sus cortezas fueron exportadas a muchas partes del mundo, las cifras más conservadoras manifiestan que entre el siglo XVII y XVIII se exportó a Europa aproximadamente medio millón de kilogramos de corteza por año (Roersch van der Hoogte y Pieters 2015), de acuerdo con el último estudio realizado hace más de tres décadas, las poblaciones estaban estables, sin embargo, existe bastante presión por la ampliación de la frontera agrícola y maderero (Zevallos 1989).

Los bosques andinos con presencia de especies de *Cinchona* han estado sujetos a la presión antropogénica en los últimos 350 años (López 2016). Los árboles que quedan de *C. officinalis* L. se restringen a individuos dispersos situados en hábitats fragmentados producto de la quema y expansión urbana (Huamán *et al.*, 2019). Por lo que, es importante entender aspectos relacionados a su propagación para poder generar planes de manejo y conservación.

Diversos factores influyen en el desarrollo de las plántulas durante la etapa de vivero; dentro de los cuales están la disponibilidad de agua, sombra, nutrientes, sustrato, malezas, edad del trasplante, plagas y enfermedades (Poorter *et al.*, 2012a). El efecto de las prácticas de manejo en los viveros sobre la calidad de plantones se ha estudiado en diferentes especies forestales que incluyen *Pinus palustris* Mill (South *et al.*, 2005), *Acacia koa* (Dumroese *et al.*, 2011), estos estudios se enfocaron en el crecimiento de las plántulas, los cuales se realizaron en estaciones de investigación.

Entre los métodos utilizados para revertir la depredación de un área está la instalación de plantaciones forestales (Ferez *et al.*, 2015); este mecanismo promueve una rápida recuperación de la estructura del bosque, generando un hábitat adecuado para el restablecimiento de la sucesión ecológica (Holl y Aide 2011).

Una de las etapas que asegura el éxito dentro de la producción de plantones forestales y posterior instalación en campo definitivo, es el trasplante, por ello es necesario conocer factores como la altura de la plántula, características morfológicas y fisiológicas de la especie y el daño al sistema radicular a fin de asegurar la supervivencia de las plántulas (Calegari *et al.*, 2011). La mayor mortandad en plántulas obtenidas de remanentes boscosos suele observarse en los dos primeros meses posteriores al trasplante (Viani y Rodrigues 2007; Turchetto *et al.*, 2016) esto se asocia al estrés hídrico, cuando el sistema radicular de las plántulas aún no se ha restablecido, lo cual provoca un cierre parcial de los estomas durante un período prolongado (Taiz y Zeiger 2009). Por lo tanto, una vez que las plántulas individuales superan esta etapa, aumentan las posibilidades de supervivencia (Turchetto *et al.*, 2016).



