

**CARACTERIZACIÓN DE FUENTES SEMILLERAS DE LA ESPECIE *Cinchona officinalis* L
(RUBIACEAE), CON FINES DE PROPAGACIÓN *in vitro***

CHARACTERIZATION OF SEEDS SOURCES OF THE SPECIES *Cinchona officinalis* L (RUBIACEAE), FOR PURPOSE OF PROPAGATION *in vitro*

José Antonio Moreno-Serrano¹
César Pérez Ruíz²
Víctor Hugo Eras Guamán³
Julia Minchala Patiño⁴
Magaly Yaguana Arévalo⁵

Fecha de recepción: 18 mayo 2018

Fecha de aprobación: 18 septiembre 2018

DOI: <https://doi.org/10.26495/rtzh1810.327327>



Resumen

Con la finalidad de mejorar la propagación de la especie forestal Cinchona officinalis L, se caracterizaron árboles semilleros de calidad, como material de partida para cultivo in vitro.

La descripción de rasgos morfológicos de árboles, frutos y semillas de C. officinalis, se realizó según caracteres cualitativos, parámetros dasométricos (altura, DAP), estado fitosanitario y potencial productivo de los árboles semilleros (número de frutos/rama, frutos/árbol y número de semillas/árbol). Los árboles semilleros de C. officinalis L presentaron alturas entre 3.4 a 5.9 m, DAP entre 5.0 a 12.4 cm y un estado fitosanitario bueno; el potencial de producción alcanzó en promedio entre 318.92 a 1054.36 frutos/árbol y entre 464.88 a 1837.00 semillas/árbol. Los árboles provenientes de El Naque presentaron las mejores características dasométricas, fitosanitarias y buen potencial productivo para cultivo in vitro. En conclusión, se caracterizó árboles semilleros de C. officinalis L, con el objetivo de obtener semillas de calidad para ser utilizadas como material de partida en cultivo in vitro, con el fines de aportar a la conservación y restauración de la especie.

Palabras clave: *fuentes semilleras, semillas, rasgos morfológicos, parámetros dasométricos, potencial productivo.*

Abstract

With the purpose to improve the propagation of the forest species Cinchona officinalis L, quality seed sources of were characterized, as starting material for in vitro culture. The description of

¹ Master en Biotecnología, E.T.S. Ingenieros Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, Departamento de Biotecnología y Biología Vegetal; UPM, Madrid, España, josemoreno796@mail.com, <http://orcid.org/0000-0001-6241-6077>

² Doctor en Biología, E.T.S. Ingenieros Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, Departamento de Biotecnología y Biología Vegetal; UPM, Madrid, España, cesar.perez@upm.es

³ Magister en género, equidad y desarrollo sostenible, mención género y ambiental, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Forestal; Laboratorio de Micropropagación vegetal; Loja, Ecuador, victorhugoeras@hotmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5256-5543>

⁴ Ingeniera Agrónoma, Diplomado en propagación masiva de plantas *in vitro* de interés económico, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables; Laboratorio de Micropropagación vegetal Loja, Ecuador, jeminchala@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-9793-3664>

⁵ Ingeniera Agrónoma, Diplomado en comunicación pública de ciencia y tecnología, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables; Laboratorio de Micropropagación vegetal Loja, Ecuador, magalyyaar@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-9480-7128>

morphological features of trees, fruits and seeds of C. officinalis was made according to qualitative characteristics, dasometric parameters (height, DAP), phytosanitary status and productive potential of the seed trees (number of fruits/branch, fruits/tree and number of seeds/tree). The seed trees of C. officinalis L had heights between 3.4 to 5.9 m, DAP between 5.0 to 12.4 cm and a good phytosanitary state; the production potential reached on average between 318.92 to 1054.36 fruits/tree and between 464.88 to 1837.00 seeds/tree. The trees from El Naque presented the best dasometric, phytosanitary characteristics and good productive potential for in vitro culture. In conclusion, seed trees of C. officinalis L were characterized with the objective of obtaining quality seeds to be used as starting material in in vitro culture, with the aim of contributing to the conservation and restoration of the species.

Keywords: *seed sources, seeds, morphological features, dasometric parameters, productive potential.*

1. Introducción

El género *Cinchona*, está compuesto por 12 especies, cuatro endémicas y 8 nativas (Jørgensen & León-Yáñez, 1999) de las cuales *C. capulí* está casi amenazada, *C. rugosa* y *C. lucumifolia* vulnerable, *C. mutisii* en peligro crítico (Cornejo & Jaramillo, 2011) y aunque *C. officinalis* todavía no consta dentro del libro rojo de plantas endémicas del Ecuador, su distribución es bastante baja y restringida lo cual ha puesto a la especie al límite de su desaparición (Madsen, 2002).

Al ser el cultivo *in vitro* una estrategia de conservación de especies amenazadas, por permitir la multiplicación masiva de plantas (Bhojwani & Santu, 2013) con fines de reforestación en su hábitat natural (Murch, Krishnaraj, & Saxena, 2000); la identificación, selección y establecimiento de fuentes semilleras de calidad de *C. officinalis*, es el inicio y la base fundamental de un estudio de mejoramiento genético forestal.

