



Germinación y crecimiento de *Porcelia mediocris* y *Compsonaura trianae* en Arosemena Tola, Napo, Ecuador*

Germination and growth of *Porcelia mediocris* and *Compsonaura trianae* in Arosemena Tola, Napo, Ecuador

Ricardo Vinicio Abril-Saltos¹, Andre Leandro Tapia-Tamayo², Briyidt Maryeli Pillco-Herrera³, Jonny David Quishpe-Lopez³, Katherin Pamela López Adriano⁴, Danilo Pedro Sarabia⁵

* Recepción: 4 de septiembre, 2023. Aceptación: 25 de enero, 2024. 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 el primer autor, aprobado y financiado por la Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador.

¹ 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>).

² Profesional independiente. Pastaza, Ecuador. andretapia1@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0009-8975-5795>).

³ Profesional independiente. Sucumbios, Ecuador. maryelipillco1996@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-6055-9848>), lexis.07@outlook.es (<https://orcid.org/0000-0001-5112-5856>).

⁴ Consorcio Asociados MAM, Chimborazo, Ecuador. katherinepamela@outlook.es (<https://orcid.org/0000-0001-9260-5661>).

⁵ Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. dsarabiag@uea.edu.ec (<https://orcid.org/0000-0002-1101-987X>).

Resumen

Introducción. Las especies silvestres son importantes en el ecosistema, estas requieren el desarrollo de técnicas que permitan su preservación. **Objetivo.** Determinar las características de germinación *in situ* y *ex situ* y el crecimiento en campo de las especies *Porcelia mediocris* N.A. Murray y *Compsonaura trianae* Warb. en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. **Materiales y métodos.** El estudio se realizó entre 2019 y 2020, se colectaron semillas en el bosque primario de *P. mediocris* y *C. trianae*. Se desarrollaron pruebas de germinación en invernadero y en bosque primario, se midió la emergencia de las semillas, crecimiento en bandeja y se aplicó un análisis de varianza entre los sitios de ensayo. Las plántulas fueron trasplantadas en tres diferentes coberturas de suelo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Productividad de la Amazonía, se tomaron medidas de crecimiento en altura, diámetro del tallo, número de hojas y supervivencia, se elaboraron las curvas de crecimiento y se realizó un análisis de varianza en las medidas finales de crecimiento entre las diferentes coberturas. **Resultados.** En *P. mediocris*, las plantas desarrolladas en invernadero reportaron menos días a la emergencia (67,6), pero las desarrolladas en la cobertura guabas tuvieron mayor altura (19,45 cm) y porcentaje de germinación (70 %) al final de la prueba. En *C. trianae* las plantas desarrolladas en el sitio de colecta tuvieron mayor altura (13,38 cm) y número de hojas al final de la evaluación. El crecimiento en campo no mostró diferencias entre coberturas y tuvo una supervivencia del 47 % en *P. mediocris* y 75 % en *C. trianae*. **Conclusiones.** *P. mediocris* reportó mejores porcentajes de germinación en la cobertura guabas y *C. trianae* tuvo mayor crecimiento en el bosque primario, sin que el sitio de germinación influyera en el crecimiento posterior al trasplante en ambas especies.

Palabras clave: altura de la planta, bosque primario, crecimiento, emergencia.



Abstract

Introduction. Wild species are important in the ecosystem, and their preservation requires the development of effective techniques. **Objective.** To determine the in situ and ex situ germination characteristics and field growth of *Porcelia mediocris* N.A. Murray and *Compsonera trianae* Warb. in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. **Materials and methods.** The study was carried out between 2019 and 2020, with seeds collected from the primary forest of *P. mediocris* and *C. trianae*. Germination tests were conducted in a greenhouse and in the primary forest, measuring seed emergence, tray growth, and performing an analysis of variance between the testing sites. Seedlings were transplanted into three different soil covers at the Amazon Center for Teaching, Research, and Productivity, with measurements taken for height, stem diameter, number of leaves, and survival. Growth curves were created, and an analysis of variance was performed on the final growth measurements among the different soil covers. **Results.** For *P. mediocris*, greenhouse-grown plants showed fewer days to the emergence (67.6), but those grown under guabas cover had a greater height (19.45 cm) and germination percentage (70 %) at end of the trial. For *C. trianae*, plants grown at the collection site had greater height (13.38 cm) and number of leaves at the end of the evaluation. Field growth did not show differences between soil covers, with survival rate of 47 % for *P. mediocris* and 75 % for *C. trianae*. **Conclusions.** *P. mediocris* showed better germination percentages under guabas cover, while *C. trianae* exhibited greater growth in the primary forest, with the germination site not affecting post-transplant growth for either species.

Keywords: plant height, primary forest, growth, emergence.

Introducción

La importancia ecológica de los bosques radica en la diversidad de flora en sus diferentes estratos, la cual actúa como cubierta protectora para evitar la erosión (Rosas-Rangel et al., 2019). De los bosques, las poblaciones nativas satisfacen sus necesidades, ya que obtienen alimentos, medicinas y otros productos, encontrándose más de 45 productos no maderables (Espinoza de la Mora, 2017). En la amazonia ecuatoriana predominan los bosques nativos con una extensión de 96 073 km², los cuales se han reducido con el tiempo. Entre el periodo 2000- 2015 se reporta una pérdida de 3100 km² (Borja et al., 2017).

Las especies forestales nativas son importantes en procesos de restauración ecológica de zonas degradadas; sin embargo, existe poca información sobre sus características de germinación (Huamán Pilco et al., 2021). Estas presentan una importancia ecológica en el ecosistema, además de proveer diferentes tipos de materiales para la subsistencia de las comunidades.

La familia Annonaceae pertenece al orden magnoliales y clase magnoliopsida, está constituida por 110 géneros y 2400 especies (Xue et al., 2020). A nivel económico es una fuente de frutos, cosméticos y perfumes, también utilizados en medicina tradicional, alimentos, bebidas, productos fitosanitarios y usos ornamentales (Handayani, 2018).

El género *Porcelia*, está compuesto por siete especies, con distribución neotropical en los bosques por debajo de 1500 m s. n. m. en el flanco oriental de los Andes desde el norte de Bolivia hasta el este de Panamá (Murillo, 2001). Sus árboles tienen de 12 hasta 30 m de altura, DAP 8-20 cm, hojas caducas y su fruto es un agregado de monocarpas indehiscentes masivos con corteza gruesa de pulpa dulce, succulenta y fibrosa (Murray, 1993). Las plantas de este género son utilizadas para el control de Leishmaniasis (Brito et al., 2022). En Ecuador *P. mediocris*, conocido como sauco, a'cho omenda (Cofán), llanto caspi (Kichwa) o catabecahue (Huaorani), se encuentra en la región amazónica en las provincias de Sucumbíos, Napo y Zamora Chinchipe (Grandtner & Chevrette, 2013). En la estructura del bosque *P. mediocris*, se ubica en el subdosel al alcanzar alturas entre 10 a 20 m (Cerón et al., 2016).

Su uso principal es maderero, de donde se obtienen vigas para la construcción de viviendas, leña y sus frutos sirven como alimento animal (Tirira & Rios, 2018).

La especie *Compsonera Trianae* Warb es un árbol que crece en las selvas húmedas de tierras bajas, posee follajes aromáticos, sus flores son pequeñas de color verde o blanco amarillento, los frutos son carnosos con una sola semilla que es dispersada por animales (Taylor & Devia Alvarez, 2000). Es originaria de América tropical, registrada en Colombia y Ecuador, predomina en los bosques húmedos entre los 0 a 1000 m s. n. m., se encuentra al interior de coberturas boscosas en buen estado de conservación, es utilizada en la construcción de viviendas y en la fabricación de muebles, los frutos son consumidos por aves y mamíferos (Higuira et al., 2014).

La propagación y dispersión de semillas cumplen un papel fundamental en la regeneración natural del bosque, producidos en fases de generación de semillas, dispersión, germinación y establecimiento de las plántulas, sin embargo, en estos estadios más tempranos de desarrollo de las plántulas, presentan mayores niveles de mortandad (Norden, 2014).

