



Germinación y crecimiento de *Leonia glycyarpa* en Arosemena Tola, Napo, Ecuador¹

Germination and growth of *Leonia glycyarpa* in Arosemena Tola, Napo, Ecuador

Ricardo Vinicio Abril-Saltos², Carolina Yasmin Villarroel-Gancino², Diego Mauricio Ramos-Criollo²,
Briyidt Maryeli Pillco-Herrera², Jonny David Quishpe-López², Katherine Pamela López-Adriano²

- ¹ Recepción: 10 de febrero, 2021. Aceptación: 21 de junio, 2021. Trabajo generado del proyecto de investigación: “Propagación, crecimiento e identificación de metabolitos secundarios de las especies vegetales medicinales del Centro de Investigación, posgrado y Conservación Amazónica” dirigido por Ricardo Abril, aprobado y financiado por la Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador.
- ² Universidad Estatal Amazónica, Departamento de Ciencias de la Vida, Pastaza, Ecuador. rvabril@uea.edu.ec (autor para la correspondencia; <https://orcid.org/0000-0003-1544-4360>), carolero30@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0003-4813-9557>), diego.mauricio.rcriollo@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-8867-9462>), maryelipillco1996@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-6055-9848>), lexis.07@outlook.es (<https://orcid.org/0000-0001-5112-5856>), katherinepamela@outlook.es (<https://orcid.org/0000-0001-9260-5661>).

Resumen

Introducción. La pérdida de especies de plantas silvestres genera la necesidad de evaluar sus características de germinación y crecimiento en diferentes ambientes en la región amazónica. **Objetivo.** Evaluar la germinación *ex situ* y el crecimiento de *Leonia glycyarpa* en condiciones de uso de suelo de bosque primario y cobertura de zonas intervenidas en el Centro de Investigación, Postgrados y Conservación Amazónica en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. **Materiales y métodos.** El estudio se desarrolló en dos fases entre 2018-2020, la primera, de germinación *ex situ* en invernadero, donde se registraron días hasta la emergencia y crecimiento en bandeja, y la segunda de crecimiento posterior al trasplante en campo, en uso de suelo de bosque primario y cobertura de zona intervenida (arbolado de *Inga* sp. y arbolado de melatomatacea). Se registró la altura de la planta, diámetro del tallo y número de hojas hasta los 360 días y variables ambientales como temperaturas del aire y suelo, luminosidad y nutrientes del suelo. Se establecieron curvas de crecimiento para la altura de la planta y diámetro del tallo. Se realizó una correlación entre las medidas de crecimiento y las variables ambientales y edáficas. **Resultados.** En la primera fase se obtuvo una media de 33,5 días a la emergencia con un 76 % de plantas emergidas a los 45 días, con una media de 10,7cm en altura y 3,02 mm en diámetro. En el crecimiento en campo, las plantas ubicadas en la zona intervenida, alcanzaron mayor desarrollo y prevalecieron los modelos lineal y cuadrático en la altura de la planta y lineal en el diámetro del tallo. Se hallaron correlaciones significativas del contenido de nutrientes y la temperatura con las variables del crecimiento. **Conclusión.** *L. glycyarpa* se pudo propagar en condiciones de invernadero. Los factores ambientales y edáficos, influyeron en el crecimiento en altura, diámetro y número de hojas, con mayor crecimiento en la cobertura de suelo en la zona intervenida.

Palabras clave: bosque, altura, diámetro, factores ambientales, factores edáficos, propagación vegetal.



Abstract

Introduction. The loss of wild plants species generates the need to evaluate their germination and growth characteristics in different environments in the Amazon region. **Objective.** To evaluate the ex-situ germination and growth of *Leonia glycyarpa* under conditions of primary forest soil use and coverage of intervened areas at the Amazonian Research, Postgraduate, and Conservation Center in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. **Materials and methods.** The study was developed in two phases between 2018-2020, the first, of ex-situ germination in the greenhouse, where days until emergence and growth in tray were recorded, and the second of pre-transplant growth in field, in primary forest soil use and coverage of the intervened zone (*Inga* sp. woodland and melatomatacea woodland). The height of the plant, stem diameter, and number of leaves up to 360 days and environmental variables such as air temperature, luminosity, and soil nutrients were recorded. Growth curves were established for plant height and stem diameter. A correlation analysis was carried out between the growth measures and the environmental and edaphic variables. **Results.** In the first phase, an average of 33.5 days to emergence was obtained with 76 % of plants emerged at 45 days, reaching an average of 10.7 cm in height and 3.02 mm in diameter. In the field growth, the plants located in the intervened zone reached greater development and the linear and quadratic models prevailed in plant height and linear in stem diameter. Significant correlations were found between nutrient content and temperature and growth variables. **Conclusion.** *L. glycyarpa* could be propagated under greenhouse conditions. Environmental and edaphic factors influenced growth in height, diameter and number of leaves, having greater growth cover in the intervened zone.

Keywords: forest, height, diameter, environmental factors, edaphic factors, vegetal propagation.

Introducción

La familia Violaceae presenta flores casmógamas durante la primavera, y son generalmente, sucedidas en el verano por flores cleistógamas, presenta flores vistosas con guías de néctar que atraen insectos (Raisman & González, 2013). *Leonia glycyarpa* (Ruíz y Pav.) es un árbol con hojas simples alternas, enteras con un nervio medio principal del que salen venas secundarias, estípulas caducas, a veces dejan cicatriz. Los frutos sirven para el consumo humano y son alimento de aves, armadillos (*Dasyopus* sp.), ardillas (*Sciurus* sp.), cuchuchos (*Nasua nasua*), monos (*Platyrrhini* sp.), guantas (*Cuniculus*) y guatusas (*Dasyprocta* sp.); el tronco se emplea en la construcción de viviendas (Pérez, 2014).

L. glycyarpa pertenece a la familia Violaceae, la cual es cosmopolita, distribuida especialmente en zonas templadas, está constituida por 23 géneros y 830 especies, su clasificación es la siguiente (Missouri Botanical Garden, 2020):

Clase: Equisetopsida C. Agardh.

Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.

Superorden: Rosanae Takht.

Orden: Malpighiales Juss. ex Bercht. & J. Presl.

Familia: Violaceae Batsch.

Género: *Leonia* Ruiz & Pav.

Las especies de género *Leonia*, tienen varios usos, entre ellos medicinales, y son utilizadas para tratar la fiebre, problemas de las vías respiratorias, como brebaje y para la aplicación en baños corporales (Alvarado, 2007). *L. glycyarpa* es un árbol que alcanza entre 18 y 20 m de altura, se desarrollan en terrenos de pendientes moderadas, riberas de ríos de montaña y zonas con fuertes pendientes (Aguirre & Merino, 2015).

Para que una semilla se transforme en una planta, debe ocurrir la germinación y para esto, en su primera fase, la semilla debe pasar por un proceso de imbibición o absorción de agua (Monroy-Vázquez et al., 2016), este ingreso de agua, produce en forma temporal alteraciones estructurales en las membranas de la semilla (Herrera et al., 2006), con la absorción de agua, la semilla inicia la respiración (Pérez et al., 2016). Los factores ambientales como temperatura, luminosidad e intercambio de gases, influyen en las características de la germinación. La temperatura es el factor ambiental más importante que regula el tiempo de germinación, por lo que el control de la temperatura es esencial en el crecimiento después de la germinación, ya que afecta el porcentaje y velocidad de la misma (Hartmann et al., 2014).

El crecimiento de la planta en función del tiempo, es representado como una curva, la cual, al completar el ciclo de vida de una planta, muestra tres fases de crecimiento: inicial, exponencial y envejecimiento (Vilchez et al., 2015). Esta curva puede reportarse a través de modelos polinómicos con modelos lineales, cuadráticos y cúbicos, que a nivel matemático se representan como funciones polinomiales de primer, segundo y tercer grado, pero en especies forestales, este crecimiento puede prolongarse por muchos años, por lo cual también se puede reportar el crecimiento en una etapa de desarrollo inicial de estas especies. El modelo lineal indica un incremento geométrico del número de células en un intervalo del tiempo, mientras que el modelo cuadrático a más de lo planteado incluye un punto de inflexión en el tiempo, donde se acelera el crecimiento (Rodríguez & Leithner, 2005).

Los procesos bioquímicos y fisiológicos de la planta, responden a variables climáticas como la temperatura (Herrera, 2006) y la pluviosidad, y son consideradas en modelos de crecimiento vegetal, donde se analiza su influencia en el comportamiento del crecimiento (Bogino et al., 2007).

La temperatura afecta la tasa de desarrollo de la planta, y la producción de hojas, tallos y otros componentes. Los procesos fisiológicos se aceleran a medida que la temperatura aumenta entre una temperatura base y una temperatura óptima (Rawson & Gómez, 2001). Esta última depende de varios factores, uno de ellos es el estado de desarrollo de las plantas, debido a que estas tienen una especie de reloj biológico que determina su sensibilidad a la temperatura, lo cual influye en el crecimiento y productividad (Fischer & Lüdders, 2002). Las medias anuales de la temperatura del suelo varían muy poco con la profundidad, si se ignoran los primeros 10 cm del mismo, en climas con fuerte lluvia y nubosidad puede enfriar hasta 20 cm de profundidad (Forsythe, 2002).