La selección de árboles semilleros es una forma de preservar y evitar la desaparición de especies y bosques nativos (Morochó & Quinde, 2004), estas fuentes semilleras generalmente suministran material reproductivo con fines de conservación y/o restauración, permitiendo contribuir con el mantenimiento de la biodiversidad y proporciona individuos adaptados a diferentes condiciones ambientales (León, 2011).

Las fuentes semilleras o árboles semilleros son la base del éxito de la reforestación, dado que el componente genético es el que determina la herencia de formas y desarrollo de las nuevas plantaciones (León, 2011). Los árboles semilleros seleccionados deberán recibir un proceso de selección y manejo para tener una fuente permanente de producción de semillas con un origen conocido, garantizando que los futuros árboles tengan características semejantes a las de su progenitor, mejorando la calidad de las semillas a corto plazo para la comercialización y/o establecimiento de plantaciones (Aguirre & Fassbender, 2012).

Frente a la situación expuesta, los resultados de la presente investigación pretenden contribuir con la generación de información sobre la caracterización de árboles semilleros de calidad de *C. officinalis* estudiando árboles con características fenotípicas sobresalientes, considerando: altura total de los individuos, diámetro a la altura del pecho (DAP), estado fitosanitario y potencial productivo, con el fin de contar con insumos que sirvan como soporte para el establecimiento de ensayos de cultivo *in vitro* a partir de semillas de calidad de *C. officinalis* con el ánimo de aportar a la conservación y restauración de la especie.

2. Material y métodos

2.1. Descripción morfológica de árboles de *C. officinalis*

Una vez identificados los árboles de *C. officinalis* L, se procedió a realizar la descripción morfológica en base a los siguientes parámetros dasométricos: altura, DAP (diámetro a la altura del pecho), estado fitosanitario y potencial productivo de los árboles semilleros. Los diferentes rasgos morfológicos cualitativos de los árboles, frutos y semillas de *C. officinalis*, se basaron en la nomenclatura usada para los diferentes caracteres cualitativos de Moreno (1996) y Vozzo (2005).

a) Número de frutos/rama y frutos/árbol

Se escogió al azar un total de 6 ramas con frutos por árbol (terciarias, cuaternarias o quinquenarias) según la disposición del árbol y se procedió a contar el número de frutos en cada una de ellas, seguidamente se obtuvo el promedio para las seis ramas evaluadas (# frutos por rama). El promedio de frutos encontrados por rama se multiplicó por el total de ramas con frutos (determinado con anterioridad) y de esta manera se estableció el número aproximado de frutos/árbol.

Para calcular el número de frutos para cada árbol se utilizó la siguiente fórmula:

$$NFT = Nfp \times Nrf$$

Dónde:

NFT = Número total de frutos de cada árbol

Nfp = Número de frutos promedio por rama

Nrf = Número de ramas con frutos del árbol

b) Producción de semillas del árbol

Para este parámetro se seleccionó y se contabilizó el número de semillas de 20 frutos por árbol, se aplicó la fórmula utilizada por Ordóñez, Aguirre, y Hofstede (2001) para calcular el número de semillas/árbol.

$$Ps = \frac{Pp * Nsm}{Nfm}$$

Dónde:

Ps= Producción de semilla de árbol

Pp= Potencial productivo del árbol (promedio de número total de frutos del árbol)

Nsm= Número semilla muestra

Nfm= Número de frutos de la muestra

2.2. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en cada uno de los ensayos, se utilizó el software InfoStat versión 2010 (Di Rienzo et al., 2010), se realizó el análisis de varianza ANOVA estableciendo diferencias significativas con el *test* de Tukey a un nivel de significancia de 0.05.

3. Resultados y Discusión

3.1. Descripción morfológica de árboles de *C. officinalis*

Los árboles de *C. officinalis*, presentaron una ramificación simpodial con copa globosa, corteza de color marrón oscuro, ligeramente fisurada, la forma de la hoja lanceolada y las flores se encuentran en panículas terminales, son hermafroditas, actinomorfas, la corola es de color blanco-violeta (Figura 1).