En especies silvestres, que no representen una demanda a gran escala para uso como madera, se desconoce sus características de germinación, crecimiento y supervivencia, esto conlleva a la necesidad de buscar alternativas donde se pueda manejar el desarrollo de las plántulas en sus etapas iniciales, para luego ser incorporarlas en el ecosistema del bosque.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar las características de germinación *in situ* y *ex situ* y el crecimiento en campo de las especies *Porcelia mediocris* N.A. Murray y *Compsonera trianae* Warb. en Arosemena Tola, Napo, Ecuador.

Materiales y métodos

Material de estudio

En árboles ubicados en un bosque primario, se recolectaron las semillas de *P. mediocris* en junio del 2018 y en junio y agosto del 2019, en estos se detectó florecimiento anual. Para *C. trianae*, se recolectaron frutos en noviembre del 2018 y en febrero del 2019.

Ubicación del experimento

El presente trabajo se desarrolló en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), ubicado en el cantón Arosemena Tola de la provincia del Napo, en el kilómetro 44 vía Puyo, se encuentra en un ambiente tropical donde la precipitación anual alcanza los 4000 mm, la humedad relativa es del 80 % y la temperatura varía entre 15 a 25 °C, y en un invernadero localizado en la parroquia Tarqui, cantón Pastaza, provincia de Pastaza, Ecuador; ubicado a una altura de 983 m s. n. m., coordenadas 17M 0830121 UTM 9842150, temperatura entre 19 °C y 23 °C.

Tratamientos

Los árboles se encontraban en un bosque primario, donde se recolectaron, y en junio y agosto del 2019, en estos se detectó florecimiento anual. Las pruebas de germinación en *P. mediocris* con las semillas de junio del 2018 se repitieron bajo tres diferentes condiciones de cobertura: bosque primario, zona intervenida con plantación de guabas y en invernadero. En las semillas colectadas en junio y agosto del 2019, se aplicó el mismo número de réplicas y semillas por réplica, pero solo se realizó en el invernadero. En *C. trianae*, se realizó la prueba de

germinación en invernadero con los frutos recolectados en noviembre del 2018, y con las semillas de los frutos colectados en febrero del 2019, se realizó la prueba en el bosque primario.

Se determinó el diámetro de la semilla y se realizó un ensayo de germinación utilizando diez semillas por réplica con un total de cinco réplicas para *P. mediocris* y de veinte semillas por réplica con un total de cinco réplicas para *C. trianae*. En el invernadero se sembró en bandejas de germinación con turba tipo CLASSMAN. En los ensayos en el bosque primario y la cobertura guabas se sembró en bandejas de germinación con hojarasca del sector, se tomó como referencia el trabajo de Torres-Torres et al. (2018) en *Hymenaea oblongifolia* con doce semillas y tres réplicas y el trabajo de Abril-Saltos et al. (2022) en *Sterculia colombiana* con cinco réplicas y diez semillas por réplica.

Se aplicó un diseño completamente al azar para la colocación de las bandejas tanto en invernadero como en las otras coberturas. Se registraron las medidas de: días a la emergencia, porcentaje de germinación a los 30, 60, 90 y 120 días, altura de la planta, diámetro del tallo hasta los 60 días desde la emergencia. Para las semillas colectadas en el 2019, se registró el porcentaje de emergencia hasta los 90 días.

Las plantas desarrolladas en invernadero, fueron trasladadas a las parcelas con cobertura de bosque primario, arbolado de guabas y arbolado de melastomáceas (Cuadro 1, Figura 1), las plantas desarrolladas en invernadero de *P. mediocris* se trasplantaron a los sitios de ensayo en octubre del 2018, mientras que las desarrolladas en los sitios de ensayo se trasladaron en febrero del 2019, para el caso de *C. trianae* se trabajó solo con las desarrolladas en invernadero y fueron trasplantadas en abril del 2019. Las plantas se instalaron en hileras, colocándose doce plantas en cada una, con una distancia de 2 m entre plantas en cada planta se colocó una baliza marcada con pintura roja para la posterior identificación.

Cuadro 1. Coordenadas y características de las hileras de ensayo de crecimiento de *P. mediocris* y *C. trianae* en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2019.

Table 1. Coordinates and characteristics of the growth trial rows for *P. mediocris* and *C. trianae* in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2018-2019.

Zona	Identificación de hileras	Altura m s. n. m.	Pendiente %	Uso de suelo	Especie plantada en ensayo de crecimiento
Bosque primario	BP1	655	2	Bosque primario *	<i>P. mediocris</i>
	BP2	661	2	Bosque primario	
	BP-3	677	8	Bosque Primario *	<i>C. trianae</i>
	BP-4	681	7	Bosque Primario	
Intervenida	ZI 1	579	6	Arbolado de guabas (<i>Inga</i> sp.)*	<i>P. mediocris</i> y <i>C. trianae</i>
	ZI-2			Arbolado de melastomáceas	

*Sitio donde también se desarrolló ensayo de germinación. / *The site also hosted the germination trial.

Variables evaluadas

Se midió hasta los 45 días desde la emergencia: la altura de la planta con una regla, tomada desde el cuello de la planta que sobresale del sustrato hasta la hoja más alta; el diámetro del tallo se registró con un calibrador Vernier a la altura del cuello de la planta y se contabilizó el número de hojas. Las medidas se tomaron cada siete días para las plantas en invernadero y cada catorce días para las bandejas ubicadas en los otros sitios.

Se registró la temperatura del sustrato y aire en cada momento de medición y la temperatura ambiental en el invernadero con un Data Loader y con termómetro analógico ambiental ubicado en las hileras zona intervenida 1 y bosque primario 2.

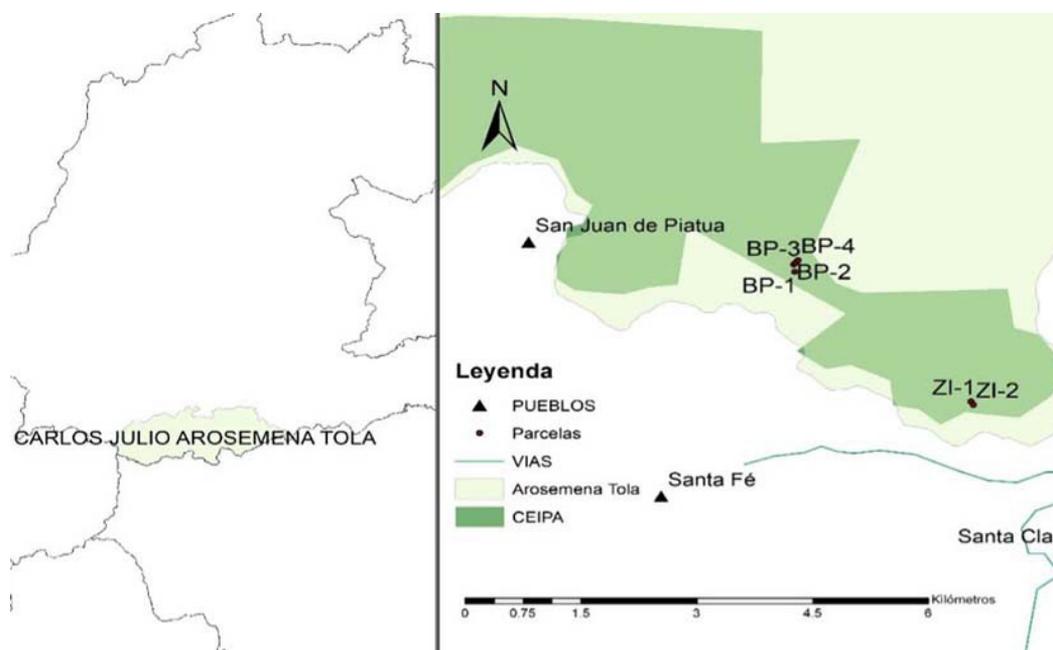


Figura 1. Mapa de ubicación de *P. mediocris* y *C. trianae* en Arosemena Tola. Napo, Ecuador 2019-2020.

Figure 1. Location map of *P. mediocris* and *C. trianae* in Arosemena Tola. Napo, Ecuador 2019-2020.