Los sistemas radicales de diferentes especies vegetales, según tipo de suelo y sistema de manejo, interactúan de manera disímil, y generan estructuras y niveles de agregación variables, así mejoran el drenaje e incrementan los potenciales mátricos de la rizosfera (Torres-Guerrero et al., 2013). La presencia de lombrices en el suelo mejora la aireación; estas al ingerir partículas de suelo forman núcleos de materia orgánica, mucus y minerales que ayudan a estabilizar la estructura del suelo (Torres-Guerrero et al., 2013). La continuidad del sistema de poros es modificada por la penetración de las raíces y propicia la formación de nuevos agregados, mejoran el crecimiento de las raíces, la oxigenación y estructura del suelo.

En los suelos amazónicos con uso de bosque, la presencia de hojarasca y el desarrollo de raíces, generan una mayor reserva de materia orgánica en el mismo, esto favorece un mejoramiento de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los suelos. Una mayor diversidad de plantas, presenta también mayor cantidad y calidad de hojarasca y raíces, incorporan materia orgánica sobre y debajo de la superficie del suelo y favorecen los ciclos biogeoquímicos (Bravo et al., 2017). El nitrógeno promueve el rápido crecimiento e incrementa el tamaño de las hojas en las plantas. Es un constituyente de muchos componentes celulares y su carencia inhibe el crecimiento vegetal; este elemento es requerido en grandes cantidades, ya que se considera dentro del primer grupo de nutrientes, es el mineral que las plantas requieren en mayor cantidad, forma parte de aminoácidos y ácidos nucleicos. Su carencia inhibe el crecimiento vegetal (Taiz & Zeiger, 2006). Valores superiores a 0,25 % en el contenido de nitrógeno son considerados altos (Crespo et al., 2006).

El potasio, interviene en la regulación del potencial osmótico de las células vegetales, es un activador de muchas enzimas que intervienen en la fotosíntesis y respiración (Taiz & Zeiger, 2006). También mayores concentraciones de potasio, influyen en un mayor desarrollo de la altura de la planta y diámetro del tallo (Montenegro et al., 2019).

Estudios en suelos de la Amazonía ecuatoriana, analizaron diferentes tipos de cobertura como pastizales, zonas de cultivo y bosques. En el uso de suelo de bosque, reportan concentraciones de 0,74 % de nitrógeno, 8,74 ppm para el fósforo y 0,15 meq 100 ml⁻¹ para potasio (Bravo et al., 2017).

Los árboles maduros generan un dosel con baja superficie foliar y menor uso de la radiación en comparación con las sucesiones tempranas (Melo et al., 2017). En *Crescentia cujete*, se indica que las plantas bajo sombra (con una media de 280 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) alcanzan mayor tamaño y llegan incluso al doble de tamaño que las que se encuentran en luminosidad (media de 1170 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), debido a un mayor alargamiento celular como mecanismo de adaptación (Piña & Arboleda, 2010). Las plantas de una misma especie, al verse sometidas a diferentes condiciones lumínicas, pueden presentar una respuesta fotosintética diferente, denominada aclimatación, donde la disminución de tasa de fotosíntesis se verá incrementada por un incremento de la superficie foliar, donde la planta no produce más hojas, pero sí más delgadas (Granados-Sánchez et al., 2007). En estudios realizados en bosques tropicales en India, valores a nivel de la superficie del bosque estuvieron entre 700 a 1300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Tripathi et al., 2020).

L. glycyarpa puede transcurrir toda su vida sin tener acceso directo a la luz (Araujo-Murakami et al., 2012), pero disponibilidad de luz en la superficie del bosque se considera un regulador ambiental estratégico que gobierna el crecimiento de las plantas residentes (Tripathi et al., 2020). Las mediciones fotométricas (lumen, lux, Candel) se utilizan para caracterizar ambientes lumínicos bajo el dosel arbóreo y para tratar de explicar algunos patrones de las plantas, pero no permiten establecer el rango de espectro de luz que es aprovechado por una especie vegetal en un ecosistema (Promis, 2013).

Muchas especies silvestres tienen usos multipropósito y se desconoce sus características de propagación y crecimiento, tanto en sus condiciones naturales, como en otros ambientes y a su vez, no permite la producción de plantas de estas especies a una mayor escala. Esta investigación se limita al desarrollo de la especie *L. glycyarpa* en el sitio de colecta de la semilla en bosque primario y en zonas intervenidas donde se presenta otro tipo de cobertura de suelo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la germinación *ex situ* y el crecimiento de *Leonia glycyarpa* en condiciones de uso de suelo de bosque primario y cobertura de zonas intervenidas en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica en Arosemena Tola, Napo, Ecuador.

Materiales y métodos

El presente trabajo se ejecutó en el período 2018-2020 en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), de la Universidad Estatal Amazónica en el cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador, el cual consta de 2848 ha, de las cuales 2000 ha son de bosque primario, 300 ha de pastos y en el resto se presentan áreas intervenidas con presencia de cultivos y donde se desarrollaron diferentes tipos de arbolados.

La precipitación anual promedio es de 3481,7 mm, temperaturas entre 23,4 a 25,4 °C y humedad relativa de 87 %. Los suelos son poco profundos, ácidos y de baja fertilidad natural (Bravo et al., 2017). Su topografía es irregular, el suelo está formado por sedimentos de arcilla y areniscas ligeramente gredoso y de poco drenaje, poco profundos.

La investigación, se desarrolló en dos etapas, la primera de germinación *ex situ* en un invernadero y la segunda de crecimiento en sitios con cobertura de bosque primario y áreas intervenidas con plantación de regeneración secundaria de *Inga* sp, la cual presentaba una edad de siete años desde la siembra, con árboles que alcanzaban una altura de 16 m, con una cobertura de dosel de un 75 %, una pendiente del 3 % y una plantación de regeneración natural de melastomátaceas, con más de diez años de edad, con un 80 % de cobertura de dosel y una pendiente del 3 %.

Se colectaron frutos maduros de un árbol de *L. glycyarpa* encontrados en el bosque primario en el CIPCA, se midió el diámetro longitudinal y transversal de los frutos en junio del 2018, se extrajeron las semillas y se

eliminaron las que tenían defectos como orificios, micosis o con consistencia aguada, se midió el diámetro longitudinal y transversal de todas las semillas con la ayuda del calibrador Vernier, se pesaron en grupos de diez semillas y se desinfectaron con fungicida: N-(triclorometilitio)ciclohex-4-en-1,2-dicarboximida.

Debido a la poca cantidad de frutos, se tomó como referencia el trabajo de Pablo-Pérez et al. (2013), donde desarrollaron pruebas en *Lupinus campestris*, colectadas de plantas silvestres, con tres réplicas de quince semillas, y el trabajo de Torres-Torres et al. (2018) en *Hymenaea oblongifolia* con doce semillas y tres réplicas. Se empleó un invernadero ubicado en la parroquia Tarquí, provincia de Pastaza, Ecuador. Se procedió a colocar diez semillas en bandejas de germinación con turba tipo TS3, en un total de cinco réplicas; las dimensiones del orificio fueron 5 cm de diámetro y 10 cm de profundidad, se rellenó cada orificio hasta una altura de 5 cm, donde se colocó la semilla y se procedió a rellenar con turba hasta el tope del orificio, las bandejas fueron distribuidas en un diseño completamente al azar. Se registraron los días a la emergencia (cuando emergen las hojas cotiledonales de la semilla), se determinó el porcentaje de emergencia desde los siete días de la siembra hasta los 45 días. A partir de la emergencia, en cada planta en la bandeja, se registró con una frecuencia de siete días la altura de la plántula medida desde el cuello hasta la yema apical, el diámetro del tallo a la altura del cuello de la raíz y se contabilizó el número de hojas (Abril et al., 2017). La temperatura y humedad ambiental se registraron en forma horaria en un termómetro con data logger ubicado dentro del invernadero.

Se realizó una prueba de imbibición en los laboratorios de la Universidad Estatal Amazónica con grupos de cinco semillas y tres réplicas, para determinar si había imbibición en la semilla y por tanto, no presentaba dormancia por impermeabilidad, con inmersión de las semillas en agua destilada a períodos de una, dos, tres, cuatro y siete horas, para determinar la variación en peso registrado a esos tiempos de inmersión con respecto al peso inicial (Abril et al., 2017).

El Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica presenta 2000 ha de Bosque primario ubicado entre los 600 y 930 msnm y zonas intervenidas ubicadas entre los 540 y 600 msnm. Los sitios donde se establecieron las plantas, se seleccionaron en función del sitio de colecta de la semilla y sitios que tuvieran otro uso de suelo con cobertura de dosel, para evaluar el crecimiento de las plantas reintroducidas al lugar de colecta ubicado en bosque primario y en sitios con presencia de vegetación de recambio.

De las plantas germinadas se seleccionaron aquellas que presentaron una altura mínima de 9 cm y se trasplantaron a los sitios de ensayo, se distribuyeron de forma equitativa en dos hileras ubicadas en zona de bosque primario con alturas entre 655 y 661 msnm y dos hileras ubicadas en zona intervenida con alturas entre 578 y 579 msnm, con un diseño experimental de bloques al azar. Se seleccionaron espacios homogéneos y se distribuyó las hileras al azar en los sitios indicados y en cada punto de ubicación de la planta se colocó una baliza con la punta pintada de rojo, las hileras tuvieron como dimensiones 1 m de ancho por 25 m de largo, con una distancia de 2 m entre plantas, se eliminó la vegetación 50 cm alrededor de cada planta y se consideró una distancia lineal de 3 km entre las hileras ubicadas en bosque primario. El uso de suelo y coordenadas de las hileras se presentan en la Figura 1 y en el Cuadro 1.