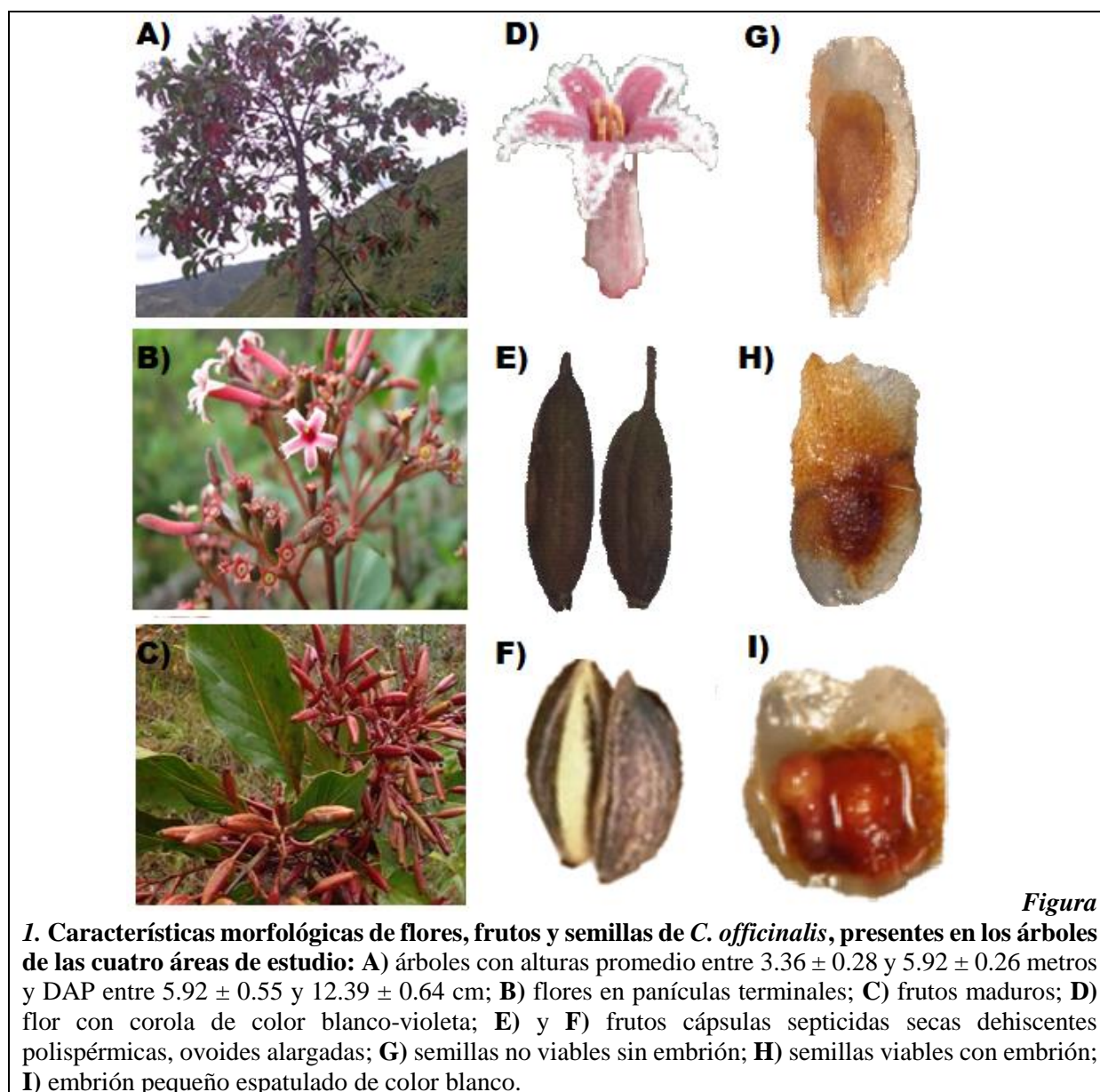


Figura 1. Características morfológicas de flores, frutos y semillas de *C. officinalis*, presentes en los árboles de las cuatro áreas de estudio: A) árboles con alturas promedio entre 3.36 ± 0.28 y 5.92 ± 0.26 metros y DAP entre 5.92 ± 0.55 y 12.39 ± 0.64 cm; B) flores en panículas terminales; C) frutos maduros; D) flor con corola de color blanco-violeta; E) y F) frutos cápsulas septicidas secas dehiscentes polispérmicas, ovoides alargadas; G) semillas no viables sin embrión; H) semillas viables con embrión; I) embrión pequeño espátulado de color blanco.

Tabla 1.

Valores de los parámetros dasométricos de los árboles de *C. officinalis* en las cuatro áreas de estudio.

ÁREA DE ESTUDIO	Altura (m)	DAP (cm)	*Est. Fitosanitario
	p-value = <0.0001	p-value = <0.0001	p-value = 0.0065
EL NAQUE	5.92 ± 0.26 A	5.92 ± 0.55 A	2.00 ± 0.09 A
SELVA ALEGRA	5.54 ± 0.30 AB	12.39 ± 0.64 B	2.45 ± 0.10 B
URITUSINGA	5.03 ± 0.76 B	5.03 ± 0.76 A	2.32 ± 0.12 AB
SAN SIMÓN	3.36 ± 0.28 C	6.17 ± 0.59 A	2.36 ± 0.10 AB

*Estado Sanitario: 1. Excelente; 2. Muy Bueno; 3. Regular; 4. Malo

Media \pm E.E; las letras en común significan que los valores no son estadísticamente diferentes $p > 0.05$ según test de Tukey.

