

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

LIBRO DE RESÚMENES

**III SIMPOSIO INTERNACIONAL Y IV SIMPOSIO
NACIONAL**

**"RESCATE DEL ÁRBOL DE LA QUINA: RETOS Y
OPORTUNIDADES"**

22 y 23 de junio de 2023



**III SIMPOSIO INTERNACIONAL Y IV SIMPOSIO NACIONAL
"RESCATE DEL ÁRBOL DE LA QUINA: RETOS Y
OPORTUNIDADES"**

22 y 23 de junio de 2023

COMITÉ ORGANIZADOR

Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo

Dr. Lenin Quiñones Huatangari

Mg. Franklin Hitler Fernandez Zarate

Ing. Tito Sanchez Santillan

Dr. Segundo Primitivo Vaca Marquina

**LIBRO DE RESÚMENES DEL III SIMPOSIO INTERNACIONAL Y
IV SIMPOSIO NACIONAL "RESCATE DEL ÁRBOL DE LA QUINA:
RETOS Y OPORTUNIDADES"**

Editores: Franklin Hitler Fernandez Zarate, Annick Estefany Huaccha Castillo, Lenin Quiñones Huatangari

Derechos reservados © 2023

Edición de:

© Universidad Nacional de Jaén. Fondo Editorial

Dirección: Km. 24 de la carretera Jaén-San Ignacio, Cajamarca-Perú

www.unj.edu.pe

1ra. Edición digital – julio 2023

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°: 2023-06861

ISBN: 978-612-48908-3-3

Derechos reservados, prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso de los editores. El contenido de los artículos publicados en este libro es responsabilidad exclusiva de sus autores.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

COMISIÓN ORGANIZADORA

Hugo Wenceslao Miguel Miguel
Presidente

Segundo Primitivo Vaca Marquina
Vicepresidente Académico

Pedro José Rodenas Seytuque
Vicepresidente de Investigación

INSTITUCIONES REPRESENTADAS

Botanic Gardens Conservation Internacional (BGCI), United Kingdom.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Villavicencio, Meta, Colombia.

Dirección de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal del SERFOR del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Perú.

Universidad Nacional Autónoma de Chota, Cajamarca, Perú.

Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, Bagua, Perú.

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú.

Fundación Gloria Winñay, Perú.

Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Instituto de Biología Molecular y Biotecnología - Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Instituto de Investigación de Ciencia de Datos, Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú.

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Perú.

Laboratorio de Micropropagación Vegetal, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

Proyecto Cascarilla.Ec, 110103 Loja, Ecuador.



ÍNDICE

| | Pág. |
|---|-----------|
| PRESENTACIÓN | 10 |
| INTRODUCCIÓN | 12 |
| I. EJE TEMÁTICO: ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DEL ÁRBOL DE LA QUINA | 14 |
| DOMESTICACIÓN DE <i>Cinchona officinalis</i> L.: UNA INICIATIVA DE CONSERVACIÓN DEL PROYECTO CASCARILLA.EC..... | 15 |
| EFECTO DE LOS HONGOS MICORRÍDICOS ARBUSCULARES NATIVOS Y ABONOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO DE <i>Cinchona Officinalis</i> L. EN INVERNADERO | 17 |
| <i>Cinchona anderssonii</i> , REGENERACIÓN Y REPOBLAMIENTO DE UNA ESPECIE QUE CRECE DONDE LA MINERÍA REPRESENTA EL MAYOR RIESGO PARA SU SOBREVIVENCIA | 19 |
| CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE <i>Cinchona</i> EN LOS ÚLTIMOS DOS SIGLOS EN EL NORTE DE LOS ANDES..... | 22 |
| CALIDAD DE SITIO DE <i>Cinchona</i> sp., EN RELACIÓN A VARIABLES EDAFOCLIMÁTICAS EN EL BOSQUE MONTANO LA PALMA, PROVINCIA DE CHOTA..... | 23 |
| II. EJE TEMÁTICO: MANEJO SILVICULTURAL DEL ÁRBOL DE LA QUINA | 25 |
| ANÁLISIS DE CURVAS DE GERMINACIÓN DE <i>Cinchona officinalis</i> L. (RUBIACEAE) MEDIANTE MODELOS MATEMÁTICOS SIGMOIDALES | 26 |
| ESTIMACIÓN NO DESTRUCTIVA DEL ÁREA FOLIAR Y PESO DE LAS HOJAS DE <i>Cinchona officinalis</i> L. (RUBIACEAE) BASADO EN MODELOS LINEALES | 29 |
| III. EJE TEMÁTICO: MICROPROPAGACIÓN DEL ÁRBOL DE LA QUINA . | 32 |
| GERMINACIÓN IN VIVO DE <i>Cinchona officinalis</i> L., PROVENIENTE DE TRES RELICTOS BOSCOSOS DE LA PROVINCIA DE LOJA. | 33 |

IV. FOTOGRAFÍAS DEL III SIMPOSIO INTERNACIONAL Y IV SIMPOSIO NACIONAL "RESCATE DEL ÁRBOL DE LA QUINA: RETOS Y OPORTUNIDADES" 35

PRESENTACIÓN

¿Qué implica rescatar a un grupo de especies? Conocer sus aspectos fundamentales ecológicos y evolutivos que informarán y asegurarán sus aspectos aplicados; el manejo de silvicultura y la propagación de los especímenes para el cultivo de las especies. Así aseguramos su conservación.

El árbol de la quina o cascarilla (*Cinchona* spp., Rubiaceae) es un grupo de especies dentro de la familia del café. Este grupo es originario de los Andes, los pueblos indígenas y locales usan la corteza, abundante en quinina, principalmente para fines medicinales para mejorar las fiebres. Con la invasión europea, este género jugó un papel importante social y económico para el desarrollo de los imperios europeos permitiéndoles colonizar regiones tropicales plagadas con malaria. A finales del siglo XIX, el primer cartel farmacéutico se estableció para mantener el monopolio de comercialización de quinina por empresarios de Alemania. Luego el cartel pasó a manos de compañías de los Países Bajos que fue el primer caso de colonización corporativa de la salud pública por una empresa privada. A pesar de la gran importancia biocultural para nuestros pueblos, y económica y farmacéutica para los poderes europeos de este género, todavía no se ha elucidado muchos procesos biológicos y etnobotánicos. Debido, por ejemplo, a la compleja taxonomía de *Cinchona* spp, la difícil cultivación fuera de su hábitat y sus limitadas poblaciones nativas en la actualidad. ¿Eso significa que este género no se estudia?

No. Hay una comunidad de biólogos, genetistas, historiadores, horticultores y artistas que investigan la cascarilla desde sus perspectivas, de forma interdisciplinaria y colaborativa. Algunos apoyados por gobiernos, organizaciones no gubernamentales y hasta creando sus propios emprendimientos. Hacemos uso de tecnologías moleculares, secuenciación, diversidad bacteriana, georreferencia, modelos matemáticos, etc. Estas tecnologías nos permiten explorar de forma profunda y confiable nuestras perspectivas. Y cada perspectiva es crítica para entender mejor los procesos biológicos del árbol de la quina y el parentesco que tenemos con él, de acuerdo a nuestras cosmovisiones en América del Sur.

Este libro es para quienes quieren conocer los últimos estudios sobre los aspectos fundamentales y prácticos de este género en nuestra región. Esto puede sonar trivial y muy específico, pero no lo es. La investigación es un trabajo lento, pero es extremadamente

gratificante, urgente debido a la crisis ecológica y climática que vivimos, y nos conecta con las plantas que estudiamos. Los resultados presentados en este libro de resúmenes serán la base de futuros resultados que permitirán el rescate del árbol de la quina. “Solo se quiere lo que se conoce” y si conocemos a las especies, las podremos conservar y manejarlas de forma sostenible como lo hacían nuestros ancestros y lo siguen practicando nuestros pueblos originarios.

Nataly Allasi Canales *
Investigadora postdoctoral
Museo de Historia Natural de Dinamarca (Universidad de Copenhague) y Royal Botanic
Gardens, Kew; *allasicanales@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El libro de resúmenes del III Simposio Internacional y IV Simposio Nacional "Rescate del Árbol de la Quina: Retos y Oportunidades", es una obra que concentra las investigaciones y reflexiones más recientes y relevantes respecto al estudio y conservación del árbol de la Quina o Cascarilla, *Cinchona sp.*

El primer eje temático, "Ecología y Conservación del Árbol de la Quina", pone en relieve la importancia biológica de la Quina. Este conjunto de estudios explora temas desde la domesticación de la especie como una estrategia de conservación, hasta la relevancia de los hongos micorrízicos arbusculares y abonos orgánicos en su desarrollo. Se presta especial atención al papel de *Cinchona anderssonii* en áreas amenazadas por la minería y la evolución de la distribución de *Cinchona* en los Andes durante los últimos dos siglos.

El segundo eje temático, "Manejo Silvicultural del Árbol de la Quina", se centra en la investigación y gestión de los procesos de desarrollo del árbol. El análisis de las curvas de germinación a través de modelos matemáticos sigmoideales y la estimación no destructiva del área foliar y peso de las hojas de *Cinchona officinalis* L., reflejan la aplicación de las matemáticas y modelización a los problemas de conservación.

