



Evaluación del crecimiento inicial de las especies *Swietenia macrophylla* King y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. con la aplicación de tres dosis de biofertilizantes

Evaluation of the initial growth of the species *Swietenia macrophylla* King and *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. with the application of three doses of biofertilizers


 <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.50-61>

Recibido: 30-11-2023

Aceptado: 12-11-2023

Publicado: 20-12-2023


César Alberto Cabrera Verdesoto¹

 <https://orcid.org/0000-0001-5101-3520>


Stalin Jhoan Cedeño Mera²

 <https://orcid.org/0009-0009-8490-3269>


Sofía Ivonny Castro Ponce³

 <https://orcid.org/0000-0002-6288-5073>

Alfredo Jiménez Gonzalez⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-1768-5566>

Valeria Lissette Cali Ligua⁵

 <https://orcid.org/0000-0002-9926-6161>

1. Magíster en Desarrollo Rural; Ingeniero Forestal; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Forestal; Jipijapa, Ecuador.
2. Ingeniero Forestal; Investigador Independiente; Portoviejo, Ecuador.
3. Magíster en Docencia Universitaria e Investigación Educativa; Ingeniero Forestal; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Forestal; Jipijapa, Ecuador.
4. Doctor en Ciencias Forestales; Ingeniero Forestal; Universidad Estatal del Sur de Manabí; Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Forestal; Jipijapa, Ecuador.
5. Ingeniero Forestal; Investigador Independiente; Guayas, Ecuador.

Volumen: 1

Número: 2

Año: 2023

Paginación: 50-61

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/article/view/20>

***Correspondencia autor:** cesar.cabrera@unesum.edu.ec

RESUMEN

En el suelo, existe un equilibrio entre los nutrientes adsorbidos en las partículas del suelo y los nutrientes liberados en la solución del suelo. La investigación de semillas identifica dos sistemas de producción, uno formal que provee semillas de variedades uniformes y otro de multiplicación controlada por especialistas. En esta investigación se plantea evaluar el efecto de un biofertilizante en el crecimiento inicial de la especie *Swietenia macrophylla* y *Triplaris cumingiana* a través del uso de dosis de biofertilizantes de 200, 300 y 400 ml en 5l de agua obtenida de la captación sanitaria del cantón Manta utilizando un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial 2 x 4, con tres repeticiones y un total de 24 unidades experimentales. Se obtuvo como resultado que la *Swietenia macrophylla* mostró el mayor porcentaje de germinación con 90,95% en la etapa de vivero, lo que puede deberse a las características agronómicas definidas de esta especie maderable. Para la variable altura de planta de 30, 60 y 90 días, la misma especie reportó el valor alto, con 8,19 cm; 18,73 cm y 28,73 cm sin aplicación de biofertilizante. Al aplicar las dosis de biofertilizantes se pudo establecer que, a los 60 días, con las dosis de 200 ml y 300 ml en 5l de agua, se obtuvieron mayores alturas de planta, con 13,89 cm y 13,59 cm, respectivamente. Así mismo, al interactuarse los valores en la variable altura de planta, el tratamiento *S. macrophylla* con 200 ml en 5 l de agua presentó el mayor valor, con 8,41 cm a los 30 días y 19,37 cm a los 60 días. Mientras que la variable diámetro de tallo reportó a los 60 días 0,40 cm y a los 90 días 0,70 cm para la especie *S. macrophylla*. La *S. macrophylla* presentó una respuesta favorable a la aplicación de sustrato enriquecido con microorganismos (biofertilizante). La dosis que mayor crecimiento inicial reportó fue de 300 ml en 5l de agua. A los 60 días, con la dosis de 200 ml en 5 l de agua, se registró el mejor crecimiento en altura de la planta.

Palabras clave: Arreglo factorial, germinación, variable, vivero.