Se registró cada 30 días hasta los 360 días desde el trasplante: la altura del tallo, medida con un metro desde el cuello de la raíz hasta la yema apical; el diámetro del tallo, medido en la base del tallo con un calibrador vernier o (pie de rey) en mm y se contabilizó el número de hojas amarillas, verdes y secas. Se estimó el porcentaje de supervivencia de las plantas en las mediciones realizadas (Abril et al., 2018). Se realizó un análisis de varianza para identificar si existían diferencias significativas entre las plantas desarrolladas en el bosque primario y las de la zona intervenida.

La temperatura del aire se tomó con un termómetro ambiental colocado en la hilera bosque primario 2 (BP-2) y uno en la hilera zona intervenida 1 (ZI-1), ambos a 2 m sobre el suelo, en el bosque primario la temperatura se registró entre las 10 h y 11 h am, mientras que en la zona intervenida entre las 13:00 y 14:00 del mismo día. También, al mismo tiempo se registró la luminosidad con el uso de un luxómetro a 1,30 m de altura, registrándose

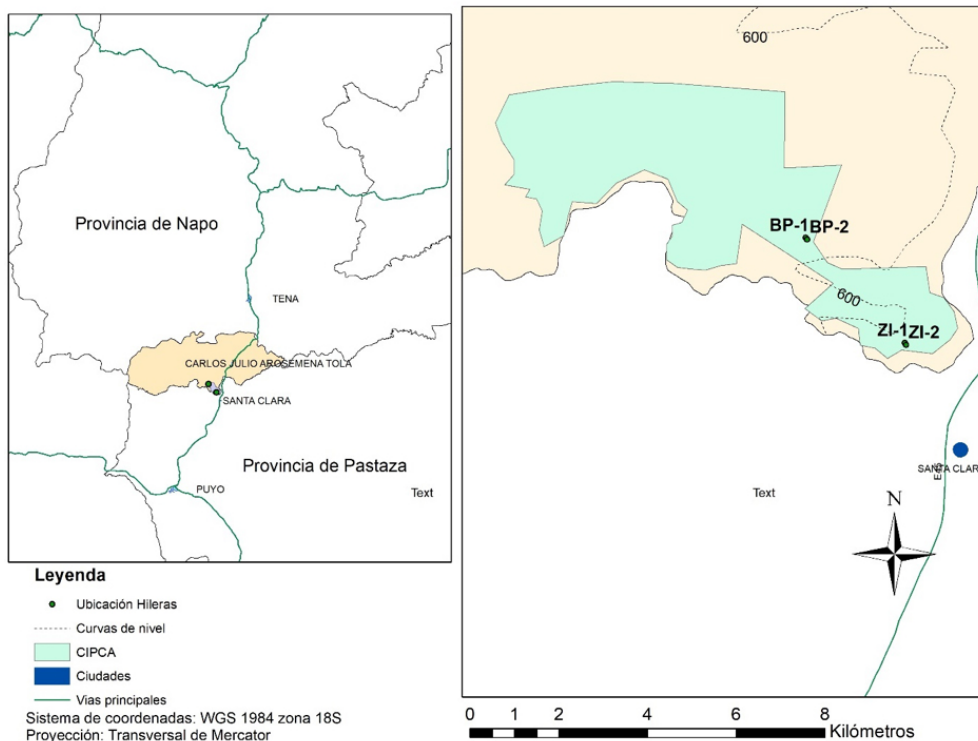


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio de *L. glycarpa*, en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), en Arosemena Tola, Napo, Ecuador, período 2018-2020.

Figure 1. Location map of the *L. glycarpa* study area, at the Amazonian Research, Postgraduate and Conservation Center (CIPCA), in Arosemena Tola, Napo, Ecuador from 2018 to 2020.

Cuadro 1. Coordenadas, altitud y uso del suelo donde se ubicaron las hileras con *L. glycarpa*. Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

Table 1. Coordinates, altitude and land use where were located the rows with *L. glycarpa*. Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018 to 2020.

Zona	Identificación de hileras	Altura msnm	Coordenadas		Uso de suelo
			y	x	
Bosque primario	BP1	655	9864870	175388	Bosque primario
	BP2	661	9864982	175376	Bosque primario
Intervenida	ZI 1	579	9862889	177670	Arbolado de guabas (<i>Inga</i> sp.)
	ZI 2	578	9862843	177701	Arbolado de melastomatácea melastomataceas

tres mediciones por hilera. También se registró la temperatura del suelo con un termómetro digital, el cual se lo introdujo de forma vertical a profundidad de 12 cm en el centro de cada hilera, desde los 30 días de plantación, mientras que la luminosidad se registró desde los 120 días. Los datos de luminosidad registrados en lux, se transformaron a $\mu\text{g mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ con un factor de conversión de 0,018.

Se colectaron dos muestras de suelo en cada hilera con un cilindro metálico de 7,6 cm de diámetro x 5 cm de profundidad, para establecer la densidad de raíces a través de la fórmula de Newman (Newman, 1965), de estas también se determinó la textura a través del método de Bouyocus (Bazán, 2017). Para determinar la concentración de nutrientes en el suelo, se realizó un muestreo en cruz con pala a profundidades de 20 cm en tres partes de cada hilera, seleccionadas al azar; el nitrógeno total se obtuvo a través del método Kjeldahl, el fósforo y el potasio por el método de Olsen modificado (Bravo et al., 2017). Se estableció la media de concentración de los nutrientes por hilera y la desviación estándar. Se contabilizó el número de lombrices y huevos de lombriz en un espacio de 50 x 50 cm por 20 cm de profundidad para la estimación de la densidad de lombrices.

En una matriz de Excel se determinaron estadísticos como media y coeficiente de variación. Se determinó la media de altura y diámetro del tallo en cada hilera, con el programa Table Curve 2 D. Se evaluaron los modelos de crecimiento de naturaleza lineal, cuadrática, cúbica, exponencial y logístico, para la selección del modelo, se consideró aquel que reportó mayor coeficiente de determinación (R^2), menor error estándar, que sus parámetros fueron significativos para $p \leq 0,05$ y la simplicidad del modelo (Abril et al., 2018).

Para el número de hojas y porcentaje de supervivencia se determinó la media y el coeficiente de variación en cada hilera. A los 360 días de crecimiento desde la plantación, se colectaron nueve hojas de las hileras ubicadas en bosque primario y nueve de las hileras ubicadas en zona intervenida, se utilizó como criterio la selección de la hoja 3 y hoja 4, estas fueron escaneadas y se calculó el área de las hojas con el uso de la aplicación IMAGEJ.

Se compararon los valores medios de las variables climáticas y edáficas registradas, con el resultado final del crecimiento; se consideró el tiempo donde todas las hileras tuvieron por lo menos un 30 % de plantas sobrevivientes. Se usó el método de análisis de correlación de Pearson R^2 a través del programa SPSS.

Resultados

Los frutos colectados midieron de 4 a 6 cm de diámetro (Figura 2), los cuales presentaron de 3 a 9 semillas. Se reportó un peso promedio por 10 semillas de 59,3 g, sus diámetros promedios fueron: longitudinal de 2,33 cm con



Figura 2. Foto del fruto de *L. glyycarpa* en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

Figure 2. Picture of the fruit of *L. glyycarpa* in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

un coeficiente de variación del 13 % y transversal de 1,3 cm con un coeficiente de variación del 16 %. La curva de imbibición mostró el máximo incremento en la hora 4 (Figura 3), con un 14 % de ganancia en peso, las semillas estuvieron en capacidad de absorber agua. El promedio de los días a la emergencia fue de 35,9 días desde la siembra (Cuadro 2). Las semillas germinaron a partir de los 21 días desde la siembra en la réplica 1, 24 días en la réplica 2 y en el resto de réplicas a partir de los 31 días. Se observó que el coeficiente de variación disminuyó a medida que pasó el tiempo, con la menor variabilidad entre las réplicas a los 45 días.

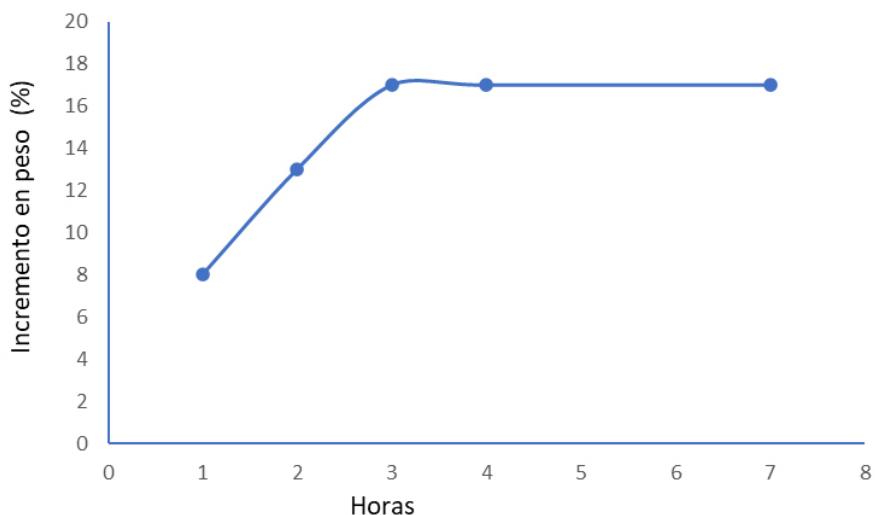


Figura 3. Curva de Imbibición de las semillas de *L. glyycarpa* en laboratorio de Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador. Junio 2018.

Figure 3. Imbibition curve of *L. glyycarpa* seeds in the Universidad Estatal Amazónica Labs, Pastaza, Ecuador. June 2018.

Cuadro 2. Porcentaje y días a la emergencia de *L. glyycarpa*. Tarqui, Pastaza, Ecuador. Julio – septiembre, 2018.

