

Fruto, semilla y germinación de *Ladenbergia oblongifolia* (Humb. ex Mutis) L. Andersson “árbol de la quina”

Fruit, seed, and germination of *Ladenbergia oblongifolia* (Humb. Ex Mutis) L. Andersson “quina tree”

Segundo Eloy López-Medina ¹, José Mostacero-León *^{1*}, Armando Efraín Gil-Rivero ¹, Anthony J. De La Cruz-Castillo ¹, Angélica López-Zavaleta ², Luigi Villena-Zapata ³

- Recibido: 12/Ago/2021
- Aceptado: 29/Sep/2022
- Publicación en línea: 02/May/2023

Citación: López-Medina E, Mostacero-León J, Gil-Rivero AE, De la Cruz-Castillo A J, López- Zavaleta A, Villena-Zapata L. 2023. Fruto, semilla y germinación de *Ladenbergia oblongifolia* (Humb. ex Mutis) L. Andersson “árbol de la quina”. Caldasia 45(2):200-207. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v45n2.96266>

RESUMEN

Debido a la presencia de propiedades medicinales, las comunidades peruanas usan indiscriminadamente la corteza de muchas especies de “árbol de la quina” (*Cinchona*, *Ladenbergia* y *Remijia*; Rubiaceae) para combatir enfermedades infecciosas, paludismo e incluso el Covid-19. Esta situación hace importante el desarrollo de investigaciones que contribuyan con la propagación masiva de estas plantas y la reforestación de sus hábitats. Ante ello se propuso como objetivo de investigación estudiar el fruto, semilla y germinación de *Ladenbergia oblongifolia* para contar con recursos eficientes para su cultivo y propagación. El material biológico procedió del distrito de Aramango (Amazonas, Perú), el cual fue transportado al *Herbarium Truxillense* para su determinación y posterior caracterización del fruto, semilla y ensayos de germinación. Con base en los resultados se determinó que los frutos presentan una longitud de 5,75 cm, ancho de 0,74 cm, peso de 1,14 gr y 71 semillas como promedio. Las semillas tienen 1,01 cm de largo, 0,72 cm de ancho, 0,072 · 10⁻² gr de peso promedio y una germinación del 83,3 %. Por tanto, se concluye que el estudio de fruto, semilla y germinación de *Ladenbergia oblongifolia* permite diferenciar a esta especie con otras del género *Cinchona* y *Remijia*; constituyéndose estos hallazgos en una información primordial y fundamental, tanto para su esclarecimiento taxonómico, como para un adecuado manejo agronómico. Este estudio incentiva la puesta en práctica de diversos programas de conservación y reforestación tendientes a fomentar la sostenibilidad de esta especie.

Palabras clave: características de la semilla, morfometría, planta medicinal, quinina

¹ Grupo de investigación Augusto Weberbauer. Laboratorio de Biotecnología del Instituto de Papa y Cultivos Andinos. Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II S/N; Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú, slopezm@unitru.edu.pe, jmostacero@unitru.edu.pe, arivero@unitru.edu.pe, jdelacruz@unitru.edu.pe.

² Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, CP. 15012, Lima, Perú, alopezz@lamolina.edu.pe.

³ Facultad de Ciencias Empresariales, Escuela de Administración, Universidad Cesar Vallejo, Av. Larco 1770, Trujillo 13001, Trujillo, Perú, lvillenaz@ucvvirtual.edu.pe.

