

## Identificación y selección de árboles semilleros de *Cinchona officinalis* L. (“Quina”) en el distrito de Querocoto, Chota – Cajamarca

### Identification and selection of seed trees of *Cinchona officinalis* L. (“Quina”) in the district of Querocoto, Chota - Cajamarca

Diego García-Zárate<sup>1</sup>, Fátima E. Marcelo-Bazán<sup>2,\*</sup> y Luis Dávila-Estela<sup>1</sup>

---

**Recibido:** 06 julio 2021 | **Aceptado:** 10 julio 2022 | **Publicado en línea:** 27 julio 2022

**Citación:** García-Zárate, D; Marcelo-Bazán, FE; Dávila-Estela, L. 2022. Identificación y selección de árboles semilleros de *Cinchona officinalis* L. (“Quina”) en el distrito de Querocoto, Chota – Cajamarca. Revista Forestal del Perú 37(1): 69-77. DOI: <https://doi.org/10.21704/rfp.v37i1.1594>

---

#### Resumen

La presente investigación consistió en seleccionar árboles semilleros de *Cinchona officinalis* L., en la zona de amortiguamiento del Bosque de Protección de Pagaibamba, centros poblados de San Luis y Paraguay, distrito de Querocoto, provincia de Chota departamento de Cajamarca. Para ello, se utilizó el método de valoración individual a través de los criterios de selección para árboles semilleros, estimando sus características fenotípicas y las medidas de variables dasométricas: altura total, medida del DAP, simetría de copa, porcentaje de floración, porcentaje de fructificación, porcentaje de germinación y buen estado fitosanitario; evaluando el potencial reproductivo analizando la calidad física de semilla a través de las normas ISTA (2016). Se identificaron 59 individuos potenciales en un área de 0.98 km<sup>2</sup>, seleccionando 17 árboles semilleros, los cuales cumplen los criterios de selección: fuste recto, copa simétrica, floración mayor a 80% con respecto a su copa, frutos abundantes, buen estado fitosanitario del individuo y de las semillas. Presentando un potencial reproductivo, de 67 semillas por fruto en promedio, 18 frutos en la rama, 502 frutos totales en rama/árbol promedio y una producción de semillas por árbol promedio de 1262. Se obtuvo un promedio de pureza de semilla 82.22%, contenido de humedad 16.56 % y un porcentaje de germinación de 99.06%.

**Palabras clave:** mejora genética, árboles plus, potencial reproductivo, criterios de selección, producción de semilla, rasgos morfológicos

---

<sup>1</sup>The Mcknight Foundation, USA.

<sup>2</sup>Estación Experimental Agraria Baños del Inca. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Cajamarca, Perú.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), Cajamarca, Perú.

\* Autor de Correspondencia: [bk.fatimamarcelo@gmail.com](mailto:bk.fatimamarcelo@gmail.com)

### Abstract

The present investigation consisted of selecting seed trees of *Cinchona officinalis* L., in the buffer zone of the Pagaibamba Protected Forest, in the villages of San Luis and Paraguay, district of Querocoto, province of Chota, department of Cajamarca. For this, the individual valuation method was used through the selection criteria for seed trees, estimating their phenotypic characteristics and measures of dasometric variables: total height, DBH measurement, crown symmetry, flowering percentage, fruiting percentage, germination percentage and good phytosanitary status; evaluating the reproductive potential by analyzing the physical quality of seed through the ISTA standards (2016). Fifty-nine potential individuals were identified in an area of 0.98 km<sup>2</sup>, selecting 17 trees for seedlings that met the selection criteria: straight stem, symmetrical crown, flowering greater than 80% of its crown, abundant fruit, good phytosanitary status of the individual and of the seeds. The reproductive potential was 67 seeds per fruit on average, 18 fruits on the branch, 502 total fruits on the branch/tree on average and an average seed production per tree of 1262. An average seed purity of 82.22%, moisture content of 16.56% and germination percentage of 99.06% were obtained.