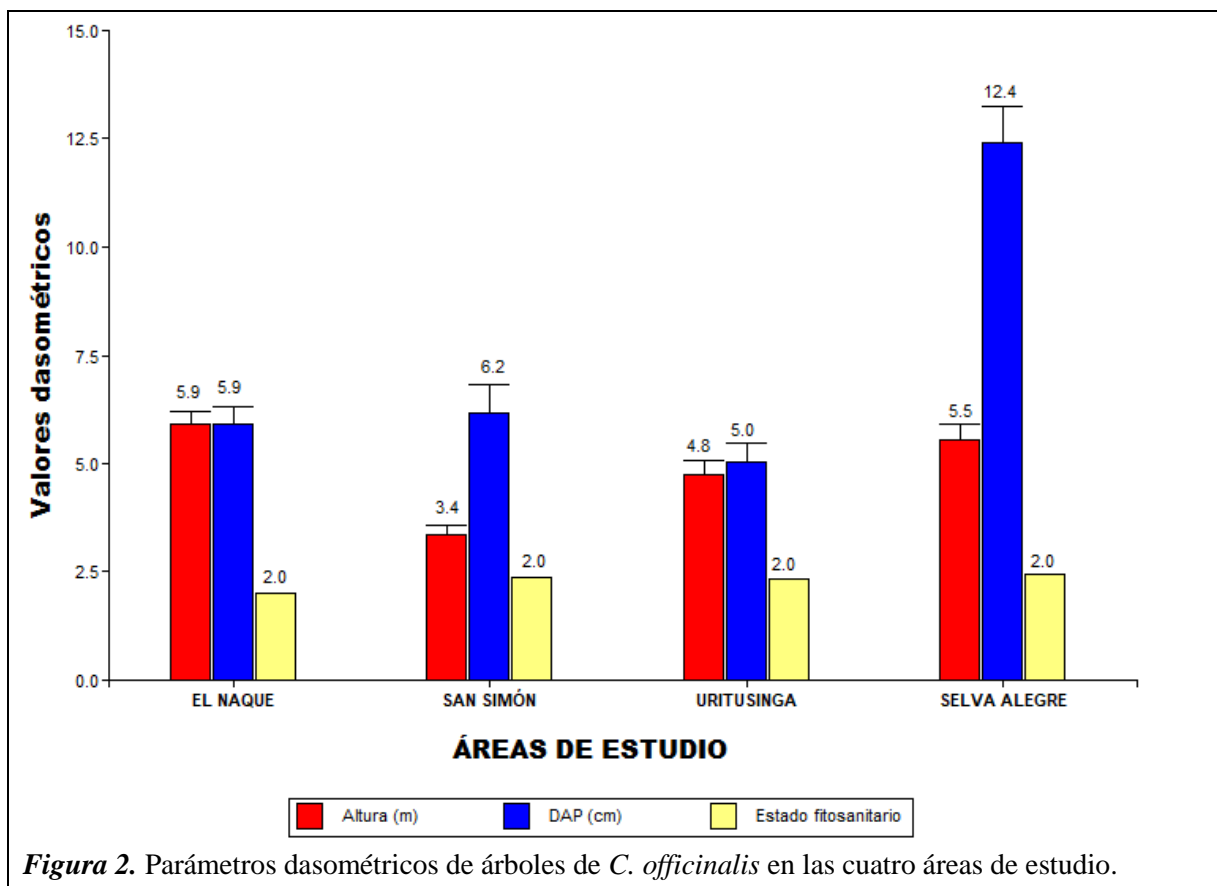


Figura 2. Parámetros dasométricos de árboles de *C. officinalis* en las cuatro áreas de estudio.

Los resultados obtenidos de los parámetros dasométricos, presentaron diferencias significativas entre las cuatro áreas de estudio según altura ($p = <0.0001$), DAP ($p = <0.0001$) y estado fitosanitario ($p = 0.0065$); la altura máxima se registró en El Naque con 5.92 ± 0.26 m, seguido por Selva Alegre 5.54 ± 0.30 m, Uritusinga 5.03 ± 0.76 m y San Simón con 3.36 ± 0.28 m; en el caso del DAP, Selva Alegre registró el valor más elevado con respecto a las otras áreas con 12.39 ± 0.64 cm, seguido de San Simón 6.17 ± 0.59 cm, El Naque 5.92 ± 0.55 cm, y Uritusinga con 5.03 ± 0 . (Tabla 1; Figura 2). Resultados que coinciden con lo descrito por Garmendia (2005), menciona que *C. officinalis*, debido a la explotación a la que ha estado sometida ya no se encuentran árboles grandes, que fueron comunes en su tiempo, sino suelen adoptar forma de arbustos; así también, Guerrero y López (1993) en estudios florísticos, registraron árboles de *C. officinalis* de 10 m de altura y de 30 a 110 cm de diámetro; Andersson y Taylor (1994) en sus estudios con *Cinchona* sp., mencionan que es un árbol o arbusto que puede alcanzar unos 16 m de altura; así también, Loján (1992) describe al árbol de *C. officinalis* de tamaño mediano con una altura promedio de 16 metros y con un DAP aproximado de 28 cm.

3.2. Descripción morfológica y potencial productivo de semillas de *C. officinalis*

a) **Morfología de frutos:** el fruto de *C. officinalis* es una cápsula septicida seca dehiscente polispérmica, ovoide alargada que puede contener de 10 a 89 semillas se separa longitudinalmente a través de las ranuras carpelares desde la base al ápice del fruto, originando dos valvas o lóculos. El pericarpio es delgado pero leñoso de consistencia dura, la superficie de forma fisurada color café a marrón oscuro con presencia de diminutos tricomas color blanco (Figura 1). El conocimiento de rasgos morfológicos contribuye a la comprensión de la dinámica a nivel de poblaciones vegetales, a predecir el ritmo de los procesos de las especies dentro de los ecosistemas y en estudios taxonómicos de las especies (Garnier et al., 2004; Donadio & Demattê, 2000).

Tabla 2.

Número de frutos y semillas por árbol de *C. officinalis* en las cuatro áreas de estudio.