Table 2. Percentage and days from emergence. Tarqui, Pastaza, Ecuador. July – September, 2018.

Días	Porcentaje de emergencia (%)					Días a la emergencia		
	21	24	31	37	45	Mínimo	Máximo	Media
Media	2,0	6,0	30,0	64,0	76,0	21	45	35,9
Coeficiente de variación	223,61	149,07	52,7	26,15	19,95			8,6

La altura de la planta obtuvo a los 55 días un promedio de 10,7 cm (Cuadro 3). En el diámetro del tallo se alcanzó una media de 3,02 mm a los 55 días y en las dos medidas el mayor promedio se registró en la réplica 2. En esta medida los mayores coeficientes de variación se registraron a los 0 y 7 días y disminuyó para el resto de días. Las plantas alcanzaron un promedio de 4,1 hojas, obteniéndose el mayor promedio a los 55 días, a partir del día 49 no se registró variabilidad entre réplicas. De las plantas germinadas se seleccionaron 44 individuos que presentaron el rango de altura indicado en la metodología, para su instalación en las hileras en campo.

Cuadro 3. Parámetros de crecimiento en invernadero de *L. glycyarpa*. Tarqui, Pastaza, Ecuador. Julio - septiembre 2018.**Table 3.** Green house growth parameters of *L. glycyarpa*. Tarqui, Pastaza, Ecuador. July – September, 2018.

		Días								
		0	7	14	21	28	35	42	49	55
Altura (cm)	media	1,35	3,64	5,90	6,49	7,52	8,54	9,02	10,0	10,7
	C.V.	26,89	34,3	4,23	5,7	3,2	2,92	7,07	3,49	4,19
Diámetro (mm)	media	0,77	1,55	2,13	2,47	2,8	2,85	2,91	2,94	3,02
	C.V.	98,06	78,61	41,49	26,77	2,91	3,92	4,81	2,14	4,94
Número de hojas	media	0,74	2,27	3,8	3,8	3,97	3,60	3,87	4,0	4,1
	C.V.	30,98	26,31	11,77	11,77	16,64	24,85	7,71	0,0	3,67

C.V. Coeficiente de variación / C.V. Coefficient of variation.

En el crecimiento en campo, la variable altura mostró comportamientos diferentes en cada una de las hileras, la hilera 1 de bosque primario (BP-1) tuvo un comportamiento lineal. Se seleccionó este modelo a pesar de que los modelos cuadrático y cúbico presentaron un mayor coeficiente R^2 , pero sus parámetros no fueron significativos para $p \leq 0,05$. En la hilera zona intervenida 1 (ZI-1), el modelo cúbico presentó mejor ajuste de acuerdo con todos los criterios establecidos. En las hileras bosque primario 2 (BP-2) y zona intervenida 2 (ZI-2) el mejor ajuste se obtuvo con un modelo cuadrático, en ambos casos se empleó al modelo cúbico con un coeficiente R^2 más alto (Cuadro 4), pero con parámetros no significativos para $p \leq 0,05$.

Las curvas de crecimiento (Figura 4) mostraron que el mayor crecimiento se alcanzó en la hilera zona intervenida 1 (ZI-1), con una media de 20 cm al finalizar el período. La hilera bosque primario 1 (BP-1) presentó un crecimiento constante con una velocidad de $0,01 \text{ cm día}^{-1}$ y alcanzó a los 360 días una media de 13,3 cm. La hilera bosque primario 2 (BP-2) aceleró su crecimiento a partir del día 350, con una velocidad de crecimiento en esta etapa de $0,012 \text{ cm día}^{-1}$ y alcanzó los 12,5 cm al final de la evaluación. La hilera zona intervenida 1 (ZI-1), presentó una velocidad constante de crecimiento de $0,031 \text{ cm día}^{-1}$. La hilera zona intervenida 2 (ZI-2), presentó una velocidad de crecimiento de $0,02 \text{ cm día}^{-1}$ hasta los 340 días, a partir de ahí aceleró a $0,03 \text{ cm día}^{-1}$ y alcanzó una altura de 16,2 cm al final de la evaluación.

En la variable diámetro del tallo se seleccionó los modelos donde los parámetros resultaron significativos, a pesar de que otros modelos presentaron mayor R^2 , escogiéndose el modelo lineal en las hileras bosque primario 1 y 2 (BP-1) (BP-2) y zona intervenida 2 (ZI-2), y cuadrático en la zona intervenida 1 (ZI-1) (Cuadro 5).

El crecimiento del diámetro del tallo (Figura 5), en las diferentes hileras tuvo un lento incremento. Las hileras bosque primario 1 y 2 (BP-1 y BP-2) mostraron una velocidad de crecimiento de $0,0017 \text{ mm día}^{-1}$. La hilera bosque primario 1 alcanzó a los 360 días 3,4 mm; mientras que la hilera bosque primario 2 llegó a 3,2 mm. La hilera zona intervenida 2 (ZI-2) también presentó un crecimiento lineal con una tasa de $0,005 \text{ mm día}^{-1}$ y alcanzó los 4,2 mm al final del período.

La hilera zona intervenida 1 (ZI-1) fue la que alcanzó mayor diámetro, con una tasa de crecimiento de $0,008 \text{ mm día}^{-1}$ hasta el día 338, a partir del cual aceleró a $0,02 \text{ mm día}^{-1}$, con un diámetro promedio de 5,8 mm al final de la evaluación. El análisis de varianza para el crecimiento en altura y diámetro entre el bosque primario y la zona intervenida, no presentó diferencias significativas, tuvo valores de p de 0,11 para la altura y 0,15 para el diámetro.

En la medida del número de hojas que se realizó en campo, se registró un mayor promedio en el día 360 con una media de 6 hojas (Cuadro 6). En la supervivencia hasta el día 330, todas las hileras presentaron porcentajes

Cuadro 4. Modelo para el crecimiento en altura del tallo de *L. glycyarpa* en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

Table 4. Model for the steam height growth of *L. glycyarpa* in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

	Modelo	Signif. P>F	R2	EE (±)	Significación de los parámetros					
					Criterio	a	b	c	d	
Hilera	Bosque Primario 1	Logístico	<0,0001	0,89	0,47	Valor estimado	9,3039	32,0	3 933,506	-0,8395
						Valor de P	<0,0001	0,83	0,89	0,09
		Exponencial	<0,0001	0,87	0,49	Valor estimado	-0,000003	-0,000003	-0,0000003	
						Valor de P	*	*	*	
		Lineal	<0,0001	0,87	0,48	Valor estimado	9,6771	0,0099		
					Valor de P	<0,0001	<0,0001			
	Cuadrático	<0,0001	0,88	0,46	Valor estimado	9,4674	0,013	-0,000007		
					Valor de P	<0,0001	<0,0001	0,1557		
	Cúbico	<0,0001	0,89	0,46	Valor estimado	9,2872	0,0183	0,00004	0,0000001	
					Valor de P	<0,0001	0,0018	0,1678	0,2573	
	Bosque Primario 2	Logístico	0,0006	0,61	0,56	Valor estimado	2 868,88	29,411	3 198,241	32,228
						Valor de P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
		Exponencial	<0,0001	0,75	0,43	Valor estimado	8,5871	1,9137	-490,002	
						Valor de P	0,001	0,3659	0,1774	
		Lineal	<0,0001	0,69	0,42	Valor estimado	10,5222	0,0051		
Valor de P	<0,0001					<0,0001				
Cuadrático	<0,0001	0,75	0,37	Valor estimado	10,8522	0,00001				
				Valor de P	<0,0001	<0,0001				
Cúbico	<0,0001	0,76	0,38	Valor estimado	10,8750	-0,0020	0,00002	-0,0000002		
				Valor de P	<0,0001	0,642	0,2182	0,4304		
Zona intervenida 1	Logístico	<0,0001	0,93	1,19	Valor estimado	6,2888	2 853,61	1 891,787	223,2435	
					Valor de P	0,1628	0,9956	0,965	0,2464	
	Exponencial	<0,0001	0,93	1,16	Valor estimado	6,2626	3,4491	-234,391		
					Valor de P	0,00020	0,00300	0,00000		
	Lineal	<0,0001	0,94	0,84	Valor estimado	8,6544	0,0313			
				Valor de P	<0,0001	<0,0001				
Cuadrático	<0,0001	0,92	1,38	Valor estimado	9,6921	0,0091	0,0001			
				Valor de P	<0,0001	<0,0001	0,2100	0,0002		
Cúbico	<0,0001	0,94	0,97	Valor estimado	8,3029	0,0516	-0,0002	0,000001		
				Valor de P	<0,00001	0,00004	0,0035	0,0001		
Zona intervenida 2	Logístico	<0,0001	0,96	0,51	Valor estimado	9,5526	7 295,099	11 0102,011	-1,2211	
					Valor de P	<0,0001	0,9973	0,9968	0,0014	
	Exponencial	<0,0001	0,96	0,47	Valor estimado	-0,83746	10,32992	-718,847		
					Valor de P	0,8610	0,0375	0,0068		
	Lineal	<0,0001	0,95	0,54	Valor estimado	9,0864	0,0196			
Valor de P					<0,0001	<0,0001				
Cuadrático	<0,0001	0,96	0,48	Valor estimado	9,4727	0,0140	0,00001			
				Valor de P	<0,0001	<0,0001	0,0156			
Cúbico	<0,0001	0,97	0,46	Valor estimado	9,2114	0,0246	0,00003	0,00000001		
				Valor de P	<0,0001	<0,0001	0,2356	0,0848		

pp<0,05, coeficiente de correlación (r²), error experimental (EE). *el sistema no reportó valores. / p<0.05, correlation coefficient (r²), experimental error (EE), *the system did not report values.