**Key words:** genetic improvement, plus trees, reproductive potential, selection criteria, seed production, morphological traits

### Introducción

El Perú posee muchas especies forestales de importancia ecológica y económica, ya sea introducidas como el *Pinus* spp., o nativas como la *Cinchona officinalis* L.; del primer grupo de especies actualmente existe numerosa información generada a lo largo de varios años de investigación nacional e internacional, mientras que, para el caso de las especies leñosas nativas, son pocas las que fueron y están siendo estudiadas, a pesar de tener gran importancia económica, cultural y ecológica.

El género *Cinchona* está conformado por 23 especies, árboles de tamaño mediano a pequeño o arbustos con corteza amarga (Madsen 2002). “El árbol de la quina” *Cinchona officinalis*, es una especie endémica de los bosques montanos de Perú y Ecuador (Garmendia 2005), pertenece a la familia Rubiaceae, que es considerada una de las familias de mayor importancia económica en el país (Albán 2015). La conservación de esta especie se ha visto amenazada por la extracción de corteza desmedida para obtención de alcaloides, empleados contra el paludismo, hasta la modificación de su lugar de desarrollo, causado por la deforestación, desarrollo urbano, agricultura y ganadería (Álvarez 2013). Estas razones ocasionaron

la destrucción de su ambiente formando pequeñas y dispersas poblaciones, considerándola actualmente vulnerable (Madsen 2002). Según Garmendia (2005), la especie presenta un déficit en regeneración por semillas y de forma vegetativa, debido a que requiere condiciones muy específicas para su crecimiento y desarrollo.

La importancia de esta especie está en torno a su madera, por ser empleada para postes, puntales, vigas, leña y carbón (Loján 1992). Su importancia ecológica se basa principalmente en el aporte de nutrientes como refieren Gonzaga y Moncayo (2012). Además, es una especie nativa que aporta elementos al suelo como: nitrógeno, potasio, fósforo y materia orgánica; también usada en la medicina para obtención de alcaloides empleados contra el paludismo (Álvarez 2013). El potencial de propagación se encuentra en la parte norte del país, como refiere Huamán *et al.* (2019), su hábitat parece estar confinado en la parte alta de Piura y algunas áreas limítrofes de Cajamarca.

Debido al aprovechamiento selectivo de árboles se puede ocasionar una selección genética direccional hacia árboles de menor valor económico y troncos de peor forma (FAO *et al.* 2007). La importancia de ubicar árboles

semilleros es de abastecer semillas apropiadas de individuos con características deseables, esto ocasiona que la especie abarque un gran espectro genético y facilita programas de reforestación (PROSEFOR 1994). Además, como menciona Ledig (1974), la primera fase de un programa de mejora de árboles autóctonos suele ser la selección de fenotipos superiores de las poblaciones silvestres, esto conlleva al incremento en la media de la descendencia de los padres seleccionados sobre la media de la población parental anterior a la selección.

Un estudio del IIAP (2012) seleccionó parámetros como: la altura, diámetro a la altura del pecho (DAP), forma del fuste (rectitud y circularidad), ramificaciones, libre de plagas y enfermedades y edad de fructificación, que fueron aplicados a especies nativas peruanas como: *Alnus acuminata* (“aliso”), *Cedrela odorata* (“cedro de altura”), *Ocotea* sp. (“ishpingo amarillo o moena”), *Gordonia fruticosa* (“chilca brava”) y *Solanum pseudosycophanta* (“san pablo o caballo runto”). Por otro lado, ADEFOR (2005), realizó en la Región de Cajamarca una investigación similar de selección de fuentes semilleras con especies nativas como: *Alnus acuminata* (“aliso”), *Caesalpinia spinosa* (“taya”) y *Prunus serotina* (“capuli”).

