

Potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la Provincia de Loja – Ecuador

Reproductive potential and seed quality analysis of *Cinchona officinalis* L., from forest relicts in the Province of Loja – Ecuador

Karina Alexandra Caraguay-Yaguana¹, Victor Hugo Eras-Guaman¹, Darlin Gonzalez- Zaruma¹, José Moreno-Serrano^{2*}, Julia Minchala-Patiño¹, Magaly Yaguana-Arevalo¹, Cristian Valarezo-Ortega¹.

¹Laboratorio de Micropropagación Vegetal, Universidad Nacional de Loja, Ciudadela Guillermo Falconí Espinoza. Loja, Ecuador.

²E.T.S. Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid; Madrid, España.

*Correspondencia e-mail: josemoreno796@gmail.com

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Artículo recibido 20-04-2016
Artículo aceptado 20-07-2016
On line: 21-09-2016

PALABRAS CLAVES:

Cascarilla,
Cinchona,
Potencial
Reproductivo,
Relictos
boscosos.

ARTICLE INFO

Article received 20-04-2016
Article accepted 20-07-2016
Online: 21-09-2016

KEY WORDS:

Cascarilla,
Cinchona,
Reproductive
Potential,
Forest relicts

RESUMEN

La presente investigación corresponde al estudio del potencial productivo y análisis de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja; las cuales fueron identificadas en cuatro sectores: Uritusinga (cantón Catamayo), Selva Alegre (cantón Saraguro) y los sectores El Naque y San Simón (Cantón Loja). En los cuales se instalaron parcelas, con una dimensión de 20x30 (600 m²) cada una. En el sitio Uritusinga, se instalaron tres parcelas, con un total de 22 árboles; en Selva Alegre, dos parcelas, con un total de 26 árboles; en El Naque se instalaron dos parcelas, con un total de 24 árboles; y, finalmente en San Simón se instalaron dos parcelas, con un total de 25 árboles de *Cinchona officinalis* L., de las cuales se tomó el material vegetal, donde se evaluó el potencial productivo y calidad de semillas. El número promedio de frutos por rama fue de 52,35; el número de frutos por árbol de 704,38; y, el número promedio de semillas por árbol de 1 260. Para el análisis de calidad de semillas, se utilizó las Normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales (ISTA, 2007). En cuanto a la pureza de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en promedio fue muy baja 38,04 %. El contenido de humedad en los cuatro sitios de estudio, en promedio fue muy alto (81,96 %), razón por la cual se consideran como semillas recalcitrantes. La germinación de las semillas a nivel de laboratorio tuvo un mayor porcentaje de germinación en presencia de la luz (70,5 %) y en menor cantidad en la oscuridad (50 %), con un porcentaje promedio de viabilidad del 0,58 %, que es muy bajo, lo que demuestra que la semilla pierde rápidamente su poder germinativo.

ABSTRACT:

This research is a study of the production potential and quality analysis of seeds of *Cinchona officinalis* L., from forest relicts in the province of Loja; which they were identified in four areas: Uritusinga (cantón Catamayo), Selva Alegre (cantón Saraguro) y los sectores El Naque y San Simón (Cantón Loja). In which plots were established, with a dimension of 20x30 (600 m²) each. In Uritusinga site, three plots were installed, with a total of 22 trees; Selva Alegre, two plots, with a total of 26 trees; El Naque two plots were installed, with a total of 24 trees; and finally in San Simon two plots were installed, with a total of 25 trees of *Cinchona officinalis* L., of which the plant material, where the productive potential and seed quality was evaluated was taken. The average number of fruits per branch was 52.35; the number of fruits per tree 704.38; and the average number of seeds per tree 1 260. For the analysis of quality seeds, the International Standards for Forest Seed Testing (ISTA, 2007) was used. Regarding the purity of seeds of *Cinchona officinalis* L., on average 38.04% was very low. The moisture content in the four study sites on average was very high (81.96%), reason for which are seen as recalcitrant seeds. The germination of seeds at laboratory level had a higher percentage of germination in the presence of light (70.5%) and a lesser amount in the dark (50%), with an average rate of 0.58% viability, which is very low, showing that the seed quickly loses its germinating power.