ÁREA DE ESTUDIO	Nº frutos/rama p-value = 0.0760	Nº frutos/árbol p-value = <0.0404	Nº semillas/árbol p-value = 0.0015
EL NAQUE	40.02 ± 6.76 A	918.23 ± 196.24 A	1837.00 ± 226.20 A
SELVA ALEGRA	64.82 ± 6.17 A	1054.36 ± 179.14 AB	908.00 ± 244.32 B
URITUSINGA	53.31 ± 5.92 A	526.04 ± 172.12 AB	941.00 ± 189.25 B
SAN SIMÓN	51.32 ± 7.55 A	318.92 ± 219.41 B	464.88 ± 211.59 B

Media ± E.E; las letras en común significan que los valores no son estadísticamente diferentes $p > 0.05$ según test de Tukey.

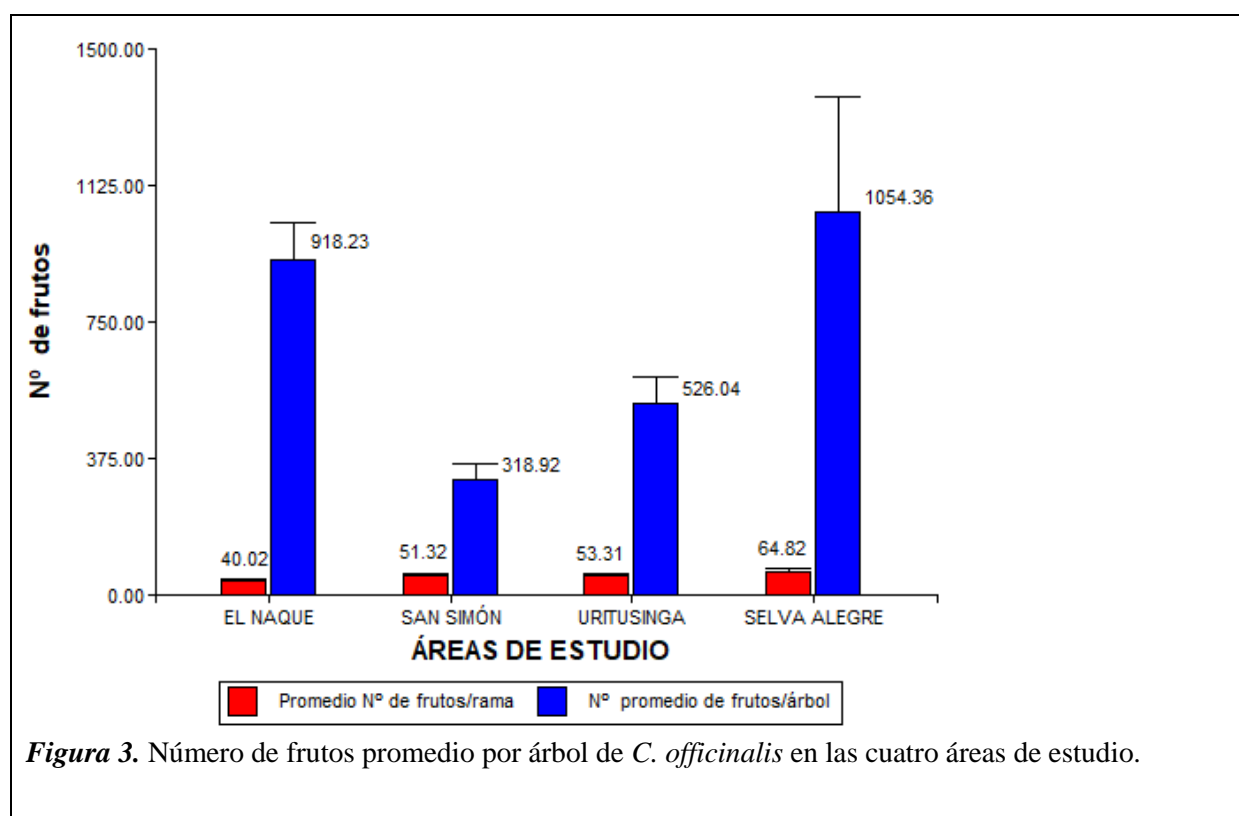


Figura 3. Número de frutos promedio por árbol de *C. officinalis* en las cuatro áreas de estudio.

Los resultados obtenidos según número de frutos/rama en las cuatro áreas de estudio no presentaron diferencias significativas ($p = 0.0760$), pero Selva Alegre presentó el mayor número de frutos/rama con 64.82 ± 6.17 , seguido por Uritusinga con 53.31 ± 5.92 , San Simón con 51.32 ± 7.55 y El Naque fue el área que presentó el menor número de frutos/rama con 40.02 ± 6.76 . Así mismo, se determinó que existen diferencias significativas para el número de frutos por árbol ($p = < 0.0404$), Selva Alegre presentó el mayor número de frutos/árbol 1054.36 ± 179.14 , seguido por El Naque con 918.23 ± 196 , Uritusinga con 526.04 ± 172.12 y San Simón fue el área que presentó el menor número de frutos/árbol con 318.92 ± 219.41 (Tabla 2; Figura 3). Resultados que guardan similitud con los obtenidos por Aponte y San Martín (2011), obtuvieron en *C. officinalis* una producción de 29.74 ± 4.61 frutos/rama y 786.71 ± 209.26 frutos/árbol en el período de mayor intensidad; estudios similares en otras especies forestales siguiendo las normas ISTA fueron reportados por Chamba (2014) en *Prosopis sp.* y