La presente investigación se orienta a seleccionar árboles de *Cinchona officinalis*, con potencial semillero, para obtener calidad y cantidad de semillas con el fin de realizar repoblamiento en zonas donde su hábitat está degradado a través de criterios de selección. La disposición de germoplasma a partir de una fuente identificada, y procedente de masas

forestales naturales es el punto de partida para que la recolecta tenga una amplia base genética, y una estrategia para preservar el acervo genético de la *C. officinalis*; como afirma Ortiz *et al.* (2016), con ello se asegura una mayor adaptabilidad y sobrevivencia de las plántulas producidas en vivero, cuando son llevadas a condiciones ecológicas semejantes a las de la región de origen.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

La zona de estudio se encuentra en la Zona de Amortiguamiento del Bosque de Protección de Pagaibamba (6°22'9.85"S -79° 4'15.03"O); con una altitud media de 2760 msnm y una extensión de 98.9 ha (0.98 km<sup>2</sup>); en los centros poblados de San Luis y Paraguay del distrito de Querocoto, provincia de Chota departamento de Cajamarca. Esta área se ubica desde los 2600 a 3250 msnm (Figura 1), ocupando gran espacio en las partes inferiores de las laderas y las partes planas. El ecosistema está conformado por bosques que pertenecen a la zona de vida bosque muy húmedo tropical (bmh-MT), que presentan precipitaciones aproximadas de 520 mm, temperatura promedio de 15° C, mínima de 9° C y máxima de 21° C y una humedad relativa promedio de 80% (Villar *et al.* 2018). La vegetación natural originaria está constituida por especies arbóreas y flora acompañante, siendo las más conocidas: *Podocarpus* sp., *Ocotea* sp., *Eugenia* sp., *Chusquea* sp., *Polylepis* sp., *Rubus* sp., *Alnus acuminata*, *Baccharis* sp., helechos arbóreos, entre otros (SERNANP 2017).

Criterio aceptado	Fuste				Copa			
	DAP (cm)		Bifurcación		Simetría		Exposición al sol	
	Criterio	Puntaje	Criterio	Puntaje	Criterio	Puntaje	Criterio	Puntaje
A < 9,0 m	A > 26	2	Carente	2	Simétrica	2	70%	3
	A = 26	1	Encima del DAP	1	Asimétrica	1	25% - 70 %	2
	A < 26	0	Bajo el DAP	0	-	-	Menor al 25%	1

**Cuadro 1.** Criterios de selección para árboles semilleros basados en la estructura del individuo.

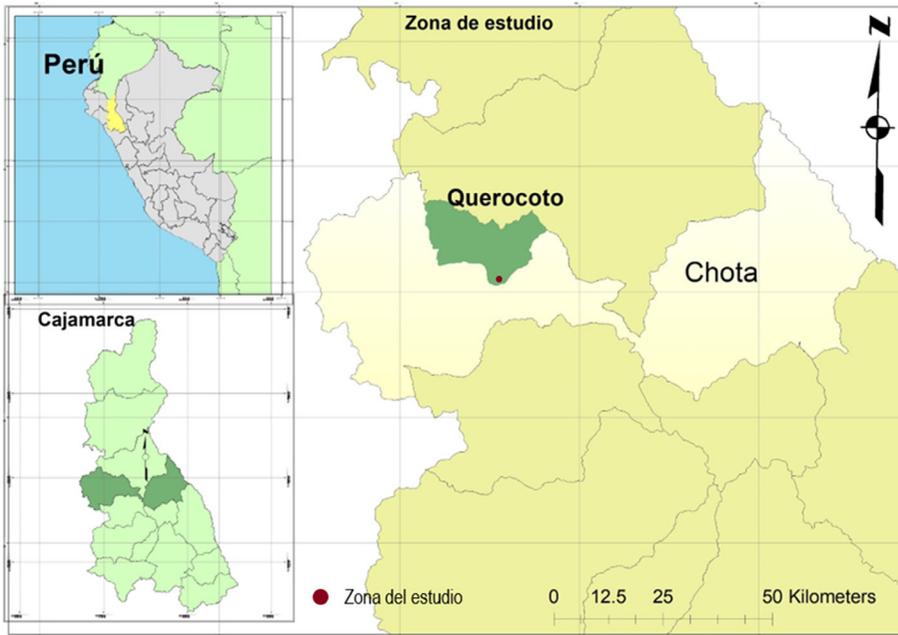


Figura 1. Ubicación del estudio, Zona de Amortiguamiento del Bosque de Protección de Pagaibamba; zona de estudio.