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es uno de los países con una elevada tasa de deforestación en América latina (0,66 %) siendo el sector agrícola y forestal los principales causantes de este proceso (MAE, 2012). Estos procesos se relacionan directamente con la ampliación de nuevas áreas para actividades productivas, además de actividades de tala ilegal (MAE, 2012). Lo que ha ocasionado la formación de pequeñas islas o fragmentos boscosos de lo que fue un ecosistema continuo, afectando la dinámica de las poblaciones naturales de flora y fauna (Cabrera, 2012). Según Guevara, et al (2004), mencionan que la deforestación es la causa principal de la fragmentación de los hábitats y pérdida de la biodiversidad de los ecosistemas naturales, ocasionada principalmente por el cambio de uso del suelo. Por otro lado, la preocupación por la destrucción de estos ecosistemas ha generado en varios investigadores, profesionales forestales, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, el interés por generar programas de reforestación para la recuperación de especies principalmente nativas de gran valor ecológico, lo que conlleva a la necesidad de disponer de material reproductivo de buena calidad, sean estas semillas, estacas, plántulas, etc. La utilización de semillas con fines de propagación artificial posibilita un considerable grado de control sobre las condiciones en que se recolectan, procesan, almacenan y tratan (Willan, 1991).

La especie *Cinchona officinalis* L., ha sido una especie muy representativa para la provincia de Loja, por su valor medicinal, cultural e histórico, razón por la cual esta especie ha sido nombrada como el Árbol Nacional del Ecuador, lo que representa un hecho de trascendental importancia para la provincia de Loja, ya que la especie fue descubierta en esta región (Anda, 2002).

La principal amenaza que sufrió esta especie fue la explotación exagerada de los árboles para la obtención de su corteza en el siglo XVII, sacrificando la mayoría de los árboles adultos; además, de la tala

de los bosques por la expansión de la frontera agrícola y ganadera, convirtiéndola en una especie amenazada lo que ha incidido directamente sobre la regeneración y recuperación natural de las especies de este género. Estos factores son los que han llevado a que se la catalogue actualmente como especie en peligro de extinción (Anda, 2002).

Las semillas constituyen uno de los productos forestales no maderables más importantes de los bosques nativos ya que constituyen el medio de reproducción de las especies vegetales y su calidad tiene efecto decisivo sobre las características de los árboles establecidos en una plantación; Morocho y Quinde (2004) manifiestan que la selección de árboles semilleros es una forma de preservar y evitar la desaparición de especies y bosques nativos. Los remanentes actuales construyen importantes zonas de conservación de especies nativas para el almacenamiento de semillas forestales de calidad y de procedencia genética confiable (PRONATURA, 2012).

Pese a esto la calidad de las semillas forestales en el país es poco analizada a pesar que constituye el núcleo de actividades de forestación y reforestación; sin embargo, algunos proyectos importantes han promovido mayores regulaciones en el mercado de semillas forestales. Existen programas que son impulsados por los gobiernos locales, ONG's y entidades privadas que tratan de establecer masas boscosas, pero por la escasa disponibilidad de semillas de especies forestales nativas, la falta de tecnologías apropiadas para el manejo de fuentes semilleras, semillas y manejo silvicultural de las especies, están relegados a incumplir las planificaciones establecidas (Prado *et al.*, 2010 y Hertel, 2012).

En general, la semilla es uno de los principales recursos para el manejo agrícola y silvícola de las poblaciones de plantas, para la reforestación, para la conservación del germoplasma vegetal y para la recuperación de especies valiosas sobreexplotadas; estas pueden almacenarse vivas por largos periodos, asegurándose así la preservación de especies y variedades de plantas valiosas. No obstante, las semillas de *Cinchona* no pueden ser almacenadas por

largos periodos de tiempo porque rápidamente pierden su viabilidad (FAO, 2011).

METODOLOGÍA

2.1. Área de Estudio

El material vegetal fue colectado en los sectores de Quebrada del Naque (Cantón Loja), parroquia el

Tambo, sitio Uritusinga (Cantón Catamayo), Quebrada San Simón (Loja); y, parroquia Selva Alegre, sitio Santa Lucía (Cantón Saraguro); sitios en los que se identificaron los individuos y se recolectó el material vegetal necesario para realizar el análisis de calidad de semillas (Figura 1).