Loxopterygium huasango obtuvieron una producción de frutos/árbol del 430.00 ± 261.43 y 1216.67 ± 349.15 respectivamente, menciona que las variaciones del potencial productivo estuvieron en función del número de ramas fructificadas por especie, el número de frutos por rama y el total de frutos que tienen los individuos dependiendo de la especie, tipo, clase de flor y fruto, de su persistencia en el árbol y su madurez sumado a esto la influencia de factores fisiológicos de cada uno de los individuos, los mismos que estuvieron relacionados con agentes internos y externos.

b) Morfología de semillas: las semillas presentan una forma fusiforme, de testa blanda, con una superficie membranosa, con presencia de alas muy frágiles que se rompen fácilmente y terminan en pequeños tricomas simples de color café amarillento, son livianas con un peso promedio de 0.71 gramos registrado en las cuatro áreas de estudio (Figura 1). El tamaño de las semillas dentro de los rasgos morfológicos ha sido uno de los más estudiados y su importancia radica en la ecología de las plantas al estar asociado con la capacidad de las especies de dispersarse como al de establecerse en un determinado sitio (Alexander, Cummings, Kahn, & Snow, 2001; Leishman, Westoby, & Jurado, 1995). Así también el tamaño y disposición del embrión dentro de la semilla es una clasificación que hasta la actualidad se sigue utilizando como una referencia en estudios de evolución, morfología y dormancia de semillas (Finch-Savage & Leubner-Metzger, 2006; Baskin & Baskin, 2004; Forbis, Floyd, & De-Queiroz, 2002). En el caso de *C. officinalis* el número, la forma, el tamaño y el peso de las semillas son rasgos que están íntimamente relacionados con el tipo de dispersión, han sido relacionadas con la habilidad de alcanzar más y mejores sitios de germinación (Peco, Traba, Levassor, Sánchez, & Azcárate, 2003).

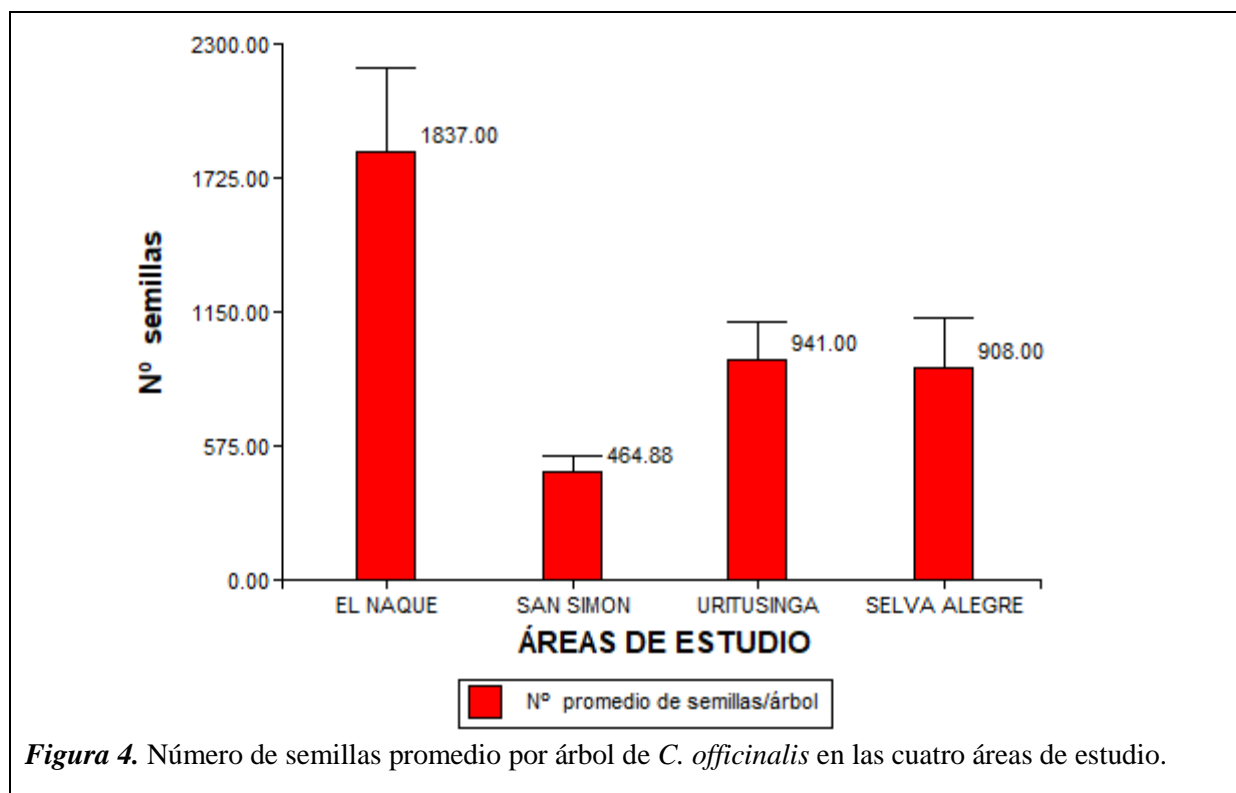


Figura 4. Número de semillas promedio por árbol de *C. officinalis* en las cuatro áreas de estudio.

