

EFFECTOS DE CINCO SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE *OCHROMA PYRAMIDALE* (CAV. EX LAM.) URB. CANTÓN PAJÁN, PROVINCIA DE MANABÍ

EFFECTS OF FIVE SUBSTRATES ON THE PRODUCTION OF OCHROMA PYRAMIDALE (CAV. EX LAM.) URB. PAJÁN CANTON, MANABÍ PROVINCE

Rodrigo Paul Cabrera Verdezoto^{1*}

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera de Ingeniería Ambiental, Instituto de Posgrado, Ecuador.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9560-5795>. Correo: rodrigo.cabrera@unesum.edu.ec

Jessica Jessenia Morán Morán²

² Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera de Agropecuaria, Instituto de Posgrado, Ecuador.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6487-1038>. Correo: jessica.moran@unesum.edu.ec

Mayra Lisette Zapata Velasco³

³ Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera de Ingeniería Ambiental, Instituto de Posgrado, Ecuador.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1578-3776>. Correo: mayra.zapata@unesum.edu.ec

Bryan Alejandro Cruz Macías⁴

⁴ Universidad Estatal del Sur de Manabí, Carrera de Ingeniería Ambiental, Instituto de Posgrado, Ecuador.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3462-6928>. Correo: bryan.cruz@unesum.edu.ec

Cristhian Leoncio Catagua-Durán⁴

⁵ Universidad de la Frontera, Doctorado en Ciencias de Recursos Naturales, Chile. ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-0016-1301>. Correo: c.catagua01@ufromail.cl

* Autor para correspondencia: rodrigo.cabrera@unesum.edu.ec

Resumen

Ecuador es uno de los principales comercializadores de madera de balsa, gracias a su zona subtropical la cual presenta condiciones óptimas desde el punto geográfico y climático que benefician su desarrollo. La balsa, *O. pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb., es una especie nativa del trópico americano; frecuentemente se encuentra

en áreas intervenidas y degradada. El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de cinco sustratos en la propagación de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en el cantón Paján, provincia de Manabí. La investigación se desarrolló en campo de septiembre a diciembre del 2020 en el cantón Paján en la Finca “LA RAQUELITA” propiedad del Sr. Euclides Plaza, ubicada en el Km. 4 vía Colimes, entre las Coordenadas Geográficas 80°25'12" de longitud oeste y 01°34'12" de latitud sur, una altitud de 200 msnm. La zona ecológica es de tipo bosque muy seco tropical (bmsT), caracterizado por una temperatura media diaria de 25 °C, recibe precipitaciones anuales promedio de 1626 mm, con un pH de 7, humedad relativa 86% y 1146,6 horas sol al año. Los tratamientos en estudio fueron **T1** Tierra negra 100% (Testigo), **T2** (Tierra negra 75%, arena 25 %), **T3** (Tierra negra 50 %, arena 25 %, humus 25 %), **T4** (Tierra negra, 33 %, arena 33 %, humus 33 %) y **T5** (Tierra negra 50 %, humus 50 %), los resultados indican que el sustrato conformado por tierra negra 50%, humus 50% permite obtener mejores resultados en la propagación de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en etapa de vivero.

Palabras claves: Sustratos, Tierra negra, Arena, Balsa

Abstract

Ecuador is one of the main balsa wood marketers, thanks to its subtropical zone which presents optimal geographical and climatic conditions that benefit its development. The balsa, O. pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb., is a species native to the American tropics; It is frequently found in disturbed and degraded areas. The objective of this research was to determine the effects of five substrates on the propagation of Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb. seedlings in the Paján canton, province of Manabí. The research was carried out in the field from September to December 2020 in the Paján canton on the “LA RAQUELITA” Farm owned by Mr. Euclides Plaza, located at Km. 4 via Colimes, between the Geographic Coordinates 80°25'12" of west longitude and 01°34'12" south latitude, an altitude of 200 meters above sea level. The ecological zone is a very dry tropical forest type (bmsT), characterized by an average daily temperature of 25 °C, receives average annual rainfall of 1626 mm, with a pH of 7, relative humidity 86% and 1146.6 hours of sunshine per day. The treatments under study were T1 Black earth 100% (Control), T2 (Black earth 75%, sand 25%), T3 (Black earth 50%, sand 25%, humus 25%), T4 (Black earth, 33%, sand 33%, humus 33%) and T5 (black earth 50%, humus 50%), the results indicate that the substrate made up of black earth 50%, humus 50% allows for better results in the propagation of Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb. in nursery stage.