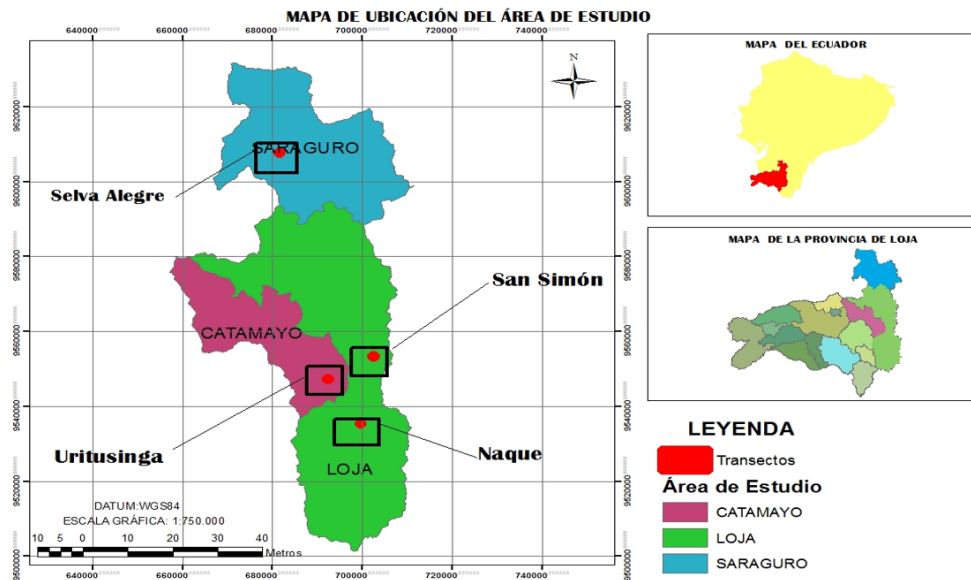


Figura 1. Ubicación del Área de estudio

2.2. Determinación del potencial reproductivo de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja.

Se requirió contar con frutos, de los cuatro sitios de estudio; para El Naque se recolectó los frutos de 10 árboles; Uritusinga 13 árboles; San Simón 8 árboles y Selva Alegre (Santa Lucía) 12 árboles, una vez obtenidos se escogió al azar un total de seis ramas con frutos por árbol (terciarias, cuaternarias o quinternarias), según disponga el árbol y se procedió a contar el número de frutos en cada una de ellas, luego 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 obtuvo el número aproximado de frutos/árbol. Con los datos obtenidos se calculó el número de frutos para cada árbol, utilizando la siguiente fórmula:

$$NFT = Nfp \times Nrf$$

Para la producción de semillas del árbol se extrajo y se contabilizó el número de semillas de 20 frutos y luego se calculó el número de semillas por árbol, aplicando la fórmula utilizada por Ordoñez (2001).

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

2.3. Análisis de Calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos de la provincia de Loja, mediante las normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales ISTA (2007).

Para la determinación de la calidad de las semillas de *Cinchona officinalis* L., se realizó ensayos de laboratorio, utilizando la metodología de las normas estandarizadas ISTA, determinándose en las semillas los siguientes parámetros: pureza, peso de la semilla, contenido de humedad, germinación y viabilidad.

3. Resultados

3.1. Determinación de la fisiología reproductiva

Como se muestra en la figura 2 en el sitio Santa Lucia, parroquia Selva Alegre, se encontró el mayor número de frutos por rama y por árbol, esto posiblemente se debe a la edad de los árboles, ya que los individuos mayores tuvieron mayor rendimiento que los jóvenes, obteniendo un promedio de $64,81 \pm 9,32$ frutos por rama y $1\ 054,36 + 315,65$ frutos por árbol, para este sitio la recolección se la hizo casi en su totalidad de los 26 árboles existentes en las dos parcelas, además, estos frutos son mucho más grandes que en los otros tres sitios.

Para el sitio El Naque, se recolectaron los frutos de trece árboles de los 24 existentes en la parcela, ya que no todos se encontraban con frutos maduros al momento de la recolección, obteniendo un promedio de frutos por rama de $40,01 \pm 3,47$ y $918,23 \pm 104,36$ frutos por árbol; en el caso del sitio Uritusinga la recolección de los frutos se la hizo casi en la totalidad de los árboles (22), pocos árboles de los 22 presentes en las tres parcelas no se encontraron con frutos en el momento de la recolección, obteniendo un promedio de frutos por rama de $53,3 \pm 4,21$ y $526,04 \pm 72,81$ frutos por árbol.