Los resultados obtenidos según número de semillas/árbol en las cuatro áreas de estudio presentaron diferencias significativas ($p=0.0015$), El Naque presentó el mayor número de semillas/árbol con 1837.00 ± 226.20 , seguido por Uritusinga con 941.00 ± 189.25 , Selva Alegre con 908.00 ± 244.32 y San Simón fue el área que presentó el menor número de semillas/árbol con 464.88 ± 211.59 (Tabla 2; Figura 4). Resultados que no guardan relación con los obtenidos Herrera (2016), en estudios de evaluación de fuentes semilleras de especies nativas, reportaron en el caso de *C. officinalis* 264 semillas/rama y 2640 semillas/árbol; Aponte y San Martín (2011) quienes obtuvieron en *C. Officinalis* una mayor producción de semillas/árbol con 32995.0 ± 8562.46 en el período de mayor intensidad, la

diferencia de los porcentajes del número de semillas/árbol se podría deber posiblemente al estado fitosanitario de los frutos colectadas en las cuatro áreas de estudio, influyendo en el estado de fisiológico de los frutos de *C. Officinalis*, esto es corroborado por Guerrero y Luzón (2012), mencionan que la calidad de semilla está en función del número de ramas fructificadas, el número de frutos por ramas y su madurez sumado a esto la influencia de factores fisiológicos de cada uno de los individuos, los mismos que están relacionados con agentes internos y externos como: viento, temperatura, luz, precipitación, plagas y sustancias nutritivas.

Así también, El Naque fue el área que presentó mayor número de semillas/árbol con respecto a las cuatro áreas, según Dalling (2002) menciona que los árboles con frutos que tienen gran número de semillas muestran mayor probabilidad de contener por lo menos una semilla madura viable y que logre sobrevivir. La alta tasa de variación de semillas/frutos podría deberse a una estrategia de los sistemas de reproducción y establecimiento de las diferentes especies, en algunos taxones se presenta como una respuesta a la asignación de recursos de la planta a las semillas, las fluctuaciones en la disponibilidad de recursos, hace que las plantas opten por modificar el número de semillas antes que su peso (Parker, 1989).

4. Conclusiones

- Se encontraron pequeños remanentes de árboles de *C officinalis*, sobre todo en zonas altas y con poca accesibilidad, con árboles aislados y/o asociados formando manchas de bosque secundario.
- Los árboles presentaron alturas entre 3.4 a 5.9 m, DAP entre 5.0 a 12.4 cm y un estado fitosanitario bueno.
- El potencial de producción alcanzó en promedio entre 318.92 a 1054.36 frutos/árbol y entre 464.88 a 1837.00 semillas/árbol.
- Los árboles provenientes de El Naque presentaron las mejores características dasométricas, fitosanitarias y buen potencial productivo, considerándolos como árboles semilleros de *C. officinalis* para producción de semillas de calidad para ser utilizadas como material de partida en cultivo *in vitro*, con el ánimo de aportar a la conservación y restauración de la especie.

5. Referencias

- Aguirre, C., & Fassbender, D. (2012). *Árboles semilleros, árboles plus. Consideraciones básicas para la selección y manejo de árboles semilleros*. Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Alexander, H., Cummings, C., Kahn, L., & Snow, A. (2001). Seed size variation and predation of seeds produced by wild and crop-wild sunflowers. *American Journal of Botany*, 88(4), 623-627. doi: 10.2307/2657061
- Andersson, L., & Taylor, C. (1994). Rubiaceae: Cinchonea-Coptosapeltea flora of Ecuador. En G. Harling, & L. Andersson, *Flora of Ecuador* (pp. 62:1-319). Quito: University of Gothenburg Riks museum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Aponte, R., & Sanmartin, J. (2011). *Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas, con potencial productivo maderable y no maderable del bosque protector el bosque de la parroquia san pedro de Vilcabamba, Loja*. Tesis: Facultad Forestal. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. Retrieved from <http://dspac.e.unl.edu.ec/handle/123456789/5345>
- Baskin, C., & Baskin, J. (2014). *Seeds: Ecology, biogeography and evolution of Dormancy and Germination*. Kentucky, USA: Elsevier. Retrieved from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vXfNCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Baskin,+C.,+%26+Baskin,+J.+\(2014\).+Seeds:+Ecology,+biogeography+and+evolution+of+Dormancy+and+Germination](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vXfNCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Baskin,+C.,+%26+Baskin,+J.+(2014).+Seeds:+Ecology,+biogeography+and+evolution+of+Dormancy+and+Germination)

tion.+Kentucky,+USA:+Elsevier.&ots=qgdZbGRqc&sig=oqkVgmdDnpTHd52vm9CzXeEPJT4#v=onepage&q&f=false