ABSTRACT

In soil, there is a balance between nutrients adsorbed on soil particles and nutrients released into the soil solution. Seed research identifies two production systems, one formal that provides seeds of uniform varieties and another of multiplication controlled by specialists. This research aims to evaluate the effect of a biofertilizer on the initial growth of the species *Swietenia macrophylla* and *Triplaris cumingiana* through of the use of doses of biofertilizers of 200, 300 and 400 ml in 5l of water obtained from the sanitary collection of the Manta canton using an experimental design of randomized blocks with a 2 x 4 factorial arrangement, with three repetitions and a total of 24 experimental units. The result was that *Swietenia macrophylla* showed the highest percentage of germination with 90.95% in the nursery stage, which may be due to the defined agronomic characteristics of this timber species. For the plant height variable of 30, 60 and 90 days, the same species reported the high value, with 8.19 cm; 18.73 cm and 28.73 cm without application of biofertilizer. When applying the doses of biofertilizers, it was established that, after 60 days, with the doses of 200 ml and 300 ml in 5l of water, greater plant heights were obtained, with 13.89 cm and 13.59 cm, respectively. Likewise, when the values were interacted in the plant height variable, the *S. macrophylla* treatment with 200 ml in 5 l of water presented the highest value, with 8.41 cm at 30 days and 19.37 cm at 60 days. While the variable stem diameter reported 0.40 cm at 60 days and 0.70 cm at 90 days for the spice *S. macrophylla*. *S. macrophylla* presented a favorable response to the application of substrate enriched with microorganisms (biofertilizer). The dose that reported the greatest initial growth was 300 ml in 5l of water. After 60 days, with the dose of 200 ml in 5 l of water, the best growth in plant height was recorded.

Keywords: Factorial arrangement, germination, variable, nursery.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

La importancia que tienen los microorganismos en la naturaleza y en sus relaciones con el hombre es cada día más evidente, los microorganismos utilizados como biofertilizantes tienen un papel sustancial. El desarrollo y uso de los biofertilizantes se contempla como una importante alternativa para la sustitución parcial o total de los fertilizantes minerales. Los beneficios que presenta el uso de microorganismos pueden concretarse de la siguiente manera: a) Fitoestimulantes, estimulan la germinación de las semillas y el enraizamiento por la producción de reguladores del crecimiento, vitaminas y otras sustancias; b) Biofertilizantes, incrementan el suministro de los nutrimentos por su acción sobre los ciclos biogeoquímicos, tales como la fijación de N₂, la solubilización de elementos minerales o la mineralización de compuestos orgánicos; c) Mejoradores, mejoran la estructura del suelo por su contribución a la formación de agregados estables (Grageda-Cabrera *et al.*, 2012). Adicionalmente, se ha demostrado que estos microorganismos son útiles en el aumento de la productividad de plantas de interés comercial y, por lo tanto, podrían suplir las deficiencias de nutrientes de forma eficiente de cultivos estratégicos que deben crecer en suelos salinos (Galindo *et al.*, 2016).

En el suelo, entonces, existe un equilibrio (balance) entre los nutrientes adsorbidos en las partículas del suelo y los nutrientes liberados en la solución del suelo. Si este equilibrio es alterado, por ejemplo, por la absorción de los nutrientes a través de las raíces de las plantas, los nutrientes son liberados del complejo de adsorción para establecer un nuevo equilibrio. El abono orgánico, el compost y los fertilizantes, son aplicados en un suelo cuyo contenido natural propio no puede suplir los nutrientes necesarios para el óptimo crecimiento de la planta, los fertilizantes agregados se descomponen y disuelven, y sus cationes y aniones se comportan como se ha descrito anteriormente (IFA, 2002).

Los biofertilizantes son súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base estiércol de vaca muy fresca, disuelta en agua y enriquecida con leche, melaza y ceniza, que se coloca a fermentar por varios días en toneles o tanques de plástico (Restrepo, 2007). Por otro lado, funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejos, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas, que se establecen entre las plantas y la vida del suelo (Restrepo, 2001).

Sin embargo, García-Rodríguez *et al.*, (2018), manifiesta que la investigación en el tema de semillas identifica dos sistemas de producción, el sistema formal que provee semillas de variedades uniformes que han sido evaluadas para su adaptación a ciertos sistemas y bajo ciertas condiciones de cultivo; la estructura de este sistema se guía por las metodologías científicas de fitomejoramiento y multiplicación controlada por especialistas (Domínguez-García *et al.*, 2018).

Metodología

El presente estudio se realizó en el cantón Portoviejo en la vía a Crucita, en el paso lateral a la altura del registro civil, entre las coordenadas de latitud sur a 01°03'16" y a 80°27'16" de longitud oeste, y a 15 m.s.n.m. (PDOT Portoviejo, 2016).