## Metodología

### Identificación de árboles candidatos a semilleros

La identificación de árboles consistió en el recorrido del área de estudio, observando árboles de *C. officinalis*, que fenológicamente presentaban la primera floración (o haber fructificado), considerando la duración de la producción de flores y semillas; periodicidad de la floración y fructificación.

### Medición de variables dasométricas de individuos

Los árboles candidatos a semilleros de *Cinchona officinalis*, fueron medidas las siguientes variables dasométricas: diámetro a 1.3 metros de la altura del pecho (DAP) en cm empleándose una cinta métrica, altura comercial (Hc) calculada desde el suelo hasta la primera bifurcación y la altura total (HT), calculada desde el suelo hasta el nivel más alto de la copa(m), estas medidas fueron realizadas con hipsóme-

tro de Suunto, además, cada árbol fue georreferenciado.

### Evaluación de árboles por puntajes

Se aplicaron a los árboles identificados los siguientes criterios de selección empleando la metodología propuesta por ADEFOR (2005): medida de DAP, presencia de bifurcación, simetría de copa y exposición de copa al sol; a cada criterio se le asignó un puntaje (Cuadro 1).

### Evaluación de frutos y semillas

Los individuos que cumplieron con los criterios buscados fueron sometidos a las evaluaciones de calidad de semilla y potencial reproductivo. Los frutos fueron colocados en bolsas plásticas herméticas y codificadas, para después secarlos al ambiente por un tiempo aproximado de dos semanas. Las semillas fueron extraídas de los frutos de forma directa y manual, aplicando la metodología de Oliva *et al.* (2014).

**Análisis de semillas**

Se aplicó la metodología propuesta por ISTA (2016), separando lotes pequeños de semillas de cada árbol evaluado. A estos lotes fueron aplicados pruebas de pureza de semilla, humedad y prueba de germinación; y a cada criterio se le asignó un puntaje (Cuadro 2).

Para el cálculo de porcentaje de germinación se empleó las siguiente formula:

$$G\% = (\text{Semillas Germinadas} / \text{Semillas Sembradas}) \times 100$$

Donde: G%= Porcentaje de germinación del árbol evaluado

Asimismo, se evaluó el estado fitosanitario del individuo y de los frutos, asignándole un puntaje en función a la presencia y/o ausencia de ataque biológico tal y como se detalla en el Cuadro 3.

**Resultados**

**Evaluación morfológica de los árboles censados**

Se realizó la evaluación a un total de 59 árboles de *Cinchona officinalis* censados, que presentaron rangos de medida del DAP de 10.2 cm a 45.8 cm; un promedio de 21.4 cm, media

de 19.3 cm y una moda de 18.7 cm. Además, la altura comercial se presentó en los rangos de 3.5 m a 11 m, con un promedio de 7 m, media de 6.5 m y una moda de 6,5 m; mientras que la altura total en rangos entre los 6.5 m a 35 m, con un promedio de 12.1 m, media de 11.3 y moda de 10.5 (ver cuadro 4).

Entre el total de árboles, se seleccionaron 19 árboles candidatos a semilleros que cumplían con los criterios basados en la estructura del árbol, que representa el 28.5% del total de árboles censados, siendo sometidos a evaluaciones de potencial reproductivo y calidad de semilla.

