



# Germinación y crecimiento de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en Ecuador

Germination and growth of *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. in Ecuador

Edwin Jiménez Romero; Luis Garcías Franco; Mercedes Carranza Patiño; Helen María Carranza Patiño; Jaime Morante Carriel\*; Malena Martínez Chévez; José Cuásquer Fuel

Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Ambientales. Laboratorio de Biotecnología, Grupo de investigación de la Facultad de Ciencias Ambientales, Km 1 ½ vía Quevedo Santo Domingo, C. P. 73. Quevedo, Los Ríos, Ecuador- Tel (593) 052751430.

Received October 05, 2016. Accepted July 24, 2017.

### Resumen

Se evaluó la germinación y crecimiento de semillas de balsa aplicando siete tratamientos pre-germinativos: inmersión en HSO<sub>4</sub> por 32 minutos, inmersión en agua a 80 °C durante tres minutos, testigo, remojo en agua a 100 °C por 15 minutos, remojo en agua de coco 12 horas, lijado de las semillas hasta que pierdan su brillo natural, calor seco 96 °C durante 5 minutos. Sembradas en siete sustratos utilizando tierra negra sola y combinada con: tamo de arroz, arcilla más arena, humus UTEQ, zeolita, arcilla más ceniza, humus nacaro (humus de Lombriz). Se realizó un diseño completamente al azar (DCA) en un arreglo factorial 7 (sustratos) x 7 (tratamientos pre-germinativos) con tres repeticiones y 10 unidades de observación. A los 28 días el factor (sustrato) que más influyó en el porcentaje de germinación fue tierra negra más zeolita 7 g/k con 17,75%. El tratamiento pre-germinativo (lijado de las semillas) 20,85%. Tierra negra + humus UTEQ 0,70 g k<sup>-1</sup> x remojo en agua de coco por 12 horas, alcanzó 133,11 mm de altura de plántula. Tierra negra + humus UTEQ 0,70 g/k con 3,27 mm de espesor del vástago. El mayor número de hojas (cinco) se obtuvo en el tratamiento tierra negra + inmersión en HSO<sub>4</sub>.

**Palabras clave:** Ácido sulfúrico; sustrato; humus UTEQ; humus nacaro y zeolita.

### Abstract

The germination and growth of balsa seed (*O. pyramidale*) at nursery level has been evaluated; applying seven pre-germinative treatments: Immersion in HSO<sub>4</sub> for 32 minutes, immersion in water at 80 °C for three minutes, soak in water at 100 °C for 15 minutes, soak in coconut water 12 hours, Sanding the seeds until they lose their Natural brightness, dry heat 96 °C for 5 minutes and the control. Sowed in seven substrates only black soil and combined with: rice paddy, clay plus sand, humus UTEQ, zeolite, clay plus ash, humus nacaro (worm humus). A completely randomized design (DCA) was performed in a factorial arrangement 7 (substrates) x 7 (pre-germinative treatments) with three replicates and 10 observation units. At 28 days, the factor (substrate) that most influenced the percentage of germination was black soil + zeolite 7 g/kg with 17.75%. The pre-germinative treatment with the highest incidence was the treatment of its natural brightness; the treatment black soil + UTEQ humus 0.70 g/k x soaking in coconut water for 12 hours obtained the best level of seedling height. The neck thickness of higher stem was observed black soil + UTEQ humus 0.70 g/kg. The highest number of leaves (five) obtained the treatment black soil + immersion in HSO<sub>4</sub>.

**Keywords:** Sulphuric acid; substrate; UTEQ humus; humus nacaro y zeolite.

## 1. Introducción

La balsa, *O. pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb., es un árbol nativo del trópico

americano; frecuentemente se encuentra en áreas intervenidas y degradadas (Rojas; 2011); es una materia prima renovable con

\* Corresponding author  
E-mail: [jmorante@uteq.edu.ec](mailto:jmorante@uteq.edu.ec) (J. Morante).

alta valoración económica, extremadamente liviana, pero tiene a la vez una relación resistencia-peso muy alta; además tiene la cualidad de que se puede tallar con facilidad. Es ampliamente utilizada en la fabricación de aviones, barcos, cascos y cubiertas de lanchas a motor de gran velocidad y aerodelismo más avanzados del mundo (Witmore, 1983; González *et al.*, 2010).