Se empleó un diseño experimental de Bloques al Azar con arreglo factorial 2 x 4, con tres repeticiones y un total de 24 unidades experimentales. Los datos fueron sometidos a la prueba de significación de Tukey en el nivel del 5% de probabilidad, para comprobar las diferencias entre los tratamientos.

La investigación se apoyó en un diseño experimental, para determinar cuál de los sustratos enriquecidos con microorganismos obtuvo una mejor respuesta con respecto a las variables analizadas, empleando también métodos estadísticos, inducción, deducción, entre otros.

Factores en estudio

Estuvo basado en criterios silviculturales, tales como los emitidos por Aguirre-Medina *et al.* (2014), quién enfatiza la importancia de realizar estudios sobre estas especies forestales para su empleo en reforestación, ya que muchas especies forestales se están extinguiendo, y especialmente importante son las especies de gran valor comercial, como las especies *Swietenia macrophylla* King y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey que se consideraron en este estudio. A continuación, se detallan las especies, las dosis de biofertilizante, los tratamientos y el análisis de varianza, empleados en la presente investigación.

Análisis de Varianza

Tabla 1.

Análisis de varianza.

ADEVA FUENTE DE VARIACÓN	GRADO DE LIBERTAD
Total	23
Repeticiones	2
Especies forestales	1
Dosis de biofertilizantes	3
Interacción (especies y dosis)	3
Error	14

Concentraciones de biofertilizantes

Las concentraciones utilizadas en la investigación para acelerar la germinación de las semilla y planta fueron: 200 ml, 300 ml, 400 ml biofertilizantes en 5 litros de agua de un fertilizante residual proveniente de las lagunas sépticas de Manta, las cuales fueron sometidas a tratamiento con microorganismos

Especies forestales

- A1- *Swietenia macrophylla*.
- A2- *Triplaris cumingiana*.

Dosis de biofertilizante

- B1- 0 ml
- B2- 200 ml en 5 l de agua
- B3- 300 ml en 5 l de agua
- B4- 400 ml en 5 l de agua

Tratamientos

- A1B1- *Swietenia macrophylla* + 0 ml
- A1B2- *Swietenia macrophylla* + 200 ml en 5 l de agua
- A1B3- *Swietenia macrophylla* + 300 ml en 5 l de agua
- A1B4- *Swietenia macrophylla* + 400 ml en 5 l de agua
- A2B1- *Triplaris cumingiana* + 0 ml
- A2B2- *Triplaris cumingiana* + 200 ml en 5 l de agua
- A2B3- *Triplaris cumingiana* + 300 ml en 5 l de agua
- A2B4- *Triplaris cumingiana* + 400 ml en 5 l de agua.

eficientes y están siendo aplicadas en cultivos hortícolas de experimentación en los Bajos de Montecristi, y en las dos especies utilizadas y en los diferentes tratamientos.

Biofertilización

Dentro de la investigación se procedió a utilizar biofertilizantes como un estimulante

para acelerar la germinación de la semilla *Swietenia macrophylla* King y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey, esta se la realizaba cada semana y el riego cada dos días.

Preparación de sustrato

El sustrato que se utilizó para la germinación de las semillas fue: arena de río, cascarilla de arroz y tierra de sembrío, con el cual se procedió al llenado de tebetes, donde se colocaron las semillas que germinaron en las bandejas germinadoras.

Siembra de semillas

Las semillas de *Swietenia macrophylla* King y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey fueron seleccionadas de árboles de óptimo estado fitosanitario y calidad. Se colocó una semilla en cada tebete de las bandejas germinadoras y sometidas a riego en la mañana cada dos días y se realizaba la biofertilización cada semana con el fin de que tengan un buen proceso de germinación y de desarrollo.

Porcentaje de germinación (%)

Para determinar el tiempo de germinación en el estudio no referenciamos en la publicación de (Del Amo Rodríguez *et al.*, 2008), se procedió a utilizar bandejas germinadoras, utilizando un sustrato realizado a base de productos naturales (arena de río, cascarilla de arroz y tierra de sembrío) el mismo que sirvió en el proceso de germinación de la semilla y así poder evaluar qué tiempo demora en germinar la planta con la ayuda del biofertilizantes, las semillas después de haber sido sembradas iniciaron a germinar a partir de los 15 días la *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey y a los 21 días *Swietenia macrophylla* King.