En el tercer eje temático, "Micropropagación del Árbol de la Quina", se aborda el importante desafío de la propagación y la germinación de la especie. Estas investigaciones se centran en el desarrollo in vitro de *Cinchona officinalis* L., proporcionando información valiosa para potenciar las técnicas de micropropagación, esenciales para la conservación de esta especie.

Finalmente, se incluye una sección fotográfica que ilustra de manera vívida el desarrollo de este simposio internacional, ofreciendo una perspectiva visual enriquecedora del contexto en el que estos trabajos de investigación y conservación tuvieron lugar.

Este libro de resúmenes constituye una herramienta de aprendizaje vital y un estímulo para el compromiso continuo en el rescate de este árbol emblemático. El rescate de la Quina no sólo es una cuestión de preservación de la especie, sino que es esencial para la salud de nuestros ecosistemas y para el bienestar humano. Esperamos que esta obra sirva para consolidar una sólida base de conocimientos que apoye la conservación efectiva del árbol de la Quina en los años venideros. El árbol de la Quina, con su rica historia y sus innumerables

beneficios medicinales, ecológicos y económicos, requiere una atención especial. Su conservación es una tarea primordial no sólo desde una perspectiva ecológica, sino también para preservar su valor económico y la biodiversidad asociada.

Por lo tanto, invitamos a nuestros lectores a sumergirse en los retos y oportunidades que presenta el rescate de la Quina, a través del estudio detallado y la discusión rigurosa contenida en este libro.

Darwin Alexander Puch; Cofrep Ph.D. *

Investigador principal del proyecto CASCARILLA EC.; *darwin.pucha@unl.edu.ec

**I. EJE TEMÁTICO: ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DEL ÁRBOL
DE LA QUINA**

DOMESTICACIÓN DE *Cinchona officinalis* L.: UNA INICIATIVA DE CONSERVACIÓN DEL PROYECTO CASCARILLA.EC.

Pucha Cofrep, Darwin¹^{*}, Pucha Cofrep, Marx¹, Pucha Cofrep, Franz¹, Pucha Cofrep, Katherine¹

¹ Proyecto Cascarilla.Ec, 110103 Loja, Ecuador.

*Autor de correspondencia: info@cascarilla.ec

RESUMEN

La explotación y uso indiscriminado de *Cinchona officinalis* L. (cascarilla) en la región sur de Ecuador sitúa en riesgo a esta especie, que tiene un alto valor cultural, etno-biológico y terapéutico a nivel local y regional. El uso de cascarilla por sus propiedades antipalúdicas, analgésicas, antiirreumáticas, antiinflamatorias y antipiréticas en patologías como malaria o paludismo (Brunton L. & Laurence, 2006) data desde la conquista de América en el siglo XVI hasta la pandemia SARS-COV2 (COVID-19) en los dos últimos años para el tratamiento sintomático de esta enfermedad por su alto contenido de quinina, alcaloides en su corteza (González et al. 2023), e hidroxiclороquina, que constituye un fármaco sintético antipalúdico y antiirreumático estudiado desde 1934 en Alemania y en 1943 en Estados Unidos (Brunton L. & Laurence, 2006). Cada vez es más difícil encontrar esta especie en los remanentes boscosos donde aún sobrevive (Cueva et al 2019), y su bajo poder germinativo la hace vulnerable a la extinción. Es por ello, que nace el proyecto Cascarilla.Ec para iniciar un proceso de domesticación y recuperación de esta especie para su conservación ex situ. El objetivo es conservar la *Cinchona officinalis* L. por medio de transferencia del conocimiento a la comunidad en por medio de su siembra y manejo en su casa o jardín. Para ello, nuestro proyecto brindará la asesoría, soporte técnico y seguimiento a cada persona que adquiera la planta a través de nuestra plataforma virtual. Nuestro proyecto busca crear una cultura de manejo y uso sostenible de esta especie simbólica de Ecuador.







Palabras clave: *Cinchona officinalis*, cascarilla, *Cinchona*, quina, domesticación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brunton Laurence L., Lazo John S., Parker Keith L. “Goodman & Gilman. (2006). Las bases farmacológicas de la Terapéutica”. Undécima Edición. McGraw Hill.

- Cueva-Agila, A., Vélez-Mora, D., Arias, D., Curto, M., Meimberg, H., & Brinegar, C. (2019). Genetic characterization of fragmented populations of *Cinchona officinalis* (Rubiaceae), a threatened tree of the northern Andean cloud forests. *Tree Genetics & Genomes*, *15*, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s11295-019-1393-y>
- González-Orozco, C. E., Guillén, E. G., & Cuvi, N. (2023). Changes of *Cinchona* distribution over the past two centuries in the northern Andes. *Royal Society Open Science*, *10*(4), 230229. <https://doi.org/10.1098/rsos.230229>

EFFECTO DE LOS HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NATIVOS Y ABONOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO DE *Cinchona officinalis* L. EN INVERNADERO

Sanchez, Tito¹ , Huamán, María² , Chavez, Segundo³ , Fernandez, Franklin⁴ , Morales, Eli⁵ ,
Huaman, Angel³ 

¹ Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Perú.

² Servicios Generales Jucusbamba E.I.R.L., Perú.

³ Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, Perú.

⁴ Instituto de Investigación de Ciencia de Datos, Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú.

⁵ Facultad de Ciencias Naturales y Aplicadas, Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, Bagua, Perú.

*Autor de correspondencia: titosanchezsantillan@gmail.com

RESUMEN

Los hongos micorrízicos arbusculares nativos (HMA), son potenciales biofertilizadores y bioprotectores, que potencian el crecimiento y desarrollo de las plantas, siendo una alternativa para propagar la quina en ambientes controlados. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de hongos micorrízicos arbusculares y abonos orgánicos en el crecimiento de *Cinchona officinalis* L. en invernadero. El estudio se desarrolló bajo un diseño completo aleatorizado con un arreglo factorial 4A x 3B, donde A: HMA (Leymebamba-LEY, San Jerónimo-SJ y Conila-CON) y B: abonos orgánicos (humus de lombriz – HUM y gallinaza – GALL). Se tuvieron 12 tratamientos y 72 unidades experimentales. Los HMA fueron colectados de poblaciones naturales de quina en la región Amazonas. En invernadero, las plántulas de quina fueron inoculadas con 40 g de HMA y 40 g de abono orgánico. Se encontró que, el inóculo LEY tuvo mejor efecto sobre la altura de planta (9.5 cm) y en la materia seca radicular (64.3 mg). Por su parte, SJ tuvo mejor efecto sobre el área foliar (63.6 cm²) y en la materia seca foliar (233.7 mg). Para el tamaño de raíz, LEY y SJ tuvieron mayor influencia. Las plantas tratadas con HUM y GALL lograron mayor incremento de tamaño de planta y número de raíces; HUM únicamente potenció el tamaño y materia seca radicular y GALL, favoreció la materia seca foliar y área foliar. Se concluye que los HMA nativos, en interacción con abonos orgánicos, favorecieron sustancialmente el crecimiento de quina, logrando propagar plantas vigorosas en ambientes controlados.

Palabras clave: cascarilla, quina, micorrizas autóctonas, Rubiaceae, sostenibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fernandez-Zarate, FH, Huaccha-Castillo, AE, Quiñones-Huatangari, L., Vaca-Marquina, SP, Sanchez-Santillan, T., Morales-Rojas, E., ... & Coronel-Bustamante, D. (2022). Efecto de las micorrizas arbusculares en la germinación y crecimiento inicial de *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae). *Ciencia y tecnología forestal*, 18 (4), 182-189. DOI: <https://doi.org/10.1080/21580103.2022.2124318>
- Sanchez-Santillan, T. (2023). *Efecto de hongos micorrizicos arbusculares y abonos orgánicos en plantas de quina (Cinchona officinalis L.) bajo condiciones de invernadero y vivero*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3198>
- Sanchez, T., Altamirano, M., Huaman, M., Guelac, M., Rojas, K., & Morales, E. (2022). Efecto de micorrizas arbusculares y abonos orgánicos en el comportamiento vegetativo de *Cinchona officinalis* en ambientes controlados. *Revista Científica Pakamuros*, 10(3), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v10i3.311>
- Vallejos-Torres, G., Sánchez, T., García, M. A., Trigoso, M., & Arévalo, L. A. (2019). Efecto de hongos formadores de micorrizas arbusculares en clones de café (*Coffea arabica*) variedad Caturra. *Acta Agronómica*, 68(4), 278-284. DOI: <https://doi.org/10.15446/acag.v68n4.72117>

Cinchona anderssonii, REGENERACIÓN Y REPOBLAMIENTO DE UNA ESPECIE QUE CRECE DONDE LA MINERÍA REPRESENTA EL MAYOR RIESGO PARA SU SOBREVIVENCIA

Maldonado Goyzueta Carla¹^{*}, Quezada Jorque², Alvarez Portugal Daniela³, Linares Siñani Gabriela¹, Blancourt Carlos³, Alvarez de Román Noelia³

¹ Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

² Instituto de Biología Molecular y Biotecnología - Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

³ Botanic Gardens Conservation International (BGCI), United Kingdom.