Keywords: Substrates, Black earth, Sand, Raft

Fecha de recibido: 15/07/2023

Fecha de aceptado: 18/09/2023

Fecha de publicado: 04/10/2023

Introducción

La balsa, *O. pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb., es una especie nativa del trópico americano; frecuentemente se encuentra en áreas intervenidas y degradadas (Sandi y Flores, 2010; Rojas, 2011); además, es una materia prima renovable con significativa valoración económica, es formidablemente liviana, pero simultáneamente con una relación resistencia-peso muy alta; además, cuenta con la cualidad de poderse trabajar con extremada facilidad. Es ampliamente utilizada en distintas áreas como lo son: la industria de la aviación, navíos, cascos y cubiertas de lanchas a motor de gran velocidad y aeromodelismo más avanzados del mundo (González *at al.*, 2010; Witmore, 1983).

Ecuador es uno de los principales comercializadores de madera de balsa, gracias a las bondades de su zona subtropical la cual presenta condiciones óptimas desde el punto geográfico y climático que van en beneficio de su desarrollo. Su mayor propagación se concentra en las provincias de Guayas, El Oro, Los Ríos, Esmeraldas y Pichincha (González *at al.*, 2010).

La balsa es un árbol de fuste limpio; corteza lisa de color grisáceo a café con manchas blanquecinas, hojas simples alternas dispuestas en espiral, frutos capsulares alargados dehiscentes con semillas de forma esféricas de 4 a 5 mm de diámetro con raíces fasciculares (Méndez, 2000). La germinación de las semillas es 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 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 químicas y físicas del tegumento; muestran 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. Respecto a la germinación y crecimiento de la balsa con la aplicación de diversos sustratos; se cuenta con información moderada que ratifiquen los resultados de estos tratamientos; por lo cual el presente estudio se refiere a la búsqueda del mejor sustrato y tratamiento pregerminativo que ayude a la producción de esta especie de forma cualitativa y cuantitativa.

La tendencia actual en la reproducción de especies forestales ha llevado a la investigación de sustratos para el crecimiento de plántulas esto consiste en buscar nuevos materiales o mezclas que proporcionen mejores condiciones de crecimiento, considerando la disminución del impacto ambiental, en aspectos como reducir el uso de fertilizantes y pesticidas, así como disminuir los costos (Riviére y Caron, 2001). Al respecto, el humus es un material que se ha convertido en una opción como sustrato para el cultivo de plántulas, gracias a las características que éste confiere al medio de crecimiento y por el aporte de nutrimentos, además de que su uso favorece la disminución del deterioro del medio ambiente al aprovechar los diversos desechos agropecuarios (Sánchez-Hernández *et al.*, 2006). Sin embargo, un material por si solo difícilmente

proporciona las mejores condiciones físicas y químicas para el desarrollo de las plantas, por lo que es necesario hacer mezclas de materiales con diferentes propiedades físicas y químicas para elaborar nuevos sustratos que provean mejores condiciones de crecimiento.

La mezcla de la mayoría de los materiales de poca calidad con materiales orgánicos juega un papel importante en la obtención de buenas propiedades físicas y químicas, dado que la materia orgánica es un componente activo y su incorporación en el sustrato inorgánico mejora el espacio poroso, incrementa la retención de humedad y capacidad de intercambio catiónico. En este contexto, en diversas investigaciones sostienen que, en los sustratos, las propiedades físicas del suelo son más importantes que las propiedades químicas, debido a que estas últimas son difíciles de corregir después de establecer el cultivo, razón por la cual desde el inicio necesitan ser las más apropiadas (Caron y Nkongolo, 1999) en base a estos antecedentes el objetivo de la investigación fue Determinar los efectos de cinco sustratos en la propagación de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en el cantón Paján, provincia de Manabí.

Materiales y métodos

Localización del experimento

La investigación se desarrolló en la etapa de campo entre los meses de septiembre a diciembre del 2020 en el cantón Paján en la Finca “LA RAQUELITA” propiedad del Sr. Euclides Plaza López, ubicada en el Km. 4 vía Colimes, ubicada entre las Coordenadas Geográficas 80°25'12" de longitud oeste y 01°34'12" de latitud sur y una altitud de 200 msnm.