Altura de planta a los 30, 60, 90 días (cm)

Se utilizó un flexómetro para determinar la altura en 10 plantas seleccionadas al azar a los 30, 60 y 90 días después de haberse producido la germinación de las semillas.

Diámetro del tallo 30, 60, 90 días (cm)

Se procedió a medir cada mes la parte media ecuatorial del tallo de las plántulas con un calibrador de precisión, los valores se registraron a los 30, 60, y 90 días posteriores a la germinación de las semillas.

Resultados

Porcentaje de germinación (%)

Swietenia macrophylla King registró el mayor porcentaje de germinación en la etapa de semillero, con el 90,95%, que estadísticamente fue superior al obtenido por la especie *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey que reportó el menor valor, con el 60,29% de germinación (Tabla 2).

Tabla 2.

Porcentaje de germinación, altura de planta y diámetro del tallo a los 30, 60 y 90 días.

Factores	% de Germinación	Altura de planta (cm)			Diámetro del tallo (cm)		
		30 días	60 días	90 días	30 días	60 días	90 días
Especies forestales	**	**	**	**	**	NS	**
<i>S. macrophylla</i>	90,95 a	8,19 a	18,73 a	28,73 a	0,40 _a	0,68	0,70 a
<i>T. cumingiana</i>	60,29 b	5,48 b	8,19 b	20,31 b	0,10 _b	0,46	0,50 b
Dosis de biofertilizante	NS	NS	**	**	NS	NS	NS
0 ml (Testigo)	66,97	6,86	12,98 b	23,20 b	0,23	0,51	0,58
200 ml en 5 l de agua	78,09	6,87	13,89 a	24,49 b	0,28	0,59	0,61
300 ml en 5 l de agua	77,66	6,86	13,59 a	25,24 a	0,24	0,58	0,62
400 ml en 5 l de agua	79,77	6,75	13,40 ab	25,16 _{ab}	0,26	0,59	0,61
Tratamientos	NS	*	**	NS	NS	NS	NS
A1B ₁ <i>S. macrophylla</i> + 0 ml	79,40	7,96 b	18,00 a	28,12	0,36	0,63	0,69
A1B ₂ <i>S. macrophylla</i> + 200 ml en 5 lt de agua	94,11	8,41 a	19,37 a	29,08	0,44	0,73	0,72
A1B ₃ <i>S. macrophylla</i> + 300 ml en 5 lt de agua	95,07	8,18 _{ab}	19,01 a	28,88	0,38	0,67	0,69
A1B ₄ <i>S. macrophylla</i> + 400 ml en 5 lt de agua	95,25	8,23 a	18,57 a	28,86	0,43	0,68	0,70
A2B ₁ <i>T. cumingiana</i> + 0 ml en 5 lt de agua	54,54	5,77 b	7,96 b	18,28	0,10	0,39	0,48
A2B ₂ <i>T. cumingiana</i> + 200 ml en 5 lt de agua	62,08	5,34 b	8,41 b	19,91	0,12	0,45	0,50
A2B ₃ <i>T. cumingiana</i> + 300 ml en 5 lt de agua	60,26	5,55 b	8,18 b	21,61	0,10	0,49	0,52
A2B ₄ <i>T. cumingiana</i> + 400 ml en 5 lt de agua	64,29	5,28 b	8,23 b	21,46	0,09	0,51	0,53
Promedio	75,63	6,84	13,47	24,52	0,25	0,57	0,68
C.V. (%)	33,56	14,09	13,82	9,53	33,38	30,3 ₈	26,71
Tukey 5% (Especies forestales)	13,67	2,34	7,89	5,89	0,43		0,61
Tukey 5% (Dosis de biofertilizante)			0,44	1,11			
Tukey 5% (Interacciones)		2,11	7,89				

Tabla 3. Porcentaje de germinación (%) para las repeticiones de los tratamientos estudiados.