*Autor de correspondencia: cmaldonado@fcpn.edu.bo

RESUMEN

La minería mecanizada para extraer oro es un problema creciente en Bolivia y que, sumado a otros como la caza ilegal y la creciente demanda de áreas de cultivo, ayuda al incremento de la pérdida de biodiversidad en muchos bosques tropicales. El Madidi, una de las áreas protegidas más grandes de Bolivia y que se encuentra al norte de La Paz, está sufriendo en los últimos años los efectos de la minería ilegal, muchas especies están reduciendo sus poblaciones y muchas otras están desapareciendo, especialmente aquellas endémicas y de distribución restringida. Este es el caso de *Cinchona anderssonii*, especie recientemente descrita y catalogada como especie En Peligro, que además, como otras especies del género, posee propiedades antimaláricas. Esta especie, ha sido registrada sólo en pequeñas poblaciones en el parque Madidi y en una localidad en Corani Pampa (cerca al departamento de Cochabamba) donde al parecer la especie se adaptó pero no tiene una población grande. Siendo que la rehabilitación ecológica parece ser una alternativa para mejorar las poblaciones de *C. anderssonii*, este trabajo tiene la intención de mejorar la población de esta especie a través de la micropropagación y establecimiento de almacigueras en el marco del proyecto: Recuperación de las poblaciones de *Cinchona anderssonii* (Rubiaceae). A la fecha ya se cuenta con un protocolo establecido de germinación in vitro y en almacigueras, además se están realizando pruebas con distintos tipos de biofertilizantes para lograr plantines resistentes que puedan ser transplantados a bosques de la región de Corani Pampa, lugar que, aunque no es el lugar de donde se obtuvieron las semillas, es un lugar más seguro para poder conservar a la especie. Adicionalmente, el proyecto está concentrando esfuerzos en la capacitación no sólo de comunarios del lugar donde se establecerán los plantines, sino que

además se está poniendo mucho énfasis en capacitar a los niños porque creemos que sólo así se podrá crear conciencia de conservación en la población.

Palabras clave: conservación, especie en peligro, micropropagación, regeneración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albán, J. (2013). Etnobotánica de Rubiaceas peruanas. Tesis para optar el título de doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. 78 p.
- Andersson, L. 1998. "A revision of the genus *Cinchona* (Rubiaceae Cinchoneae)". *Memoirs of the New York Botanical Garden* 80 (30): 2-3.
- Galapagos. *Weed Technology* 18(1):1194-1202.
- Cancho, S., Castañeda H., Agüero S., Suni M. & Albán J. (2016). Evaluación de la presencia de micorrizas y esporas en *Cinchona pubescens* "quina o cascarilla" (Rubiaceae). Evento científico. Instituto de Investigaciones de Ciencias Biológicas "Antonio Raimoindi" XXV.
- Cancho, S., (2017). Condiciones que incrementan la germinación de semillas y el vigor de plantines de *Cinchona krauseana* L. Andersson y *Cinchona calisaya* Wedd. (Rubiaceae). Tesis para optar el título profesional en Biología con mención en Botánica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima. 106 p.
- Dávila, L., & Marcelo, F. (2019). Identificación y selección de árboles semilleros de *Cinchona officinalis* L. (quina) en el distrito de Querocoto, Chota – Cajamarca. Tesis de Licenciatura para optar el título profesional en Biología. Universidad Nacional de Cajamarca. 65 p.
- Fernández-Cerna, J. C. (2015). "Efecto de bacterias promotoras de crecimiento vegetal en el cultivo de café (*Coffea arabica* L. var. "Típica" En sus primeros estadios de desarrollo. Tesis para optar el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Fernández, K., Fernández, F., & Olalde, R. R. V. (2010). Micorrización in vitro e in vivo de plántulas de papa (*Solanum tuberosum* var. *alfa*). *Cultivos tropicales* 31(2).
- Fernández-Zárate, F. H., Huaccha-Castillo, A. E., Quiñones-Huatangari, L., Vaca Marquina, S. P., Sanchez-Santillan, T., Morales-Rojas, E., Seminario-Cunya, A., Guelac-Santillan, M., Barturén-Vega, L. M., & Coronel-Bustamante, D. (2022). Effect of arbuscular mycorrhiza on germination and initial growth of *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae). *Forest Science and Technology* 18(4):182-189.
- Figuroa-Santana, I., Planes-Leyva, M., Utría-Borges, E., Calderón-Agüero, J. O., Terry-Lamothe, A. O., & Lores, A. (2004). La biofertilización como herramienta biotecnológica de la agricultura sostenible. *Revista Chapingo Serie Horticultura*

10(1):5-10.

- Gómez, N., Zhingre, C., Quiñonez, E., Loján, P., López, L., Encalada, M., & Aguirre, N. (2019). Aislamiento de caracterización morfológica de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) de zonas ripiarias del Sur del Ecuador: un enfoque a la producción de biofertilizantes. *Revista Del Centro de Estudio y Desarrollo de La Amazonia* 9(1): 1–7.
- González-Armijos, R. (2016). Conservación de plantas regeneradas in vitro y análisis de la variación somaclonal de *Cinchona officinalis*, Linneo Disertación Doctoral en Agronomía. Universidad Politécnica de Madrid. 138p.
- Jiménez, C. A. (2019). Efecto antibacteriano in vitro de los extractos etanólicos de *Cinchona officinalis* (cascarilla) y *Solanum nigrum* (hierba mora) sobre *Staphylococcus aureus* American Type Culture Collection 25923.
- Maldonado, C., Molina, C.I., Zizka, A., Persson, C., Taylor, C.M., Albán, J., Chilquillo, E., Rønsted, N. & Antonelli, A. (2015). Estimating species diversity and distribution in the era of Big Data: to what extent can we trust public databases? *Global Ecology and Biogeography* 24: 973–984
- Maldonado, C., Persson Claes, Alban Joaquina, Antonelli Alexandre & Rønsted Nina. (2017). Phylogeny Predicts the Quantity of Antimalarial Alkaloids within the Iconic Yellow *Cinchona* Bark (Rubiaceae: *Cinchona calisaya*). *Phytotaxa* 297 (2): 203–208
- Maldonado, C., Persson Claes, Alban Joaquina, Antonelli Alexandre & Rønsted Nina. (2017). *Cinchona anderssonii* (Rubiaceae), a new overlooked species from Bolivia. *Phytotaxa* 297 (2): 203–208
- Maldonado, C., Quezada, J., Alvarez-Portugal, D. en prep. Establishment of *Cinchona anderssonii* seed germination protocol by *in vitro* culture
- Martin, W.E. & Gandara, J. (1945). Alkaloid content of Ecuadorian and other American *Cinchona* barks. *Botanical Gazette* 107: 184– 199.
- Moreno-Serrano, J. A., Ruíz, C. P., Guamán, V. H. E., Patiño, J. M., & Arévalo, M. Y. (2018). Caracterización de fuentes semilleras de la especie *Cinchona officinalis* L(Rubiaceae), con fines de propagación in vitro. *TZHOECOEN* 10(3):361-370.
- Sanchez, T., Altamirano, M., Huaman, M., Guelac, M., Rojas, K., & Morales, E. (2022). Efecto de micorrizas arbusculares y abonos orgánicos en el comportamiento vegetativo de *Cinchona officinalis* en ambientes controlados. *Revista Científica Pakamuros* 10(3):1-13.
- Taylor, C.M. (2014). Rubiaceae. In: Jørgensen, P., Nee, M. & Beck, S. (Eds.) Catálogo de las Plantas Vasculares de Bolivia. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 75: 855–878

CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE *Cinchona* EN LOS ÚLTIMOS DOS SIGLOS EN EL NORTE DE LOS ANDES

González-Orozco, Carlos E. 

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de Investigación La Libertad-Km 14 vía Puerto López, Villavicencio, Meta, Colombia.

*Autor de correspondencia: cegonzalez@agrosavia.co

RESUMEN

El género *Cinchona* es importante para la humanidad debido a sus propiedades etnobotánicas, en particular a su capacidad para prevenir y tratar la malaria. Sin embargo, ha habido cambios históricos en la distribución de *Cinchona* en los Andes tropicales que no están documentados. A finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, varios exploradores registraron localidades precisas de *Cinchona* en lo que hoy son Colombia y Ecuador, países que albergan aproximadamente la mitad de las especies del género, incluyendo *C. officinalis*. Comparamos registros históricos y del siglo XX para evaluar si los rangos de elevación, elevación promedio y latitud variaron entre los dos períodos. Se encontró una amplia expansión de 662.5 m en la elevación promedio para *Cinchona* y 792.5 m en el rango de elevación para *C. officinalis*. Estos hallazgos tienen implicaciones para la conservación de especies económicamente importantes y ayudan a comprender los impactos del Antropoceno a lo largo del tiempo.

Palabras clave: biogeografía histórica, cambios de elevación, Andes tropicales, Ecuador, Colombia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

González-Orozco CE, García Guillén E, Cuvi N. 2023. Changes of *Cinchona* distribution over the past two centuries in the northern Andes. R. Soc. Open Sci. 10: 230229.