Para el sitio San Simón, el promedio de frutos por rama fue de $51,32 \pm 6,66$ y $318,92 + 41,30$ frutos por árbol, siendo este promedio el más bajo, posiblemente esto se debe a que solo se recolectaron frutos de ocho árboles, de los 25 existentes en las dos parcelas, ya que al momento de la recolección no se encontró mayor presencia de frutos en los árboles, encontrándose la mayoría secos

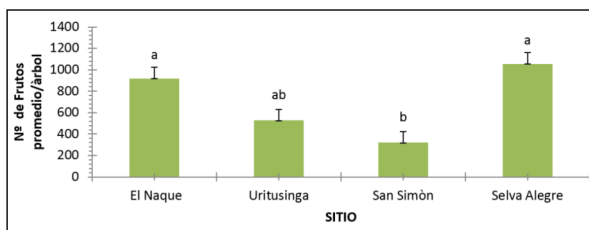


Figura 2. Número de frutos promedio por árbol de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

En lo relacionado a la producción promedio de semillas por árbol, el mayor número de semillas por árbol lo obtuvo el sitio El Naque $1837,58 \pm 360$ semillas, con un peso de 6,94 gramos, seguido de Selva Alegre con un de número promedio de semillas por árbol de $1795,57 \pm 850,28$ y un peso de 8,81 gramos.

Para el sitio Uritusinga el promedio de semillas por árbol fue de $941,47 \pm 167,57$, con un peso de 7,67 gramos; mientras que para San Simón $465,45 \pm 66,30$ semillas por árbol, con un peso de 2,39 gramos siendo este el sitio donde menos producción de semillas por árbol se obtuvo.

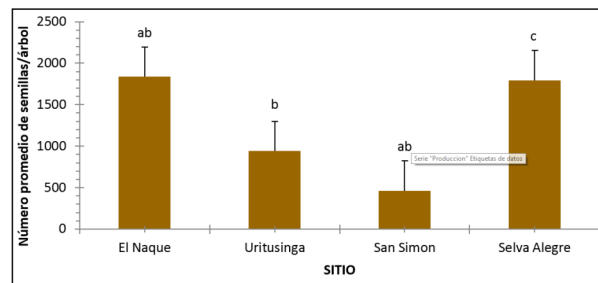


Figura 3. Producción de semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

3.2. Prueba estándar de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de cuatro sitios de la provincia de Loja.

En la tabla 1, se muestra un resumen de los resultados de los parámetros de calidad de las semillas de la especie *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, obtenidos mediante la aplicación de las Normas ISTA-2007.

Tabla 1. Resumen de las pruebas de calidad de semillas de la especie *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

Sitio	Pureza (%)	Peso de 1000 semillas (gr)	Contenido de Humedad (%)	Germinación (%)		Viabilidad (%)
				luz	Os.	
El Naque	46,21	0,54	78,75	88	52	0,13
Uritusinga	35,16	0,82	97,10	52	38	0,25
San Simón	29,20	0,84	74,70	69	53	1,87
Selva Alegre	41,59	0,65	77,3	73	57	0,10
PROMEDIOS	38,04	0,71	81,96	70,50	50,0	0,58

Los parámetros de calidad de la semilla de *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, obtenidos mediante la aplicación de las Normas ISTA-2007, demostraron que la semilla tiene un bajo nivel de pureza (38,04 %) y por ende una baja viabilidad (0,58%); lo que dificultaría la obtención de semilla pura y de calidad, para emprender en la propagación sexual de la especie. Sin embargo, los porcentajes promedio de germinación alcanzados en presencia de la luz fue del 70, 50 % y 50 % en la oscuridad, respectivamente, que de alguna forma se podría considerar que no son del todo satisfactorios, tomando en cuenta que la germinación de las semillas se realizó en condiciones controladas a nivel de laboratorio (Figura 4).

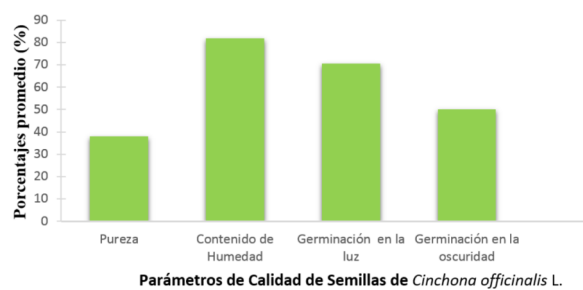


Figura 4. Resumen de los porcentajes promedio de los parámetros de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja.