En los ensayos de crecimiento en campo, se tomaron medidas cada 30 días de la altura de la planta, medida con regla desde la base del tallo hasta la altura de la yema apical, y del diámetro del tallo, registrado a la altura del cuello del tallo con un calibrador Vernier; también se registró número de hojas hasta los 360 días desde la plantación en el caso de *P. mediocris* y para *C. trianae* a los 330 días, debido al confinamiento por la pandemia del COVID 19.

Se registró la temperatura del aire con un termómetro ambiental ubicado en la hilera BP-1 y uno en ZI-1, y a partir de julio del 2019 con un termómetro digital con Data Logger ubicado uno en el bosque primario y otro en la zona intervenida. Se registró en cada medición, la temperatura del suelo con un termómetro digital.

Análisis estadístico

En las pruebas de germinación, a través de un análisis de varianza con el programa INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2020), se determinó si hubo diferencias significativas entre el ensayo desarrollado en invernadero y en las otras coberturas y, de igual forma, para las plantas con diferentes épocas de recolecta. En las pruebas que resultaron significativas, se aplicó una prueba de comparación de medias, para lo cual la variable porcentaje de emergencia fue transformada mediante la función arcoseno y las variables días a la emergencia y número de hojas mediante la función raíz cuadrada (Herrera Villafranca & Guerra Bustillo, 2015), en estos parámetros se evaluaron los supuestos de normalidad y homogeneidad a través de las pruebas de Kolgomorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, con el programa SPSS (International Business Machine, 2013).

En el crecimiento en campo, se tabularon los datos en una matriz de Excel y con los valores promedio de altura y diámetro del tallo y la cantidad de plantas a la que estos representan, se generaron las curvas de crecimiento,

con el programa Table Curve 2 D (SYSTAT Software Inc., 2002), donde se evaluó los modelos de crecimiento de naturaleza lineal, cuadrático, cúbico, exponencial y logístico. Los criterios aplicados para elegir el modelo de ajuste incluyeron el mayor coeficiente de determinación, menor error estándar, significancia de los parámetros y la simplicidad del modelo (Abril-Saltos et al., 2018).

Se realizó un análisis de varianza entre las diferentes coberturas para determinar si hubo diferencia en el crecimiento en campo entre las plantas que fueron trasplantadas desde invernadero y plantadas en el bosque primario y zona intervenida con las germinadas y plantadas en el sitio de colecta y zona intervenida.

Se tomó como referencia las concentraciones de nutrientes obtenidas en los mismos sectores del bosque primario, arbolados de guabas y melastomatáceas y que fueron realizados en el mismo período por Abril-Saltos et al. (2022) y Abril-Saltos et al. (2023), donde se recopilaron datos de textura, pH y la concentración de carbono, fósforo, nitrógeno, potasio y calcio, ensayos realizados en el mismo período de desarrollo de las especies en evaluación. En estos, la concentración de nutrientes (Cuadro 2), mostró que en la zona intervenida existen mayores concentraciones de materia orgánica, nitrógeno y potasio, mientras en el bosque primario se reportaron mayores valores de fósforo y calcio.

Cuadro 2. Concentración de nutrientes del suelo en hileras de estudio Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019- 2020.

Table 2. Soil nutrient concentration in study rows, Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.

		N (%)	P (ppm)	K meq 100 ml ⁻¹	Ca meq 100 ml ⁻¹	MO (%)
BP-1	media	0,52	7,86	0,19	1,10	14,46
	DS	0,32	1,48	0,08	0,26	12,04
BP-2	media	0,26	8,84	0,17	2,36	8,46
	DS	0,09	2,59	0,07	1,98	5,50
BP-3	media	0,55	8	0,15	0,7	8
	DS	0,07	0,28	0,07	0	1,84
BP-4	media	0,85	12,1	0,3	2,1	32,9
	DS	0,21	7,64	0	0,28	1,98
ZI-1	media	0,91	8,03	0,23	0,75	38,40
	DS	0,17	4,38	0,03	0,04	6,78
ZI-2	media	0,90	6,06	0,23	1,28	28,44
	DS	0,10	1,21	0,07	0,55	4,52

Fuente: / Source: Abril et al. (2022).

BP: bosque primario, ZI: zona intervenida. / BP: Primary forest, ZI: Disturbed zone.

Resultados

Las semillas recolectadas (Figura 2) mostraron en *P. mediocris* un diámetro longitudinal promedio de 11,3 mm ($s \pm 1,0$) y transversal de 5,7 mm ($s \pm 0,4$). Las semillas de *C. trianae* mostraron un diámetro longitudinal promedio de 21,5 mm ($s \pm 1,34$) y transversal de 11,6 mm ($s \pm 0,72$).

El análisis de varianza de la fase de germinación (Cuadro 3) reportó diferencias significativas ($p \leq 0,001$) en *P. mediocris* entre coberturas para: días a la emergencia, porcentaje de germinación a los 60 y 120 días, se tuvo



Figura 2. Plantas en invernadero de (A) *P. mediocris* y (B) *C. trianae* en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.
Figure 2. Greenhouse plants of (A) *P. mediocris* and (B) *C. trianae* in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.

Cuadro 3. Análisis de varianza en el ensayo de germinación *in situ* de las semillas de *P. mediocris* y *C. Trianae*, Arosemena Tola, Napo y en invernadero Tarqui, Pastaza, Ecuador. 2018-2019.

Table 3. Analysis of variance in the *in situ* germination trial of *P. mediocris* and *C. Trianae* seeds, Arosemena Tola, Napo, and in a greenhouse, Tarqui, Pastaza, Ecuador. 2018-2019.

	<i>P. mediocris</i>		<i>C. trianae</i>
	Entre sitios	Entre fechas	
Días a la emergencia	0,0001***	0,0046**	0,6242
Porcentaje de germinación día 30	0,4053	0,9834	
Porcentaje de germinación día 60	<0,0001***	0,0343*	0,179
Porcentaje de germinación día 90	0,0280*	0,0804	0,3992
Porcentaje de germinación día 120	0,0009***	0,1831	0,4587
Altura 30 días	0,0761	0,1307	0,0110
Altura 45 días	0,0336*	0,0582	0,0017
Altura 60 días	0,0261*		0,0006
Diámetro 30 días	0,1559	0,9760	0,9150
Diámetro 45 días	0,2148	0,1918	0,6794
Diámetro 60 días	0,2869		0,5847
Numero de hojas 30 días	0,3618	0,3979	0,1937
Numero de hojas de 45 días	0,1278	0,2532	0,6753
Numero de hojas 60 días	0,6111		0,0029

* diferencias significativas para $p \leq 0,05$ ** diferencias significativas para $p \leq 0,01$ *** diferencias significativas para $p \leq 0,001$. / * significant differences for $p \leq 0,05$ ** significant differences for $p \leq 0,01$ *** significant differences for $p \leq 0,001$.

diferencias significativas ($p \leq 0,01$) entre fechas para días a la emergencia y diferencias ($p \leq 0,05$) entre sitios para porcentaje de germinación al día 90 y la altura a los 45 y 60 días. Entre fechas de siembra se reportó para el porcentaje de germinación al día 60. *C. trianae* diferencias para altura de la planta a los 60 días ($p \leq 0,001$) y para la altura a los 30 y 45 días y el número de hojas a los 60 días ($p \leq 0,01$).

P. mediocris, mostró menor número de días a la germinación en el invernadero y mayor número de días en la cobertura guabas (Figura 2, Cuadro 4), igual comportamiento se reflejó en el porcentaje de germinación, obteniéndose en el invernadero el mayor porcentaje en los primeros 60 días, pero a los 120 días fue en la cobertura guabas. La altura a 45 y 60 días, fue mayor en la cobertura guabas y menor en el bosque primario, al final de la evaluación se reportó un diámetro promedio de 2,6 mm. *C. trianae* reportó una media de germinación del 43 % al final de la evaluación, 42,35 días a la emergencia y un diámetro promedio de 3,46 mm al final de la evaluación.