González -Orozco, C.E. 2021. Biogeographical regions of the genus *Cinchona* L. (Rubiaceae- Cinchoneae). *Novedades Colombianas*, 16, 135-156

González -Orozco, C.E & M Porcel. 2021. Two centuries of changes in Andean crop distribution. *Journal of Biogeography*, 48, 1972-1980

CALIDAD DE SITIO DE *Cinchona sp.*, EN RELACIÓN A VARIABLES EDAFOCLIMÁTICAS EN EL BOSQUE MONTANO LA PALMA, PROVINCIA DE CHOTA

Rufasto Peralta, Yennifer*, Lisbeth, Villena Velásquez, Jim Jairo, Alva Mendoza, Denisse Milagros

*Autor de correspondencia: rufastoyenniferlisbeth@gmail.com

RESUMEN

El género *Cinchona* agrupa 23 especies, de las cuales 19 se encuentran distribuidas en Perú, pese a ser un género apreciado a nivel mundial, se viene degradando sus hábitats de manera acelerada, sin haber realizado investigaciones de la calidad de sitio de estas especies. El objetivo de la investigación es estudiar la calidad de sitio de *Cinchona sp.*, en el bosque montano La Palma, provincia de Chota. Se establecieron cuatro parcelas de 500 m², donde se midieron la altura total y la circunferencia a la altura del pecho de los árboles de *Cinchona sp.*; asimismo, se obtuvieron muestras de suelo. De los resultados del análisis físico y químico del suelo, variables climáticas y topográficas. Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y el test de Duncan para comparar las diferentes calidades de sitio, asimismo, se ejecutó análisis de correlación, regresión y multivariado, para explicar la relación de las variables edafoclimáticas con la altura de los árboles de *Cinchona sp.* Se determinó que no existe diferencia estadística entre las alturas de los árboles evaluados, por cuanto, se determinó la existencia de una sola calidad de sitio para *Cinchona sp.* en el área de estudio.

Palabras clave: *Cinchona sp.*, calidad de sitio, La Palma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agbeshie, A., y Abugre, S. (2021). Soil properties and tree growth performance along a slope of a reclaimed land in the rain forest agroecological zone of Ghana. ScienceDirect, 11-13.
- Asicona, P. (2013). Evaluación de cuatro sustratos en semilleros de quina (*Chinchona ledgeriana*; Rubiaceae) en Escuintla. Escuintla: [Tesis de grado Universidad Rafael Landívar]. <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/17/Asicona-Pablo.pdf>
- Baridón , E., Marlats, R., Lafranco, J y Pellegrini, A. (2005). Productividad de *Populus*

deltoides en Argiudoles y Hapludoles de la Pampa Húmeda. Relación con índices indirectos de sitio. Redalyc,12,43-53.

Gerardo, A., & Aymard, C. (2019). Breve reseña de los aspectos taxonómicos y nomenclaturales actuales del género *Cinchona* (Rubiaceae -Cinchoneae). Scielo, 43, 234-241.

Huamán, L., Albán, J. y Chilquillo, E. (2019). Aspectos taxonómicos y avances en el conocimiento del estado actual de árbol de la quina (*Cinchona officinalis* L.) en el norte del Perú. Ecología aplicada, 18 (2), 146-153.

Lima, N. (2016). Proceso biotecnológicos para la propagación in vitro de *Cinchona officinalis* L., a partir de diferentes fuentes de material vegetal. Loja: [Tesis para obtener el título Universidad Nacional de Loja]. <https://docplayer.es/91264668-Universidad-nacional-de-loja.html>

Lozada, B y Sentelhes, P. (2008). Modelos de estimación de las temperaturas promedio de la mínima, máxima y media diaria para la región andina de Venezuela. Scielo, 58, 141-153.






Marques, C. (1991). Evaluating site quality of even aged maritime pine stands in northern Portugal using direct and indirect methods. Forest Ecology and Management , 41, 193-204.

Villar, M. Á., Marcelo, F. E y Baselly, J. R. (2018). Estudio silvicultural de la quina *Cinchona officinalis* L. Cajamarca: Crear't S.R.L.

Zevallos, P. (1989). Taxonomía distribución geográfica y status del género *Cinchona* en el Perú. Lima: Universidad Agraria la Molina.

II. EJE TEMÁTICO: MANEJO SILVICULTURAL DEL ÁRBOL DE LA QUINA

ANÁLISIS DE CURVAS DE GERMINACIÓN DE *Cinchona officinalis* L. (RUBIACEAE) MEDIANTE MODELOS MATEMÁTICOS SIGMOIDALES

Lenin Quiñones Huatangari¹ , Annick Estefany Huaccha Castillo² , Franklin Hitler Fernandez Zarate³ 
, Eli Morales Rojas¹ , Jenny Del Milagro Marrufo Jiménez³ , Leslie Lizbeth Mejía Córdova³ 

¹ Instituto de Investigación de Ciencia de Datos, Universidad Nacional de Jaén, Jaén-Perú.

² Facultad de Ciencias Naturales y Aplicadas, Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua (UNIFSLB), Bagua 01721, Perú.

³ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú.

*Autor de correspondencia: lenin.quinones@unj.edu.pe

RESUMEN

La germinación de semillas es el fenómeno fundamental que determina el éxito del crecimiento y desarrollo de cada especie vegetal, más aún en *Cinchona officinalis* que es una especie forestal que destaca por su importancia medicinal. El objetivo del trabajo fue determinar el mejor modelo matemático sigmoideal que describa la germinación de *C. officinalis*. Se empleó un diseño completamente al azar con seis tratamientos y tres réplicas por tratamiento; se necesitaron 100 semillas de *C. officinalis* por cada réplica y 1800 semillas en el ensayo. El análisis de regresión de datos se realizó utilizando los modelos sigmoideales Gompertz, logístico y von Bertalanffy descritos en la librería easynls del Software Rstudio. Se obtuvo el valor de Akaike (AIC) y R^2 para los tres modelos respecto a los seis tratamientos; para el modelo de Gompertz el R^2 varía de 0.991 a 0.997, para el modelo Logístico el R^2 va desde 0.984 a 0.993 y para el modelo de von Bertalanffy el R^2 fluctúa entre 0.943 a 0.964. Se concluye que la curva de Gompertz puede representar un modelo general para los seis tratamientos de germinación de *C. officinalis* debido a que presenta un mejor comportamiento empleando el criterio de información AIC, el coeficiente de determinación (R^2) y el coeficiente de determinación ajustado (R^2_{aj}).

Palabras clave: regresión no lineal, árbol de la quina, germinación acumulativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS








Benedini, M., & Tsakiris, G. (2013). Water quality modelling for rivers and streams. Springer Science & Business Media.

- Bullied, W. J., Van Acker, R. C., & Bullock, P. R. (2012). Hydrothermal Modeling of Seedling Emergence Timing across Topography and Soil Depth. *Agronomy Journal*, 104(2), 423-436. <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0257>
- Chauhan, B. S., Manalil, S., Florentine, S., & Jha, P. (2018). Germination ecology of *Chloris truncata* and its implication for weed management. *PLOS ONE*, 13(7), e0199949. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199949>
- Conde, M. E., Moreno, J. A., Eras, V. H., Minchala, J., González, D., Yaguana, M., & Valarezo, C. (2017). Multiplicación sexual y asexual de *Cinchona officinalis* L., con fines de conservación de la especie. *TZHOECOEN*, 9(1), 81-93. <https://doi.org/10.26495/rtzh179.121509>
- Desai, H. S., & Chauhan, B. S. (2021). Differential germination characteristics of glyphosate-resistant and glyphosatesusceptible *Chloris virgata* populations under different temperature and moisture stress regimes. *PLoS ONE*, 16(6 June 2021). Scopus. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253346>
- Fernandes, F. A., Silva, É. M., Lima, K. P., Jane, S. A., Fernandes, T. J., & Muniz, J. A. (2020). Parametrizations of the Von Bertalanffy model for description of growth curves. *Brazilian Journal of Biometrics*, 38(3), 369-384. <https://doi.org/10.28951/rbb.v38i3.457>
- Fernandez, F. H., Huaccha, A. E., Barturén, L. M., Quiñones, L., & Sanchez, T. (2022). Efecto del sustrato en la propagación sexual de *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae): Ecosistemas. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2314>
- Fernandez, F. H., Huaccha, A. E. H., Quiñones, L. Q., & Sánchez, T. (2021). Influencia del tamaño de plántula de *Cinchona officinalis* (Rubiaceae) en la supervivencia y deformación del tallo posterior al repique. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 9(3), 412-422.
- Galán, J. M. G. y, Prada, C., Martínez-Calvo, C., & Lahoz-Beltrá, R. (2015). A Gompertz regression model for fern spores germination. *Anales Del Jardín Botánico de Madrid*, 72(1), e015-e015. <https://doi.org/10.3989/ajbm.2405>
- Izquierdo, J., Bastida, F., Lezaún, J. M., Sánchez del Arco, M. J., & Gonzalez-Andujar, J. L. (2013). Development and evaluation of a model for predicting *Lolium rigidum* emergence in winter cereal crops in the Mediterranean area. *Weed Research*, 53(4), 269-278. Scopus. <https://doi.org/10.1111/wre.12023>
- Kaps, M., & Lamberson, W. R. (2017). *Biostatistics for animal science*. Cabi.
- Kocira, S. (2018). Concepts and methods of mathematical modelling of plant growth and development. *Plant Germination – Part II. Agricultural Engineering*, 22(3), 21-28. <https://doi.org/10.1515/agriceng-2018-0023>
- Sikandar, S., Sami, U., Sajjad, A., Ajmal, K., Muhammad, A., & Hassan, S. (2021). Using mathematical models to evaluate germination rate and seedlings length of chickpea seed (*Cicer arietinum* L.) to osmotic stress at cardinal temperatures. *PLoS ONE*, 16(12).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260990>