**Potencial productivo de los árboles seleccionados**

El potencial productivo (producción de semillas promedio por árbol) obtenido de los 19 árboles de *Cinchona officinalis* fue de 1262 semillas/árbol, con un máximo de 1720 semillas/árbol y un mínimo de 1014 semillas/árbol.

**Análisis de semillas y frutos de los árboles seleccionados**

De los 19 árboles candidatos a semilleros seleccionados, se descartaron dos individuos debido que presentaban un ataque biológico en el interior de los frutos, cuyas semillas luego del secado mostraban una condición no óptima para los análisis.

Frutos y semillas					
Porcentaje de copa en floración	Puntaje	Porcentaje de copa en fructificación	Puntaje	Germinación	
A > 80 %	3	A > 70	3	A ≥ 70%	Aceptado
20% - 80%	2	70% - 30%	2	A < 70%	descartado
A > 20%	1	A < 30	1		

**Cuadro 2.** Criterios de selección para árboles semilleros basados en la producción de frutos y semillas del individuo.

Estado fitosanitario			
Árbol	Puntaje	Frutos	
Sin ataque biológico	2	Sin ataque biológico	Aceptado
Presenta ataque biológico	1	Presenta ataque biológico	Descartado

**Cuadro 3.** Criterios de selección para árboles semilleros basados en la sanidad del individuo y sus frutos.

Árboles evaluados	DAP (cm)	Altura comercial(m)	Altura total(m)
Promedio	21.4	7.0	12.1
Menor	10.2	3.5	6.5
Mayor	45.8	11.0	35.0
Moda	18.7	6.5	10.5
Media	19.3	6.8	11.3

**Cuadro 4.** Medidas obtenidas de la evaluación morfológica a los 59 individuos.

El número de días total de la prueba de germinación desde el inicio hasta el conteo final fue de 32 días. Los resultados de germinación de las semillas de *C. officinalis* de los 17 árboles semilleros seleccionados presentaron un promedio de germinación de 99.06%, con valores que oscilaron entre 97.67% y 100%; una pureza que oscila entre de 72.23 y 88.88% con un promedio de 82.22% y un contenido de humedad que oscila entre 15.13% y 19.49% con un promedio de 16.65%.

#### Características de los árboles semilleros de *Cinchona officinalis*

Los individuos seleccionados presentan la siguiente morfología vegetativa y reproductiva: altura mayor a 9 metros, fuste con leve torcedura, copa simétrica con una superficie amplia mayor al 70%, floración abundante mayor al 80% con respecto a la copa y de fructificación mayor a 70% con respecto a sus frutos y buen estado fitosanitario de los frutos.

Las medidas de variables dasométricas de los 17 árboles semilleros seleccionados en la zona de estudio son: DAP máximo de 45.8 cm, mínimo de 16.1 y 26 cm de promedio; altura total máxima de 17.5 m, mínima de 9 m y con un promedio de 12.2 m.

#### Discusión

Los criterios de selección aplicados consistieron en la evaluación de variables dasométricas: altura total, comercial y DAP, mientras que las variables para la selección de árboles semilleros fueron: forma de fuste, copa, floración, fructificación, estado fitosanitario del indivi-

duo y el estado fitosanitario del fruto. Con fines de repoblación empleando la metodología de valoración individual, Flores *et al.* (2005) identificaron parámetros similares, enfocándose en individuos con fines maderables, con la metodología de valoración individual y puntajes de selección. De acuerdo con el IIAP (2012), para la selección de individuos de fenotipos superiores se debe considerar principalmente parámetros como de DAP, altura comercial y forma del fuste, y sin considerarse los análisis de las semillas.