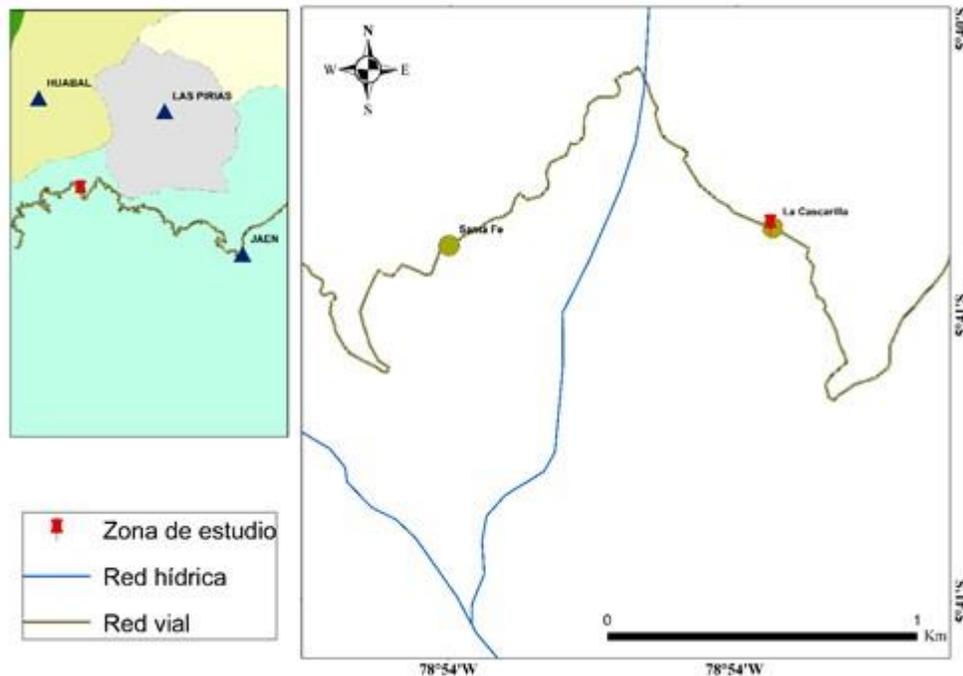
No hay estudios que describan el efecto del tamaño de plántula de *C. officinalis* L. en la supervivencia posterior al trasplante, sin embargo, se han desarrollado otros tipos de estudios botánicos y ecológicos de esta especie (Zevallos 1989; Aymard 2019) este hecho hace que la investigación sea pionera en el área.

Por lo descrito, con el presente trabajo se busca determinar el efecto del tamaño de plántulas de *C. officinalis* L. obtenidas en almácigos sobre la supervivencia y características del tallo al trasplantarse a bolsas de polietileno.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El ensayo se desarrolló desde el 8 de febrero hasta el 08 de abril de 2021 en la comunidad de La Cascarilla (coordenadas UTM 732697,45 E, 9372588,42 S), provincia de Jaén, Perú, a una altitud de 1 810 m.s.n.m y corresponde a la selva premontana (bhP) (Holdridge 1987). La precipitación anual es de 1 730 mm, temperatura mínima de 13,0 °C y máxima de 20,5 °C (Figura 1).



**Figura 1.** - Ubicación del Área de estudio en la comunidad de La Cascarilla, provincia de Jaén, Perú

### Especie de estudio

*Cinchona officinalis* L. es una especie con dispersión de semillas generalmente anemocórica; en estado arbóreo puede llegar a medir de 11-15 m, con fuste cilíndrico, de 30 a 40 cm de diámetro; la ramificación es simpodial; con copa globosa irregular, sus hojas son simples, opuestas y decusadas, con medidas de 8 a 26,8 cm de largo (sin incluir el pecíolo) y 7 a 18 cm de ancho. Flores en forma de panículas terminales de 20



a 25 cm de longitud, ligeramente pubescentes. Flores hermafroditas, actinomorfas; cáliz gamosépalo de aproximadamente 4 mm de longitud, cilíndrico, con 5 lóbulos pequeños; corola blanco-roja, con pétalos fundidos, de 1,5 cm de largo. Fruto en forma de cápsula de color marrón oscuro, de forma elipsoide, de 0,8 a 2,5 cm de largo y 0,4 a 0,8 cm de ancho, dehiscente (Zevallos 1989).

### Material vegetal

Se seleccionaron 90 plántulas de *C. officinalis* L. de las camas almacigueras, con buena vigorosidad y calidad fitosanitaria, cuya edad fue de cinco meses; éstas fueron clasificadas en tres grupos según su tamaño: 1) de 2,0 a 5,0 cm, 2) de 5,1 a 8,0 cm y 3) mayor a 8,1 cm. Las plántulas fueron retiradas cuidadosamente evitando dañar el sistema radicular; posteriormente se colocaron en recipientes con agua limpia, en la que permanecieron por 30 minutos, hasta el momento de trasplante.