Cuadro 4. Prueba de comparación de medias de *P. mediocris* y *C. Trianae* de las semillas germinadas en invernadero e *in situ* Arosemena Tola, Napo y en invernadero Tarqui, Pastaza, Ecuador. 2018- 2019.

Table 4. Mean comparison test of *P. mediocris* and *C. Trianae* seeds germinated in a greenhouse and *in situ* at Arosemena Tola, Napo, and in the Tarqui greenhouse, Pastaza, Ecuador. 2018-2019.

Medida	<i>P. mediocris</i>			<i>C. trianae</i>	
	Invernadero	Guabas	Bosque primario	Invernadero	Bosque primario
Días a la emergencia	8,59 (67,6) a	10,86 (109,3) c	9,61 (85,3) b		
Germinación día 60 (%)	0,39 (0,15) a	0,00 (0) b	0,00 (0) b		
Germinación día 90 (%)	0,48 (0,23) b	0,41 (0,20) b	0,84 (0,55) a		
Germinación día 120 (%)	0,55 (0,28) b	0,99 (0,70) a	0,84 (0,55) a		
Altura 30 días (cm)				7,56 b	10,64 a
Altura 45 días (cm)	10,23 b	16,86 a	10,20 b	8,52 b	12,02 a
Altura 60 días (cm)	12,50 b	19,45 a	11,80 b	9,06 b	13,38 a
Numero de hojas 30 d				1,07 (2,08) a	0,85 (1,16) b

Datos transformados según función arcoseno / raíz cuadrada. Valores entre paréntesis indican las medias originales. a, b, c: valores con letras comunes no difirieron para $p < 0,05$. / Data transformed using arcsine/square root function. Values in parentheses indicate original means. a, b, c: values with common letters did not differ at $p < 0,05$.

Las semillas sembradas en junio del 2018 y 2019 de *P. mediocris* (Cuadro 5), mostraron menor número de días a la emergencia, pero las sembradas en agosto 2019, reportaron mayores porcentajes de germinación a los 60 días.

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en la supervivencia, para el caso de *P. mediocris*, con una media de 77 % en las diferentes coberturas y para *C. trianae* de 74 % en bosque primario y 71 % en la zona intervenida. Los valores de temperatura y humedad del aire reportados en los ensayos de germinación (Cuadro 6), presentaron a nivel general mayores temperaturas en el bosque primario, mientras que en el invernadero se reportó mayor humedad.

Al momento de trasplante se tuvo en *P. mediocris* una media de 12,2 cm de altura y 3 mm de diámetro del tallo y en *C. trianae* 11,5 cm en altura y 3 mm en diámetro.

En el crecimiento en campo de las plantas de *P. mediocris* trasplantadas del invernadero (Cuadro 7), se pudo observar al modelo cúbico como el de mayor ajuste en las plantas sembradas en BP-2a, mientras que en ZI-1a fue el modelo cuadrático. Para el caso de las plantas germinadas y plantadas en el bosque primario y zona intervenida

Cuadro 5. Prueba de comparación de medias entre fechas de colecta de *P. mediocris* en las semillas germinadas en invernadero Tarquí, Pastaza, Ecuador. 2018-2019.

Table 5. Mean comparison test between collection dates of *P. mediocris* seeds germinated in the Tarquí greenhouse, Pastaza, Ecuador. 2018-2019.

Medida	Fechas de colecta		
	jun-18	jun-19	ago-19
Días a la emergencia	8,21 (67,6) a	8,38 (70,62) a	9,63 (93,02) b
Germinación día 60 (%)	0,39 (0,15) ab	0,16 (0,06) b	0,47 b (0,22) a

Datos transformados según función arcoseno/ raíz cuadrada. Valores entre paréntesis indican las medias originales. a, b, c: valores con letras comunes no difirieron para $p < 0,05$. / Data transformed using the arcsine/square root function. Values in parentheses indicate original means. a, b, c: values with common letters did not differ at $p < 0.05$.

Cuadro 6. Características de temperatura y humedad en los ensayos de germinación de *P. mediocris* y *C. Trianae* de las semillas germinadas en invernadero e *in situ* Arosemena Tola, Napo y en invernadero Tarquí, Pastaza, Ecuador. 2018-2019.

Table 6. Temperature and humidity characteristics in the germination trials of *P. mediocris* and *C. Trianae* seeds germinated in the greenhouse and *in situ* at Arosemena Tola, Napo, and in the Tarquí greenhouse, Pastaza, Ecuador. 2018-2019.

			Min	Max	Promedio
<i>P. mediocris</i>	Invernadero Siembra Jun 2018	Temperatura (°C)	14,5	41,9	22,3
		Humedad (%)	23	103	78
	Invernadero Siembra Jun 2019	Temperatura (°C)	15,5	41,3	22,2
		Humedad (%)	22	101	78
	Invernadero Siembra Ago 2019	Temperatura (°C)	14,1	43,1	23,1
		Humedad (%)	20	104	76
	Bosque primario	Temperatura (°C)	18	26,8	21,9
		Humedad (%)	91	94	93
	Guabas	Temperatura (°C)	18	34,6	22,2
		Humedad (%)	91	92	91
<i>C. trianae</i>	Invernadero	Temperatura (°C)	15,5	40,8	22,9
		Humedad (%)	26	104	80
	Bosque primario	Temperatura (°C)	17,1	26,8	22,1
		Humedad (%)	86	100	92

(Cuadro 8), se obtuvo mejor ajuste en el modelo cúbico en BP-1 y ZI-2, cuadrático en BP-2 y lineal en ZI-1. El análisis de varianza para el crecimiento de la altura de la planta entre zonas de trasplante no mostró diferencias significativas, con una media general de 25,6 cm de altura. Estos modelos se ven representados en la Figura 3.

Los modelos de crecimiento que resultaron significativos para el crecimiento en diámetro de *P. mediocris* de las plántulas trasplantadas desde el invernadero (Cuadro 9), reportaron un mejor ajuste en BP-2a al modelo cuadrático y al lineal en ZI-1a. En las plantas desarrolladas y trasplantadas *in situ* en BP-1, BP-2 y ZI-2 (Cuadro 10) tuvo mejor ajuste el modelo cuadrático, y en ZI-1 fue el modelo lineal.

El análisis de varianza no reportó diferencias significativas en el crecimiento entre las plantas trasplantadas desde el invernadero con las germinadas y trasplantadas *in situ*, teniéndose una media general de 4,5 mm de diámetro. Las curvas de crecimiento de los respectivos modelos se muestran en la Figura 4.

Cuadro 7. Modelo para el crecimiento en altura del tallo de plantas de *P. mediocris*, germinadas en invernadero y trasplantadas en Arosemena Tola, Ecuador. 2019-2020.

Table 7. Model for steam height growth of *P. mediocris* plants germinated in a greenhouse and transplanted in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.

	Modelo	Signif, P>F	R2	EE (±)	Criterio	Significación de los parámetros			
						a	B	c	d
BP 2a	Exponencial	<0,001	0,84	1,64	Valor estimado	13,4655	-632,956		
					Valor de P	0,0000	0,0000		
	Lineal	<0,001	0,86	1,55	Valor estimado	12,7422	0,0309		
					Valor de P	0,00000	0,0000		
	Cuadrático	<0,001	0,86	1,58	Valor estimado	12,5224	0,0346	-0,00001	
					Valor de P	0,0000	0,0000	0,6700	
Cúbico	<0,001	0,94	1,12	Valor estimado	11,0464	0,0838	-0,0003	0,000001	
				Valor de P	0,0000	0,0000	0,001	0,001	
ZI 1a	Lineal	<0,001	0,92	1,38	Valor estimado	8,6689	0,0389		
					Valor de P	0,00000	0,0000		
	Cuadrático	<0,001	0,94	1,21	Valor estimado	9,69011	0,0221	0,00004	
					Valor de P	0,00000	0,0029	0,0138	

BP: bosque primario, ZI: zona intervenida. / BP: Primary forest, ZI: Disturbed zone.

Cuadro 8. Modelo para el crecimiento en altura del tallo de *P. mediocris* de plantas germinadas y trasplantadas en Arosemena Tola, Ecuador. 2019-2020.