* Autor para correspondencia. jmostacero@unitru.edu.pe



ABSTRACT

Due to the presence of medicinal properties, Peruvian communities indiscriminately use the bark of many species of “quina tree” (*Cinchona*, *Ladenbergia*, and *Remijia*; Rubiaceae) to combat infectious diseases such as malaria and even Covid-19. This situation highlights the importance of developing investigations that contribute to the massive propagation of these plants and the reforestation of their habitats. In this context, we aimed to study the fruit, seed, and germination of *Ladenbergia oblongifolia* to have efficient resources for its cultivation and propagation. The biological material came from the district of Aramango (Amazonas, Peru) and was deposited at the *Herbarium Truxillense* for its determination, subsequent characterization of the fruit and seed, and germination tests. Based on the results, it was determined that the fruits have a length of 5.75 cm, a width of 0.74 cm, a weight of 1.14 gr, and 71 seeds on average. The seeds are 1.01 cm long, 0.72 cm wide, 0.072 $\times 10^{-2}$ gr average weight, and 83.3% germination rate. Therefore, it is concluded that the study of the fruit, seed, and germination of *Ladenbergia oblongifolia* allows the differentiation of this species from others of the genera *Cinchona* and *Remijia*. These findings constitute fundamental information both for the taxonomic clarification of *Ladenbergia oblongifolia* and the adequate agronomic management of this species. At the same time, it encourages the implementation of various conservation and reforestation programs aimed at promoting the sustainability of this species.

Keywords: medicinal plant, morphometry, quinine, seed characteristics

Introducción

Ladenbergia oblongifolia (Humb. ex Mutis) L. Andersson, también conocida como “árbol de la quina”, es una especie arbórea o arbustiva perteneciente a la familia Rubiaceae que puede alcanzar hasta 20 m de altura. Esta especie ha sido reportada para Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Venezuela y Perú, entre los 900 a 2500 m.s.n.m., donde conforma el estrato arbóreo medio de los bosques húmedos montanos de climas cálidos, caracterizados por presentar precipitaciones abundantes y nubosidad en casi todo el año. Estas plantas pueden soportar temperaturas bajas de hasta los 6,5 °C y altas de hasta 25 °C (Brako y Zarucchi 1993, García et al. 2010, León 2019, Tropicos c2022).

El tallo de esta especie posee una corteza externa de color marrón oscuro; sus hojas son simples y opuestas, de forma elíptico-ovalada u oblongas, con dimensiones entre siete a 18 cm de ancho y ocho a 27 cm de longitud, glabras, aunque las hay también pubescentes. Las flores poseen pétalos soldados blancos y están dispuestas en tirso umbeliformes terminales. Los frutos son cápsulas elipsoides, dehiscentes, leñosos o coriáceos, con semillas pequeñas y aladas (Andersson 1997, Zarate et al. 2015, Cuví 2018, Remuzgo et al. 2020).

Ladenbergia oblongifolia es ampliamente empleada por los pueblos originarios Andino-amazónicos desde hace más de 400 años debido a sus propiedades medicinales contra afecciones respiratorias, destacándose la malaria o llamadas “fiebres tercianas” y “cuartanas”; así como la hoy temida Covid-19. Estas propiedades se deben a la presencia de alcaloides como la quinina, quinidina, cinconina y cinchonidina, así como de otros metabolitos secundarios conformados por compuestos derivados del ácido benzoico, flavonoles, antraquinonas, iridoides, triterpenos entre otros, que de hecho aperturarán ingentes líneas de investigación dentro de esta rama de la *Scientia amabilis* (Aymard 2019, López et al. 2020b, Remuzgo et al. 2020). A pesar de su importancia, existe aún un gran desconocimiento de sus características principales, particularmente de hojas, frutos y semillas; hecho que ha traído mucha confusión en el aspecto taxonómico de los llamados “árbol de la quina” comprendidos por lo menos en tres géneros de Rubiaceae: *Cinchona*, *Ladenbergia* y *Remijia* (Brako y Zarucchi 1993, Gallego y Diaz 2008, APG 2016, The Plant List c2021). Es así que distintas comunidades peruanas usan indiscriminadamente la corteza de muchas especies de *Cinchona*, *Ladenbergia* y *Remijia* sin importarles la posición taxonómica de los diferentes géneros existentes, ya que de manera general lo denominan “árbol de la quina” (Eras et al. 2019).