Los resultados de la medida de variables dasométricas obtenidos coinciden con Garmendia (2005), quien en su estudio señala que la altura de los individuos de *Cinchona officinalis*, sobrepasan 10 metros de altura y entre 10 a 110 cm de diámetro, también recalca que por la explotación a la que ha estado sometida dicha especie ya no se encuentran individuos muy grandes, que en su mayoría son ejemplares relativamente medianos; Loján (1992) describe a esta especie como un árbol de tamaño promedio a 16 metros y con un DAP aproximado de 28 centímetros, que coincide con los datos obtenidos en el presente estudio. Debido a que la población de estudio estuvo sometida a una presión antrópica durante un sinnúmero de años, la especie sufrió una selección genética en los mejores individuos, direccionando a no encontrar una densidad considerable de individuos fenotípicamente superiores.

El análisis de pureza de los árboles seleccionados alcanzó un promedio de 82.22%, muy similar a lo obtenido por Gonzaga y Moncayo (2012) quienes obtuvieron un resultado de

82.6% que corrobora los resultados obtenidos en este estudio, mientras que el resultado de pureza de semillas evaluadas por Caraguay *et al.* (2016) fue de 38.04 % y siendo considerado como pureza baja, este contenido puede variar debido al método de recolección de semilla, sin embargo todos estos inconvenientes pueden ser evitados, a través de los cuidados que se tengan en la recolección de los frutos y en la manipulación posterior de la semilla (Gonzaga y Moncayo 2012), por ello la recolección se debe realizar a los frutos (tipo capsulas en *Cinchona*) del árbol que aún no han abierto, para luego proceder al secado de estos y así poder extraer semilla en su forma pura; debido a que si el fruto se encuentre en la etapa de dispersión de semillas (anemocoría), encontramos en su mayoría el residuo del fruto seco con pocas semillas. Caraguay *et al.* (2016) encontraron niveles de pureza bajos por un ataque de un lepidóptero (polilla) que se alimenta de la semilla antes de que esta cumpla con su madurez fisiológica; la misma plaga se encontró en cuatro árboles, donde dicho insecto consumió la totalidad de frutos.

El cálculo del potencial reproductivo de una especie es tan importante como la selección por su fenotipo, si se quiere seleccionar árboles como semilleros, estos deben encontrarse entre los rangos de producción media a alta de semillas/árbol; los datos obtenidos por Caraguay *et al.* (2016) fueron de 1260 semillas/ árbol para la especie de *Cinchona officinalis*; al igual que Moreno *et al.* (2018), quienes encontraron un potencial reproductivo entre 463 y 1837 semillas/árbol; ambos resultados se encuentran entre los rangos obtenidos en la presente estudio de 1262 semillas/árbol, teniendo en cuenta que todos los árboles sobrepasan la producción de 1000 semillas/árbol, con un máximo de 1720 semillas/árbol y un mínimo de 1014 semillas/árbol.

De acuerdo con Caraguay *et al.* (2016), el porcentaje de germinación para *C. officinalis* es de 60% en promedio durante 35 días, mientras que los valores encontrados en el estudio de Conde *et al.* (2017) varían entre 83% a 100% a nivel laboratorio, y con respecto a este estudio,

el análisis de germinación promedio fue de 99%, durante 18 días, encontrándose en un rango normal de germinación. Por lo tanto, los árboles seleccionados se encuentran en óptima condición para ensayos a posteriori de propagación sexual. Aunque es importante tener en cuenta que los porcentajes de germinación pueden variar si se colecta el fruto antes de que alcance la madurez fisiológica Villar *et al.* (2018).

## Conclusiones

La selección de árboles semilleros es uno de los procesos más importante en un proyecto de reforestación, es el primer peldaño para la mejora genética, que ayuda a aprovechar las mejores características de los individuos con miras a obtener mejores resultados como mejorar las características genotípicas y aumentar el valor económico.

Empleando los criterios de selección se identificaron 17 árboles semilleros de *Cinchona officinalis*, que presentan una altura mayor a 9 metros, fuste con leve torcedura, copa simétrica con una superficie amplia mayor al 70%, floración abundante mayor al 80% con respecto a la copa, porcentaje de copa en fructificación mayor al 70% con respecto a sus frutos y buen estado fitosanitario en la zona de amortiguamiento del Bosque de Paigabamba en distrito de Querocoto, Chota- Cajamarca.