El Ecuador es uno de los principales productores de madera de balsa ya que su zona subtropical presenta una condición geográfica y climática óptima para su desarrollo. Su mayor producción se concentra en las provincias de Guayas, El Oro, Los Ríos, Esmeraldas y Pichincha (González *et al.*, 2010; Molina, 2014).

La balsa es un árbol siempreverde de fuste limpio, corteza lisa de color grisáceo a café con manchas blanquecinas de hojas simples, alternas dispuestas en espiral de frutos capsulares alargados dehiscentes con semillas de forma esférica de 4 a 5 mm de diámetro con raíces fasciculares (Méndez, 2000). La germinación de las semillas responde a un proceso fisiológico complejo causado por imbibición de agua después de los posibles mecanismos de latencia (Martínez *et al.*, 2013). La variación y la velocidad de la germinación total ocurre en la mayoría de las especies que se reproducen por semillas (Evans y Cabin 1995; Ríos-García, 2016). La variación existe entre poblaciones (Hernández *et al.*, 2001) y entre semillas de la misma planta (Delgado, 2008; Hernández *et al.*, 2010). Los mecanismos que regulan el inicio de la germinación están bajo presiones selectivas, así, la variación de la capacidad germinativa entre y dentro de las especies se interpreta como una adaptación a las condiciones específicas del hábitat local y regional (Hernández *et al.*, 2010).

Existen semillas que, debido a las características físicas y químicas del tegumento, presentan una estructura y consistencia compacta e impermeable al agua y gases, inhibidora mecánica y química de la germinación (Rodríguez *et al.*, 2012). Este factor; se vuelve limitante

en la propagación de las especies, en particular leguminosas y otras familias que poseen semillas con tegumento duro e impermeable (Sotolongo *et al.*, 2008).

Respecto a germinación y crecimiento de balsa con aplicación de diversos sustratos, se cuenta con información moderada que ratifica los resultados de estos tratamientos, por lo que el presente estudio se refiere a la búsqueda del mejor sustrato y tratamiento pre-germinativo que ayude a la producción de esta especie de forma cualitativa y cuantitativa.

## 2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en el vivero forestal de la finca “La Represa” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el km 7,5 vía Quevedo, San Carlos, recinto Fajita, parroquia rural San Carlos, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador.

### 2.1 Selección del material experimental

La procedencia de las semillas de balsa empleadas para la investigación fueron obtenidas del banco de semillas de la empresa maderera Plantaciones de Balsa Plantabal S.A., fueron previamente seleccionadas las de mayor tamaño y dimensiones utilizando un tamiz de malla metálica. Para la extracción de las impurezas, al igual que las semillas de mala calidad, se sumergieron en un vaso de precipitación de 250 mm con el fin de realizar una separación física las semillas de buena calidad por efecto de decantación y flotación del material infértil e impurezas.

### 2.2 Tratamientos pregerminativos

Se evaluaron siete tratamientos pregerminativos y un testigo, inmersión en una disolución de HSO<sub>4</sub> al 20% durante 32 min, inmersión en agua a 80 °C durante 3 min, remojo en agua a 100 °C durante 15 minutos, remojo en agua de coco durante 12 horas, desbaste con papel de lija de las semillas hasta que pierdan su brillo natural y calor seco 96 °C empleando una estufa digital Memmert IN110 durante cinco minutos (Figura 1 A).

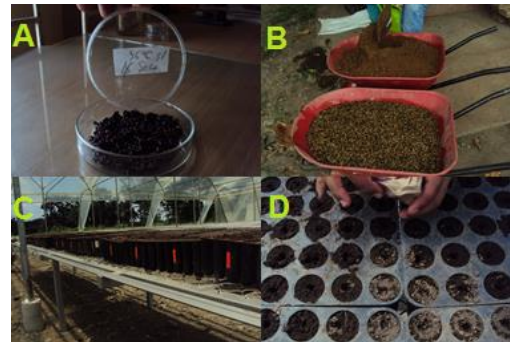
### 2.3 Preparación del sustrato

Se empleó como sustrato base tierra negra, se extrajeron los conglomerados de suelo de gran tamaño al igual que las impurezas del mismo (malezas; rocas entre otros) empleando un sarán metálico; se aplicó Vitavax 300 ingrediente activo (Carboxín-5,6-dihidro-2-metil-N-fenil-1,4-oxatiin-3-carboximida y Captan: N-triclorometiltio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida)  $1 \text{ g L}^{-1}$  y posteriormente se cubrió con plástico negro durante quince días permitiendo la desinfección del mismo. Las mezclas utilizadas fueron: testigo tierra negra; tierra negra + tamo de arroz 30%; tierra negra 70% + arcilla 20% + arena 10%; tierra negra + humus UTEQ  $0,70 \text{ g k}^{-1}$ ; tierra negra + zeolita  $7 \text{ g k}^{-1}$ ; tierra negra 70% + arcilla 30% + ceniza  $7 \text{ g k}^{-1}$  y tierra negra + humus nacaro (concentrado acuoso de la lombricultura)  $7 \text{ g kg}^{-1}$  (Figura 1B).