DISCUSIÓN

4.1. Determinación del Potencial Productivo de la Especie *Cinchona officinalis* L.

El conocimiento de las épocas de floración y fructificación es importante para la conservación de recursos genéticos y el manejo de bosques primarios y secundarios pues marca los meses en los que ocurre, ayudando a la planificación de colecta de semilla (Vilchez et al., 2004).

La producción de semillas y peso por árbol de la especie *Cinchona Officinalis* L., se presentó en los sitios en El Naque con $1837,58 \pm 360,13$ semillas por árbol, con un peso de 6,94 gramos y Selva Alegre con $1795,57 \pm 850,28$ semillas por árbol y un peso de 8,81 gramos. Datos que superan a los obtenidos por Aponte y San Martín (2011), quienes obtuvieron para *Cinchona Officinalis* L., en el Bosque Protector “El Bosque”, en la parroquia San Pedro de Vilcabamba, una producción de $786,71 \pm 209,26$ frutos por árbol, en

el período de mayor intensidad, pero estos datos son superiores a los obtenidos en el sitio San Simón $465,45 \pm 66,30$ semillas por árbol y un peso de 2,39 gramos, esto se debe a la baja productividad de este sitio, ya que la recolección se la hizo en 8 árboles de los 25 existentes.

Para la recolección de los frutos de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio se consideró algunas características morfológicas como el cambio de color del fruto de verde a rojo y la dehiscencia de los mismos; factores que permitieron definir que el fruto estaba maduro, lo que se corrobora con lo mencionado por Jara (1996), quien indica que en algunas especies los cambios morfológicos observados durante el desarrollo del fruto, como su cambio de coloración, tamaño, consistencia, o la dehiscencia son indicadores del estado de madurez de sus semillas.

Considerando los factores antes mencionados, la recolección de los frutos de la especie en estudio se la realizó desde el mes de abril hasta agosto, lo que se corrobora con el estudio realizado por Gonzaga y Moncayo (2012), quienes mencionan que las fechas óptimas de recolección de frutos de *Cinchona officinalis* L., en el Bosque Protector “El Bosque”, ubicado en la parroquia San Pedro de Vilcabamba, fueron en los meses de agosto a enero, ya que aquí se presentaron picos máximos de floración y fructificación.

La variación encontrada en el número de semillas por fruto de *Cinchona officinalis* L., podría ser una ventaja al momento de establecerse en un determinado sitio, ya que los frutos que tienen varias semillas muestran mayor probabilidad de contener por lo menos una semilla madura, viable y que logre sobrevivir (Dalling, 2002). Además, la variación de semillas por fruto aparte de ser 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), y en *Cinchona officinalis* L., la variación en el número de semillas es alta.

4.2. Pruebas estándar de calidad de semillas con el uso de las Normas ISTA (2007).

Para analizar la calidad de las semillas de *Cinchona officinalis* L. en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, se utilizó las Normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales (ISTA, 2007), las cuales permitieron generar información sobre la pureza, peso de la semilla, contenido de humedad, germinación y viabilidad de la semilla. Esto sumado al conocimiento sobre el potencial productivo de las semillas será de gran utilidad para los usuarios y demás interesados en trabajar en la regeneración de esta especie.

En lo relacionado a la pureza de las semillas de *Cinchona officinalis* L., los sitios que presentaron la semilla más pura fueron: El Naque (46,21%) y Selva Alegre (41,59%), estos valores son inferiores a los alcanzados por Gonzaga y Moncayo (2012), quienes obtuvieron para *Cinchona officinalis* L., en el Bosque Protector “El Bosque”, un promedio de porcentaje de pureza del 82,6%; y son superiores a los obtenidos por Herrera C (2016), quien obtuvo un porcentaje de pureza de 77,1 %. Los bajos niveles de pureza alcanzados en la presente investigación se deben posiblemente a que en los sitios estudiados la semilla de *Cinchona officinalis* L. fue atacada por un insecto (polilla) que se come las semillas antes de que estas cumplan su madurez fisiológica.

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 y sustancias nutritivas.

En cuanto al **peso y el número de semillas por kilogramo**, los resultados obtenidos en la presente investigación determinaron que el mayor peso de las

semillas se presentó en los sitios San Simón 0,84 gramos y 1190,47 semillas por kilogramo y Uritusinga 0,82 gramos y 1 219,51 semillas por kilogramo, resultados del peso de las semillas que son superiores a los obtenidos por Gonzaga y Moncayo (2012), quienes en un estudio realizado en el bosque protector “El Bosque”, encontraron que las semillas de *Cinchona officinalis* L., tuvieron un peso de 0,58 gramos, por tener un tamaño pequeño y ser livianas; y son inferiores a los obtenidos por Herrera C (2016) quien obtuvo un peso de semillas de *Cinchona officinalis* L., de 0,9 gramos.