El empleo de trozos de corteza es fundamental para la preparación de macerados, denominados “aguardiente”. Esta actividad ha conllevado a la tala y explotación indiscriminada del árbol de la quina, reduciendo las poblaciones a pequeños relictos que sobreviven en los bosques de neblina del Perú (Alfaro-Murillo y León 2020). Esto es relevante si se considera que para la obtención de sus metabolitos responsables de sus propiedades medicinales basta con el empleo de las hojas, por tanto, es innecesario la extracción de la corteza (López et al. 2020b). Al respecto, se debe considerar que, para realizar un uso racional de estas especies, no solamente basta con usar las hojas en lugar de la corteza, sino también debe mejorarse su cultivo masivo y propagación asexual, por medio de esquejes y cultivo *in vitro*. A su vez la propagación sexual mediante el empleo de semillas botánicas y certificadas debe de garantizar la disposición de un buen cultivo (Gallego y Diaz 2008, Barrutia et al. 2020). Por tanto, es necesario conocer las características de frutos y semillas, referidas a sus valores más eficientes de longitud, anchura y peso de los mismos, además de las pruebas de germinación que brindan una primera información sobre la calidad de las semillas (Gil y López 2015). En este contexto, esta investigación se abocó a estudiar los frutos, semillas y germinación de *Ladenbergia oblongifolia* con fines agronómicos y de reforestación.

Materiales y métodos

Recolección y registro

El material biológico tuvo como procedencia las circunscripciones del distrito de Aramango, provincia de Bagua, de la Región Amazonas, lugar donde aún se conservan algunas poblaciones relictas de esta especie. Estas localidades se ubican a los $5^{\circ}24'59''$ Sur y $78^{\circ}26'09''$ Oeste, y una altitud de 500-600 m s. n. m. donde predominan suelos fértiles franco arenosos y arcillosos, con un relieve montañoso y colinado, donde existen condiciones ambientales de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ de temperatura y $86 \pm 6\%$ de humedad relativa. Se consideró como criterio de selección, arboles de más de cinco años de *Ladenbergia oblongifolia*. Se escogieron frutos y semillas con madurez fisiológica, evidencia de ello son frutos cerrados de color marrón o pardo oscuro y las semillas dentro del fruto. El periodo de colecta coincidió en los meses de enero a marzo, coincidiendo con la fructificación plena de *L. oblongifolia*. Por otro lado, se colectaron ramas floríferas de *L. oblongifolia* (Fig. 1), los que debidamente herborizados fueron transportados al *Herbarium Truxillense* de la Universidad Nacional de

Trujillo (HUT) ubicado en la ciudad de Trujillo, Perú; para su determinación taxonómica y registro con el código N° 60 466.

Características de fruto y semilla

Los frutos provenientes del campo se caracterizaron en laboratorio, determinándose tipo de fruto y forma. El peso del fruto y de las semillas se calculó mediante el uso de balanza analítica Ohaus, con un grado de precisión de 0,0001 gr. La longitud y el ancho de los frutos y semillas se calculó mediante el empleo del calibre de precisión Vernier a una escala de medición entre 0-150 mm. Por otro lado, también se contabilizó el número de semillas por fruto (López et al. 2017, López et al. 2018, López et al. 2020a).

Germinación de semillas

Se selecciona al azar tres grupos de 30 semillas que se desinfectaron con fungicida Benomil (1 %). Las mismas se sembraron en placas de Petri con cinco discos de papel de filtro y previamente esterilizadas en estufa por 2 h a 105°C . Las placas con semillas se colocaron en estufa por dos horas a 105°C , brindándose las condiciones óptimas de temperatura ($23 \pm 2^{\circ}\text{C}$), para favorecer la germinación (Barrutia et al., 2020). Se consideró semilla germinada aquella que manifestó cotiledones bien formados y un desarrollo visible de radícula. El porcentaje de germinación se calculó en base al número de semillas que germinan entre sobre el total de semillas sembradas por 100 (Gil y López 2015).