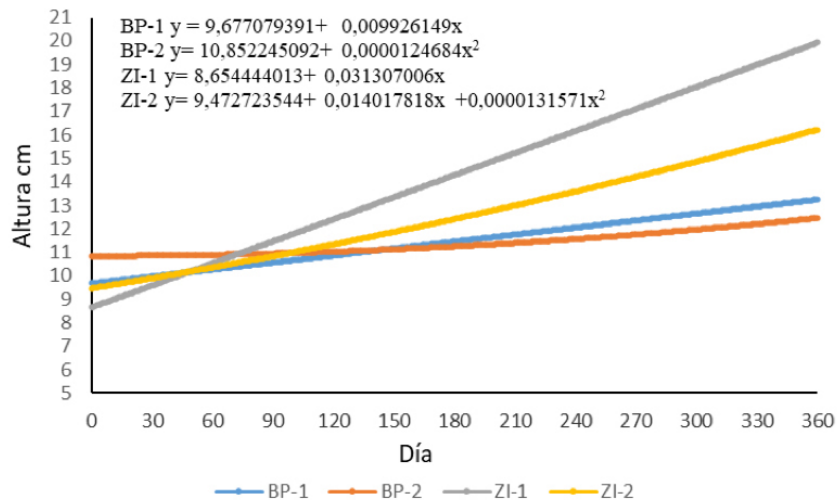


Figura 4. Crecimiento en altura del tallo de *L. glyxicarpa* en hileras de estudio (1 m de ancho por 25 m de largo y 2 m entre plantas). Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

BP-1 Bosque primario 1 a 655 msnm, BP-2 Bosque primario 2 a 661 msnm. ZI-1 Zona intervenida 1 a 579 msnm arbolado de *Inga* sp. ZI-2 Zona intervenida 2 a 578 msnm, arbolado de melastomatacea.

Figure 4. Height growth of the stem of *L. glyxicarpa* in study rows (1 m wide by 25 m long and 2 m between plants). Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

BP-1 Primary forest 1 at 655 m.a.s.l., BP-2 Primary forest 2 at 661 m.a.s.l. ZI-1 Intervened zone 1 at 579 m.a.s.l., wooded by *Inga* sp. ZI-2 Intervened zone 2 at 578 m.a.s.l. melastomatacea trees.

superiores al 60 %, a los 360 días la hilera bosque primario 2 (BP-2) disminuyó a 36 %. En el área foliar promedio se obtuvo 24,3 cm² para las hileras de bosque primario y 45,2 cm² en las hileras de zona intervenida.

Las variables meteorológicas registradas dentro del invernadero fueron las siguientes: temperatura mínima de 14,5 °C, temperatura máxima 41,9 °C, una temperatura promedio de 18,4 °C y promedio de humedad relativa media del 78 % (Cuadro 7).

Las temperaturas del aire y suelo se ven representadas en la Figura 6. La temperatura del aire, mostró un comportamiento similar en el bosque primario y la zona intervenida (22 y 24 °C, respectivamente), si bien se presentó una diferencia de 2 °C, cabe mencionar que las temperaturas se tomaron el mismo día en las diferentes mediciones, pero con una diferencia de 3 h entre la lectura tomada en el bosque primario y la zona intervenida. Sensores colocados posteriormente al ensayo, los cuales tenían almacenamiento en un Datta Loader, permitieron establecer una media de la temperatura registrada entre 13:00 a 14:00 de 23,5 °C en el bosque primario y de 24,3 en la zona intervenida, con una diferencia de 0,8 °C en temperaturas tomadas a la misma hora y de 0,5 °C en cuanto a la media de las temperaturas de todo el día. En las temperaturas extremas, en el bosque primario se reportó una mínima de 17,6 °C y una máxima de 31,8 °C, mientras que en la zona intervenida la mínima fue de 17,7 °C y la máxima de 28,1 °C. Las temperaturas del suelo presentaron menor variabilidad entre hileras con un promedio de 22,1 °C la hilera bosque primario 1 (BP-1), 23,0 °C la hilera bosque primario 2 (BP-2), 23,6 °C la hilera zona intervenida 1 (ZI-1) y 23,5 °C la zona intervenida 2 (ZI-2). Las hileras BP-1 y BP-2 presentaron una mínima de 20,8 °C, mientras que en ZI-1 y ZI2 fue de 22,3 °C. La máxima temperatura en BP-1 fue de 23,3 °C, en BP-2 de 26°C, 27,5°C en ZI-1 y 26,6 °C ZI-2.

Cuadro 5. Modelo para el crecimiento en diámetro del tallo de *L. glyycarpa* en las hileras de estudio (1 m de ancho por 25 m de largo y 2 m entre plantas). Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

Table 5. Model for the growth of steam diameter of *L. glyycarpa* in the study rows (1 m wide by 25 m long and 2 m between plants). Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

	Modelo	Signif.	R2 P>F	EE (±)	Criterio	Significación de los parámetros			
						a	b	c	d
Bosque Primario 1	Logístico	0,182	0,29	0,2304	Valor estimado	2,4898	12,7539	2 910,8559	627,8224
					Valor de P	0,8835	0,9989	0,9959	0,9822
	Exponencial	0,08	0,29	0,2226	Valor estimado	2,4641	0,5105	-670,2281	
					Valor de P	0,2820	0,8127	0,7399	
	Lineal	0,0001	0,88	0,056	Valor estimado	2,87609	0,0014		
					Valor de P	<0,0001	<0,0001		
	Cuadrático	0,0004	0,65	0,10586	Valor estimado	2,9983	0,0012	-0,0000002	
					Valor de P	<0,0001	0,05850	0,8763	
	Cúbico	0,0016	0,65	0,10942	Valor estimado	2,9874	0,0015	-0,000002	0,000000002
					Valor de P	<0,0001	0,3518	0,8288	0,8460
Bosque Primario 2	Logístico	0,185	0,36	0,28128	Valor estimado	2,8731	1 351,5934	1 110,1100	46,3690
					Valor de P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,97000
	Exponencial	0,036	0,36	0,26183	Valor estimado	2,8733	0,00001	45,1879	
					Valor de P	<0,0001	0,9768	0,7343	
	Lineal	0,0021	0,66	0,1042	Valor estimado	2,8068	0,0013		
					Valor de P	<0,0001	0,0014		
	Cuadrático	0,0021	0,6	0,14848	Valor estimado	2,9105	0,000003		
					Valor de P	<0,0001	0,0021		
	Cúbico	0,003	0,62	0,1528	Valor estimado	2,8865	0,0013	-0,00001	<0,0001
					Valor de P	<0,0001	0,57128	0,6455	0,3847
Zona intervenida 1	Logístico	<0,0001	0,95	0,22806	Valor estimado	0,9895	1 078,7930	2 822,2713	360,9067
					Valor de P	0,7430	0,9984	0,9877	0,5726
	Exponencial	<0,0001	0,95	0,22745	Valor estimado	2,6402	-466,2297		
					Valor de P	<0,0001	<0,0001		
	Lineal	<0,0001	0,96	0,21641	Valor estimado	2,7902	0,0031	0,00001	0,000000002
					Valor de P	<0,0001	0,2254	0,3154	0,9365
	Cuadrático	<0,0001	0,95	0,21841	Valor estimado	2,7946	0,00308	0,000014	
					Valor de P	<0,0001	0,0166	0,0001	
	Cúbico	<0,0001	0,96	0,21641	Valor estimado	2,7902	0,0031	<0,0001	<0,0001
					Valor de P	<0,0001	0,2254	0,3154	0,9365
Zona intervenida 2	Logístico	<0,0001	0,77	0,27661	Valor	184,51380	4 709,8510	844,4555	
					Valor de P	0,9927	0,9618	0,3881	
	Exponencial	<0,0001	0,77	0,27592	Valor estimado	-2,1638	4,9065	-1355,3922	
					Valor de P	0,8408	0,6469	0,5911	
	Lineal	<0,0001	0,77	0,2705	Valor estimado	2,7003	0,0043		
					Valor de P	<0,0001	<0,0001		
	Cuadrático	<0,0001	0,77	0,27616	Valor estimado	2,7387	0,0037	<0,0001	
					Valor de P	<0,0001	0,0162	0,6404	
	Cúbico	0,0001	0,79	0,274	Valor estimado	2,6458	0,0069	-0,00002	0,00000003
					Valor de P	<0,0001	0,0450	0,3138	0,2734

p<0,05, coeficiente de correlación (r²), error experimental (EE). / p<0/05, correlation coefficient (r²), experimental error (EE).