## Agradecimientos

A la Estación Experimental Agraria Baños del Inca, Cajamarca, Peru – INIA por las facilitar el desarrollo de esta investigación a través de equipos y tutoría, además de los ingenieros Fátima Marcelo B. y Luis Dávila E., por dedicar tiempo para el desarrollo de esta investigación.

## Referencias

ADEFOR (Asociación Civil para la Investigación y el Desarrollo Forestal). 2005. Criterios y pautas para la selección de árboles plus en especies nativas de Cajamarca (en línea). Cajamarca. Perú. Consultado 12 jun.

2022. Disponible en <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/f5e5b-805269347d9201c65e9e4d05c11.pdf>.
- Albán, J. 2015. Etnobotánica de Rubiaceae peruanas. Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú. Consultado 09 jun. 2022. Disponible en [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11947/Alban\\_cj-Resumen.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11947/Alban_cj-Resumen.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Álvarez, J. 2013. El árbol de la calentura. Boletín Instituto Nacional de la Salud 19(9-10):214-215). Perú. Disponible en <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/handle/INS/296?show=full>.
- Caraguay, YK; Eras, V; Gonzalez, D; Moreno, J; Minchala, J; Yaguana, M; Valarezo, C. 2016. Potencial reproductivo y análisis de calidad de semilla de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja-Ecuador (en línea). Revista de Investigación Altoandina 18(3):271-280. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5645611.pdf>.
- Conde, M; Moreno, J; Eras V; Minchala, J; Gonzales, D; Yaguana, M; Valarezo, C. 2017. Multiplicación sexual y asexual de *Cinchona officinalis* L., con fines de conservación de la especie. Revista Tzhoeoen 9(1): 1-13. Disponible en <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/463/452>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia); FLD (Forest & Landscape, Dinamarca); Bioversity International. 2007. Conservación y manejo de recursos genéticos forestales. Vol. 1: visión general, conceptos y algunos métodos sistemáticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia. 48 p. Consultado 07 jun. 2022. Disponible en [https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/migrated/uploads/tx\\_news/Conservaci%C3%B3n\\_y\\_manejo\\_de\\_los\\_recursos\\_gen%C3%A9ticos\\_forestales\\_1297.pdf](https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/migrated/uploads/tx_news/Conservaci%C3%B3n_y_manejo_de_los_recursos_gen%C3%A9ticos_forestales_1297.pdf).
- Flores, F; Chávarry, L; Vega, D. 2005. Criterios y pautas para la selección de árboles plus: *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “tara o taya”. (En línea). Cajamarca, Perú, ADEFOR. 62 p. Documento n.º 3. Consultado 15 de sep. 2021. Disponible en <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/f5e5b-805269347d9201c65e9e4d05c11.pdf>.
- Garmendia, A. 2005. El árbol de la quina (*Cinchona* spp.): distribución y caracterización de su habiudad y arquitectura. Loja, Ecuador, Universidad Técnica Particular de Loja.
- Gonzaga, L; Moncayo, M. 2012. Fenología, producción de hojarasca y ensayos de germinación de las principales especies nativas del “bosque protector” “El Bosque” parroquia de San Pedro de Vilcabamba, Loja. Tesis Ing. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. Consultado 15 sep. 2021. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5645611.pdf>.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 2012. Mejoramiento genético de la castaña (*Bertholletia excelsa*) aplicado al desarrollo regional de Madre de Dios, selección de especies forestales nativas para fuente de semillas para reforestación en Molinopampa, Amazonas – Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Madre de Dios, Perú. Consultado 18 sep. 2021. Disponible en [https://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/2993/Technical/02%20ESTUDIO%20SELECCION%20CI%20C3%93N.pdf](https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2993/Technical/02%20ESTUDIO%20SELECCION%20CI%20C3%93N.pdf).
- Huamán, L; Albán, J; 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 18(2): 145-153. Disponible en [http://www.lamolina.edu.pe/ecolapl/16\\_n\\_2\\_Vol\\_18\\_2019\\_Huam%C3%A1n\\_et\\_al\\_-\\_Quina\\_en\\_Per%C3%BA.pdf](http://www.lamolina.edu.pe/ecolapl/16_n_2_Vol_18_2019_Huam%C3%A1n_et_al_-_Quina_en_Per%C3%BA.pdf).
- ISTA (Asociación Internacional de Análisis de Semillas, Suiza). 2016. Reglas internacionales para el análisis de semillas (En línea). Zúrich, Suiza. Consultado 10 de sep. 2021. Disponible en [https://vri.umayor.cl/images/ISTA\\_Rules\\_2016\\_Spanish.pdf](https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf).
- Ledig, T. 1974. An Analysis of methods for the Selection of Trees from Wild Stands (en línea). Vol.20.Estados Unidos de Norte America. 2 p.