Análisis estadístico

El análisis estadístico de tipo descriptivo se realizó a partir de una muestra de 200 frutos maduros, los cuales evidencia un color marrón o pardo oscuro. De ellos, se seleccionaron 50 al azar para conformar el número de repeticiones por cada componente evaluado: longitud, ancho, peso y número. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente con el software R; estimándose consecutivamente su desviación estándar, coeficiente de variación y análisis de correlación de Pearson (r) y Spearman (rs) respectivamente, para analizar el grado de asociación entre las variables: Peso (gr), largo (cm), ancho (cm) y número de semillas de fruto. Además de la longitud (cm), ancho (cm) y peso (gr) de semillas de *L. oblongifolia*. Mientras que, para el análisis de germinación se calculó su media muestral \pm margen de error (Delgado 2007, Fernández 2018 et al 2018).



Figura 1. Ejemplares de *L. oblongifolia* “árbol de la quina”, en Aramango, Bagua. a. Rama florífera,-b. Hábito, c. Fruto, d. Semilla.

Resultados y discusión

El análisis estadístico de los frutos y semillas de *Ladenbergia oblongifolia* mostrados en la Tabla 1 nos permite verificar que las variables largo del fruto y longitud de las semillas, así como el ancho del fruto y semilla, presentaron alta homogeneidad y como evidencia de ello se observó un coeficiente de variación <10 %. A su vez, las variables que describen forma del fruto y semilla en su longitud presentaron una asimetría negativa ($A_k=-0,009$, largo del fruto y $A_k=0,146$, longitud de semilla), en tanto que la variable largo de fruto presentó una forma leptocurtica ($K=-0.349<0$) y la variable longitud de semilla una forma platicurtica ($K=-0.882<0$). Mientras que la variable ancho de fruto tuvo una forma leptocurtica ($K=-1.373<0$) y la variable ancho de semilla una forma platicurtica ($K=-0.444<0$). Por otro lado, el peso de la semilla, número de semillas por fruto y el peso del fruto presentaron un coeficiente de variación <20 %, respectivamente. La distribu-

ción de las variables presentó una asimetría negativa ($A_k=-0.209$, peso de semilla, $A_k=-0.270$, número de semillas y $A_k=-0.463$, peso del fruto), mientras que las variables peso del fruto y peso de semillas, presentaron una distribución leptocurtica ($K>0$) y la variable número de semillas presentó una distribución platicurtica ($K=-0.523<0$) (Gutiérrez y De la Vara 2012). Estos resultados, por lo tanto, son indicadores de una moderada influencia de plasticidad fenotípica entre la población que conformó la muestra, debido a las diferentes condiciones nutricionales, de crecimiento y/o medio ambientales (Silva et al. 2018).

La presencia de frutos tipo cápsula, de color marrón-oscuro y de forma elipsoide son caracteres taxonómicos que permiten diagnosticar a *Ladenbergia oblongifolia* (León 2019) ya que los frutos de *Cinchona officinalis* son del tipo capsula septicida, seca, dehiscente y polispérmica (Moreno-Serrano et al. 2018). Por otro lado, los frutos de

Tabla 1. Análisis estadístico descriptivo de los frutos y semillas de *L. oblongifolia* (Humb. ex Mutis) L. Andersson “árbol de la quina”, empleándose 50 repeticiones al azar. *Estimación t student, al 95,0% de confianza con Media±2,000*Error estándar de la media.