### 2.4 Preparación de bandejas y siembra de semillas

Para la siembra de las semillas de balsa se utilizaron 147 bandejas de polietileno de 25 cm de ancho por 40 cm de largo con cuarenta cavidades previamente desinfectadas con hipoclorito de calcio  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  al 65% ( $0,31 \text{ g L}^{-1}$ ) por diez minutos. Posteriormente las bandejas fueron llenadas con cada uno de los sustratos y colocadas en el invernadero para su respectiva codificación (Figura 1 C). La siembra se ejecutó depositando la semilla en cada hoyo de las bandejas a una profundidad de 5 a 10 mm; posteriormente

se realizó riego manual con una regadera de cultivo DiMartino Flow con una dosis de  $4 \text{ L m}^{-2}$  tanto en la mañana como por la tarde; así como las labores culturales durante los días que duró el ensayo (Figura 1 D).



**Figura 1.** (A) tratamiento pregerminativos. (B) preparación y desinfección de sustratos; (C) llenado de bandejas germinadoras; (D) siembra de semillas de balsa.

### 2.5 Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó un Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo factorial  $7 \times 7$  (Tabla 1) con 49 tratamientos, cuatro repeticiones. Se utilizaron 10 unidades experimentales. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza ANDEVA y separación de medias al 95% de probabilidad, empleando el programa estadístico Statistica (StatSoft, Inc. 2007). Para establecer diferencias entre tratamientos se efectuó la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey  $p < 0,05$ .

**Tabla 1**

Efecto simple Factor A y Factor B

Factor A		Factor B	
a1	Testigo tierra negra	b1	Inmersión en ácido sulfúrico al 20% durante 32 minutos
a2	Tierra negra + tamo de arroz 30%	b2	Inmersión en agua a $80 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 3
a3	Tierra negra 70% + arcilla 20% + arena 10%	b3	Testigo el cual no tendrá ningún tratamiento.
a4	Tierra negra + humus UTEQ $0,70 \text{ g/kg}$	b4	Remojo en agua $100 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 15 segundos
a5	Tierra negra + zeolita $7 \text{ g/kg}$	b5	Remojo en agua de coco durante 12 horas.
a6	Tierra negra 70% + arcilla 30% + ceniza $7 \text{ g/kg}$	b6	Lijado de las semillas hasta que pierdan su brillo natural.
a7	Tierra negra + humus nacaro $7 \text{ g/kg}$	b7	Calor seco $96 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 5 minutos.

## 2.6 Variables evaluadas

Se evaluó el porcentaje de germinación; a los ocho días para lo cual se contó el número de plántulas germinadas, dividido para el total de semillas sembradas inicialmente, multiplicado por 100. Las demás variables se evaluaron a los 28 días. La longitud radicular se midió desde el cuello de la raíz principal hasta la base de la yema terminal de la plántula con la ayuda de un calibrador Vernier Caliper Digital CaliPro con apreciación de  $\pm 0,03$  mm. El número de hojas se determinó contando cada una de ellas en cada plántula germinada. Espesor de tallo o talluelo: Se obtuvo midiendo el diámetro del tallo, una vez por semana con el calibrador Vernier Caliper Digital. El peso húmedo y peso seco se determinó colocando las plántulas en fundas de papel; procediendo a pesar, luego fueron colocadas dentro de una estufa (Memert Schutzart DIN 40050-IP20) a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas. Estos dos pesos fueron obtenidos mediante la ayuda de una balanza electrónica analítica OHAUS Modelo PA224C con precisión de  $\pm 0,0001$  g.