Las plantas que producen muchas semillas pequeñas se distribuyen ampliamente y tienen mayores oportunidades de encontrar un sitio favorable para germinar y crecer, como es el caso de *Cinchona officinalis* L. Sin embargo, su tamaño aporta poco al crecimiento de la nueva planta y esta depende muy pronto de los recursos disponibles en su medio, por lo que su riesgo de morir es muy alto, también tienen menor resistencia a los efectos de la defoliación por herbívoros y pueden ser aplastadas fácilmente por la hojarasca que cae al suelo, aunque esto se compensa de alguna manera por el gran número, solo una pequeña fracción sobrevive a todos esos accidentes (Taizan y Zeiger 1998).

En lo referente a los resultados del **contenido de humedad** de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en promedio son elevados (80,46%), con lo cual se demuestra que la semilla de *Cinchona officinalis* L., es recalcitrante. Esto se corrobora con lo manifestado por Chamba (2014), quien menciona que en base al contenido de humedad las semillas se pueden clasificar en: ortodoxas, cuando tienen menos del 40% de contenido de humedad y semillas recalcitrantes, cuando disponen de más del 40% de contenido de humedad.

En cuanto al porcentaje de **germinación** acumulativo, hasta los 35 días de evaluación en presencia de la luz y en la oscuridad en las semillas de *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, los resultados mostraron que los mayores porcentajes de germinación se

presentaron en los sitios: El Naque con un 88% en presencia de la luz y un 52% en la oscuridad y Selva Alegre (Santa Lucía), con un 73% en presencia de la luz y 57% en la oscuridad. Los resultados obtenidos en la presente investigación superan en promedio a los obtenidos por Armijos y Pérez (2011), quienes mencionan que en ensayos de germinación realizados en cajas petri con papel absorbente, determinaron que *Cinchona officinalis*, *Cinchona pubescens* y *Cinchona* sp., sin tratamientos pre-germinativos, obtuvieron un porcentaje promedio de germinación del 60%, en un tiempo de evaluación de 90 días.

Los porcentajes de germinación acumulativa de *Cinchona officinalis* L., en la presente investigación alcanzaron en promedio 70,5% en presencia de la luz y 50,0% en la oscuridad, respectivamente, que son similares a los obtenidos por Gonzaga y Moncayo (2012), quienes en un estudio realizado en el bosque protector “El Bosque”, en la parroquia San Pedro de Vilcabamba, mencionan que las semillas de *Cinchona officinalis* L., alcanzaron un porcentaje de germinación del 73,5%; y, a los conseguidos por Apolo (2012), quien menciona que la germinación de las semillas de *Cinchona pubescens* procedentes de Loja y Galápagos a nivel de laboratorio, sobrepasan el 80% de germinación; y, son ligeramente superiores a los alcanzados por Herrera C. (2016) quien obtuvo un porcentaje de germinación de *Cinchona officinalis* L., del 73,5%.

En lo relacionado a los días que tardaron en germinar las semillas de *Cinchona officinalis* L., de los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, en promedio las mismas iniciaron al quinto día y se establecieron a los 35 días, que son ligeramente superiores a los obtenidos por Gonzaga y Moncayo (2012), quienes manifiestan que las semillas de *Cinchona officinalis* L., iniciaron la germinación a los 12 días y finalizaron a los 24 días; y, a los obtenidos por Apolo (2012), quien menciona que la germinación de las semillas de *Cinchona pubescens* procedentes de Loja y Galápagos a nivel de laboratorio, iniciaron a los 17 días de siembra y se estabilizaron a los 50 días.

Con respecto al tema, Herrera et al (2006), mencionan

que la capacidad germinativa presenta considerables variaciones que con frecuencia obedece a defectos en la semilla, falta de desarrollo del embrión, enfermedades, secado excesivo y edad. Todos estos inconvenientes pueden ser más o menos evitados, mediante el cuidado que se tengan en la recolección de los frutos y en la manipulación posterior de la semilla.