Table 8. Model for steam height growth of *P. mediocris* plants germinated and transplanted in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.

	Modelo	Signif, P>F	R2	EE (±)	Criterio	Significación de los parámetros			
						a	b	c	d
BP- 1	Cuadrático	<0,001	0,86	1,33	Valor estimado	20,1178	-0,0081	0,0001	
					Valor de P	0,00000	0,3890	0,0019	
	Cúbico	<0,001	0,93	0,98	Valor estimado	19,1385	0,0430	-0,0003	0,000001
					Valor de P	0,0000	0,0110	0,0130	0,00160
BP 2	Lineal	<0,001	0,93	0,92	Valor estimado	17,2095	0,0276		
					Valor de P	0,00000	0,0000		
	Cuadrático	<0,001	0,95	0,81	Valor estimado	16,7061	0,0398	-0,00004	
					Valor de P	0,0000	0,0000	0,0319	
ZI 1	Exponencial	<0,001	0,96	1,52	Valor estimado	14,5901	-385,64		
					Valor de P	0,0000	0,0000		
	Lineal	<0,001	0,97	1,27	Valor estimado	13,3912	0,06240		
					Valor de P	0,0000	0,00000		
ZI- 2	Lineal	<0,001	0,89	1,56	Valor estimado	5,5382	0,04108		
					Valor de P	0,0000	0,00000		
	Cuadrático	<0,001	0,97	0,91	Valor estimado	4,1391	0,07793	-0,0001	
					Valor de P	0,0000	0,00000	0,0003	
Cúbico	<0,001	0,98	0,73	Valor estimado	3,4690	0,10998	-0,0004	0,000001	
				Valor de P	0,0000	0,00000	0,00040	0,00640	

BP: bosque primario, ZI: zona intervenida. / BP: Primary forest, ZI: Disturbed zone.

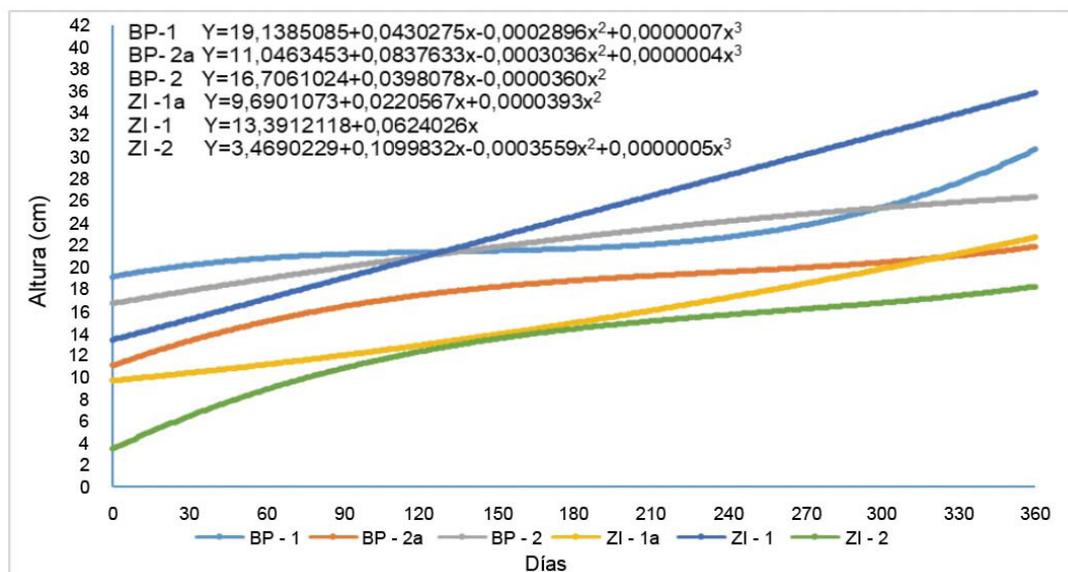


Figura 3. Curvas de crecimiento para la altura del tallo de *P. mediocris* en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.

BP: bosque primario, ZI: zona intervenida.

Figure 3. Growth curves for steam height of *P. mediocris* in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.

BP: Primary forest, ZI: Disturbed zone.

Cuadro 9. Modelo para el crecimiento en diámetro del tallo de *P. mediocris* de plantas germinadas en invernadero y trasplantadas en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.

Table 9. Model for steam diameter growth of *P. mediocris* plants germinated in a greenhouse and transplanted in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.

	Modelo	Signif. P>F	R2	EE (±)	Significación de los parámetros		
					Criterio	a	b
BP 1a	Lineal	0,00241	0,55	0,28971	Valor estimado	2,41753	0,00259
					Valor de P	0,00000	0,00241
	Cuadrático	0,00015	0,72	0,23185	Valor estimado	2,55999	0,00001
					Valor de P	0,00000	0,00020
ZI 1a	Cúbico	0,0018	0,7	0,23551	Valor estimado	2,63300	0,00000001
					Valor de P	0,00000	0,00018
	Lineal	<0,0001	0,87	0,26907	Valor estimado	2,44054	0,00570
					Valor de P	0,00000	0,00000

BP: bosque primario, ZI: zona intervenida. / BP: Primary forest, ZI: Disturbed zone.

Los modelos de crecimiento para la altura de la planta de *C. trianae* (Cuadro 11) mostraron al modelo cuadrático como el de mejor ajuste en BP-3, el modelo lineal en BP-4 y ZI-1 y el modelo cúbico en ZI-2. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en la altura entre las plantas sembradas en la zona intervenida y el bosque primario, obteniéndose una media de 16,9 cm al final de la evaluación. Las curvas de crecimiento en las diferentes coberturas se muestran en la Figura 5.

Cuadro 10. Modelo para el crecimiento en diámetro del tallo de *P. mediocris* de plantas germinadas en invernadero y transplantadas en Arosemena Tola, Ecuador. 2019-2020.

Table 10. Model for steam diameter growth of *P. mediocris* plants germinated in a greenhouse and transplanted in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.

	Modelo	Signif. P>F	R2	EE (±)	Significación de los parámetros		
					Criterio	a	b
BP-1	Lineal	0,00245	0,62	0,281	V. estimado	3,06640	0,00297
					Valor de P	0,00000	0,00250
	Cuadrático	0,0002	0,77	0,22181	V. estimado	3,15322	0,00001
					Valor de P	0,00000	0,00021
BP-2	Lineal	0,002	0,6	0,2594	V. estimado	3,11086	0,00253
					Valor de P	0,00000	0,00200
	Cuadrático	0,0002	0,74	0,20735	V. estimado	3,17886	0,000008
					Valor de P	0,00000	0,00016
ZI-1	Lineal	<0,001	0,91	0,3401	V. estimado	3,14741	0,00857
					Valor de P	0,00000	0,00000
ZI-2	Lineal	0,0004	0,66	0,19972	V. estimado	3,11573	0,00235
					Valor de P	0,00000	0,00042
	Cuadrático	0,00022	0,7	0,204	V. estimado	3,22750	0,062100
					Valor de P	0,00000	0,00022

BP: bosque primario, ZI: zona intervenida. / BP: Primary forest, ZI: Disturbed zone.

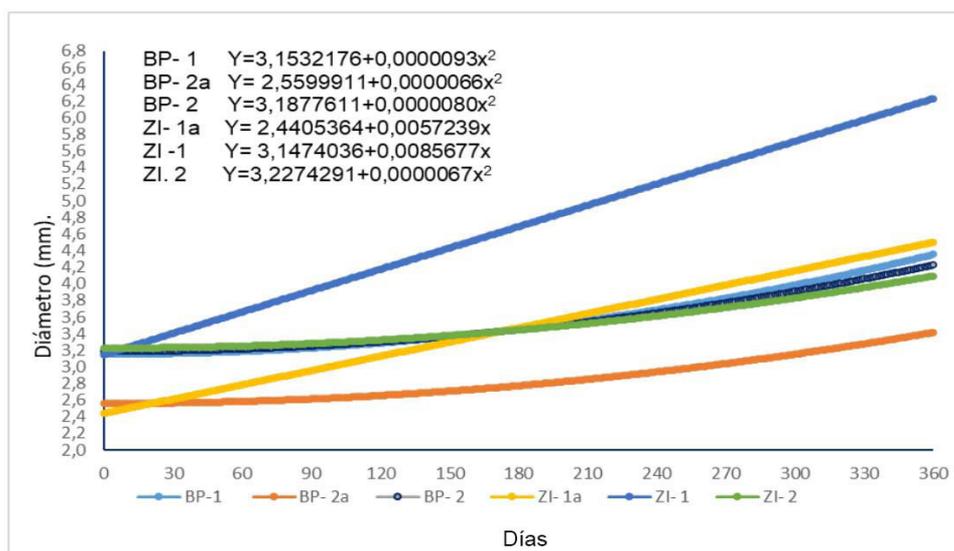


Figura 4. Curvas de crecimiento para el diámetro del tallo de *P. mediocris* en Arosemena Tola. Napo, Ecuador. 2019-2020.