## 3. Resultados y discusión

### 3.1 Sustrato

En el efecto simple del factor A (sustratos) se observó diferencias al  $p \leq 0,05$  para todas las variables analizadas siendo los promedios más altos los obtenidos en la variable porcentaje de germinación 17,57% (tierra negra + zeolita 7 g/kg), altura 103,75 mm en el efecto (tierra negra + humus UTEQ 0,70 g/kg), espesor 3,02 mm obtenidos en (tierra negra + humus UTEQ 0,70 g/kg), número de hojas el 4,43 (testigo tierra negra), longitud de raíz con 118,58 mm (tierra negra + zeolita 7,00 g/kg), peso en seco con un 33 g (tierra negra 70% + arcilla 20% + arena 10%) Tabla 2. El efecto simple sustrato (tierra negra + zeolita 7,00 g/kg) en cuanto al promedio de germinación y longitud de raíz; pudo estar relacionado con la estructura del sustrato utilizado (Sarango, 2011). Las condiciones que requieren las

semillas para el proceso de germinación son: aporte de agua, oxígeno y temperatura apropiada. Cada especie germina a temperatura determinada, en general las condiciones extremas de frío o calor no favorecen la germinación. Algunas semillas necesitan un tiempo determinado de exposición a la luz para iniciar la germinación.

### 3.2 Tratamientos pre-germinativos

En el efecto simple del factor B (tratamientos germinativos) se obtuvo diferencias significativas ( $p \leq 0,05$  y  $p \leq 0,01$ ) para: germinación con 21,04% (calor seco  $96\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 5 min), altura de vástago 89 mm (remojo en agua de coco durante 12 h) y en número de hojas con 4,16 (remojo en agua de coco durante 12 h); en las demás variables no se encontraron diferencias significativas (Tabla 3).

En el efecto simple de los tratamientos pre-germinativos se destaca que los mejores promedios de germinación se obtuvieron donde el efecto del pre-tratamiento aplicado no causaba daño a la testa. Esto coincide con lo expresado por (Chong *et al.*, 2002) quienes manifiestan que la absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos que incluyen la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas. A su vez la división y alargamiento celular en el embrión causó la rotura de las cubiertas seminales que normalmente se produce por la emergencia de la radícula. Sin embargo, las semillas de muchas especies son incapaces de germinar, aun con condiciones favorables para ello, debido a que las semillas se encuentran en estado de latencia.

En el peso seco el efecto simple fue favorecido al aplicar tierra negra 70% + arcilla 20% + arena 10%, coincidiendo con Guairacaja (2013) quien manifiesta que la mezcla de sustrato proporciona humedad a las semillas, dotando de aireación durante el proceso de germinación y la textura de los sustratos influye directamente en el % de semillas germinadas, así como en la calidad del sistema radicular que han formado las semilla, las que funcionan como depósito de sustancias nutritivas.

**Tabla 2**

Promedios del efecto simple en las variables (Germinación; Altura; Espesor; Número de hojas; Longitud de raíz y Peso seco)

Factor A	Germinación	Vástago				Nº de hojas	Longitud raíz	Peso Seco
		Altura		Espesor				
1	15,66 a b c	74,14	b c	2,56	b c	4,43 a	107,1 a b c	3,63 c
2	13,66 b c	63,23	c	2,52	b c	4,27 a b	102,4 b c	3,82 b c
3	13,19 c	75,38	b c	2,55	b c	4,10 a b	103,2 b c	4,23
4	16,04 a b c	103,75	a	3,02 a		4,22 a b	113,8 b	4,00 a b
5	17,57 a	87,69	b	2,56	b c	4,02 a b	118,6 a	3,65 b c
6	15,42 a b c	82,38	b	2,60	b	3,92 b c	99,14 c	3,66 b c
7	16,8 a b	72,61	b c	2,31	c	3,53 c	105,1 b c	3,63 c
CV%	23,69	20,94		11,53		10,88	12,74	10,12

1. Testigo tierra negra; 2. Tierra negra + tamo de arroz 30%; 3. Tierra negra 70% + arcilla 20% + arena 10%; 4. Tierra negra + humus UTEQ 0,70g/kg; 5. Tierra negra + Zeolita 7g/kg; 6. Tierra negra 70% + arcilla 30% + ceniza 7g/kg; 7. Tierra negra + humus nacaro 7 g/kg.