- Simón Minguez, F. (2016). Procesos de difusión Logístico y Gompertz. Métodos numéricos clásicos en la estimación paramétrica [Tesis de Maestría]. Universidad de Granada.
- Smithers, E. T., Luo, J., & Dyson, R. J. (2019). Mathematical principles and models of plant growth mechanics: From cell wall dynamics to tissue morphogenesis. *Journal of Experimental Botany*, 70(14), 3587-3600. <https://doi.org/10.1093/jxb/erz253>
- Tjørve, K. M. C., & Tjørve, E. (2017). The use of Gompertz models in growth analyses, and new Gompertz-model approach: An addition to the Unified-Richards family. *PLoS ONE*, 12(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178691>
- Vásquez, J. H., Lápiz, E., Barboza, M. K. Y., Vásquez, S. N., & Quispe, L. M. (2018). Comparación de sustratos en la propagación sexual y asexual del árbol de la quina (*Cinchona officinalis*). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2(3), 77-85. <https://doi.org/10.25127/aps.20183.407>

ESTIMACIÓN NO DESTRUCTIVA DEL ÁREA FOLIAR Y PESO DE LAS HOJAS DE *Cinchona officinalis* L. (RUBIACEAE) BASADO EN MODELOS LINEALES

Annick Estefany Huaccha-Castillo¹, Franklin Hitler Fernandez-Zarate^{2,*}, Luis Jhoseph Pérez-Delgado³, Karla Saith Tantalean-Osores³, Segundo Primitivo Vaca-Marquina⁴, Tito Sanchez-Santillan⁵, Eli Morales-Rojas⁶, Alejandro Seminario-Cunya², Lenin Quiñones-Huatangari¹

¹ Instituto de Investigación de Ciencia de Datos, Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú.

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Autónoma de Chota, Cajamarca, Perú.

³ Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú.

⁴ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

⁵ Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.

⁶ Facultad de Ciencias Naturales y Aplicadas, Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, Bagua, Perú.

*Autor de correspondencia: fran.9615femendez@gmail.com

RESUMEN

Los métodos no destructivos que estiman el área foliar (LA) y el peso (We) de las hojas resultan ser simples, económicos y precisos, y son herramientas potentes en el desarrollo de investigaciones fisiológicas y agronómicas. El objetivo de la investigación fue generar modelos matemáticos que permitan estimar el LA y We de las hojas de *Cinchona officinalis*. Se colectaron 220 hojas de plantas de *C. officinalis* de 10 meses luego del trasplante. A cada hoja se midió el largo, ancho, peso y área foliar. Se tomó un 80% de hojas para formar el conjunto de entrenamiento y el 20% restante como conjunto de validación. El conjunto de entrenamiento fue usado para el ajuste y elección del modelo, mientras que el grupo de validación permitió medir la capacidad predictiva del modelo. El LA y We de las hojas se modelaron usando siete modelos de regresión lineal tomando como base el largo (L) y ancho (W) de las hojas. Además, se calcularon el estadístico que permiten determinar qué tan bueno es el ajuste (R^2 , raíz del error cuadrático medio (RMSE), el criterio de información de Akaike (AIC) y la desviación entre la línea de regresión de lo observado frente a lo esperado de la línea de referencia determinada por el área entre esas líneas (ABL). El análisis permitió seleccionar dos modelos, ambos tomando como variable independiente al W de la hoja: a) $y = 11.521x - 21.422$ ($R^2 = 0.964$, RMSE = 28.162, AIC = 3.480 y ABL = 140.336) y b) $y = 0.2419x - 0.4936$ ($R^2 = 0.928$, RMSE = 0.560, AIC = 37.359 y ABL = 0.029). Finalmente, el LA y el We de las hojas de *C. officinalis* se pueden estimar a través de regresión lineal que involucra el ancho de las hojas, sin embargo, para que el modelo sea más preciso, se

sugiere incorporar factores ambientales, prácticas de manejo en vivero y demás factores de crecimiento, además, se debe probar que tan aplicable es a otras especies de Cinchona.

Palabras clave: árbol de la quina, quina, regresión lineal, morfología de la hoja, modelo de validación.





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albán-Castillo, J., Chilquillo, E., Melchor- Castro, B., Arakaki, M., León, B., & Suni, M. (2020). Cinchona L. «Árbol de la Quina»: Repoblamiento y reforestación en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, 27(3), 423-426. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i3.18697>
- Antunes, W. c., Pompelli, M. f., Carretero, D. m., & DaMatta, F. m. (2008). Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). *Annals of Applied Biology*, 153(1), 33-40. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2008.00235.x>
- Arbizu, C. I., Ferro-Mauricio, R. D., Chávez-Galarza, J. C., Guerrero-Abad, J. C., Vásquez, H. V., & Maicelo, J. L. (2021). The complete chloroplast genome of the national tree of Peru, quina (*Cinchona officinalis* L., Rubiaceae). *Mitochondrial DNA Part B: Resources*, 6(9), 2781-2783. Scopus. <https://doi.org/10.1080/23802359.2021.1969697>
- Baker, B., Olszyk, D. M., & Tingey, D. (1996). Digital Image Analysis to Estimate Leaf Area. *Journal of Plant Physiology*, 148(5), 530-535. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(96\)80072-1](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(96)80072-1)
- Bakhshandeh, E., Kamkar, B., & Tsialtas, J. T. (2011). Application of linear models for estimation of leaf area in soybean [*Glycine max* (L.) Merr]. *Photosynthetica*, 49(3), 405. <https://doi.org/10.1007/s11099-011-0048-5>
- Basak, J. K., Qasim, W., Okyere, F. G., Khan, F., Lee, Y. J., Park, J., & Kim, H. T. (2019). Regression Analysis to Estimate Morphology Parameters of Pepper Plant in a Controlled Greenhouse System. *Journal of Biosystems Engineering*, 44(2), 57-68. <https://doi.org/10.1007/s42853-019-00014-0>
- Blanco, F. F., & Folegatti, M. V. (2005). Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. *Scientia Agricola*, 62, 305-309. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162005000400001>
- Budiarto, R., Poerwanto, R., Santosa, E., Efendi, D., & Agusta, A. (2022). Comparative and Correlation Analysis of Young and Mature Kaffir Lime (*Citrus hystrix* DC) Leaf Characteristics. *International Journal of Plant Biology*, 13(3), Art. 3. <https://doi.org/10.3390/ijpb13030023>
- Canales, N. A., Gress Hansen, T. N., Cornett, C., Walker, K., Driver, F., Antonelli, A., Maldonado, C., Nesbitt, M., Barnes, C. J., & Rønsted, N. (2020). Historical chemical

- annotations of Cinchona bark collections are comparable to results from current day high-pressure liquid chromatography technologies. *Journal of Ethnopharmacology*, 249, 112375. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112375>
- Cóndor, E., de Oliveira, B. H., Loayza Ochoa, K., & Reyna Pinedo, V. (2009). Estudio químico de los tallos de Cinchona pubescens Vahl. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 75(1), 54-63.
- Cristofori, V., Roupshael, Y., Gyves, E. M., & Bignami, C. (2007). A simple model for estimating leaf area of hazelnut from linear measurements. *Scientia Horticulturae*, 113(2), 221-225. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.02.006>
- Fernandez, F. H., Huaccha, A. E., Barturén, L. M., Quiñones, L., & Sánchez, T. (2022). Efecto del sustrato en la propagación sexual de Cinchona officinalis L. (Rubiaceae): *Ecosistemas*, 31(1), Art. 1. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2314>
- Fernandez-Zarate, F. H., Huaccha-Castillo, A. E., Quiñones-Huatangari, L., Vaca-Marquina, S. P., Sanchez-Santillan, T., Morales-Rojas, E., Seminario-Cunya, A., Guelac-Santillan, M., Barturén-Vega, L. M., & Coronel-Bustamante, D. (2022). Effect of arbuscular mycorrhiza on germination and initial growth of Cinchona officinalis L. (Rubiaceae). *Forest Science and Technology*, 0(0), 1-8. <https://doi.org/10.1080/21580103.2022.2124318>
- Liu, Z., Zhu, Y., Li, F., & Jin, G. (2017). Non-destructively predicting leaf area, leaf mass and specific leaf area based on a linear mixed-effect model for broadleaf species. *Ecological Indicators*, 78, 340-350. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.025>
- Lizaso, J. I., Batchelor, W. D., & Westgate, M. E. (2003). A leaf area model to simulate cultivar-specific expansion and senescence of maize leaves. *Field Crops Research*, 80(1), 1-17. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(02\)00151-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(02)00151-X)
- Ma, L., Gardner, F. P., & Selamat, A. (1992). Estimation of Leaf Area from Leaf and Total Mass Measurements in Peanut. *Crop Science*, 32(2), [cropsci1992.0011183X003200020036x](https://doi.org/10.2135/cropsci1992.0011183X003200020036x). <https://doi.org/10.2135/cropsci1992.0011183X003200020036x>
- Marquardt, D. W. (1970). Generalized Inverses, Ridge Regression, Biased Linear Estimation, and Nonlinear Estimation. *Technometrics*, 12(3), 591-612. <https://doi.org/10.1080/00401706.1970.10488699>
- Mela, D., Dias, M. G., Silva, T. I. da, Ribeiro, J., Martinez, A. C. P., & Zuin, A. (2022). Estimation of Thunbergia grandiflora leaf area from allometric models. *undefined*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Estimation-of-Thunbergia-grandiflora-leaf-area-from-Mela-Dias/fb551d9f31f7dc5fd349e8f7cde916b4840132f6>
- Montelatto, M. B., Villamagua-Vergara, G. C., Castanho, F. P., Kawakami, B., Zerbinato, B., Silva, M. A., & Guerra, S. P. S. (2020). Models for leaf area estimation of three forest species in a short coppice rotation. *Acta Ecologica Sinica*, 40(4), 263-267. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2020.04.003>