BP: bosque primario, ZI: zona intervenida.

Figure 4. Growth curves for steam diameter of *P. mediocris* in Arosemena Tola. Napo, Ecuador. 2019-2020.

BP: Primary forest, ZI: Disturbed zone.

Cuadro 11. Modelo para el crecimiento en altura del tallo de plantas de *C. trianae*, germinadas en invernadero y trasplantadas en Arosemena Tola, Ecuador. 2019-2020.

Table 11. Model for steam height growth of *C. trianae* plants germinated in a greenhouse and transplanted in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.

Hilera	Modelo	Signif. P>F	R2	EE (±)	Significación de los parámetros				
					Criterio	a	b	c	d
BP-3	Cuadrático	<0,001	0,98	0,32	Valor estimado	10,34500	0,03630	-0,00005	
					Valor de P	0,00000	0,00000	0,001	
	Lineal	<0,001	0,93	0,32	Valor estimado	11,04719	0,02096		
					Valor de P	0,00000	0,00000		
Logístico	<0,001	0,98	0,37	Valor estimado	16,67680	313,4506	222,7573		
				Valor de P	0,00000	0,00000	0,00000		
BP-4	Exponencial	<0,001	0,73	0,65	Valor estimado	10,81000	-1183,180		
					Valor de P	0,00000	0,00083		
	Lineal	<0,001	0,74	0,69	Valor estimado	10,72200	0,01060		
					Valor de P	0,00000	0,00060		
ZI-1	Lineal	<0,001	0,99	0,43	Valor estimado	11,10210	0,02060		
					Valor de P	0,00000	0,00060		
ZI-2	Cúbico	<0,001	0,67	0,45	Valor estimado	13,8700	0,04900	-0,00040	0,0000008
					Valor de P	0,00000	0,01290	0,01250	0,01200

BP: bosque primario, ZI: zona intervenida. / BP: Primary forest, ZI: Disturbed zone.

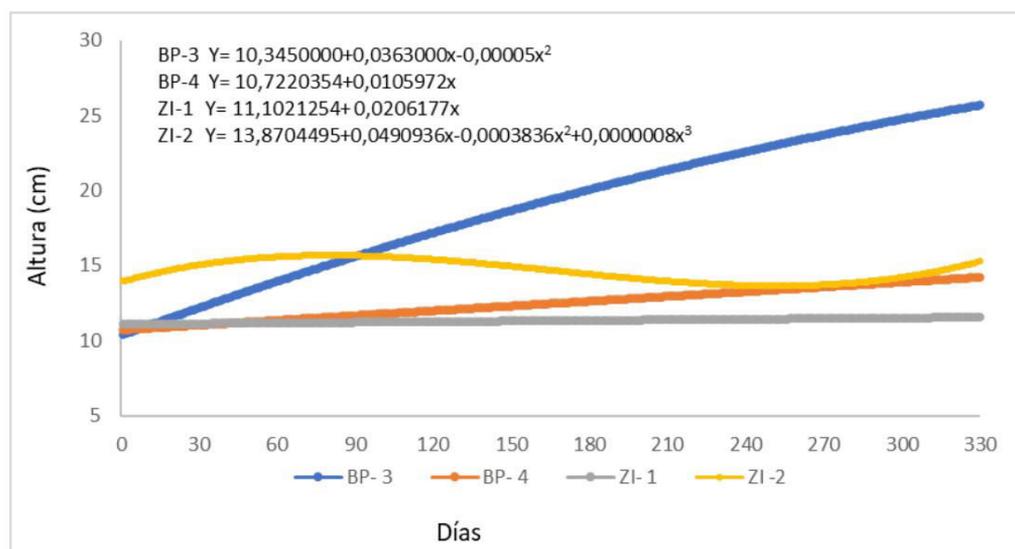


Figura 5. Curvas de crecimiento para la altura del tallo de *C. trianae* en Arosemena Tola. Napo, Ecuador. 2019-2020.

BP: bosque primario, ZI: zona intervenida.

Figure 5. Growth curves for steam height of *C. trianae* in Arosemena Tola. Napo, Ecuador. 2019-2020.

BP: Primary forest, ZI: Disturbed zone.

Para el diámetro del tallo de *C. trianae*, los modelos de crecimiento evaluados (Cuadro 12, Figura 6) reportaron al modelo lineal con mejor ajuste para BP-3, ZI-1 y ZI-2 y para BP-4 fue el modelo cuadrático.

Cuadro 12. Modelo para el crecimiento en diámetro del tallo de plantas de *C. trianae*, germinadas en invernadero y trasplantadas en Arosemena Tola, Ecuador. 2019-2020.

Table 12. Model for steam diameter growth of *C. trianae* plants germinated in a greenhouse and transplanted in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.

Hilera	Modelo	Signif. P>F	R2	EE (±)	Significación de los parámetros			
					Criterio	a	b	C
BP-3	Lineal	0,004	0,712	0,095	Valor estimado	3,34876	0,00139	
					Valor de P	0,00000	0,00100	
BP-4	Cuadrático	0,0018	0,88	0,2454	Valor estimado	1,71676	0,02605	-0,00006
					Valor de P	0,00300	0,00171	0,00370
	Lineal	0,049	0,45	0,484	Valor estimado	3,18467	0,32492	
					Valor de P	0,00002	0,04880	
ZI-1	Lineal	0,049	0,86	0,26	Valor estimado	2,65489	0,00601	
					Valor de P	0,00000	0,00000	
ZI-2	Exponencial	0,0065	0,64	0,2521	Valor estimado	4,15839	-1454,7397	
					Valor de P	0,00000	0,00146	
	Lineal	0,00148	0,65	0,2454	Valor estimado	4,13247	0,00326	
					Valor de P	0,00000	0,00200	
Cuadrático	0,02378	0,42	0,385	Valor estimado	4,34422	0,00001		
				Valor de P	0,00000	0,02400		

BP: bosque primario, ZI: zona intervenida. / BP: Primary forest, ZI: Disturbed zone.

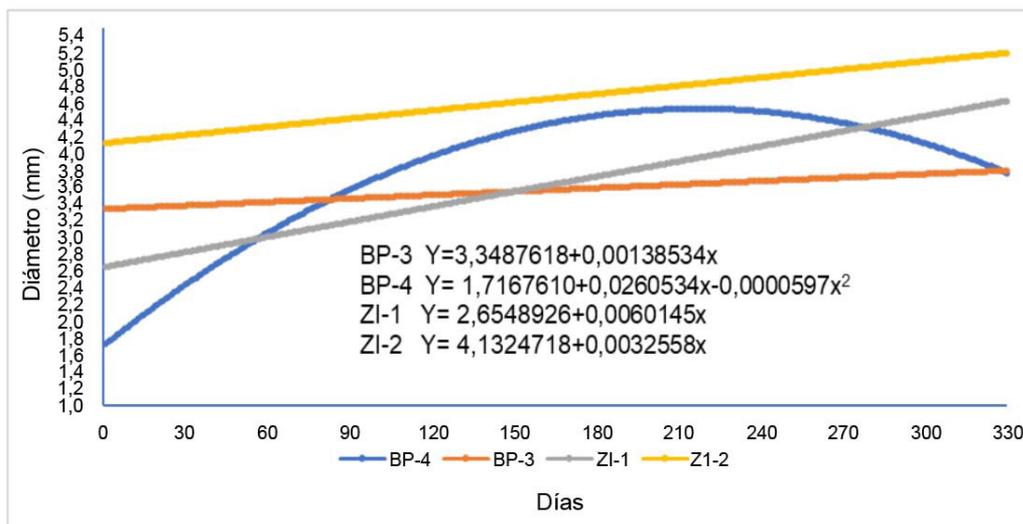


Figura 6. Curvas de crecimiento para diámetro del tallo de *C. trianae* en Arosemena Tola. Napo, Ecuador. 2019-2020.