**Tabla 3**

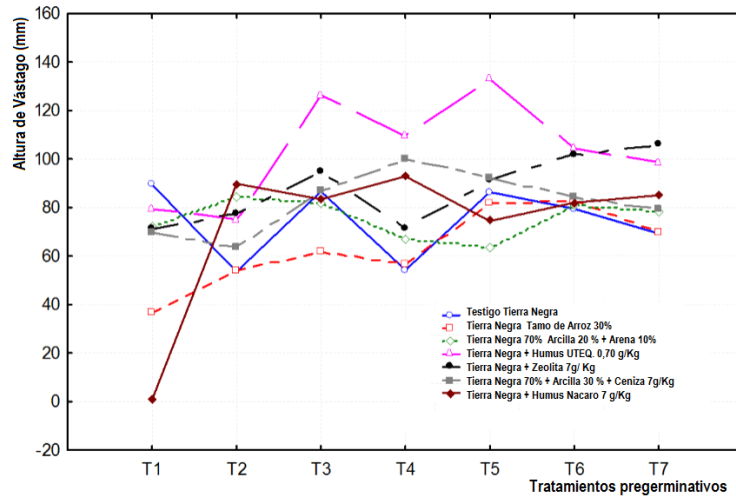
Promedios del efecto simple en las variables (Germinación; Altura del Vástago y Número de hojas)

Factor B		Germinación	Altura del vástago		Nº de hojas	
1	Inmersión en ácido sulfúrico durante 32 minutos	7,9	b	59,82 c		3,76 b
2	Inmersión en agua a 80 °C durante 3 minutos	8,76	b	71,14 c	B	4,15 b a
3	Testigo el cual no tendrá ningún tratamiento	10,09	b	88,86	a	4,04 b a
4	Remojo en agua 100 °C durante 15 segundos	19,14	a	78,77	B a	4,24 a
5	Remojo en agua de coco por 12 horas	20,57	a	89,00	a	4,16 b a
6	Lijado de semillas hasta que pierdan su brillo natural	20,85	a	87,92	a	4,01 b a
7	Calor seco 96 °C durante 5 minutos	21,04	a	83,68	b a	4,13 b a
CV %		23,68		20,94		10,88

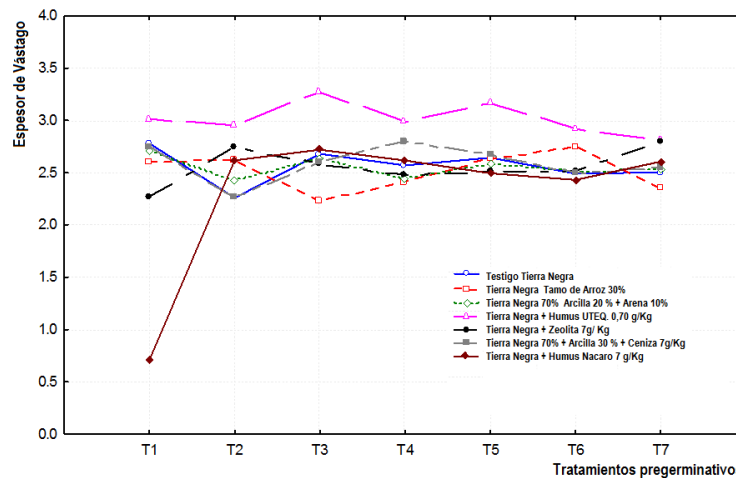
### 3.3 Interacciones

Concluido el análisis se observó que las variables longitud de brotes, longitud de raíces, porcentaje de germinación y peso seco no mostraron diferencias al  $p \leq 0,05$ ; sin embargo, en las demás existió diferencias significativas. La respuesta del porcentaje de germinación concuerda con Figueroa (2004) y Varela y Arana (2011) quienes manifiestan que la latencia en semillas de balsa se debe a la impermeabilidad de la cubierta de la semilla y a la latencia interna del propio embrión. En la variable altura de plántulas el tratamiento que influyó mayormente fue tierra negra + humus UTEQ 0,70 g/kg x remojo en agua de coco por 12 h, con 133,11 mm. El promedio más bajo se observó en el tratamiento tierra negra + humus nacaro 7