Medida estadística	Fruto				Semilla		
	Peso (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Semilla (unidad)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Peso (gr)
Mínimo	0,491	4,800	0,500	47	1,400	0,300	0,040x10-2
Máximo	1,508	6,700	0900	96	2,000	0,500	0,090x10-2
Mediana	1,130	5,800	0,700	72	1,700	0,400	0,070x10-2
Moda	0,491	6,000	0,700	78	1,800	0,4000	0,070x10-2
Asimetría	-0,463	-0,009	-0,079	-0,270	-0,146	-0,209	-0,514
Curtosis	0,304	0,349	1,373	-0,523	-0,882	-0,444	0,015
Estimación de la media*	1,140±0,061	5,746±0,125	0,744±0,022	71,680±3,494	1,708±0,041	0,427±0,017	0,072x10-2±0,003x10-2
Desviación estándar	0,216	0,439	0,076	12,295	0,143	0,060	0,012x10-2
Coeficiente de variación (%)	18,954	7,640	10,218	17,152	8,351	14,038	16,573

Tabla 2. Análisis de la correlación de las variables: Peso (gr), largo (cm), ancho (cm) y número de semillas de fruto. Además de la longitud (cm), ancho (cm) y peso (gr) de semillas de *L. oblongifolia* (Humb. ex Mutis) L. Andersson “árbol de la quina”. Representan los coeficientes de correlaciones de Spearman (r_s) y de Pearson (r).

Variable	Peso de fruto (gr)	Largo de fruto (cm)	Ancho de fruto (cm)	Semillas por fruto (unidad)	Longitud de semillas (cm)	Ancho de semillas (cm)	Peso de semilla (gr)
Peso de fruto (gr)	1	$r = 0,322^*$ ($p=0,022$)	$r_s = 0,423^{**}$ ($p=0,002$)	$r = 0,421^*$ ($p=0,002$)	$r_s = 0,026$ ($p=0,857$)	$r_s = -0,052$ ($p=0,719$)	$r_s = -0,144$ ($p=0,317$)
Largo de fruto (cm)		1	$r_s = -0,125$ ($p=0,388$)	$r = 0,444^{**}$ ($p=0,001$)	$r_s = 0,095$ ($p=0,511$)	$r_s = -0,077$ ($p=0,594$)	$r_s = -0,324^*$ ($p=0,022$)
Ancho de fruto (cm)			1	$r_s = 0,095$ ($p=0,510$)	$r_s = -0,165$ ($p=0,253$)	$r_s = -0,383^{**}$ ($p=0,006$)	$r_s = -0,081$ ($p=0,578$)
Semilla por fruto (unidad)				1	$r_s = 0,024$ ($p=0,871$)	$r_s = -0,124$ ($p=0,391$)	$r_s = -0,089$ ($p=0,539$)
Longitud de semilla (cm)					1	$r_s = 0,060$ ($p=0,680$)	$r_s = 0,042$ ($p=0,771$)
Ancho de semilla (cm)						1	$r_s = -0,026$ ($p=0,855$)
Peso de semilla (gr)							1

Remijia globosa son del tipo cápsula septicida, sésiles y oblongas y muchos más disímiles que *Remijia reducta*, la cual presenta frutos tipo cápsula parcialmente loculicida, obovada y con costillas externas (Marques et al. 2019). De manera similar, la morfometría de *L. oblongifolia* muestra en promedio una longitud de $5,75 \pm 0,13$ cm y un ancho de $0,74 \pm 0,02$ cm; caracteres muchos más largos que los frutos de *Remijia globosa*, cuyas dimensiones oscilan entre $0,80-2,0 \times 0,30-0,90$ cm y los de *Remijia hispida*, con frutos de tamaño promedio de $1,0-2,0 \times 0,60-0,80$ cm de largo y ancho respectivamente (Tabla 1). Por otro lado, frutos de *R. reducta* presentan un tamaño promedio de $1,0-3,0 \times 1,0-2,0$ cm de largo y ancho, mientras que los frutos de *C. officinalis*, son de $2,90$ cm de largo x $0,95$ cm de ancho (Romero-Saritama 2015, Marques et al. 2019).