III. EJE TEMÁTICO: MICROPROPAGACIÓN DEL ÁRBOL DE LA QUINA

GERMINACIÓN IN VIVO DE *Cinchona officinalis* L., PROVENIENTE DE TRES RELICTOS BOSCOSOS DE LA PROVINCIA DE LOJA.

Eras Guamán Víctor Hugo¹ ^{*}, Yaguana Arevalo Magaly¹ ¹, Gonzalez Zaruma Darlin¹ ¹, Zari Arévalo Jimmy Javier² ²

¹Laboratorio de Micropropagación Vegetal, Universidad Nacional de Loja, Loja-Ecuador.

²Tesista del Proyecto de Investigación Cinchona, Universidad Nacional de Loja, Loja-Ecuador.

*Autor de correspondencia: victor.eras@unl.edu.ec

RESUMEN

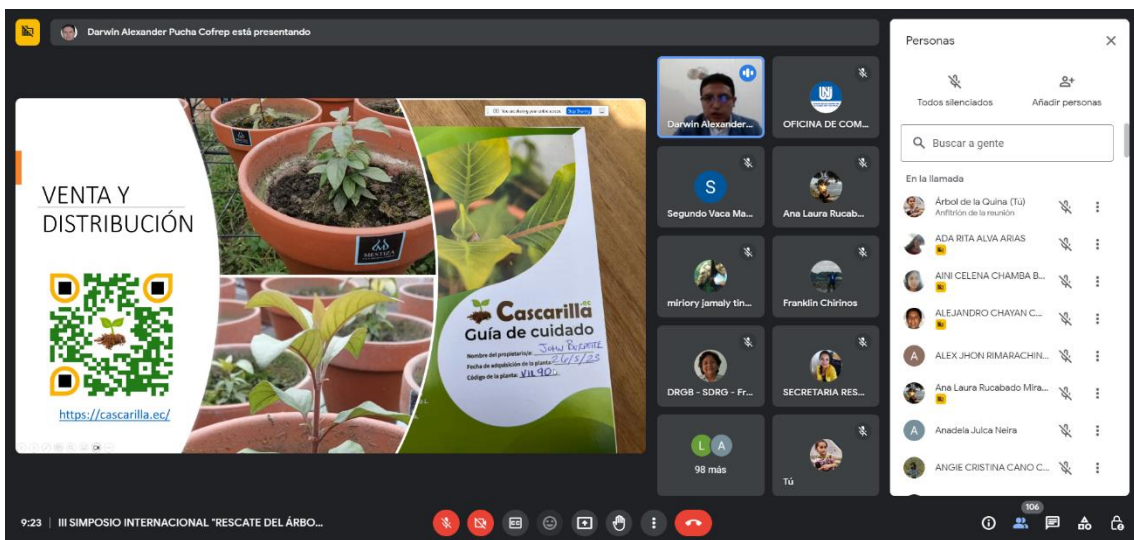
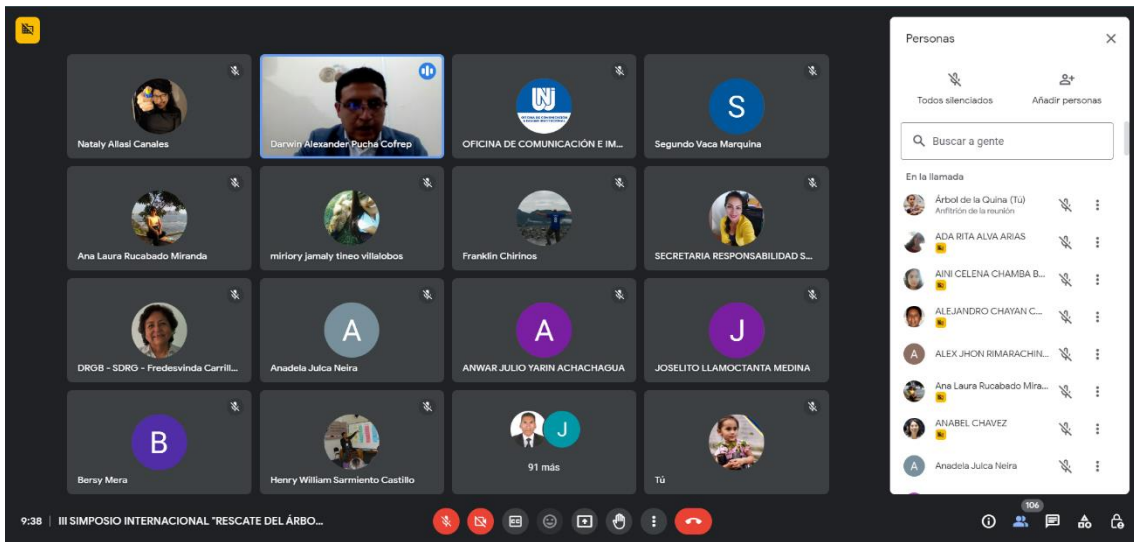
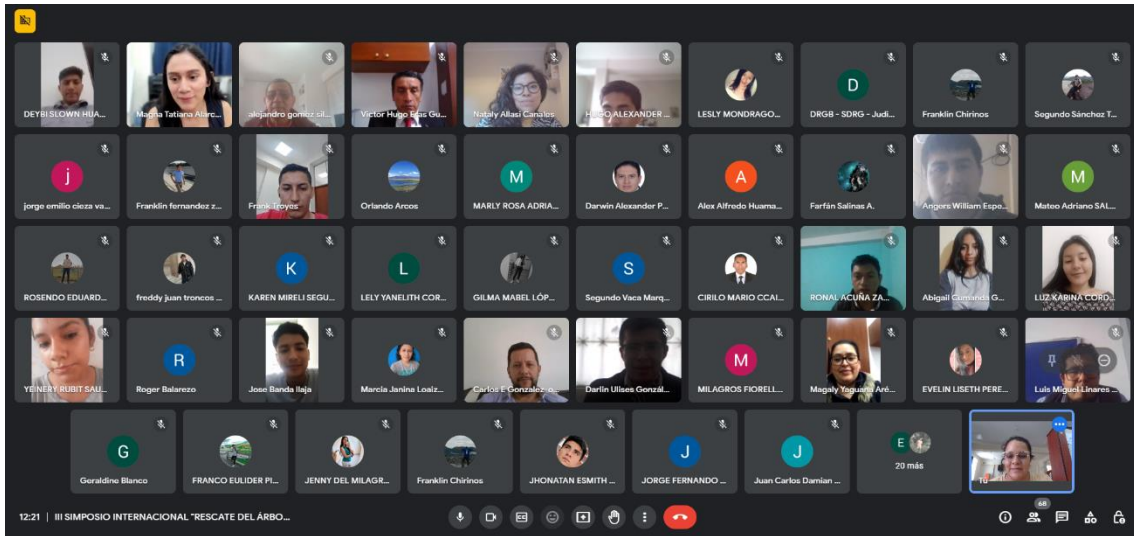
Cinchona officinalis L., es una especie originaria e histórica del Ecuador; por sus múltiples beneficios principalmente por la demanda de su corteza, fue objeto de una explotación severa y su crecimiento está limitado por el desarrollo de actividades antrópicas, como la deforestación, agricultura migratoria, incendios forestales y ganadería, haciéndose más escasa su presencia en las zonas de distribución; a tal punto que, se ha reducido a relictos boscosos, ubicados en lugares escarpados de difícil acceso, como los cerros del Nudo de Cajanuma (Loja) y Uritusinga (Catamayo). Su capacidad de germinación y regeneración en condiciones naturales, es reducida o deficiente, encontrándose únicamente en lugares donde existe la asociación o crecimiento con otro tipo de especies, cuya vegetación está menos alterada, razón por la cual se ejecutó el presente trabajo de investigación, en el invernadero del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, de la Universidad Nacional de Loja, utilizándose para la germinación *in vivo* de la especie, semillas de árboles codificados de tres relictos boscosos de la provincia de Loja (Selva Alegre, Uritusinga y Zamora Huayco), llegándose a determinar que el mayor porcentaje promedio de germinación se presentó en el T2 (arena, tierra y turba, en una proporción 1:1:2) con un 30.74%, e iniciándose el proceso de germinación, en promedio a los 21 días y estabilizándose a los 45 días, concluyéndose que los porcentajes de germinación *in vivo* de la especie fueron bajos.