En vivero, las plántulas se colocaron en bolsas de polietileno con volumen de 684,4 cm<sup>3</sup> (7,5 cm de diámetro y 15,5 cm de altura); conteniendo un sustrato colectado del bosque, cuyas características físico-químicas fueron; textura: franco arenoso, pH: 4,2 ± 0,1, conductividad eléctrica: 0,5 ± 0,0 dS/m, P: 8,5 ± 2,5 mg/kg, N total: 0,3 ± 0,0 %, Ca: 1,2 ± 0,0 meq/100 g, K: 82,7 ± 1,7 mg/kg, Na: 0,4 ± 0,0 meq/100 g, Mg: 0,3 ± 0,0 meq/100 g.

El trasplante se realizó en la tarde, para evitar la deshidratación y marchitamiento de las plántulas por efecto de la radiación y la temperatura; adicionalmente se cortaron las hojas a 50 % del área total para regular la transpiración de estas. Las plántulas trasplantadas permanecieron en ambientes protegidos por una malla raschel verde (sombra 65 %), se aplicaron dos riegos por día con un sistema nebulizado para mantener la humedad relativa del ambiente y evitar el marchitamiento de plántulas. Las labores culturales en vivero fueron constantes durante toda la fase de estudio.

### Diseño experimental

El experimento se instaló bajo un diseño completo al azar con tres tratamientos (grupos), tres repeticiones y diez submuestras por repetición. La duración fue de 60 días (Tabla 1).

**Tabla 1.** - Clasificación de los tratamientos de acuerdo con el tamaño de la plántula de *C. officinalis* L.

Grupo	Tamaño de plántula
1	2,0 – 5,0 cm
2	5,1 – 8,0 cm
3	> 8,1 cm

### Registro de datos

El registro de datos tuvo dos fases, la primera fue diaria (primera semana después del repicado), registrando el número de plántulas vivas y tallos deformes. La segunda fase consistió en la evaluación semanal, registrando los mismos parámetros descritos, hasta concluir la investigación.



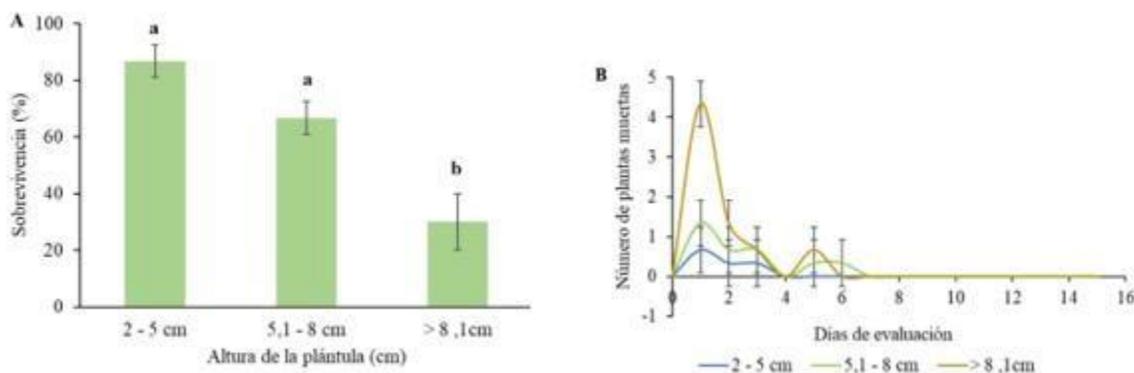
## Análisis de datos

El efecto del factor grupo sobre la supervivencia se determinó mediante un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD ( $P < 0,05$ ). Se utilizó el software StatGraphics Centurion XVI (StatPoint Technologies Inc, Warrenton, VA, EE. UU.).

## RESULTADOS

Tanto en la supervivencia como en la presencia de torceduras del tallo de las plántulas de *C. officinalis* L. luego del trasplante, se determinó que no existe diferencias significativas entre el grupo 1 y 2, sin embargo, sí las hay entre el grupo 1 y 2 con el grupo 3 de ensayo.