BP: bosque primario, ZI: zona intervenida.

Figure 6. Growth curves for steam diameter of *C. trianae* in Arosemena Tola. Napo, Ecuador. 2019-2020.

BP: Primary forest, ZI: Disturbed zone.

No se reportaron diferencias significativas para la supervivencia y número de hojas, alcanzándose en *P. mediocris* una media del 47 % de supervivencia y veintiséis hojas y en *C. trianae* 75 % de supervivencia y tres hojas.

Los registros de temperatura (Cuadro 13) reportaron en *P. mediocris* diferencias inferiores a 0,5 °C en la temperatura media entre las plantas sembradas en el mismo periodo en el bosque primario y la zona intervenida, en la humedad relativa media el bosque primario reportó mayores valores, mientras que en la temperatura del suelo la zona intervenida mostró mayor temperatura. Similar comportamiento en las tres variables se observó en *C. trianae*.

Cuadro 13. Temperatura y humedad en los ensayos de crecimiento de *P. mediocris* y *C. trianae* en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.

Table 13. Temperature and humidity in growth trials of *P. mediocris* and *C. trianae* in Arosemena Tola, Napo, Ecuador. 2019-2020.

		Temperatura aire (°C)			Humedad relativa (%)			Temperatura suelo (°C)		
		Min	Max	Media	Min	Max	Media	Min	Max	Media
<i>P. mediocris</i>	BP-1a	18	26,7	21,5	70,9	100	92,4	20,3	23,3	21,8
	BP-1	17,6	31,8	22,0	54,2	100	92,6	20,8	22,4	21,7
	BP-2							20,8	26	22,1
	ZI-1A	18	34,6	21,9	45,2	100	90,6	20,8	23,3	21,8
	ZI-1	17,7	34,6	22,3	45,2	100	90,8	22,3	27,5	23,5
	ZI-2							22,3	23,9	23,1
<i>C. trianae</i>	BP-3	17,6	31,8	22,1	54,2	100	92,4	20,8	26,0	22,1
	BP-4							21,2	26,0	22,7
	ZI-1	17,7	34,6	22,4	45,2	100	90,9	22,6	26,1	23,6
	ZI-2							21,6	25,8	23,4

BP: bosque primario, ZI: zona intervenida. / BP: Primary forest, ZI: Disturbed zone.

Discusión

La variación entre las temperaturas diurnas y nocturnas en ciertas especies puede generar una respuesta en la velocidad y porcentaje de germinación (Hartmann et al., 2014). Esto puede explicar lo obtenido en *P. mediocris*, donde entre las temperaturas máxima y mínima, hubo una diferencia de 27,4 °C en invernadero, 8,8 °C en el bosque primario y en la cobertura guabas de 16,6 °C, las plantas germinadas en invernadero tuvieron menor número de días a la emergencia, pero en el porcentaje de germinación fueron mayores en la cobertura guabas y bosque primario. Este comportamiento no se observó en *C. trianae*, lo cual pudo deberse a que la estimulación de la germinación como respuesta a la variación de la temperatura depende de bajos niveles de fitocromo en su estado activo (Vargas-Figueroa et al., 2015).

La época de colecta de las semillas influyó en la germinación de *P. mediocris*, en la cual las semillas colectadas y sembradas en el mes de agosto, reportaron más de 20 días a la emergencia con respecto a las sembradas en junio del mismo año, pero en el porcentaje de germinación al día 60 las semillas colectadas y sembradas en agosto 2019 tuvieron mayores porcentajes que las colectadas y sembradas en junio de ese mismo año. Esto puede deberse a la madurez de la semilla (Bareke, 2018), donde una semilla que ha sido cosechada a épocas más tardías, puede presentar un mayor grado de maduración. Por el contrario, Hartmann et al. (2014) plantearon que las semillas colectadas en el primer mes de la época de fructificación reportaron mayores porcentajes de germinación.

La germinación en *P. mediocris*, mostró valores entre el 28 % al 70 % a los 120 días, los experimentos fuera de invernadero alcanzaron porcentajes de germinación entre el 55 al 70 %. La germinación en la familia Annonaceae varía en las diferentes especies, Vidal Lezama et al. (2015) compilaron los resultados de diferentes tratamientos pregerminativos en diferentes locaciones donde el testigo de aplicación reportó porcentajes de germinación entre el 53 y 54 % en *A. squamosa* L., 66,8 % en *A. cherimola* y 5 % en *A. purpurea* Moc. & Sessé.

P. mediocris, reportó una supervivencia aproximada del 47 %, con un incremento promedio en la altura de la planta de 14,4 cm y 1,5 mm en el diámetro del tallo. Experimentos desarrollados en *Annona glabra* (familia Annonaceae) en pasturas inundables con plantas desarrolladas en vivero, sin que se aplique fertilización y sin modificación del sitio de trasplante, mostraron una media de supervivencia a un año posterior al trasplante, de un 25 % donde se alcanzó un incremento entre 12 a 16 cm en la altura y de 6 a 8 mm en el diámetro (Sánchez-García et al., 2022). Esto muestra que *P. mediocris* reportó valores dentro del rango señalado para el incremento en altura de la planta, inferiores en el diámetro, pero superiores en la supervivencia de la planta con respecto a otras especies de la familia Annonaceae.

C. trianae reportó valores cercanos a los expuestos con un 43 % de germinación a los 120 días y 42,4 % de emergencia. Experimentos con tratamientos pregerminativos en laboratorio de *Virola surinamensis* de la familia Myristaceae, mostraron en el testigo mayores valores en días a la emergencia, con una media de 59,8 y 50 % a los 120 días desde la siembra (Moura de Souza et al., 2020). Esto permite tener una referencia de las características de germinación, en especies silvestres de la familia Myristaceae, ya que al no ser especies comerciales, no existe mayor información sobre sus características de germinación.

C. trianae alcanzó un incremento de 5,9 cm en la altura de la planta y 1 mm en diámetro del tallo en el primer año. Otras especies de la familia Myristaceae se caracterizan por su crecimiento lento, *Otoba parvifolia* en Napo Ecuador, en ensayos desarrollados en zonas de rastrojo de cultivos, mostró en el primer año de crecimiento incrementos de 6 mm en el diámetro y 67 cm en altura y un 90 % de supervivencia de los individuos en los primeros diez años (López et al., 2014). Ambas especies poseen un uso maderable y, a su vez, muestran que las especies de esta familia presentan un crecimiento lento dentro del sistema del bosque y que perduran después de algunos años, convirtiéndose en árboles maderables.

Muchos tallos y frutos de especies vegetales poseen simetría en su morfología, por lo cual, en la mayoría de los crecimientos naturales de parámetros externos como altura y diámetro del tallo, son posibles describirlos a través del uso de modelos de ajuste polinómico, como cuadrático y cúbico y sigmoidal (Campos-Meza et al., 2016), en el caso del crecimiento en los primeros años de vida de estas especies silvestres con árboles perennes, las curvas de crecimiento no presentan asíntota, lo cual plantea que estos árboles continuarán con su etapa de crecimiento durante algunos años, hasta alcanzar su madurez.

Conclusiones

P. mediocris y *C. trianae* pueden ser propagadas tanto en invernadero como en el bosque primario y ser trasplantadas a diferentes coberturas en el campo, sin que esto afecte su crecimiento y supervivencia posterior al trasplante, esto permite desarrollar un manejo de las plántulas y asegurar su reinserción al medio natural.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al personal del Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA) la Universidad Estatal Amazónica, por el apoyo brindado para esta investigación. También 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.