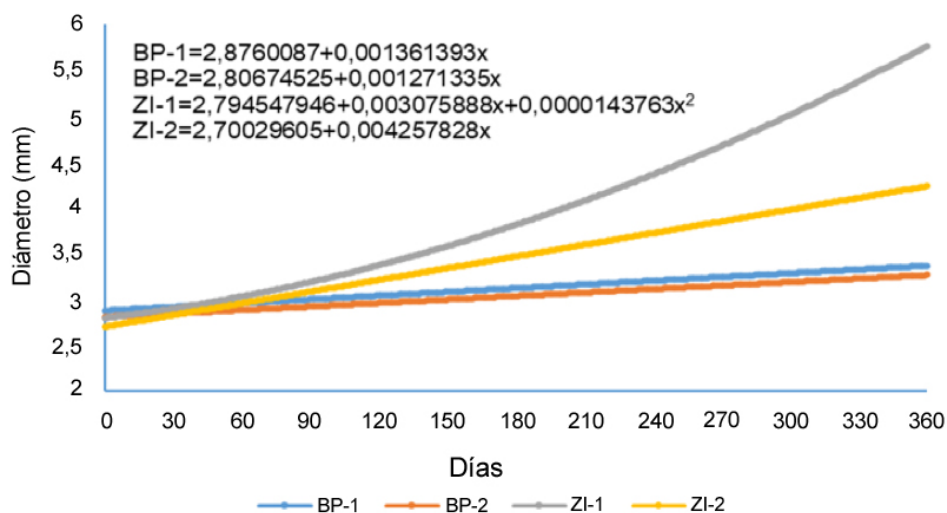


Figura 5. Crecimiento en diámetro de *L. glyxicarpa*, en las hileras de estudio (1 m de ancho por 25 m de largo y 2 m entre plantas). Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

BP-1 Bosque primario 1, BP-2 Bosque primario 2. ZI-1 Zona intervenida 1. ZI-2 Zona intervenida 2.

Figure 5. Diameter growth of *L. glyxicarpa* in the study rows (1 m wide by 25 m long and 2 m between plants). Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

BP-1 Primary forest 1 BP-2 Primary forest 2, ZI-1 Intervened zone 1, ZI-2 Intervened zone 2.

Cuadro 6. Número de hojas y supervivencia (%), de *L. glyxicarpa*, en las hileras de estudio (1 m de ancho por 25 m de largo y 2 m entre plantas). Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

Table 6. Number of leaves and survival (%), of *L. glyxicarpa* in the study rows (1 m wide by 25 m long and 2 m between plants). Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

Días	No de Hojas						Supervivencia (%)					
	BP-1	BP-2	ZI-1	ZI-2	media	C.V. (%)	BP-1	BP-2	ZI-1	ZI-2	media	C.V. (%)
0	3,7	4,3	4	4,1	4,0	6,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,00
30	3,7	4,3	2,7	3,9	3,7	18,7	90,9	90,9	90,9	100,0	93,2	4,88
60	4,0	4,5	5,8	4,7	4,7	16,0	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	0,00
90	4,0	4,7	6,4	5,0	5,9	20,1	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	0,00
120	4,2	4,5	7,6	5,2	5,4	28,7	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	0,00
150	4,3	4,3	6,9	5,5	5,2	23,6	81,8	90,9	90,9	90,9	88,6	5,1
180	4,5	4,7	5,2	5,6	5,0	9,9	72,7	72,7	90,9	90,9	81,8	12,8
210	4,9	4,6	6,7	6,6	5,7	19,4	72,7	72,7	90,9	90,9	81,8	12,8
240	4,6	4,7	6,8	5,8	5,5	19,0	72,7	72,7	90,9	90,9	81,8	12,8
270	4,8	4,1	7,2	6,3	5,6	25,1	81,8	72,7	90,9	90,9	84,1	10,4
300	6,6	4,9	7,9	6,1	6,4	19,5	81,8	72,7	90,9	81,8	81,8	9,1
330	6,0	6,1	8,2	6,6	6,7	15,1	90,9	63,6	90,9	81,8	81,8	15,7
360	5,3	5,7	10,2	6,4	6,9	32,6	72,7	36,4	72,7	72,7	63,6	28,6

BP-1: Bosque primario 1, BP-2 Bosque primario 2, ZI-1 Zona intervenida 1, ZI-2 Zona intervenida 2 C.V.: Coeficiente de variación. / BP-1 Primary forest 1, BP-2 Primary forest 2, ZI-1 Intervened zone 1, ZI-2 Intervened zone 2, C.V. coefficient variation.

Cuadro 7. Temperatura y humedad relativa en invernadero en Tarqui, Pastaza, Ecuador. Julio – septiembre, 2018.

Table 7. Temperature and relative humidity in the greenhouse in Tarqui, Pastaza, Ecuador. July – September, 2018.

Días	Temperatura (°C) y humedad relativa (%)			
	Temperatura mínima.	Temperatura máxima.	Temperatura media	Humedad relativa media
0	15,1	39,8	18,1	74
7	17,4	34,8	18,2	82
14	14,9	39,8	18,6	78
21	17,2	38,6	18,7	80
28	16,8	41,9	18,6	76
35	14,5	36,2	18,1	78
45	16,7	39,2	18,4	76
Promedio	14,5	41,9	18,4	78

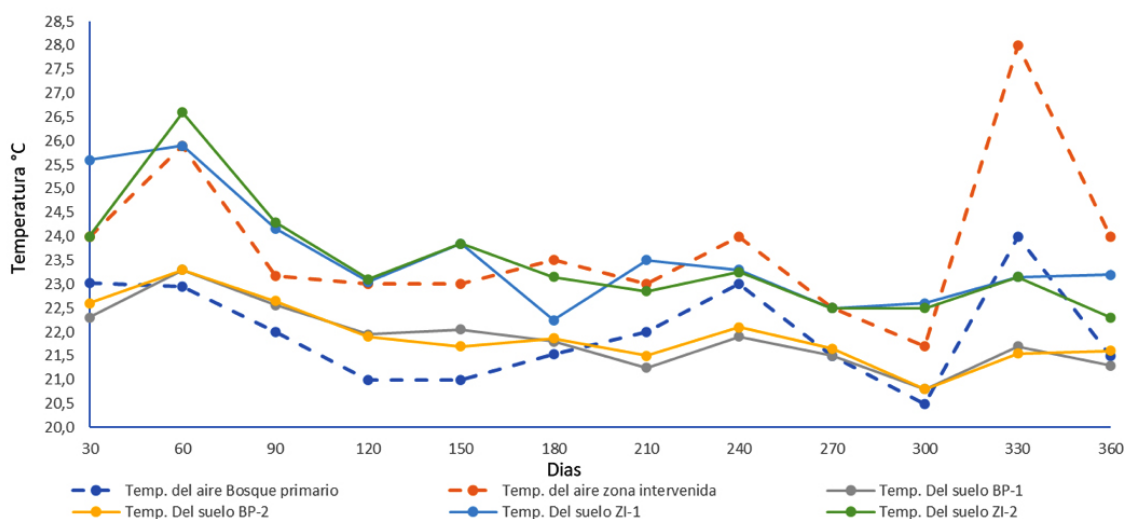


Figura 6. Temperaturas del aire y suelo en las hileras de estudio de *L. glyxicarpa*, en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

Temp.: Temperatura, BP-1: Bosque primario 1, BP-2 Bosque primario 2, ZI-1 Zona intervenida 1, ZI-2 Zona intervenida 2.

Figure 6. Air and soil temperatures in the study rows of *L. glyxicarpa*, in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

Temp.: Temperature BP-1 Primary forest 1, BP-2 Primary forest 2, ZI-1 Intervened zone 1, ZI-2 Intervened zone 2.

En cuanto a las medidas de luminosidad registrada en luxes y convertida a $\mu\text{g mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Cuadro 8), se presentó un mayor promedio en las hileras BP-1 y BP-2 de bosque primario y zona intervenida 1 (ZI-1), con valores que sobrepasaron los $1600 \mu\text{g mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, mientras que en la zona intervenida 2 (ZI-2), se registró menor luminosidad. El análisis de varianza entre la luminosidad promedio de las hileras en bosque primario y la zona intervenida, no reportó diferencias significativas para $p \leq 0,05$, con un promedio en $1605 \mu\text{g mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ en la zona intervenida y $1691 \mu\text{g mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ en el bosque primario.

Cuadro 8. Luminosidad ($\mu\text{g mol}^{-2}\text{s}^{-1}$) en el bosque primario y en la zona intervenida. Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

Table 8. Luminosity ($\mu\text{g mol}^{-2}\text{s}^{-1}$) in the primary forest and in the intervened zone. Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

Día	Hileras			
	Bosque primario 1*	Bosque primario 2**	Zona intervenida 1***	Zona intervenida 2****
120	186,3	231,7	279,0	280,6
150	24,6	20,6	33,7	42,2
180	89,9	122,7	1222,4	419,9
210	324,5	322,0	305,3	305,3
240	3225,6	3232,8	3229,2	3234,6
270	1632,0	1632,0	3238,2	3238,2
300	3231,0	3238,2	51,3	58,3
330	3222,9	3243,6	3240,6	3236,4
360	3225,6	3233,7	3239,1	3239,1
Mínima	24,6	20,6	33,7	42,2
Máxima	3232,8	3243,6	3240,6	3240,0
Promedio	1684,71	1697,5	1648,8	1561,6

*BP-1 Bosque primario a 655 msnm. **BP-2 Bosque primario a 661 msnm.***, Z1 Zona intervenida a 579 msnm arbolado de *Inga* sp. ****, Z2 Zona intervenida a 578 msnm, arbolado Melastomatacea. / * BP-1 Primary forest at 655 m.a.s.l. ** BP-2 Primary forest at 661 m.a.s.l. ***, Z1 Intervened area at 579 m.a.s.l. wooded by *Inga* sp. ****, Z2 Intervened area at 578 m.a.s.l. , Melastomatacea trees.

El análisis de suelo (Cuadro 9), permitió determinar que los valores más altos de nitrógeno y potasio se encontraban en la hilera zona intervenida 2, mientras que de fósforo se dio en la hilera bosque primario 2. El mayor porcentaje de materia orgánica fue en la hilera zona intervenida 2 con 45,8 % y el menor valor se registró en la hilera bosque primario 2 con 4,8 %. La hilera bosque primario 1 y zona intervenida 2 reportaron clase textural franco, la hilera bosque primario 1 un suelo franco arenoso arcilloso, mientras que la hilera zona intervenida 1 un suelo de tipo franco arenoso.