Referente al peso, el fruto de *Ladenbergia oblongifolia* presenta un valor promedio de $1,14 \pm 0,06$ gr y $71,68 \pm 3,49$ semillas por fruto. Ambos caracteres son propios de

las Rubiáceas, tal como *Cinchona officinalis* que posee de diez a 89 semillas por fruto, repartidos entre dos valvas o lóculos (Moreno-Serrano et al. 2018). Cabe resaltar que las semillas de *L. oblongifolia*, se caracterizan por ser pequeñas, aladas y de superficie membranosa, con una longitud de $1,71 \pm 0,04$ cm y un ancho de $0,43 \pm 0,02$ cm, lo que la diferencia de *Cinchona lancifolia* que alcanza los $0,17$ cm de ancho y $0,26$ cm de largo; de la misma manera con *Cinchona capulí* que alcanza los $0,14$ cm de ancho y $0,23$ cm de largo respectivamente (Suárez 2018).

Empleando la misma metodología *Remijia globosa*, se caracteriza por presentar semillas con márgenes enteros y un tamaño de $0,10-0,20 \times 0,01-0,02$ cm de largo y ancho, respectivamente, mientras que, las semillas de *Remijia hispida*, aparte de ser numerosas presentan $0,60-1,10 \times 0,30-0,40$ cm de ancho y largo, mientras que *Remijia reducta*, cuenta con numerosas semillas y con $0,50 - 0,80$ cm de largo y es de márgenes enteros, muy diferentes a las

Tabla 3. Análisis descriptivos de la germinación de *Ladenbergia oblongifolia* (Humb. ex Mutis) L. Andersson “árbol de la quina”. Los resultados corresponden al día 22 de evaluación. *Estimación interválica Z, al 95,0 % de confianza con proporción muestral± margen de error. **Estimación interválica t student, al 95, 0% de confianza con media muestral± margen de error.

Placa	Semillas germinadas	Germinación acumulada (%) *
1	26	86,7±0,122
2	24	80,0±0,143
3	25	83,3±0,134
Promedio	25±2,484**	83,3±8,323**

de *Cinchona officinalis* que tiene en promedio de 0,51 cm de largo x 0,25 cm de ancho (Marques et al. 2019).

En lo referente al peso, las semillas de *Ladenbergia oblongifolia*, tienen un promedio de $0,072 \times 10^{-2} \pm 0,003 \times 10^{-2}$ gr, el que es mucho menor, que el de *Cinchona officinalis*, cuyo promedio es 0,71 gr por semilla (Moreno-Serrano et al. 2018).

Del análisis de correlación de Pearson (r) y Spearman (rs) (Tabla 2), las variables tanto de peso y ancho del fruto, como de largo y número de semillas del fruto, ancho de fruto y ancho de semilla, peso y largo del fruto, peso y número de semillas del fruto, presentan una correlación positiva, siendo significativo al 1 % de significancia ($p < 0,01$) (Gallego 2003). Por otro lado, se presenta una relación inversa entre las variables ancho de fruto y ancho de semilla, de la misma manera para el largo del fruto y peso de semilla. Mientras que las variables largo y número de semillas del fruto; además de las variables peso y número de semillas del fruto, presentaron una mayor fuerza de asociación, debido a la dependencia existente entre ambas variables (Hinkle et al. 2003).

En lo que se respecta al porcentaje de germinación, se reporta un 83,3 % a una temperatura de (22 ± 2 °C) (Tabla 3). Las investigaciones de Barrutia et al. (2020) reportan un máximo de un 50 % de germinación en *Cinchona officinalis*. De la misma manera, Lima et al. (2018) sostienen un 41,1 y 74,4 % de germinación para *C. officinalis*. Cabe resaltar que el éxito de la germinación se garantiza al mantener las condiciones similares a las de su hábitat, tanto en temperatura como en humedad. Por todo lo mencionado, se puede aseverar que las características de fruto, semilla y germinación de *Ladenbergia oblongifolia*, permiten diferenciar a esta especie con otras del género *Cinchona* y *Remijia*, constituyéndose estos hallazgos en una información primordial y fundamental, tanto para su esclarecimiento

taxonómico, como para un adecuado manejo agronómico a la par de incentivar la puesta en práctica de diversos programas de conservación y reforestación tendientes a fomentar la sostenibilidad de esta especie.