Se observó la menor tasa de supervivencia en el grupo 3 ( $30,0 \pm 10$  %) cuya altura del tallo fue mayor a 8,1 cm, mientras que la mayor tasa de supervivencia se registró en el grupo 1 ( $86,7 \pm 5,8$  %) el cual estuvo comprendido por plántulas entre 2 a 5 cm de altura (Figura 1AB). La mortandad de las plántulas de *C. officinalis* L. está concentrada en los primeros seis días posteriores al trasplante, en adelante no se registró mortandad de las plántulas de *C. officinalis* L. La mayor tasa de mortandad se observó al siguiente día del trasplante para todos los grupos de estudio, siendo mayor en el grupo 3 ( $4,3 \pm 0,5$  %) (Figura 2B).

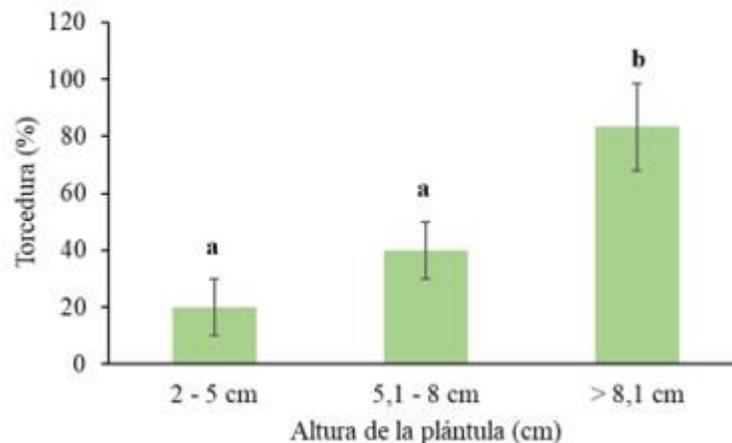


**Figura 2.** - Efecto del tamaño de los diferentes grupos sobre la supervivencia al trasplante de plántulas de *C. officinalis* L.(A) y mortandad diaria posterior al trasplante de plántulas muertas de *C. officinalis* L. (B)

Los promedios seguidos de diferentes letras minúsculas indican diferencias significativas entre las medias de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD ( $P < 0,05$ ).



La Figura 3, muestra el efecto del tamaño de la plántula de *C. officinalis* L. sobre la presencia de deformaciones en el tallo de la plántula, posterior al trasplante. El grupo 1, presentó menor incidencia de deformación del tallo ( $20,0 \pm 10$  %), mientras que, las plántulas del grupo 3 presentaron mayor número de individuos con deformación del tallo ( $83,3 \pm 15,3$  %) (Figura 3).



**Figura 3.** - Efecto del tamaño de los diferentes grupos sobre la deformación del tallo de plántulas de *C. officinalis* L.

Los promedios seguidos de diferentes letras minúsculas nos indican diferencias significativas entre las medias de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD ( $P < 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

Los resultados del estudio indican una estrecha relación entre el tamaño de la plántula con la supervivencia posterior al trasplante y la presencia de deformaciones en el tallo. La mortandad de las plántulas de *C. officinalis* L. se concentró en los primeros siete días posteriores al trasplante, este resultado es coherente con los resultados obtenidos por Viani y Rodrigues (2007). La mortandad de las plántulas se asocia al estrés hídrico que éstas sufren luego del trasplante, ya que el sistema radicular aún no se ha recuperado, generando un cierre parcial de los estomas por un período prolongado, esto provoca fotoinhibición crónica (Taiz y Zeiger 2009); en consecuencia, cuando las plántulas superan esta etapa, incrementan las probabilidades de supervivencia (Turchetto *et al.*, 2016).

Cuando las plántulas son trasladadas de las camas de germinación hacia las camas de trasplante existe alteraciones en el microclima, como el incremento de temperatura, humedad y luminosidad; tales cambios reducen la capacidad fotosintética de la planta por fotoinhibición y degradación de pigmentos fotosintéticos (Kitao *et al.*, 2000), lo que provoca una disminución en la eficiencia de la carboxilación y reduce la eficiencia del fotosistema II (Gilmore y Govindjee 1999).