Cuadro 9. Características del suelo en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

Table 9. Soil characteristics in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

Medida	Hileras							
	BP-1		BP-2		ZI-1		ZI-2	
	Franco		Franco arenoso arcilloso		Franco arenoso		Franco	
Clase textural	Media	Desv. estandar	Media	Desv. estandar	Media	Desv. estandar	Media	Desv. estandar
Nitrógeno (%)	0,34	0,05	0,27	0,13	1,0	0,2	0,94	0,15
Fósforo (ppm)	9,63	2,76	8,4	4,85	6,97	0,81	4,97	1,65
Potasio (meq 100 ml ⁻¹)	0,15	0,06	0,25	0,15	0,33	0,15	0,29	0,10
Materia orgánica %	1,11	0,12	0,63	0,15	1,51	0,82	1,82	0,24
Densidad de raíces cm cm ⁻²	6	1,91	7,67	6,10	34,53	11,45	31,07	10,11
Densidad raíces	0,11	0,02	0,1	0,02	0,09	0,01	0,08	0
Densidad de lombrices g m ⁻²	18,4		36,8		48		0,0	

La densidad de raíces (Cuadro 9) en el bosque primario y en la zona intervenida, no mostraron diferencias significativas para $p \leq 0,05$. En la densidad de lombrices hubo una variación en las diferentes hileras que se llevó a cabo el estudio, se obtuvo 48 g cm^{-3} y fue el mayor valor en la hilera zona intervenida 2, mientras que en el bosque primario 1 no se registró la presencia de lombrices.

El Cuadro 10 muestra la correlación entre R^2 de las variables. Hubo una correlación significativa al $p \leq 0,01$, directamente proporcional entre la altura de la planta y el diámetro del tallo. Las medidas de crecimiento mostraron una respuesta positiva a la temperatura ambiental, temperatura del suelo, concentraciones de nitrógeno, potasio, materia orgánica y densidad de lombrices, pero la respuesta fue negativa o inversa a la concentración de fósforo, luminosidad, y densidad de raíces. El área foliar mostró correlación significativa ($p \leq 0,01$) con el número de hojas.

Cuadro 10. Análisis de correlación de Pearson en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

Table 10. Pearson's correlation test in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2020.

	Diámetro del tallo	Número de hojas	Área foliar	Temperatura ambiental	Temperatura del suelo	Luminosidad	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Materia orgánica	Densidad superficial de raíces	Densidad de lombrices
Altura de la planta	1,0**	0,93	0,93	0,85	0,87	-0,42	0,89	-0,49	0,69	0,88	-0,85	0,29
Diámetro del tallo	1,00	0,94	0,94	0,84	0,86	-0,40	0,88	-0,48	0,70	0,87	-0,84	0,32
Número de hojas		1,00	,995**	0,72	0,75	-0,17	0,75	-0,37	0,78	0,78	-0,72	0,60
Área foliar			1,00	0,67	0,71	-0,12	0,72	-0,29	0,71	0,74	-0,67	0,62
Temp.ambiental				1,00	1,0**	-0,81	1,0**	-0,88	0,83	0,99**	-1,0**	-0,10
Temp. del suelo					1,00	-0,78	1,0**	-0,86	0,84	0,99**	-0,99**	-0,06
Luminosidad						1,00	-0,78	0,93	-0,51	-0,75	0,81	0,65
Nitrógeno							1,00	-0,83	0,80	,993**	-,996**	-0,07
Fósforo								1,00	-0,77	-0,85	0,88	0,38
Potasio									1,00	0,87	-0,83	0,30
Materia Orgánica										1,00	-,995**	0,01
Densidad de Raíces											1,00	0,10

*significativo al 0,05; ** significativo al 0,01. / *significat at 0.05, **significant at 0.01.

Discusión

Los resultados de esta investigación, mostraron que es factible propagar *L. glycyarpa* bajo condiciones de invernadero, donde las plantas alcanzaron una media de 35,9 días a la emergencia, una media del 76 % de emergencia a los 45 días, una media en altura de 10 cm y 2,94 mm de diámetro. Estudios desarrollados en *V. columnaris* de la familia violácea, mostraron con el desarrollo de tratamientos pregerminativos, un porcentaje de germinación máximo del 4,3 % (Rey et al., 2020). En especies silvestres, no se puede establecer un porcentaje de germinación “adecuado”, por la disponibilidad de frutos y semillas, además, las especies pueden presentar

diferentes condiciones en cuanto al tiempo y porcentaje de emergencia. Algunas especies silvestres, muestran inicios de germinación entre los 7 y 35 días y de igual forma terminado el proceso de germinación entre 49 y 105 días, con porcentajes de germinación entre 37 y 96 % en especies comerciales (Rodríguez et al., 2002). Instituciones internacionales han considerado como semillas con un potencial de vigor análogo, aquellas donde el porcentaje en que emerge se acerque a un 90 % (Food and Agriculture Organization & AfricaSeeds, 2019).

En los resultados del presente trabajo, al incrementar un 14 % en peso las semillas, en el desarrollo de la prueba de imbibición, indicaron que estas absorben agua y por tanto, su cubierta no es impermeable y que pudiese conllevar a dormancia física.

La altura media de las plantas al transcurrir un año de crecimiento posterior al trasplante, no sobrepasó los 20 cm y alcanzó una media de supervivencia del 63 %. En el parque Jaguaroundy, México, en una reforestación de 53 plantas silvestres a partir de semillas germinadas en invernadero, Nava & Rosas (2008) mostraron que quince especies reportaron una supervivencia superior al 10 % después de un año de trasplante, con alturas desde los 19 hasta los 78 cm. Esto permite demostrar que la especie puede ser llevada a condiciones de germinación diferentes de su medio natural y luego reintegrarla al mismo.

No hubo diferencias significativas entre el crecimiento de altura y diámetro del tallo, pero sí se encontró una correlación significativa entre estas dos variables. En plantaciones de *Quercus* sp., existen correlaciones positivas entre estos dos parámetros, pero las tasas de crecimiento pueden diferir de un individuo a otro, es decir, un árbol puede tener un fuerte incremento en altura, pero bajo en diámetro (Villar et al., 2014).

L. glyycarpa obtuvo mayor crecimiento en la hilera plantada en la cobertura de *Inga* sp. (Familia Fabacea), que reportó la mayor concentración de nitrógeno, lo cual puede deberse a la capacidad de fijación de nitrógeno de las leguminosas (Rodríguez & Crespo, 2006) y esta mayor concentración genera a su vez, una mayor longitud de planta (Monsalve et al., 2009). También esta hilera reportó mayores concentraciones de potasio, el cual también influye en un mayor desarrollo de la altura de la planta y diámetro del tallo (Montenegro et al., 2019).

La luminosidad reportó una correlación inversa para todas las medidas de crecimiento. En el presente trabajo, las plantas al final de la evaluación en promedio en el bosque primario, tuvieron mayor luminosidad y alcanzaron los 12,9 cm de altura, mientras que en la zona intervenida la altura promedio alcanzada fue de 18,1 cm. En *Crescentia cujete*, las plantas bajo sombra (con una media de $280 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) alcanzaron mayor tamaño que las que estuvieron en luminosidad (media de $1170 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), debido a un mayor alargamiento celular como mecanismo de adaptación (Piña & Arboleda, 2010). Se ha indicado que una menor intensidad lumínica conlleva a una disminución de tasa de fotosíntesis y la planta genera una respuesta, que incrementa la superficie foliar, sin producir más hojas (Granados-Sánchez et al., 2007).

Conclusiones

La prueba de germinación mostró que *L. glyycarpa* puede propagarse bajo condiciones de invernadero, con una media del 76 % de emergencia a los 45 días y un promedio de 35,9 días a la emergencia.

El desarrollar la planta en invernadero, donde se pueden controlar las condiciones de temperatura y luego reinsertarlas en el sitio de colecta, mostraron que esta es una estrategia que puede ser utilizada para la conservación de la especie.

Los modelos lineales y cuadráticos fueron los de mejor ajuste para la variable altura de la planta, mientras que el modelo lineal fue el de mejor ajuste para describir el crecimiento. Los modelos no presentaron asíntota, por lo cual, se considera que las plantas continúan en crecimiento en diámetro.

El análisis de correlación, mostró que el crecimiento en altura, diámetro y número de hojas presentó una relación directa con la temperatura del aire y del suelo, y con el contenido de nitrógeno, lo cual corroboró que estos factores influyeron para un mayor desarrollo de las plantas.

Agradecimientos

Se emite un agradecimiento a todo el personal de la Universidad Estatal Amazónica, en especial a los técnicos de laboratorio y del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Amazonía (CIPCA) por el apoyo brindado para el desarrollo del presente trabajo. También se agradece al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Dirección Provincial de Napo por las facilidades para la obtención del permiso de investigación científica No. 015-18- IC-FAU/FLO-DAPA/MA.