Tratamientos		Rep. I	Rep. II	Rep. III	Σ	Promedio
A1B1	<i>S. macrophylla</i> + 0 ml	77,45	83,21	77,56	238,22	79,40
A1B2	<i>S. macrophylla</i> 200 ml en 5 l de agua	92,45	98,32	91,56	282,33	94,11
A1B3	<i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	91,23	99,42	94,56	285,21	95,07
A1B4	<i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	97,34	92,89	95,52	285,75	95,25
		358,47	373,84	359,2	1091,51	
A2B1	<i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	66,34	56,35	41,23	163,92	54,54
A2B2	<i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	62,67	62,34	61,23	186,24	62,08
A2B3	<i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	52,37	56,78	71,63	180,78	60,26
A2B4	<i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	62,34	69,32	61,23	192,89	64,29
		243,72	244,79	235,32	723,83	
		602,19	618,63	594,52	1815,34	

Tabla 4. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	6978,00				
Repeticiones	2	40,91	20,45	0,07 NS	3,74	6,51
Especies	1	2345,67	2345,67	8,65 **	2,76	4,28
Dosis	3	331,11	110,37	0,40 NS	3,74	6,51
Interacción	3	467,89	155,96	0,57 NS	3,74	6,51
Error	14	3792,42	270,88			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Altura de planta a los 30, 60, 90 días (cm).

Los testigos de las especies forestales en estudio presentaron diferencias estadísticas significativas con respecto a la altura de planta. *Swietenia macrophylla* King reportó 8,19 cm; 18,73 cm y 28,73 cm, que fueron superiores estadísticamente a registrados en *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey con 5,48 cm; 8,19 cm y 20,31 cm, a los 30, 60 y 90 días, respectivamente (Tablas 2, 5, 7 y 9).

Después de la aplicación de las dosis del sustrato con biofertilizantes, se pudo establecer diferencias estadísticas. A los 60 y 90 días, con las dosis de 200 ml y 300 ml en 5 l de agua, se obtuvieron mayores alturas de planta, con 13,89 y 25,24 cm, respectivamente (Tabla 2).

Al analizar las interacciones, el tratamiento conformado por *Swietenia macrophylla* King + 200 ml en 5 l de agua (A1B2) presentó el mayor valor, con alturas de 8,41 cm a los 30 días y 19,67 cm a los 60 días (Tablas 2, 11, 13 y 15).

Tabla 5. Altura de planta a los 30 días (cm).

Tratamientos		Rep I	Rep II	Rep III	Σ	Promedio
A1B1	<i>S. macrophylla</i> + 0 ml	8,90	7,50	7,50	23,90	7,96
A1B2	<i>S. macrophylla</i> +200 ml en 5 l de agua	8,95	8,20	8,10	25,25	8,41
A1B3	<i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	8,83	7,80	7,91	24,54	8,18
A1B4	<i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	8,84	7,90	7,96	24,70	8,23
		35,52	31,40	31,47	98,39	
A2B1	<i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	6,32	5,78	5,23	17,33	5,77
A2B2	<i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	5,34	5,34	5,34	16,02	5,34
A2B3	<i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	6,11	4,76	5,78	16,65	5,55
A2B4	<i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	5,32	5,23	5,31	15,86	5,28
		23,09	21,11	21,66	65,86	
		58,61	52,51	53,13	164,25	

Tabla 6. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	49,37				
Repeticiones	2	2,82	1,41	1,51 NS	3,74	6,51
Especies	1	16,43	16,43	17,66 **	2,76	4,28
Dosis	3	8,43	2,81	3,02 NS	3,74	6,51
Interacción	3	8,56	2,85	3,76 *	3,74	6,51
Error	14	13,13	0,93			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Tabla 7. Altura de planta a los 60 días (cm).

Tratamientos		Rep I	Rep II	Rep III	Σ	Promedio
A1B1	<i>S. macrophylla</i> + 0 ml	17,90	18,20	17,90	54,00	18,00
A1B2	<i>S. macrophylla</i> +200 ml en 5 l de agua	19,20	18,93	20,00	58,13	19,37
A1B3	<i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	19,09	18,70	19,26	57,05	19,01
A1B4	<i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	19,05	18,45	18,23	55,73	18,57
		75,24	74,28	75,39	224,91	
A2B1	<i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	8,90	7,50	7,50	23,90	7,96
A2B2	<i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	8,95	8,20	8,10	25,25	8,41
A2B3	<i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	8,83	7,80	7,91	24,54	8,18
A2B4	<i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	8,84	7,90	7,96	24,70	8,23
		35,52	31,40	31,47	98,39	
		110,76	105,68	106,86	323,3	

Tabla 8. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	665,58				
Repeticiones	2	1,76	0,88	0,25 NS	3,74	6,51
Especies	1	234,67	234,67	67,62 **	2,76	4,28
Dosis	3	112,67	37,55	10,88 **	3,74	6,51
Interacción	3	167,89	55,96	16,12 **	3,74	6,51
Error	14	48,59	3,47			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Tabla 9. Altura de planta a los 90 días (cm).