Palabras clave: *Cinchona*, quina, germinación, semillas, sustrato.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Epiquién Mirbel. (2009). Los últimos árboles de la quina. Biodiversity Perú.
- Madsen, J. E. (2002). Historia cultural de la cascarilla de Loja. Botánica Austroecuatoriana: Estudios sobre los recursos naturales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe, 385–399.
- Loaiza T. y Sánchez E. (2006). La corteza de Loja. Revista Ecuador Terra Incógnita. Quito -Ecuador.
- Aguirre Z, Madsen JE, Cotton E, Balslev H. (eds.) 2002. Botánica Austroecuatoriana: estudios sobre los recursos naturales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora-Chinchipe. Ediciones Abya-Yala, Quito.
- Yucta, M. (2016). Estructura y composición florística asociada al hábitat de crecimiento de *Cinchona officinalis* L. en la provincia de Loja. Tesis Universidad Nacional de Loja.
- Caraguay, K. (2016). Potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja. Tesis de grado previa a la obtención de título de ingeniero forestal. Loja. Ecuador. 90 p.

**IV. FOTOGRAFÍAS DEL III SIMPOSIO INTERNACIONAL Y IV
SIMPOSIO NACIONAL "RESCATE DEL ÁRBOL DE LA
QUINA: RETOS Y OPORTUNIDADES"**



Darwin Alexander Pucha Cofrep está presentando

BUSCA DE FUENTES SEMILLERAS

<https://casarilla.ec/>

Personas

Todos silenciados Añadir personas

- SARA BEATRIZ BOBADILL...
- Segundo Juan Terrones C...
- Segundo Vaca Marquina Artífice de la reu...
- SHIRLEY PETRONILA TRO...
- Tito Sanchez Santillan Artífice de la reu...
- Valery Zapata Carbonell Artífice de la reu...
- WILDER RUIZ GARCÍA
- WILLIAM SUAREZ PEÑA
- YANNER JOLSEN CRUZ C...
- YEINERY RUBIT SAUCEDO...

9:19 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO...

Darwin Alexander Pucha Cofrep está presentando

Muchas gracias por su atención

<https://casarilla.ec/>

Personas

Todos silenciados Añadir personas

Buscar a gente

En la llamada

- Arbol de la Quina (Tú) Artífice de la reu...
- ADA RITA ALVA ARIAS
- AINI CELENA CHAMBA B...
- ALEJANDRO CHAYAN C...
- ALEX JHON RIMARACHIN...
- Ana Laura Rucabado Mira...
- ANABEL CHAVEZ
- Anadela Julca Neira

9:29 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO...

Tito Sanchez Santillan está presentando

Efecto de hongos micorrizicos arbusculares nativos y abonos organicos en el crecimiento de *Cinchona officinalis* L. en invernadero

Mg. Tito Sanchez Santillan
Responsable técnico proyecto 103-2021-FONDECYT

Personas

Todos silenciados Añadir personas

- Tito Sanchez Sa...
- OFICINA DE CO...
- Darwin Alexand...
- Omar Gómez - P...
- Nataly Allasi Can...
- Segundo Vaca M...
- Ana Laura Rucab...
- miriory jamaly ti...
- Franklin Chirinos
- SECRETARIA RE...
- DRGB - SDRG - ...
- Bersy Mera
- Anadela Julca N...
- 90 más

9:46 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO...

Tito Sanchez Santillan está presentando

INTRODUCCIÓN

9:51 III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Tito Sanchez Santillan está presentando

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación
 Anexo Tingo, Cocha-Luya Amazonas
 Latitud 6° 11' 28,48" longitud 77° 59' 4,71" W
 Altitud: 2341 m s.n.m.

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

Tratamientos y diseño

Tabla 1. Distribución de factores y tratamientos en *Cinchona officinalis* L.

| Tratamiento | Factor A: Hongos micorrizicos | Factor B: abono organico | Interacción A x B |
|-------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| T1 | SMA (a ₁) | sin abono (b ₁) | a ₁ b ₁ |
| T2 | SMA (a ₂) | humus de lombriz (b ₁) | a ₂ b ₁ |
| T3 | SM (a ₃) | gallinaza (b ₂) | a ₃ b ₂ |
| T4 | LEY (a ₄) | sin abono (b ₂) | a ₄ b ₂ |
| T5 | LEY (a ₅) | humus de lombriz (b ₂) | a ₅ b ₂ |
| T6 | LEY (a ₆) | gallinaza (b ₃) | a ₆ b ₃ |
| T7 | SI (a ₇) | sin abono (b ₃) | a ₇ b ₃ |
| T8 | SI (a ₈) | humus de lombriz (b ₃) | a ₈ b ₃ |
| T9 | SI (a ₉) | gallinaza (b ₄) | a ₉ b ₄ |
| T10 | CON (a ₁₀) | sin abono (b ₄) | a ₁₀ b ₄ |
| T11 | CON (a ₁₁) | humus de lombriz (b ₄) | a ₁₁ b ₄ |
| T12 | CON (a ₁₂) | gallinaza (b ₅) | a ₁₂ b ₅ |

9:52 III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Tito Sanchez Santillan está presentando

Metodología OE 1 y OE 2

9:57 III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Tito Sanchez Santillan está presentando

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Lira (2019) – ATP – protección - along: Tq Y expansión rad: condic: Adversas (Panikaj et al., 2021)

Figura 5. Efecto de hongos micorrizicos arbusculares y abonos orgánicos en la velocidad de crecimiento de quina

10:02 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Participant list for the first slide:

- Tito Sanchez Sa...
- OFICINA DE CO...
- Omar Gómez - P...
- Nataly Allasi Can...
- Segundo Vaca M...
- Ana Laura Rucab...
- Jorge emilio cie...
- miriory jamaly ti...
- Franklin Chirinos
- SECRETARIA RE...
- DRGB - SDRG - ...
- Bersy Mera
- Anadela Julca N...
- 92 más
- Tú

Tito Sanchez Santillan está presentando

Panel fotográfico

10:13 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Participant list for the second slide:

- Tito Sanchez Sa...
- OFICINA DE CO...
- Omar Gómez - P...
- Nataly Allasi Can...
- Segundo Vaca M...
- Jorge emilio cie...
- alejandra gomez...
- Jholny Carhuato...
- Ana Laura Rucab...
- miriory jamaly ti...
- Franklin Chirinos
- SECRETARIA RE...
- DRGB - SDRG - ...
- 96 más
- Tú

Carla Maldonado Goyzueta está presentando

10:26 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Participant list for the third slide:

- Tito Sanchez S...
- OFICINA DE C...
- Omar Gómez ...
- Nataly Allasi C...
- Segundo Vaca ...
- Carla Maldona...
- alejandra gom...
- Jholny Carhua...
- Jorge emilio cl...
- Ana Laura Ruc...
- miriory jamaly ...
- Franklin Chirin...
- SECRETARIA R...
- DRGB - SDRG ...
- Bersy Mera
- Anadela Julca ...
- ANWAR JULIO ...
- CIRILO MARIO...
- 93 más
- Tú

10:43 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBOL..."

Carla Maldonado Goyzueta está presentando


ACTIVIDADES PENDIENTES

- Control y cuidado de los plantines hasta los 2 años para proceder a la aclimatación
- Establecimiento de vivero en Corani-Pampa
- Talleres de difusión en escuelas
- Reforestación con *C. anderssonii*

Maldonado C., N. Alvarez, J. Quezada, G. Linares & D. Alvarez. Evaluación de la fenología vegetativa y reproductiva de *Cinchona anderssonii*.

Alvarez D., J. Quezada, G. Linares, N. Alvarez & C. Maldonado. Protocolo de germinación in vitro de semillas de *Cinchona anderssonii*


Linares G., D. Alvarez, N. Alvarez, J. Quezada & C. Maldonado. Caracterización de semillas de *Cinchona anderssonii*



10:43 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBOL..."

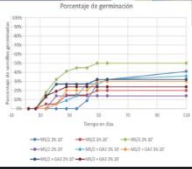
10:31 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBOL..."

Carla Maldonado Goyzueta está presentando



| | NaClO 1% 10 min. | NaClO 1% 20 min. | NaClO 2% 10 min. | NaClO 2% 20 min. |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Medio MS/2 | 20 semillas | 20 semillas | 20 semillas | 20 semillas |
| Medio MS/2 + GA3 | 20 semillas | 20 semillas | 20 semillas | 20 semillas |

Desinfección con NaClO 2% 10min
Medio de cultivo: MS/2 + GA3
(Murashige+Acido giberélico)



10:31 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBOL..."