Referencias

- Abril, R., Ruiz, T., Alonso, J., & Cabrera, G. (2017). Germinación, diámetro de semilla y tratamientos pregerminativos en especies con diferentes finalidades de uso. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), 1–15. <https://doi.org/10.15517/ma.v28i3.26205>
- Abril, R. V., Ruiz, T. E., Alonso, J., & Cabrera, G. M. (2018). Crecimiento inicial de *Eugenia stipitata*, *Inga spectabilis* e *Inga edulis* en Napo, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 275–291. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.28759>
- Aguirre, Z., & Merino, B. (2015). Flora característica de los macro-ecosistemas del sur del Ecuador. *Siglo Cero*, 5, 5-22. https://www.researchgate.net/publication/289528609_Flora_caracteristica_de_los_macro-ecosistemas_del_sur_del_Ecuador
- Alvarado, L. A. (2007). *Plantas medicinales de las zonas de manejo de la comunidad indígena Monifue Amena, Amazonas. Colombia* [Tesis para la obtención del título de Biólogo, Universidad Politécnica Javeriana]. Repositorio de la Universidad Politécnica Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8942>
- Araujo-Murakami, A., Poma-Chura, A., Palabral, R., Salvatierra, F., & Hurtado, F. (2012). Estructura y composición florística en dos parcelas permanentes en el bosque amazónico de Tierra Firme e Inundable, en el Norte del Parque Nacional Madidi, La Paz. *Kempffiana*, 8(1), 3–21. <https://www.researchgate.net/publication/279853585>
- Bazán, R. (2017). *Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/504/1/Bazan-Manual_de_procedimientos_de_los.pdf
- Bogino, S., Bravo-Oviedo, F., & Fernández-Nieto, M. (2007). Determinación de variables climáticas para su uso en modelos de crecimiento: una aproximación dendrocronológica. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 23, 135–140. <https://doi.org/10.31167/csef.v0i23.9615>
- Bravo, C., Ramírez, A., Marín, H., Torres, B., Alemán, R., Torres, R., Navarrete, H., & Changoluisa, D. (2017). Factores asociados a la fertilidad del suelo en diferentes usos de la tierra de la Región Amazónica Ecuatoriana. *Revista Electrónica Veterinaria*, 18(11), 6–12. <http://doi.org/10.1038/35002501>
- Crespo, G., Rodríguez, I., & Look, S. (2006). La fertilidad del suelo y la producción de biomasa. En R. S. Herrera, I. Rodríguez, & G. Febles (Eds.), *Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás* (pp. 223–277). Editorial del Instituto de Ciencia Animal.
- Fischer, G., & Lüdders, P. (2002). Efecto de la altitud sobre el crecimiento y desarrollo vegetativo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Comalfi*, 29(1), 1–10. https://www.researchgate.net/publication/257363411_Efecto_de_la_altitud_sobre_el_crecimiento_y_desarrollo_vegetativo_de_la_uchuva_Physalis_peruviana_L

- Food and Agriculture Organization, & AfricaSeeds. (2019). *Materiales para capacitación en semillas - Módulo 3: Control de calidad y certificación de semillas*. <http://www.fao.org/3/ca1492es/CA1492ES.pdf>
- Forsythe, W. (2002). Parámetros ambientales que afectan la temperatura del suelo en Turrialba, Costa Rica y sus consecuencias para la producción de cultivos. *Agronomía Costarricense*, 26(1), 42–61. https://www.researchgate.net/publication/32931327_Parametros_ambientales_que_afectan_las_temperatura_del_suelo_en_turrialba_Costa_Rica_y_sus_consecuencias_para_la_produccion_de_cultivos
- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G. F., & Hernández-García, M. A. (2007). Ecología y silvicultura en bosques templados. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 13(1), 67–83. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62913110>
- Hartmann, H., Kester, F., Davies, F., & Geneve, R. (2014). *Hartmann and Kester's plant propagation: principles and practices* (8th Ed.). Pearson Prentice Hall.
- Herrera, R. S. (2006). Crecimiento y desarrollo. En R. S. Herrera, I. Rodríguez, & G. Febles (Eds.), *Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás* (pp. 53–70). Editorial del Instituto de Ciencia Animal.
- Herrera, J., Alízaga, R., Guevara, E., & Jiménez, V. (2006). *Germinación y crecimiento de la planta*. Editorial Universidad de Costa Rica.
- Melo, O., Fernandez-Méndez, F., & Villanueva, B. (2017). Hábitat lumínico, estructura, diversidad y dinámica de los bosques secos tropicales del Alto Magdalena. *Colombia Forestal*, 20(1), 19–30. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.1.a02>
- Missouri Botanical Garden. (2020). *Leonia glyxicarpa Ruiz & Pav. Tropicos*. Obtenido el 10 de octubre, 2019 de <https://www.tropicos.org/name/33800550>
- Monroy-Vázquez, M., Peña-Valdivia C.B., García-Nava, J., Solano-Camacho, E., Campos, H., & García-Villanueva, E. (2016). Imbibición, viabilidad y vigor de semillas de cuatro especies de *Opuntia* con grado distinto de domesticación. *Agrociencia*, 51, 27–42.
- Monsalve, J., Escobar, R., Acevedo, M., Sánchez, M., & Coopman, R. (2009). Effect of the nitrogen concentration on the morphological attributes, root growth potential and nutritional status on cover root *Eucalyptus globulus* seedlings. *Bosque (Valdivia)*, 30(2), 88–94. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002009000200004>
- Montenegro, O., Magnitskiy, S., & Darghan, A. (2019). Effect of nitrogen and potassium on plant height and stem diameter of *Jatropha curcas* L. in Colombian tropical dry forest. *Agronomía Colombiana*, 37(3), 203–212. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v37n3.78172>
- Nava, Y., & Rosas, I. (2008). *El Parque Ecológico Jaguaroundi: Conservación de la selva tropical veracruzana en una zona industrializada*. Instituto Nacional de Ecología, & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Newman, E. I. (1965). A method of estimating the total length of root in a sample. *Journal of Applied Ecology*, 3(1), 139–145. <https://doi.org/10.2307/2401670>
- Pablo-Pérez, M., Lagunes-Espinoza, L. C., López-Upton, J., Ramos-Juárez, J., & Aranda-Ibáñez, E. M. (2013). Morfometría, germinación y composición mineral de semillas de *Lupinus silvestres*. *Bioagro*, 25(2), 101–108. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612013000200003&lng=es&tlng=es.

- Pérez, A. (2014). Ficha especie *Leonia glycyarpa*. En A. Pérez, C. Hernández, H. Romero-Saltos, R. Valencia (Eds.), *Árboles emblemáticos del Yasuní* (pp. 360). Editorial Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE).
- Pérez, C., Carrillo, G., Vidal, E., & Ortiz, E. (2016). Efecto de la imbibición en la calidad fisiológica de semillas de jitomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(7), 1765–1773. <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i7.169>
- Piña, M., & Arboleda, M. A. (2010). Efecto de dos ambientes lumínicos en el crecimiento inicial y calidad de plantas de *Crescentia cujete*. *Bioagro*, 22(1), 61–66.
- Promis, A. (2013). Medición y estimación del ambiente lumínico en el interior del bosque: Una revisión. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19(1), 139–146. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.02.014>
- Raisman, J., & González, A. (2013). *Violacea. Guía de Consultas Botánica II. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE). Hipertextos del área de la biología*. Obtenido 10 de febrero, 2021 de <http://www.biologia.edu.ar/diversidadv/fascIII/24.%20Violaceae.pdf>
- Rawson, H. M., & Gómez, H. G. (2001). *Trigo regado*. Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/3/x8234s/x8234s00.htm>
- Rey, M., Riat, M., & Sánchez, G. (2020). Avances en la propagación de *Viola columnaris* (Violaceae), especie herbácea de altura afectada por actividades recreativas de montaña. En A. E. Ortín, N. M. Romero, J. C. Godoy, & N. Di Salvo. (Eds.), *Restauración ecológica en la diagonal árida de la Argentina* (pp. 207–214). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6858>
- Rodríguez, I., & Crespo, G. (2006). Integración de nutrientes del sistema suelo-pasto-animal. Reciclaje de los nutrientes en los agroecosistemas de pastizales. En R. S. Herrera, I. Rodríguez, & G. Febles (Eds.), *Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás* (pp. 279–306). Editorial del Instituto de Ciencia Animal.
- Rodríguez, W., & Leihner, D. (2005). *Análisis de crecimiento vegetal*. Editorial Universidad de Costa Rica.
- Rodríguez, S. A., Vergara, M. C., Ramos, J. M., & Sainz, C. (2002). *Germinación y manejo de especies forestales tropicales*. Comisión Nacional Forestal, & Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Fisiología vegetal I* (3a Ed.). Universidad Jaume.
- Torres-Guerrero, C. A., Etchevers, J. D., Fuentes-Ponce, M. H., Govaerts, B., De León-González, F., & Herrera, J. M. (2013). Influencia de las raíces sobre la agregación del suelo. *Terra Latinoamericana*, 31(1), 71–84.
- Torres-Torres, J. J., Medina-Arroyo, H. H., & Martínez-Guardia, M. (2018). Germinación y crecimiento inicial de *Hymenaea oblongifolia* Huber en el municipio de Istmina, Chocó, Colombia. *Entramado*, 14(2), 230–242. <http://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4760>
- Tripathi, S., Bhadouria, R., Srivastava, P., Devi, R. S., Chaturvedi, R., & Raghubanshi, S. H. (2020). Effects of light availability on leaf attributes and seedling growth of four tree species in tropical dry forest. *Ecological Process*, 9, Article 2. <https://doi.org/10.1186/s13717-019-0206-4>
- Villar, R., Lopez-Iglesias, B., Ruiz-Benito, P., De la Riva, E. G., & de Zavala, M. A. (2014). Crecimiento de plántulas y árboles de seis especies de *Quercus*. *Ecosistemas*, 23(2), 64–72. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2014.23-2.09>
- Vilchez, J., Martínez, L., & Albany, N. 2015. Comparación del crecimiento en vivero entre plántulas y vitroplantas de guayabo cultivar enana roja cubana Eea-1840. *Interciencia*, 14(4), 270–274.