Conflicto de intereses

Los autores del presente trabajo manifiestan no poseer conflicto de interés con los resultados del presente trabajo.

Referencias

- Abril-Saltos, R. V., Villacis-Estrada, E. A., Tapuy-Andi, M. D., Pillco-Herrera, B. M., Quishpe-Lopez, J. D., & López-Adriano, K. P. (2023). Germinación y crecimiento de *Sterculia colombiana* en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 34(2), Artículo 51104. <https://dx.doi.org/10.15517/am.v34i2.51104>
- Abril-Saltos, R. V., Villarroel-Gancino, C. Y., Ramos-Criollo, D. M., Pillco-Herrera, B. M., Quishpe-López, J. D., & López-Adriano, K. P. (2022). Germinación y crecimiento de *Leonia glycyarpa* en Arosemena Tola, Napo, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 33(1), Artículo 45656. <https://dx.doi.org/10.15517/am.v33i1.45656>
- Abril-Saltos, R. V., Ruiz-Vázquez, T. E., Alonso-Lazo, J., Cabrera-Murillo, G. M., & Meric, O. A. (2018). Crecimiento inicial de *Eugenia stipitata*, *Inga spectabilis* e *Inga edulis* en Napo, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 275–291. <https://dx.doi.org/10.15517/ma.v29i2.28759>
- Bareke, T. (2018). Biology of seed development and germination physiology. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 8(4), 336–346. <https://doi.org/10.15406/apar.2018.08.00335>
- Borja, M. O., Aragón-Osejo, J., & Josse, C. (2017, septiembre 19). *Bosques de la Región Amazónica Ecuatoriana: ¿Qué nos dicen las cifras de deforestación de los últimos 15 años?* [presentación en conferencia] XVI Conferencia de Sistemas de Información Geográfica, Cuenca, Ecuador.
- Brito, I. A., Thevenard, F., Costa-Silva, T. A., Oliveira, S. S., Cunha, R. L. O. R., de Oliveira, E. A., Sartorelli, P., Guadagnin, R. C., Romanelli, M. M., Tempone, A. G., & Lago, J. H. G. (2022). Antileishmanial effects of acetylene acetogenins from seeds of *Porcelia macrocarpa* (Warm.) R.E. Fries (Annonaceae) and semisynthetic derivatives. *Molecules*, 27(3), Article 893. <https://doi.org/10.3390/molecules27030893>
- Campos-Meza, P., Atondo-Rubio, G., & Yee-Rendón, C. M. (2016). Dinámica lineal para el crecimiento de plantas y frutos con simetría definida. *Latin-American Journal of Physics Education*, 10(3), 3304-1–3304-6. http://www.lajpe.org/sep16/3304_Meza_2016.pdf
- Cerón, C. E., Montalvo, C. G., & Reyes, C. I. (2016). Estructura y composición en dos cuartos de hectárea, cuenca alta del río Oglán, Pastaza- Ecuador. *Revista Cinchonia*, 14(1), 95–42. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CINCHONIA/article/view/2371>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). *InfoStat* (versión 2020) [software]. Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>
- Espinoza de la Mora, D. M. (2017). Recursos del bosque y vulnerabilidad alimentaria: el caso de Llano del Higo, Jalisco, México. *Acta Sociológica*, 73, 147–169. <https://doi.org/10.1016/j.acso.2017.08.005>

- Grandtner, M. M., & Chevrette, J. (2013). *Dictionary of trees. Volume 2: South America: Nomenclature, taxonomy and ecology* (1st ed.). Academic Press.
- Handayani, T. (2018). Diversity, potential and conservation of Annonaceae in Bogor Botanic Gardens, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(2), 591–603. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190230>
- Hartmann, H. T., Kesteres, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2014). *Hartmann & Kester's plant propagation principles and practices* (8th ed.). Pearson Education.
- Herrera Villafranca, M., & Guerra Bustillo C. W. (2015). *Métodos estadísticos alternativos de análisis con variables discretas y categóricas en investigaciones agropecuarias*. Editorial Universitaria.
- Higuita, D. H., Díaz Vasco, O., Urrera, L. M., & Cardona Naranjo, F. (2014). *Guía ilustrada. Flora. Cañón del río Porce - Antioquia*. Universidad de Antioquia. <https://www.epm.com.co/content/dam/epm/institucional/documentos/epm-noticias/guia-ilustrada-canon-del-rio-porce-antioquia-flora.pdf>
- Huamán Pilco, A. F., Culqui Mirano, L. E., Quilcate Pérez, P. A., Pariente, E., Oliva, M., & Sánchez Santillán, T. (2021). Influencia del campo magnético en la germinación y desarrollo de plántulas de *Cedrela montana* Moritz ex Turks (cedro) en Amazonas, Perú. *Revista de investigación de Agroproducción Sustentable*, 5(2), 37–43. <https://doi.org/10.25127/aps.20212.767>
- International Business Machine. (2013). *Statistical package for the social sciences* (version 22). <https://www.ibm.com/es-es/spss>
- López, R., Neill, D., Torres, B., & Guerra, D. (2014). El Doncel (*Otoba parvifolia*) en Napo. *Huellas del Sumaco*, 12, 6–10. https://www.uea.edu.ec/wp-content/uploads/2018/07/vol_12_articulo_1.pdf
- Moura de Sousa, A. N., dos Santos Nogueira, G. A., de Oliveira Neto, C. F., Cruz, E. D., Holanda da Silva, B., Costa da Silva, A., & da Silva Pantoja, J. (2020). Efeito do ácido giberélico na germinação de sementes e na produção de biomassa inicial em *Virola surinamensis* (rol.) warb. (Myristicaceae). *Research, Society and Development*, 9(10), Article e7639109069.
- Murillo, J. (2001). Las Annonaceae de Colombia. *Biota Colombiana*, 2(1), 49–58. <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/89/89>
- Murray, N. A. (1993). Revision of *Cymbopetalum* and *Porcelia* (Annonaceae). *Systematic Botany Monographs*, 40, 1–121. <https://doi.org/10.2307/25027830>
- Norden, N. (2014). Del porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales. *Colombia Forestal*, 17(2), 247–261. <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a08>
- Rosas Rangel, D. M., Mendoza, M. E., Gómez-Tagle, A., & Tobón Marín, C. (2019). Avances y desafíos en el conocimiento de los bosques mesófilos de montaña de México. *Madera y Bosques*, 25(1), Artículo e2511759. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511759>
- Sánchez-García, E. A., López Rosas, H., Sosa, V. J., Lindig-Cisneros, R., & Moreno-Casasola, P. (2022). Towards the restoration with *Annona glabra* (Annonaceae) of a freshwater swamp: seedlings establishment and growth, and the accompanying vegetation change. *Acta Botánica Mexicana*, 129, Article e1923. <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1923>
- SYSTAT Software Inc. (2002). *Table curve 2D* (version 5.01). <https://systatsoftware.com/products/>
- Taylor, C. M., & Devia Alvarez, W. (2000). La familia de árboles tropicales Myristicaceae en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 1(1), 106–108. <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/58>

- Tirira, D. G., & Rios, M. (2018). *Monitoreo biológico Yasuní. Uso de la flora por el pueblo Waorani, Amazonía del Ecuador* (Vol. 8). Ecuambiente Consulting Group.
- 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://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4760>
- Vargas-Figueroa, J. A., Duque-Palacio, O. L., & Torres-González, A. M. (2015). Germinación de semillas de cuatro especies arbóreas del bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 249–261. <https://doi.org/10.15517/rbt.v63i1.14123>
- Vidal Lezama, E., Vidal Martínez, N. A., & Vida Hernández, L. (2015). *Anonáceas. Plantas antiguas. Estudios recientes. Parte 2*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Xue, B., Guo, X., Landis, J. B., Sun, M., Tang, C. C., Soltis, P. S., Soltis, D. E., & Saunders, R. M. K. (2020). Accelerated diversification correlated with functional traits shapes extant diversity of the early divergent angiosperm family Annonaceae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 142, Article 106659. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.106659>