Tratamientos		Rep I	Rep II	Rep III	Σ	Promedio
A1B1	<i>S. macrophylla</i> + 0 ml	27,92	28,45	28,01	84,38	28,12
A1B2	<i>S. macrophylla</i> +200 ml en 5 l de agua	29,23	29,01	29,01	87,25	29,08
A1B3	<i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	29,10	28,56	28,98	86,64	28,88
A1B4	<i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	29,01	28,67	28,91	86,59	28,86
		115,26	114,69	114,91	344,86	
A2B1	<i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	15,56	19,45	19,67	54,68	18,28
A2B2	<i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	17,82	20,13	21,78	59,73	19,91
A2B3	<i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	19,45	21,61	23,78	64,84	21,61
A2B4	<i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	21,67	19,15	23,56	64,38	21,46
		74,50	80,34	88,79	243,63	
		189,76	195,23	203,7	588,49	

Tabla 10. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	489,31				
Repeticiones	2	22,14	11,07	2,02 NS	3,74	6,51
Especies	1	222,23	222,23	216,76 **	2,76	4,28
Dosis	3	117,11	39,03	7,13 **	3,74	6,51
Interacción	3	51,23	17,07	3,12 NS	3,74	6,51
Error	14	76,66	5,47			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Diámetro del tallo a los 30, 60, 90 días (cm).

Se presentaron diferencias estadísticas significativas a los 30 y 60 días. A los 60 días se registró un diámetro de 0,40 cm y a los 90 días 0,70 cm para *Swietenia macrophylla*

King, valores estadísticamente superiores a los valores obtenidos en *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey, que reportó un diámetro de 0,10 cm a los 30 días y de 0,50 cm a los 90 días, comportamiento que estuvo supeditado a las características agronómicas de cada especie, pero influenciada por las dosis del biofertilizante aplicadas.

Tabla 11. Diámetro de tallo a los 30 días (cm).

Tratamientos	Rep I	Rep II	Rep III	Σ	Promedio
A1B1 <i>S. macrophylla</i> + 0 ml	0,22	0,40	0,47	1,09	0,36
A1B2 <i>S. macrophylla</i> +200 ml en 5 l de agua	0,28	0,47	0,57	1,33	0,44
A1B3 <i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	0,25	0,45	0,46	1,16	0,38
A1B4 <i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	0,35	0,39	0,55	1,30	0,38
	1,11	1,72	2,05	4,89	
A2B1 <i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	0,12	0,08	0,10	0,30	0,10
A2B2 <i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	0,13	0,13	0,11	0,37	0,12
A2B3 <i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	0,11	0,11	0,08	0,30	0,10
A2B4 <i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	0,10	0,10	0,08	0,29	0,09
	0,47	0,43	0,37	1,28	
	1,58	2,15	2,43	6,17	

Tabla 12. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	2,73				
Repeticiones	2	0,19	0,09	1,80 NS	3,74	6,51
Especies	1	1,03	1,03	20,60 **	2,76	4,28
Dosis	3	0,56	0,18	3,60 NS	3,74	6,51
Interacción	3	0,23	0,07	1,40 NS	3,74	6,51
Error	14	0,72	0,05			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Tabla 13. Diámetro de tallo a los 60 días (cm).

Tratamientos		Rep I	Rep II	Rep III	Σ	Promedio
A1B1	<i>S. macrophylla</i> + 0 ml	0,49	0,69	0,72	1,91	0,63
A1B2	<i>S. macrophylla</i> +200 ml en 5 l de agua	0,57	0,84	0,72	2,20	0,73
A1B3	<i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	0,50	0,75	0,78	2,03	0,67
A1B4	<i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	0,50	0,79	0,74	2,04	0,68
		2,07	3,07	3,04	8,18	
A2B1	<i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	0,32	0,43	0,41	1,17	0,39
A2B2	<i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	0,39	0,48	0,50	1,37	0,45
A2B3	<i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	0,51	0,46	0,52	1,49	0,49
A2B4	<i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	0,49	0,51	0,55	1,55	0,51
		1,71	1,88	1,99	5,59	
		3,78	4,96	5,35	13,78	

Tabla 14. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	2,04				
Repeticiones	2	0,03	0,01	0,08 NS	3,74	6,51
Especies	1	0,14	0,14	1,16 NS	2,76	4,28
Dosis	3	0,08	0,02	0,16 NS	3,74	6,51
Interacción	3	0,04	0,01	0,08 NS	3,74	6,51
Error	14	1,75	0,12			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Tabla 15. Diámetro de tallo a los 90 días (cm).