■ PARTICIPACIÓN DE LOS AUTORES

SELM: Concepción de la idea del trabajo de investigación, interpretación de datos y aprobación final de informe.

JML: Concepción de la idea del trabajo de investigación, interpretación de datos y aprobación final de informe.

AEGR: Ejecución del trabajo en herbario y laboratorio.

AJLCC: Recolección y procesamiento de datos **ALZ:** Redacción de informe. **LVZ:** Análisis estadístico.

■ AGRADECIMIENTOS

Al fondo del canon minero UNT, *Herbarium Truxillense* (HUT) y al Laboratorio de Biotecnología del Instituto de la Papa y Cultivos Andinos (IPACA) de la Universidad Nacional de Trujillo-Perú por brindarnos las instalaciones para realizar esta investigación en su moderno establecimiento; a la par de agradecer a los revisores anónimos del presente manuscrito.

■ CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de intereses entre los autores.

■ LITERATURA CITADA

Alfaro-Murillo A, León MP. 2020. Hidroxicloroquina: Del fármaco de herencia Inca. Acta méd. Costarric. 62(2):57-64. doi: <https://doi.org/10.51481/amc.v62i2.1062>

Andersson L. 1997. Synopsis of the genus *Ladenbergia* (Rubiaceae). Nord. J. Bot. 17(3):255-299. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1997.tb00316.x>