Factores como el tamaño de la plántula, condiciones climáticas, características fisiológicas y morfológicas de la especie, el tiempo transcurrido desde la extracción de plántulas de las almacigueras hasta el repicado y el daño ocasionado al sistema radicular, influyen significativamente sobre la supervivencia de plántulas posterior al trasplante (Calegari *et al.*, 2011).

La mayor tasa de mortandad de plántulas de *C. officinalis* L. se observó en el tercer grupo de ensayo (altura > 8,1 cm), esto estaría relacionado con el daño ocasionado al sistema radicular lo que genera un desequilibrio hídrico en la plántula, perdiendo más agua de lo que las raíces pueden absorber (Lüttge 2008), además, la biomasa aérea es mayor en plántulas de altura superior a 8,1 cm comparada con plántulas de menor altura, esto genera un desequilibrio hídrico ya que las plántulas de mayor tamaño tienden a ser más exigentes en agua, por lo que las tasas de mortandad son mayores cuando hay estrés hídrico (Turchetto *et al.*, 2016).

## CONCLUSIONES

En este estudio se confirmó que el tamaño de las plántulas de *C. officinalis* L. al momento del trasplante tiene una relación inversamente proporcional con el porcentaje de supervivencia y con las características morfológicas (torceduras) del tallo. Resultando que, cuanto menor sea el tamaño de las plántulas, mayor será; el porcentaje de supervivencia y el número de plántulas de *C. officinalis* L. sin alteraciones morfológicas del tallo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYMARD C., G.A., 2019. Breve reseña de los aspectos taxonómicos y nomenclaturales actuales del género *Cinchona* (Rubiaceae-Cinchoneae). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* [en línea], vol. 43, no. 1, pp. 234-241. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 0370-3908. DOI 10.18257/raccefyn.1079. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S037039082019000500234&lng=en&nrm=iso&tIng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S037039082019000500234&lng=en&nrm=iso&tIng=es).
- CALEGARI, L., MARTINS, S.V., BUSATO, L.C., SILVA, E., COUTINHO JUNIOR, R. y GLERIANI, J.M., 2011. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas em viveiro via resgate de plantas jovens. *Revista Árvore* [en línea], vol. 35, no. 1, pp. 41-50. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 0100-6762. DOI 10.1590/S0100-67622011000100005. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/TsXR8TZbjLN9bgHY34T4xmP/abstract/?lang=pt>.
- CRUZ, H. de la, VILCAPOMA, G. y POLLITO, P., 2007. Ethnobotanical study of medicinal plants used by the Andean people of Canta, Lima, Peru. *Journal of Ethnopharmacology* [en línea], vol. 111, no. 2, pp. 284-294. DOI 10.1016/j.jep.2006.11.018. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/266388116\\_Ethnobotanical\\_study\\_of\\_medicinal\\_plants\\_used\\_by\\_the\\_Andean\\_people\\_of\\_Canta\\_Lima\\_Peru](https://www.researchgate.net/publication/266388116_Ethnobotanical_study_of_medicinal_plants_used_by_the_Andean_people_of_Canta_Lima_Peru).