- Bhojwani, S., & Santu, P. (2013). *Plant tissue culture: an introductory test*. Springer. Retrieved from <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-81-322-1026-9>
- Chamba, P. (2014). *Estudio fenológico y análisis de calidad de semillas de tres especies forestales nativas, promisorias del bosque seco, provincia de Loja*. Tesis: Facultad Forestal. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. Retrieved from <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12374/1/Patricia%20del%20Roc%20C3%ADo%20Chamba%20Romero.pdf>
- Cornejo, X., & Jaramillo, T. (2011). Rubiaceae. En S. León-Yáñez, R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa, & H. Navarrete, *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador* (2a ed., pp. 761-766). Quito: Publicaciones del Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Retrieved from http://www.academia.edu/34552605/LIBRO_ROJO_de_las_plantas_end%C3%A9micas_del_Ecuador
- Dalling, J. (2002). Ecología de semillas. En M. Guariguata, & G. Catan, *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales* (pp. 345-375). Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2010). InfoStat versión. Argentina.: Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba.
- Donadio, M., & Demattê, M. (2000). Morfología de frutos, sementes, e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia Nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.) - Fabaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, 22(1), 64-73.
- Finch-Savage, W., & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171, 501-523. doi: 10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x
- Forbis, T., Floyd, S., & De-Queiroz, A. (2002). The evolution of embryo size in angiosperms and other seed plants: implications for the evolution of seed dormancy. *Evolution*, 56, 2112–2125. doi: 10.1554/0014-3820(2002)056[2112:T EOESI]2.0.CO;2
- Garmendia, A. (2005). *El Árbol de la Quina (Cinchona spp.): Distribución, caracterización de su hábitat y arquitectura*. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Garnier, E., Cortez, J., Billès, G., Navas, M., Roumet, C., & Toussaint, J. (2004). Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. *Ecology*, 85, 2630–2637. doi: 10.1890/03-0799
- Guerrero, C., & López, F. (1993). *Árboles nativos de la provincia de Loja*. Loja, Ecuador: Fundación ecológica ARCOIRIS.
- Guerrero, J., & Luzón, D. (2012). *Evaluación de los principales productos forestales no maderables de origen vegetal de la cuenca del río San Francisco*. Tesis: Facultad Forestal Zamora, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. Retrieved from <http://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/5341>
- Herrera, C. (2016). Evaluación de fuentes semilleras de especies forestales nativas, como apoyo a programas y políticas de reforestación de la provincia de Loja. Tesis: Master en Desarrollo Rural. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. Retrieved from <http://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/9919>

- Jørgensen, P., & León-Yáñez, S. (1999). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 75,1-7. Retrieved from <http://www.mobot.org/mobot/research/Ecuador/historysp.shtml>
- Leishman, M., Westoby, M., & Jurado, E. (1995). Correlates of seed size variation a comparison among 5 temperate floras. *Journal of Ecology*, 83(3), 517–529. doi: 10.2307/2261604
- León, O. (2011). Identificación y Caracterización de Fuentes Semilleras de *Ilex kunthiana* y *Centronia brachycera*, y Reintroducción de plántulas de *Prunus buxifolium*. Bogotá, Colombia: Jardín Botánico “José Celestino Mutis”.
- Loján, L. (1992). *Microcuencas y flora del Ecuador. El verdor de los Andes*. Quito, Ecuador: Proyecto de Desarrollo Forestal Participativo en los Andes.
- Madsen, J. (2002). Historia cultural de la cascarilla de Loja. En Z. M. Aguirre, *Botánica Austroecuatorial: estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe* (pp. 385-399). Quito: Ediciones AbyaYala. Retrieved from <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/3657>
- Moreno, C. (1996). *Vida y obra de granos y semillas*. México: Secretaría de Educación, Pública, Fondo de Cultura Económica, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Morocho, M., & y Quinde, F. (2004). *Establecimiento y manejo de Fuentes semilleras de especies nativas del Cañar*. Cañar, Ecuador: FOSEPOR/COSUDE-INTERCOOPERATION. H. Consejo Provincial del Cañar.
- Murch, S., Krishnaraj, S., & Saxena, P. (2000). Phytomaceuticals mass production, standardization and conservation. En G. Sujatha, & B. Ranjitha, *Effect of phytohormones on micropropagation of Artemisia vulgare L*. *Acta Physiol Plant*. 29, 189-195. doi: 10.1007/s00299000
- Ordóñez, L., Aguirre, N., & Hofstede, R. (2001). *Sitios de recolección de semillas forestales andinas del Ecuador*. Ecuador: Editorial Abya Yala. Retrieved from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SPX4gZrSoAsC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Ord%C3%B3%C3%B1ez,+L.,+Aguirre,+N.,+%26+Hofstede,+R.+\(2001\).+Sitios+de+recolecci%C3%B3n+de+semillas+forestales+andinas+del+Ecuador.+Ecuador:+Editorial+Abya+Yala.&ots=rfNa8cNgrq&sig=ZZUIL-iiHomQRniQJyrQvI-twGg#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SPX4gZrSoAsC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Ord%C3%B3%C3%B1ez,+L.,+Aguirre,+N.,+%26+Hofstede,+R.+(2001).+Sitios+de+recolecci%C3%B3n+de+semillas+forestales+andinas+del+Ecuador.+Ecuador:+Editorial+Abya+Yala.&ots=rfNa8cNgrq&sig=ZZUIL-iiHomQRniQJyrQvI-twGg#v=onepage&q&f=false)
- Parker, K. (1989). Height structure and reproductive characteristic of senita *Lophocereus schottii* (Cactaceae) in southern Arizona. *The Southwestern Naturalist*, 34, 392–401. doi: 10.2307/3672168
- Peco, B., Traba, J., Levassor, C., Sánchez, M., & Azcárate, F. (2003). Seed size, shape and persistence in dry Mediterranean grass and scrublands. *Seed Science Research*, 13(1), 87–95. doi: 10.1079/SSR2002127
- Vozzo, J. (2005). *Tropical Tree seed manual*. EEUU: United States Department of Agriculture, Forest Service.