10:34 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBOL..."

Carla Maldonado Goyzueta está presentando

Se obtuvo un promedio de 33,5 semillas por fruto.

Peso de 100 semillas es en promedio 0,0857 g

En el endospermo se observó un largo y ancho promedio en milímetros de maduras 2,664 – 1,688; semi maduras 2,508 – 1,389 e inmaduras 2,150 – 1,276.

Finalmente, los resultados de la evaluación cualitativa de un total de 300 semillas, 245 semillas contenían el ala completa y 55 incompleta.

13

10:34 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBOL..."

Carla Maldonado Goyzueta está presentando

10:38 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Carla Maldonado Goyzueta está presentando

10:41 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Carlos E Gonzalez-orooco está presentando

10:50 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Carlos E Gonzalez-orooco está presentando

Cronología de la biogeografía

48 years

Linneo 23 May 1707, Caldas 4 Oct 1768, Darwin 12 Feb 1809, Caldas 28 Oct 1816, Darwin 19 April 1882

1800 1900

90 years

Mutis 6 April 1732, Humboldt 14 Sept 1769, Mutis 2 Sept 1808, Wallace 8 Jan 1823, Humboldt 6 May 1859, Wallace 7 Nov 1913

meet.google.com está compartiendo tu pantalla. Dejar de compartir Ocultar

10:53 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Carlos E Gonzalez-orooco está presentando

Resultados: cambios de elevación y latitud en la distribución de Cinchona norte de los andes en dos siglos

Cinchona *Cinchona* *C. officinalis*

Elevation (m)

Elevation range (m)

Late colonial Contemporary Period

Gonzalez-Orooco, García-Guillén, Curi (2023). *J. R. Soc. Open. Sci.*

11:04 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Carlos E Gonzalez-orooco está presentando

Resultados: distribución de ocho cultivos de los mapas de Caldas

Elevation range (m)

Colonial Contemporary Period

Se encontró un cambio significativo de 740.1 metros en el rango de elevación de todos los ocho cultivos, en dos siglos, entre Bogotá y Quito

En todos los casos se observó una expansión del rango de elevación: **Caña de azúcar—1426 m; Cebada—1020 m; Papa—866 m; Yuca—750 m; Plátano—735 m; cacao—430 m; maíz—284 m.**

Gonzalez-Orooco & Porcel (2021). 48: 1972-1980. *Journal of Biogeography*


11:00 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Yennifer Lisbeth Rufasto Paralta está presentando

Determinación de la calidad de sitio


ANOVA
P-val = 0,3501 > 0,05

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------|--------|----|-------|---|---------|
| Modelo | 131,02 | 3 | 43, 1 | | 0,3501 |
| Trat | 131,02 | 3 | 43, 1 | | 0,3501 |
| Error | 276,40 | 8 | 34, 5 | | |
| Total | 407,43 | 11 | | | |



Calidad de sitio en el área de estudio (Test de Duncan)

| Trat | Medias | n | E.E. | Calidad de sitio |
|------|--------|---|------|------------------|
| 2 | 11,67 | 3 | 3,39 | A |
| 4 | 12,34 | 5 | 2,63 | A |
| 1 | 14,75 | 3 | 3,39 | A |
| 3 | 24 | 1 | 5,88 | A |



11:30 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Yennifer Lisbeth Rufasto Paralta está presentando

Género *Cinchona*

Para Huamán *et al.* (2019) el género *Cinchona*, se encuentra conformada por 23 especies, de las cuales 19 se encuentran distribuidas en Perú, asimismo, dos son consideradas endémicas (Suárez Torres, 2018). Huamán *et al.* (2019) anota la presencia de 11 especies de *Cinchona* en Cajamarca y Piura, representando un 48 % del total del género presente en el Perú.


Es oriunda de los andes de Perú, Bolivia, Colombia, Ecuador y Guatemala, creciendo en los rangos altitudinales de 900 a 3400 m s.n.s.m.

Importancia histórica de la quina →

- Cívica
- Medicinal
- Gastronómica

Modelos para evaluar la calidad de sitio

- Calidad de sitio
- Método directo
- Método indirecto




Yennifer Cofina ya puede unirse a esta reunión

11:20 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Victor Hugo Eras Guaman está presentando

2. CARACTERÍSTICAS DE LA CINCHONA



➤ La **cinchona**, o **cascarilla** es una **ESPECIE NATIVA** de los valles andinos de Sudamérica, pertenece a la **familia Rubiaceae** y **CRECE EN PEQUEÑOS RELICTOS BOSCOSOS Y EN POTREROS UBICADOS EN TERRENOS MUY ESCARPADOS.**


➤ La **CASCARILLA**, **quina**, **quina-quina**, **quinina**, "**Polvos de la Condesa**" o "**Polvos de los Jesuitas**", es un árbol pequeño, nativo de los Andes del norte, cuyo hábitat se halla entre los **500 y 2.500 metros** de altura sobre el nivel del mar.

3-23

11:47 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Victor Hugo Eras Guaman está presentando

3. OBJETIVO DE LA PONENCIA



Evaluar la germinación *in vivo* de semillas de *Cinchona officinalis* L., a nivel de invernadero, provenientes de tres relictos boscosos de la provincia de Loja.

11:50 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Victor Hugo Eras Guaman está presentando

4. METODOLOGÍA: CAMPO

1. **Ubicación e identificación** de árboles con características sobresalientes de *Cinchona officinalis*, L., en la provincia de Loja.

❖ **Delimitación de áreas (4 sitios).**

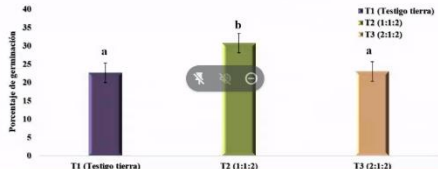


11:51 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Victor Hugo Eras Guaman está presentando

5. RESULTADOS

Porcentaje promedio de germinación *in vivo* de semillas de los árboles seleccionados en los tres sitios de estudio




| Sitio | Porcentaje promedio de germinación (%) |
|---------------------|--|
| T1 (Testigo tierra) | 22.59 |
| T2 (1:1:2) | 30.74 |
| T3 (2:1:2) | 22.59 |

- El mayor porcentaje promedio de germinación se presentó en el T2 con un 30.74 %.
- El menor porcentaje promedio de germinación se presentó en el T1 (TESTIGO) con un 22.59 %.
- El proceso de germinación inició en promedio a los 21 días y se estabilizó a los 45 días.
- Según el ANOVA y la prueba de LSD Fisher, mostró que **si existe diferencia** significativas ($p=0, 0.0350$).

11:57 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Victor Hugo Eras Guaman está presentando

6. CONCLUSIONES



- El mejor tratamiento para la **germinación in vivo** de semillas de *Cinchona officinalis* L., a **nivel de invernadero** fue el **T2** compuesto por **arena, tierra y turba** en una proporción **1:1:2**, alcanzando un porcentaje de germinación del **30,74 %**.
- A **nivel de invernadero** se demostró que la especie *Cinchona officinalis* L., presenta un **mínimo porcentaje de mortalidad** de las plántulas, teniendo como máximo un **10 %** en el periodo de evaluación de 60 días.

20-23

12:00 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Victor Hugo Eras Guaman está presentando

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
LABORATORIO DE MICROPROPAGACIÓN VEGETAL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CINCHONA

AGRADECIMIENTOS:

- ❖ A las Autoridades de la Universidad Nacional (Rector y Vicerrectora).
- ❖ A los Directivos de la Dirección de Investigación de la UNL.
- ❖ Al Equipo Técnico de Investigación del Proyecto Cinchona.
- ❖ A los Tesistas del Proyecto Cinchona.
- ❖ A los Pasantes del Proyecto Cinchona.
- ❖ A Las Juntas Parroquiales de Malacatos y Selva Alegre.
- ❖ A las Comunidades de Uritusinga, Zamora Huayco, El Naque y Selva Alegre.

21-23

12:00 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

10:46 | III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBO..."

Mensajes de la llamada

Permitir a todo el mundo enviar mensajes

Los mensajes solo se muestran a los participantes de la llamada y se eliminan cuando termina

TU 10:45
REGISTRO DE ASISTENCIA: jueves 22 de junio
III SIMPOSIO INTERNACIONAL "RESCATE DEL ÁRBOL DE LA OUNIA"
<https://forms.gle/gw9y92zFk0m3s>
Estimado participante, si desea contar con certificado en calidad de ASISTENTE, por favor cumplir con:
- Pago por certificado: 15.00 soles
- Cuentas a nombre de la Universidad Nacional de Loja
Banco de la Nación: 00291021433
Banco BBVA: 001102810100073179
- Enviar foto del pago a:
arboldeacuana@unl.edu.pe
inproaquana@unl.edu.pe

Envía un mensaje























Fotografía: Malú Cabellos

**LIBRO DE RESÚMENES DEL III SIMPOSIO INTERNACIONAL Y IV
SIMPOSIO NACIONAL "RESCATE DEL ÁRBOL DE LA QUINA: RETOS Y
OPORTUNIDADES"**



ISBN: 978-612-48908-3-3



9 786124 890833