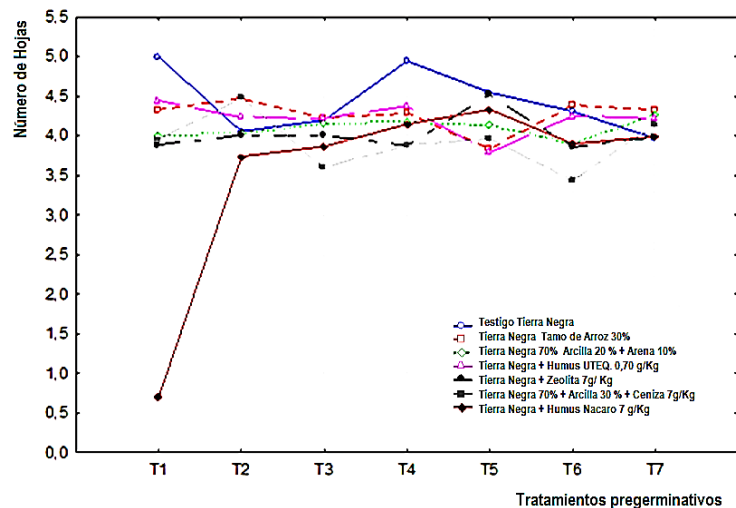
g/kg x inmersión en HSO<sub>4</sub> durante 32 min, con 0,31 mm (Figura 2). En el espesor de vástago el mejor promedio fue el tratamiento tierra negra + humus UTEQ 0,70 g/kg x testigo, el cual no tuvo ningún tratamiento con 3,27 mm. El promedio más bajo se observó en el tratamiento tierra negra + humus nacaro 7 kg/kg x inmersión en HSO<sub>4</sub> durante 32 min) con 0,71 mm. El coeficiente de variación fue de 15,53% (Figura 3). El tratamiento que influyó favorablemente en el número de hojas fue el testigo tierra negra x inmersión en HSO<sub>4</sub> durante 32 min) con un promedio de 5. El promedio más bajo se observó en el tratamiento tierra negra + humus nacaro 7 g/kg x inmersión en HSO<sub>4</sub> durante 32 min, con un promedio de 0,71. El coeficiente de variación fue de 10,88% (Figura 4).



**Figura 2.** Altura de plántulas de balsa (*Ochroma pyramidale Cav. ex. Lam.*) sembradas en diferentes sustratos y varios tratamientos pregerminativos. Finca “La Represa” de la UTEQ. 2012.



**Figura 3.** Espesor de vástago de Balsa (*Ochroma pyramidale Cav. ex. Lam.*) sembradas en diferentes sustratos y varios tratamientos pregerminativos. Finca “La Represa” de la UTEQ. 2012.



**Figura 4.** Número de hojas (*Ochroma pyramidale Cav. ex. Lam.*) sembradas en diferentes sustratos y varios tratamientos pregerminativos. Finca “La Represa” de la UTEQ. 2012.

Con relación a los resultados obtenidos para *Ochroma pyramidale* en las variables evaluadas tanto de altura de vástago, espesor de vástago, número de hojas, longitud de raíz y peso seco a los 28 días de establecido el ensayo, se reafirma lo expresado por Zalamea *et al.* (2014) quien indica que se puede considerar dos tipos de factores que afectan la germinación de las semillas: extrínsecos (agua, gases, temperatura y luz) e intrínsecos (embriones fisiológicamente inmaduros, inhibidores, presencia de tegumentos duros; viabilidad de las semillas, que es el periodo durante el cual estas conservan su capacidad para germinar la cual es extremadamente variable, dependiendo de las condiciones de almacenamiento y del tipo de semilla (Rodríguez-Sosa, 2012; Sánchez-Arellano *et al.*, 2011), su fisiología vegetal (longevidad); el tiempo que pueden permanecer viables, presencia de fitocromos, embriones rudimentarios, embriones anatómicamente inmaduros.

#### 4. Conclusiones

El sustrato que más influyó en el porcentaje de germinación fue tierra negra más zeolita 7,00 g/kg y el tratamiento pregerminativo de mayor incidencia fue (lijado de las semillas hasta que pierdan su brillo natural). El tratamiento tierra negra + humus UTEQ 0,70 g/kg x remojo en agua de coco por 12 h, obtuvo el mejor promedio de altura de plántula. El espesor de cuello de vástago más alto se observó en el sustrato tierra negra + humus UTEQ 0,70 g/kg.

El mayor número de hojas (cinco) se observó con el empleo del tratamiento tierra negra + inmersión en ácido sulfúrico. La presente investigación determinó las mejores respuestas en tratamientos pregerminativos en interacción con los sustratos lo cual brinda un adecuado uso en el manejo de balsa en estado inicial a nivel de vivero; por lo cual se obtendrá mejores rendimientos en la producción de plántulas y una mejora sustancial en su calidad.