Consultado 7 de jun. 2022. Disponible en <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/24327>.

Loján, L. 1992. El verdor de los Andes: árboles y arbustos nativos para el desarrollo forestal altoandino (en línea). Quito, Ecuador, FAO. 220 p. Proyecto de desarrollo forestal participativo en los Andes. Consultado 17 sep. 2021. Disponible en <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/286?show=full>.

Madsen, J. 2002. Historia cultural de la Cascaquilla de Loja. In Aguirre, Z; Madsen, J; Cotton, E; Balslev, H (eds.). Botánica Austroecuatorial: estudios sobre los recursos naturales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. Quito, Ecuador. p. 385-399.

Moreno, J; Perés, C; Eras, V; Minchala, J; Yaguana, M. 2018. Caracterización de fuentes semilleras de la especie *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae), con fines de propagación *in vitro*. Revista científica institucional Tzhoecoen 10(3):361-370. Disponible en <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/854/725>.

Oliva, M; Vacalla, F; Pérez, D; Tucto, A. 2014. Manual de recolección de semillas de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas Perú. Chachapoyas, Perú, SERFOR. 19 p. Proyecto PD 622/11 Rev. 1 (F). Consultado 17 sep. 2021. Disponible en <http://www.iiap.org.pe/upload/Publicacion/PUBL1418.pdf>.

Ortiz, M; Acosta, C; Linares, P; Morales, Z; Camacho, V. 2016. Selección de árboles semilleros de *Juglans pyriformis* Liebm. en poblaciones naturales de Coatepec y Coacoatzintla, Veracruz. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 7(38): 43-58. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/634/63450027003.pdf>.

SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Perú). 2017. Bosque de Protección de Pagaibamba: plan maestro 2017-2021. (En línea). Lima, Perú. 66 p. Consultado 14 sep. 2021. Disponible en <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/normas-legales/2323217-091-2021-sernanp-dganp>.

PROSEFOR (Proyecto de semillas forestales). 1994. Selección y manejo de rodales semille-

ros. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Consultado 18 sep.2021. Disponible en [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3950/Seleccion\\_y\\_manejo\\_de\\_rodales\\_semilleros.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3950/Seleccion_y_manejo_de_rodales_semilleros.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Villar, M, Marcelo, F; Baselly, R. 2018. Estudio silvicultural de la quina "*Cinchona officinalis* L.", en el Distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca (en línea). Cajamarca, Perú, INIA. Consultado 15 sep. 2021. Disponible en [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/1031/1/Villarevaluaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_regeneraci%C3%B3n\\_natural\\_de\\_la\\_Cinchona\\_officinalis%20L\\_Etapa\\_II.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/1031/1/Villarevaluaci%C3%B3n_de_la_regeneraci%C3%B3n_natural_de_la_Cinchona_officinalis%20L_Etapa_II.pdf).