- APG. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linn. Soc.* 181(1):1-20. doi: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Aymard GA. 2019. Breve reseña de los aspectos taxonómicos y nomenclaturales actuales del género *Cinchona* (Rubiaceae-Cinchoneae). *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 43(supl):234-241. doi: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.1079>
- Barrutia R, Barrutia I, Marín T. 2020. Germinación de semillas de *Cinchona officinalis* L. en tres tipos de suelos de Cajamarca, Perú. *Rev. Cubana de Ciencias Forestales.* 8(1):75-87.
- Brako L, Zarucchi J. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Monogr. Syst. Bot. EEUU: Missouri Bot. Garden.
- Cuvi N. 2018. "Tecnociencia y colonialismo en la historia de las Cinchona". *ASCLEPIO.* 70(1):1-13. doi: <https://doi.org/10.3989/asclepio.2018.08>
- Delgado R. 2007. Probabilidad y Estadística para Ciencias e Ingenierías. Madrid: España: Delta Publicaciones.
- Eras V, Moreno J, Yaguana M, Poma R, Paredes D. 2019. Balance hormonal para la fase de brotación y enraizamiento in vitro de explantes de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos de la provincia de Loja. *Bosques Latitud Cero.* 9(1):58-68.
- Fernández R, Trapero C, Domínguez J. 2018. *Experimentación agraria.* España: Ediciones Díaz de Santos.
- Gallego M, Diaz Y. 2008. Propagación asexual de cascarrillo (*Ladenbergia oblongifolia*, mutis) en condiciones de vivero en el municipio de Popayán en el departamento del Cauca. [Tesis]. [Cauca, Colombia]: Universidad de Cauca.
- Gallego RS. 2003. *Introducción al análisis de datos experimentales: Tratamiento de datos en bioensayos.* España: Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions.
- García C, Suarez C, Daza M. 2010. Estructura y diversidad florística de dos Bosques Naturales (Buenos Aires, Dpto Cauca, Colombia). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 8(1):74-82.
- Gil A, López E. 2015. Características germinativas de semillas del algodón nativo, *Gossypium* sp., de fibra verde, lila y marrón. *REBIOL.* 35(2):39-46.
- Gutiérrez H, De la Vara R. 2012. Análisis y diseño de experimentos. México: McGraw-Hill.
- Hinkle D, Wiersma W, Jurs S. 2003. Applied statistics for the behavioral sciences. 5th ed. EEUU: Houghton Mifflin.
- León D. 2019. Germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., en diferentes sustratos. [Tesis]. [Tingo María, Perú]. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.
- Lima N, Moreno J, Eras V, Minchala J, González D, Yaguana M, Valarezo C. 2018. Propagación in vitro de *Cinchona officinalis* L. a partir de semillas. *Rev. investig. Altoandin.* 20(2):169-178. doi: <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.361>
- López SE, Caicedo M, Gil A, López A, Pazos A. 2018. Morfometría de fruto y semilla de *Bixa orellana* L. "achiote". *Sciéndo.* 21(2):213-216. doi: <https://doi.org/10.17268/sciendo.2018.022>
- López S, Mendoza C, López A, Caicedo M, Gil A, Pazos A. 2017. Caracterización morfométrica de frutos y semillas de charalina, *Casimiroa edulis* (Rutaceae). *REBIOL.* 37(1):30-35.
- López S, López A, Gil A, Mostacero J, De La Cruz A, Villena L. 2020a. Morfometría de frutos y semillas del "ají mochero" *Capsicum chinense* Jacq. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria.* 21(3):1-11. doi: https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_nu m3_art:1598
- López S, Mostacero J, Costilla N, Gil A, De La Cruz A, Villena L. 2020b. Cuantificación de alcaloides de *Ladenbergia oblongifolia* (Humb. ex Mutis) L. Andersson "árbol de la quina". *REBIOL.* 40(2):170-176. doi: <https://doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.02.05>
- Marques A, Ferreira T, Válka R, Goncalves N. 2019. Three new records of *Remijia* (Cinchoneae, Rubiaceae) for the Brazilian Amazon and a new altitudinal record for Venezuela. *Rodriguésia.* 70 doi: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201970050>
- Moreno-Serrano JA, Pérez 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. *Rev. Tzhoecoen.* 10(3):1997-8731. doi: <https://doi.org/10.26495/https://doi.org/10.26495/rtzh1810.327327>
- Remuzgo J, Alvarez A, Sales F, Valdivieso G. 2020. Caracterización Taxonómica y Fitoquímica de *Cinchona pubescens* y *Ladenbergia oblongifolia* en el Ámbito del Valle Alto Huallaga – región Huánuco. *REBIOL.* 42(2): 242-255. doi: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.02.11>
- Romero-Saritama J. 2015. Rasgos morfológicos de frutos, semillas y embriones de *Cinchona officinalis* L. (RUBIACEAE) en el sur del Ecuador. *REMCB.* 36(1): 27-35. doi: <https://doi.org/10.26807/remcb.v36i1-2.64>
- Silva LF, Smiderle OJ, Gomes JP, De Lima R, Miranda F, Bardales-Lozano RM. 2018. Caracterización de frutos y semillas de *Astrocaryum aculeatum* G. Mey. en la Amazonia septentrional, Roraima - Brasil. *Rev. Cienc. Agrar.* 61(1):1-7. doi: <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2018.2338>
- Suárez J. 2018. Caracterización de las semillas de *Cinchona capuli* L. Andersson y C. lancifolia Mutis y el efecto de las rizobacterias promotoras del crecimiento en la germinación y la formación de plántulas. [Tesis]. [Lima, Perú]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- The Plant List. c2021. *Ladenbergia oblongifolia* (Humb. ex Mutis) L.Andersson. [Último acceso: 06 octubre 2021]. <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-106863>
- Tropicos. c2022. *Ladenbergia oblongifolia* (Humb. ex Mutis) L.Andersson. [Último acceso: 06 octubre 2021]. <https://tropicos.org/name/27910886>
- Zarate R, Mori T, Ramírez F, Dávila H, Gallardo G, Cohello G. 2015. Lista actualizada y clave para la identificación de 219 especies arbóreas de los bosques sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto, Perú. *Acta Amazónica.* 45(2):133 – 156.