- DUMROESE, R. K., DAVIS, A. S. y JACOBS, D. F. 2011. Nursery response of *Acacia koa* seedlings to container size, irrigation method, and fertilization rate. *Journal of Plant Nutrition* [en línea], vol. 34, no. 6, pp. 877-887. [Consulta: 10 agosto 2021]. ISSN: 1532-4087. DOI 10.1080/01904167.2011.544356. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2011.544356>
- FAJARDO, J., LESSMANN, J., BONACCORSO, E., DEVENISH, C. y MUÑOZ, J. 2014. Combined use of systematic conservation planning, species distribution modelling, and connectivity analysis reveals severe conservation gaps in a megadiverse country (Peru). *PLoS ONE* [en línea], vol. 9, no. 12. [Consulta: 10 agosto 2021]. DOI 10.1371/journal.pone.0114367. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0114367>.
- FEREZ, A.P.C., CAMPOE, O.C., MENDES, J.C.T. y STAPE, J.L., 2015. Silvicultural opportunities for increasing carbon stock in restoration of Atlantic forests in Brazil. *Forest Ecology and Management* [en línea], vol. 350, pp. 40-45. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 0378-1127. DOI 10.1016/j.foreco.2015.04.015. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112715002200>.
- GILMORE, A.M. y GOVINDJEE, 1999. How higher plants respond to excess light: energy dissipation in photosystem II. En: G.S. SINGHAL, G. RENGER, S.K. SOPORY, K.-D. IRRGANG, y GOVINDJEE (eds.), *Concepts in Photobiology: Photosynthesis and Photomorphogenesis* [en línea]. Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 513-548. [Consulta: 30 junio 2021]. ISBN 978-94-011-4832-0. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-011-4832-0\\_16](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-011-4832-0_16).
- HOLDRIDGE, L.R., 1987. *Ecología basada en zonas de vida* [en línea]. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). ISBN 978-92-9039-131-9. Disponible en: [https://books.google.com/cu/books?id=m3Vm2TCjM\\_MC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com/cu/books?id=m3Vm2TCjM_MC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false).
- HOLL, K.D. y AIDE, T.M., 2011. When and where to actively restore ecosystems? *Forest Ecology and Management* [en línea], vol. 261, no. 10, pp. 15-58-15-63. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 0378-1127. DOI 10.1016/j.foreco.2010.07.004. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112710003750>.
- HOOGTE, A.R. van der y PIETERS, T., 2015. Science, industry and the colonial state: a shift from a German- to a Dutch-controlled cinchona and quinine cartel (1880-1920). *History and Technology* [en línea], vol. 31, no. 1, pp. 2-36. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 0734-1512. DOI 10.1080/07341512.2015.1068005. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07341512.2015.1068005?journalCode=ghat20>.