Tratamientos		Rep I	Rep II	Rep III	Σ	Promedio
A1B1	<i>S. macrophylla</i> + 0 ml	0,65	0,72	0,71	2,08	0,69
A1B2	<i>S. macrophylla</i> +200 ml en 5 l de agua	0,70	0,73	0,74	2,17	0,72
A1B3	<i>S. macrophylla</i> +300 ml en 5 l de agua	0,72	0,65	0,61	2,08	0,69
A1B4	<i>S. macrophylla</i> +400 ml en 5 l de agua	0,72	0,69	0,68	2,09	0,70
		2,79	2,78	2,74	8,42	
A2B1	<i>T. cumingiana</i> +0 ml en 5 l de agua	0,49	0,46	0,49	1,44	0,48
A2B2	<i>T. cumingiana</i> +200 ml en 5 l de agua	0,43	0,51	0,56	1,51	0,50
A2B3	<i>T. cumingiana</i> +300 ml en 5 l de agua	0,46	0,55	0,54	1,56	0,52
A2B4	<i>T. cumingiana</i> +400 ml en 5 l de agua	0,51	0,52	0,57	1,60	0,53
		1,89	2,05	2,16	6,11	
		4,90	4,83	4,90	14,53	

Tabla 16. Análisis varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	0,50%	1%
Total	23	2,10				
Repeticiones	2	0,24	0,12	1,71 NS	3,74	6,51
Especies	1	0,78	1,78	25,42 **	2,76	4,28
Dosis	3	0,25	0,08	1,14 NS	3,74	6,51
Interacción	3	0,14	0,04	0,57 NS	3,74	6,51
Error	14	1,06	0,07			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

De acuerdo con los datos obtenidos en la presente investigación, la concentración de biofertilizante con mayor compatibilidad para las especies forestales en estudio es B4 (400 ml en 5 L de agua), sin embargo, dicha dosificación de sustrato orgánico tratado con microorganismos de captación sanitaria tiene una interacción óptima con la especie *Swietenia macrophylla* King, registrando un mayor índice de germinación en la etapa de semillero a diferencia de *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. Cabe mencionar, que el coeficiente de variación tuvo un valor de 33,56 % que indica la poca representatividad de los datos, existiendo diferencias significativas en los tratamientos.

Este resultado difiere de Cuasquer (2016) quién obtuvo valores no significativos en los tratamientos correspondientes al análisis del comportamiento inicial de *Acacia melanoxylon* R.Br. Asimismo, Vásquez (2023) reportó en su investigación relacionada al comportamiento del crecimiento inicial de la especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) un mayor crecimiento inicial en las plántulas de *C. cateniformis* con aplicación de sustrato agrícola en el T2 (1 g de P205, además, afirmó que “el análisis estadístico, al 95 % de confianza, determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo”.

En relación a las características dasométricas, la especie *Swietenia macrophylla* King registró valores altimétricos de 8,19 cm, 18,73 cm y 28,73 cm a los 30, 60 y 90 días respectivamente, mientras que, los valores diamétricos mostraron valores de 0,40 cm y 0,70 cm a los 60 y 90 días respectivamente; dicha información resulta estadísticamente mayor en relación a los datos pertinentes a la especie *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey, 5, 48 cm, 8,19 cm y 20,31 cm en cuanto a altura, y 0, 10 cm a los 30 días y 0,50 cm a los 90 días en relación a diámetro. Estas diferencias son la consecuencia de la interacción entre ambiente/dosificación/especie, pues, cada variable actúa de

una forma distinta en función a la respuesta de adaptabilidad de las especies a las condiciones ambientales y dosificaciones de biofertilizantes, según Orrillo (2021) “las condiciones climáticas de un determinado sector y el tipo de sustrato o fertilizante utilizado influyen significativamente en el crecimiento altimétrico y diamétrico de las especies forestales”.