#### Agradecimientos

Los autores dejamos constancia de nuestro agradecimiento a la Dirección de Investigación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.

#### Referencias bibliográficas

- González, B.; Cervantes, X.; Torres, E.; Sánchez, C.; Simba, L. 2010. Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos – Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología* 3: 7-11.
- Chong, C.; Bible, B.; Hak-Yoon, J. 2002. Germination and emergence (57-115). *Handbook of plant and crop physiology*. 2a. ed. M. Pessarakli (Ed.). Editorial Marcel Dekker Inc. New York; United State of America.
- Delgado, J.A.; Serrano, J.M.; López, F.; Acosta, F.J. 2008. Seed size and germination in the Mediterranean fire-prone shrub *Cistus ladanifer*. *Plant Ecology* 197: 269-276.
- Evans, A.S.; Cabin, R.J. 1995. Can dormancy affect the evolution of post-germination traits? The case of *Lesquerella fendern*. *Ecology* 76: 344-356.
- Figuerola, J.; Jaksic, F. 2004. Latencia y banco de semillas en plantas de la región mediterránea de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 201-215
- Guairacaja, J.C. 2013. Evaluación agronómica de plantas de Quishuar (*Buddleja incana*) propagadas por estacas utilizando cuatro tipos de sustratos y dos tipos enraizadores en cantón Guamote provincia Chimborazo. Tesis de Ingeniería, Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador.
- Hernández, S.; López, F.; Porras, F.; Parra, S.; Villarreal, M.; Osuna, T. 2010. Variación en la germinación entre poblaciones y plantas de Chile silvestre. *Agrociencia* 44: 667-677.
- Hernández, S.; Oyama, K.; Vázquez, C. 2001. Differentiation in seed germination among populations of *Capsicum annum* along a latitudinal gradient in Mexico. *Plant Ecology* 155: 245-257.
- Mendez, J. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Volumen 1. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Turrialba; Costa Rica. 91 pp.
- Martínez, F.; Miranda, D.; Magnitskiy, S. 2013. Sugar apple (*Annona squamosa* L.; Annonaceae) seed germination: morphological and anatomical changes. *Agronomía Colombiana* 31: 176-183.
- Molina, J. 2014. Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la industrialización, procesamiento y exportación de la madera de balsa como bloques encolados al mercado de los Estados Unidos de América, ubicado en el cantón Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.
- Ríos-García, C. 2016. Viabilidad y germinación de semillas de *Jopi* (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.) (Malvaceae). *Lacandonia* 2: 7-11.
- Rodríguez, J.L.; Valdés, Y.; Rodríguez, R. 2012. Tratamientos a semillas para mejorar la germinación de *Colubrina ferruginosa* Brong. *Revista Chapingo, Serie ciencias forestales y del ambiente* 18: 27-31.
- Rojas, A. 2011. Flora Urbana del Área Metropolitana de Bucaramanga. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB. Primera Edición. Editorial Bucaramanga, Colombia.

- Sánchez-Arellano, J.G.; Parra-Galindo, M.A.; Silvas-Olivas, M.F.; Pedroza-Pérez, Y.D. 2011. Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la viabilidad en semillas de zámota (*Coursetia glandulosa* Gray). *BIOTecnia* 13 (3): 36-40.
- Sarango, C. 2011. Evaluación del efecto de sustrato contaminado con hidrocarburos; sustrato en el desarrollo de la teca (*Tectona grandis*) y balsa (*Ochroma pyramidale*) en el cantón Joya de los Sachas; provincia de Orellana. Tesis de Ingeniería; Escuela Superior Politécnica del Chimborazo; Ecuador.
- Sotolongo, R.; López, G.; Cobas, M. 2008. Fomento Forestal. Cuba. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- StatSoft; Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system); version 8.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Varela, S.; Arana, V. 2011. Latencia y Germinación de Semillas. Tratamientos Pregerminativos. Tercera edición. Editorial Varela, S. A. Bariloche, Argentina.
- Witmore, C.; Wooi-Khoon, G. 1983. Growth analysis of the seedlings of balsa, *Ochroma lagopus*. *New Phytologist* 95: 305-311.
- Zalamea, C.; Sarmiento, C.; Arnorld, E.; Davis, A.; Dalling, J. 2014. Do soil microbes and abrasion by soil particles influence persistence and loss of physical dormancy in seeds of tropical pioneers? *Frontier in Plant Science* 5: 799.