Finalmente, los resultados obtenidos para el ensayo de **viabilidad** de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio en la provincia de Loja, mostraron que el sitio San Simón, presentó la mayor viabilidad con un 1,87%; mientras que los sitios que presentaron menor porcentaje de viabilidad fueron: Uritusinga con 0,25%; El Naque con 0,13% y Selva Alegre (Santa Lucía) con 0,10%, esto se debe a que en la prueba de viabilidad se obtuvo un promedio de 0,37% semillas sin embrión y 1,3% de semillas no viables, lo que demuestra que la viabilidad de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en promedio es muy baja (0,58%), es decir que las semillas pierden rápidamente el poder germinativo, lo que dificultaría la propagación sexual de la especie y la implementación de proyectos de forestación y reforestación de la misma, lo cual se sustenta con lo manifestado por García (2004), quien manifiesta que la viabilidad es el periodo de tiempo durante el cual las semillas conservan una buena capacidad de germinación.

CONCLUSIONES

El potencial productivo de la especie *Cinchona officinalis* L., determinó que el número promedio de frutos por rama fue de 52,35, el número de frutos por árbol de 704,38; y, el número promedio de semillas por árbol de 1 260, esto se debe a la productividad de la especie, ya que de esto dependerá la producción de las semillas.

La pureza de semillas de *Cinchona officinalis* L., en promedio fue muy baja (38,04%), debido a que existe gran presencia de impurezas en las semillas y además estas son muy pequeñas y livianas, lo que dificulta contar con semilla de calidad.

El contenido de humedad de las semillas de *Cinchona officinalis* L., en los cuatro sitios de estudio de los relictos boscosos de la provincia de Loja, en promedio fue muy alto (81,96%), razón por la cual se consideran como semillas recalcitrantes, lo que significa que estas no podrían ser almacenadas por un largo período de tiempo a ciertas temperaturas, ya que podrían perder con mayor rapidez su poder germinativo.

Las semillas de *Cinchona officinalis* L., a nivel de laboratorio generalmente germinaron en un mayor porcentaje en presencia de la luz (70,5%) y en menor cantidad en la oscuridad (50 %), con un porcentaje promedio de viabilidad del 0,58%, que es muy bajo, lo que demuestra que la semilla pierden rápidamente su poder germinativo.

En resumen la calidad de la semilla de *Cinchona officinalis* L., fue buena, los resultados tanto fisiológicos, sanitarios y físicos demostraron que la semilla obtuvo un buen porcentaje de germinación de plántulas (70,5%), teniendo en consideración que la productividad y calidad de la semilla está en función de la temperatura, la humedad relativa, horas sol, la disponibilidad de agua entre otros factores igualmente importantes.

Agradecimientos

A las Autoridades de la Universidad Nacional de Loja, y al Equipo Técnico del Proyecto de Investigación “Identificación y descripción del estado actual de *Cinchona Officinalis* L. en la provincia de Loja y generación de protocolos para la propagación in vivo e in vitro”, por el apoyo financiero y técnico brindado para la ejecución de la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anda, A. 2002. La Cascarilla. Ed. Universidad Técnica Particular de Loja, Loja – Ecuador. 192 P.
- Apolo, M. 2012. Germinación en Laboratorio e influencia de los hongos micorrízicos y la aplicación de nutrientes en el crecimiento de dos procedencias de *Cinchona pubescens*, a nivel de invernadero. Tesis de grado previa a la obtención de título de ingeniero forestal. Loja. Ecuador. 78 P
- Aponte, R. y Sanmartín, 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 de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador. 102 P.
- Armijos, R. y C, Pérez. 2011. Germinación y multiplicación in vitro en *Cinchona pubescens* Vahl y *Cinchona officinalis* Linneo. Laboratorio de Fisiología Vegetal, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador). Departamento de Biología Vegetal, E.T.S. Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid (España). 10 P.
- Cabrera, H. 2012. Evaluación del Contenido de Carbono de Las Reservas La Ceiba Cazaderos de la Región Tumbesina del Ecuador, Naturaleza y Cultura Internacional. Loja – Ecuador. 39 P.
- Chamba, P. 2014. Estudio fenológico y análisis de calidad de semillas de tres especies forestales nativas, promisorias del Bosque Seco, Provincia de Loja. Tesis de grado previa a la obtención de título de ingeniero forestal. Loja. Ecuador. 137 P.
- Chimbo, C. y Chamba, C. 2002. Estudio Fenológico de las Especies Forestales del Bosque Montano, en la Estación Científica San Francisco. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ciencias Agrícolas. Loja-Ecuador 113 P.
- Dalling, JW. 2002. Ecología de semillas. En: M. Guariguata y G. Catan, (eds). Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales, 345375. Libro Universitario Regional, Cartago, Costa Rica.
- FAO, 2011. Manual técnico: Semillas en emergencias. Estudio FAO: Producción y