- HUAMÁN, L., ALBÁN, J. y CHILQUILLO, E., 2019. Aspectos taxonómicos y avances en el conocimiento del estado actual del árbol de la Quina (*Cinchona officinalis* L.) en el Norte de Perú. *Ecología Aplicada* [en línea], vol. 18, no. 2, pp. 145-153. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 1726-2216. DOI 10.21704/rea.v18i2.1333. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S17262216201900200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S17262216201900200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- KITAO, M., LEI, T.T., KOIKE, T., TOBITA, H., MARUYAMA, Y., MATSUMOTO, Y. y ANG, L.-H., 2000. Temperature response and photoinhibition investigated by chlorophyll fluorescence measurements for four distinct species of dipterocarp trees. *Physiologia Plantarum* [en línea], vol. 109, no. 3, pp. 284-290. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 1399-3054. DOI <https://doi.org/10.1034/j.13993054.2000.100309.x>. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1034/j.1399-3054.2000.100309.x>.
- LOAYZA-O, K., DE OLIVEIRA, B.H., CÓNDOR, C.E. y REYNA, P.V. 2010. Estudio químico de los tallos de *Cinchona pubescens*. *Revista de la Sociedad Química del Perú* [en línea], vol. 7, no. 1, pp. 10-24. [Consulta: 10 agosto 2021]. ISSN 1810-634X. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v75n1/a08v75n1.pdf>
- LOPEZ, N., 2016. Evaluación del paisaje y recursos escénicos después de 350 años de explotación de la "casarilla" o "quina" *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae) en el sector Cajanuma-Rumishitana, Ecuador. *Arnaldoa* [en línea], vol. 23, no. 2, pp. 461-474. DOI 10.22497/arnaldoa.232.23205. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/311646129\\_Evaluacion\\_del\\_paisaje\\_y\\_recursos\\_escenicos\\_despues\\_de\\_350\\_anos\\_de\\_explotacion\\_de\\_la\\_cascarilla\\_o\\_quina\\_Cinchona\\_officinalis\\_L\\_Rubiaceae\\_en\\_el\\_sector\\_Cajanuma\\_Rumishitana\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/311646129_Evaluacion_del_paisaje_y_recursos_escenicos_despues_de_350_anos_de_explotacion_de_la_cascarilla_o_quina_Cinchona_officinalis_L_Rubiaceae_en_el_sector_Cajanuma_Rumishitana_Ecuador).
- LÜTTGE, U., 2008. *Physiological Ecology of Tropical Plants* [en línea]. 2. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. [Consulta: 30 junio 2021]. ISBN 978-3-540-717928. Disponible en: <https://www.springer.com/gp/book/9783540717928>.
- POORTER, H., BÜHLER, J., VAN DUSSCHOTEN, D., CLIMENT, J. y POSTMA, J.A. 2012. Pot size matters: a meta-analysis of the effects of rooting volume on plant growth. *Functional Plant Biology* [en línea], vol. 39, no. 11, pp. 839-850. [Consulta: 10 agosto 2021]. ISSN: 1445-4408. DOI 10.1071/FP12049. Disponible en: <https://www.publish.csiro.au/FP/fp12049>
- SOUTH, D.B., HARRIS, S.W., BARNETT, J.P., HAINDS, M.J., y GJERSTAD, D.H. 2005. Effect of container type and seedling size on survival and early height growth of *Pinus palustris* seedlings in Alabama, USA. *Forest Ecology and Management* [en línea], vol. 204, no. 2-3, pp. 385-398. [Consulta: 10 agosto 2021]. ISSN 0378-1127. DOI 10.1016/j.foreco.2004.09.016. Disponible en: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112704006929?casa\\_token=XwFj2Vxow2AAAAAA:uCHbMNqw9xBbw8aOPLvip8cvPPhGVxGHG25ddYCFbFVRPoEwQvA2Tw5nFkAOM0OydxF5Ve\\_dxldG](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112704006929?casa_token=XwFj2Vxow2AAAAAA:uCHbMNqw9xBbw8aOPLvip8cvPPhGVxGHG25ddYCFbFVRPoEwQvA2Tw5nFkAOM0OydxF5Ve_dxldG)
- TAIZ, L. y ZEIGER, E., 2009. *Fisiología vegetal*. 4ta. Porto Alegre, Brasil: Artmed.



- TURCHETTO, F., ARAUJO, M., TABALDI, L., GRIEBELER, A., RORATO, D., AIMI, S., BERGHETTI, A. y RODRIGUES GOMES, D., 2016. Can transplantation of forest seedlings be a strategy to enrich seedling production in plant nurseries? *Forest Ecology and Management* [en línea], vol. 375, pp. 96-104. DOI 10.1016/j.foreco.2016.05.029. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/303558807\\_Can\\_transplantation\\_of\\_forest\\_seedlings\\_be\\_a\\_strategy\\_to\\_enrich\\_seedling\\_production\\_in\\_plant\\_nurseries](https://www.researchgate.net/publication/303558807_Can_transplantation_of_forest_seedlings_be_a_strategy_to_enrich_seedling_production_in_plant_nurseries)
- VIANI, R.A.G. y RODRIGUES, R.R., 2007. Sobrevivência em viveiro de mudas de espécies nativas retiradas da regeneração natural de remanescente florestal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* [en línea], vol. 42, no. 8, pp. 1067-1075. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 0100-204X. DOI 10.1590/S0100-204X2007000800002. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/pab/a/BJXSGzFxTTMNbXLnDJDVm9j/abstract/?lang=pt>.
- ZEVALLLOS POLLITO, P.A., 1989. Taxonomía, distribución geográfica y status del genero cinchona en el Perú. *Agris* [en línea], [Consulta: 23 marzo 2020]. Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PE1989102947>.

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

**Contribución de los autores:**

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional. Copyright (c) 2021 Franklin Hitler Fernández Zarate, Annick Estefany Huaccha Castillo, Lenin Quiñones Huatangari, Tito Santillán