Conclusiones

El tratamiento *Swietenia macrophylla* King + 400 ml en 5 L de agua (A1B4) se consideró como la mejor interacción debido al incremento de las variables altimétricas (entre 8, 19 cm a 28,73 cm) y diamétricas (entre 0,40 cm a 0,70 cm) a los 30, 60 y 90 días para esta especie.

El coeficiente de variación de 33,56 % indicó que los datos pertinentes a la investigación presentan diferencias significativas, teniendo poca representatividad entre sí.

La especie *Swietenia macrophylla* King presentó una mayor respuesta de adaptabilidad al biofertilizante a diferencia de *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey, generalmente, esto se debe a la diferencia de la constitución genética de ambas especies.

Bibliografía

- Aguirre-Medina, J., Mina-Briones, F., Cadena-Iñiguez, J., Dardón-Zunun, J. y Hernández-Sedas, D. 2014. Crecimiento de *Cedrela odorata* L. biofertilizada con *Rhizophagus intraradices* y *Azospirillum brasilense* en vivero. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 20(3), 177-183. <https://doi.org/10.5154/r.chscfa.2014.01.001>.
- Asociación internacional de la industria de los fertilizantes [IFA]. 2002. Los fertilizantes y su uso. Programa de Fertilizantes de la FAO. 83 p.
- H, Orrillo; M. Jorge; C. Rodríguez, F. De Almeida. 2021. Gradiente altitudinal y su influencia en las características edafoclimáticas de los bosques tropicales. *Madera y Bosque Revisiones Bibliográficas*. Vol. 27 Núm. 3 (2021): Otoño 2021. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2732271>
- Cuasquer, M. 2016. Determinación del comportamiento inicial de *Acacia melanoxylon* R.Br., en asocio con tres tipos de pasto, en la parroquia

- el Carmelo, provincia del Carchi. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5819>
- Del Amo Rodríguez, S. Vergara Tenorio, M. Ramos Prado, J. y Sainz Campillo, C. 2008. Germinación y Manejo de Especies Forestales Tropicales. proyecto "Restauración campesina en cinco ejidos de la zona Totonaca mediante actividades de agroforestería" CONAFOR- CONACYT.
- Domínguez-García, I., Reyes Altamirano-Cárdenas, J., Barrientos-Priego, A. F. y Ayala-Garay, A. 2019. Análisis del sistema de producción y certificación de semillas en México. *Revista fitotecnia mexicana*, 42(4), 347-356..
- Galindo, T., Polanía, J., Sánchez, J., Moreno, N., Javier, V., y Holguín, G. 2006. Efecto de inoculantes microbianos sobre la promoción de crecimiento de plántulas de mangle y plantas de *Citrullus vulgaris*. San Andrés Isla, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 11(1), 83-97.
- García-Rodríguez, J., Ávila-Perches, M., Gámez-Vázquez, F., de la O-Olán, M. y Gámez-Vázquez, A.. 2018. Calidad física y fisiológica de la semilla de maíz influenciada por el patrón de siembra de las progenies. *Revista fitotecnia Mexicana*, 41 (1), 31-37. DOI.org/10.35196/rfm.2018.1.31-37.
- Grageda-Cabrera, O., Díaz-Franco, A., Peña-Cabriales, J. y Vera-Nuñez, J. 2012. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(6), 1261-1274.
- PDOT Portoviejo, M. 2016. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Portoviejo. 1-42. <https://www.portoviejo.gob.ec/md-transparencia/2017/julio-2017/Plan%20de%20Ordenamiento.pdf>.
- Restrepo, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Costa Rica. 144 p.
- Restrepo, J. 2007. Manual Práctico, Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Cali, Primera edición, Ilustraciones Feriva. 108 pág. Impreso en los talleres gráficos de Impresora Feriva S.A. Cali, Colombia. ISBN 978-958-44-1280-5
- Vásquez, Y. 2023. Comportamiento del crecimiento inicial de la especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, utilizando diferentes dosis de superfosfato triple, en Condorcanqui, Amazonas – Perú. 72 pág.

Cómo citar: Cabrera Verdesoto, C. A., Cedeño Mera, S. J., Castro Ponce, S. I., Jiménez Gonzalez, A., & Cali Ligua, V. L. (2023). Evaluación del crecimiento inicial de las especies *Swietenia macrophylla* King y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. con la aplicación de tres dosis de biofertilizantes. *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 1(2), 50-61. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n2.2023.50-61>