- Protección Vegetal 2002. Roma – Italia. Depósitos de documentos de la FAO, Departamento de Agricultura. Fecha de consulta: 22 de mayo del 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/015/i1816s/i1816s00.pdf>
- FAO. 2011. Manual técnico “Semillas en emergencia”. Estudio FAO: producción y protección vegetal. Roma. 83p.
- García, B. 2004. Guía para la recolección, procesamiento, almacenamiento y análisis de semillas forestales. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 41 P.
- Gonzaga, L. Moncayo, M. 2012. Fenología, Producción de Hojarasca y ensayos de Germinación de las principales especies Nativas del bosque protector “El Bosque” parroquia San Pedro de Vilcabamba- Loja. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador 117 P.
- Guerrero, J., Luzón, D. 2012. Evaluación de los principales productos forestales no maderables de origen vegetal de la cuenca del río San Francisco, Cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de grado previa a la obtención de título de ingeniero forestal. Loja Ecuador. 166 P.
- Guevara, S; L, Javier; S, Graciela. 2004. Los Tuxtlas El paisaje de la Tierra. Deforestación. Instituto de Ecología A. C. México. 24 P. Disponible en: <http://www1.inecol.edu.mx/paisaje/documentos/PDFs/5%20La%20Deforestaci%C3%B3n%20p%C3%A1g%2085-1.pdf>.
- 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 de Posgrado previa a la obtención del título de Magister Scientae en Desarrollo Rural. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Nivel de Posgrado. Loja- Ecuador 79 P.
- Herrera, J., Alizaja, R., Guevara, E y Jiménez V. 2006. Germinación y Crecimiento de la Planta. Editorial Universidad de Costa Rica. Consultado el 2 de mayo del 2015. Disponible en: http://books.google.com.ec/books?id=ohoEQYJFq0QC&printsec=frontcover&dq=germinaci%C3%B3n&hl=es&ei=h8W_TMzhOMP98Aa.
- Hertel, T. 2012. Tree Seed Procurement in Loja, Ecuador, Including a Concept for a Regional Tree Seed Program. Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development organised by: Georg-August Universität Göttingen and University of Kassel-Witzenhausen. 4pp.
- International Seed Testing Association (ISTA), 2007. International rules for seed testing. Edition 2007. Adopted at the ordinary Meeting 2006, Glattbrugg/Zurich, Switzerland to become effective on 1st January 2007 288 P.
- Jara, L. 1996. Programa de abastecimiento de Semillas Forestales. CATIE. Turrialba – Costa Rica. 98 P. Consultado el: 03 de mayo del 2015. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=PZcOAQAIAAJ&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Luis+Fernando+Jara+N.%22&hl=es&sa=X&ei=XveFU5vQObLOsATOjICAAw&ved=0CCEQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false>
- MAE (Ministerio del Ambiente); (2012): Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental, Quito-Ecuador. 32 P.
- Morocho, M. y Quinde, F. 2004. Establecimiento y manejo de Fuentes semilleras de especies nativas del Cañar. FOSEPOR/COSUDE-INTERCOOPERATION. H. Consejo Provincial del Cañar. EC.
- Prado, L., Samaniego, C. y Ugarte J., 2010. Estudio de las cadenas de abastecimiento de germoplasma forestal en Ecuador. ICRAF Working Paper no. 115. World Agroforestry Centre (ICRAF). Lima, Perú. 43pp.
- PRONATURA. 2012. Programa para la protección ambiental. El mercado de semillas maderables en la república dominicana con énfasis en las especies nativas y endémicas. 68pp.

- Taizan, L., Zeiger, E. 1998. *Plant physiology* Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., Publishers.
- Trujillo, E. 1997. Manejo de semillas, viveros y plantación inicia. Editado Litografía ACE PRINTER. Santa Fe de Bogotá. Colombia. 19 -34 P.
- Vílchez, B. Chazdon, R. y Redondo, A.. 2004. Fenología reproductiva de cinco especies forestales del bosque secundario tropical. Kurú: Rev. For 1: 1-10.
- Willan, R. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales, con Especial Referencia a los Trópicos. Estudio FAO Montes. 2da edición. Roma-Italia. 502 P.