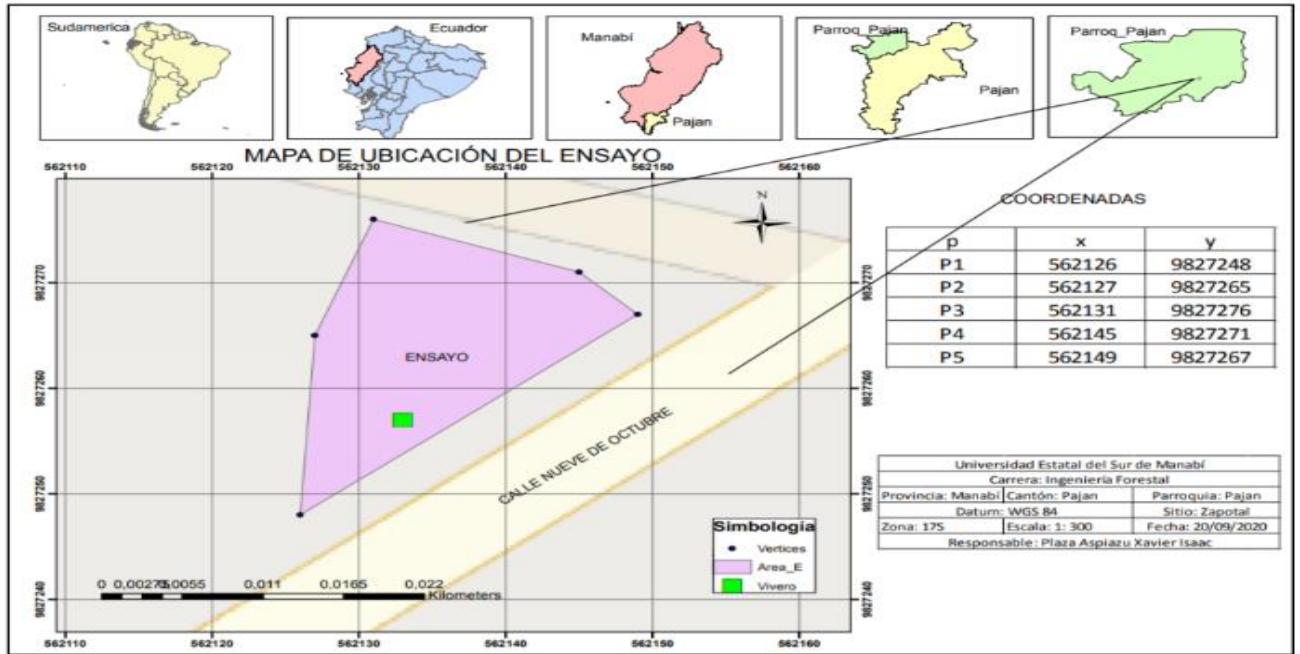


Figura 1. Área de estudio finca “La Raquelita” del cantón Paján Provincia de Manabí.

Características agro-climáticas

La zona ecológica es de tipo bosque muy seco tropical (bmsT), caracterizado por una temperatura media diaria de 25 °C, recibe una precipitación anual promedio de 1626 mm, con un pH de 7, una humedad relativa 86% y 1146,6 horas sol al año.

Tratamientos en estudio

Se evaluarán cinco tipos de sustratos en diferentes proporciones:

Tabla 1. Tratamientos en estudio.

T₁	Tierra negra 100% (Testigo)
T₂	Tierra negra 75%, arena 25 %
T₃	Tierra negra 50 %, arena 25 %, humus 25 %
T₄	Tierra negra, 33 %, arena 33 %, humus 33 %
T₅	Tierra negra 50 %, humus 50 %

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental contará con 20 plántulas, haciendo un total de 100 individuos por bloque en total, el experimento requirió de 400 plántulas. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, previo a lo cual se realizó la prueba de normalidad de los datos, para medir las diferencias entre las medias de los tratamientos se aplicará la prueba de significación de Tukey ($p \leq 0,05$). Se empleó el programa estadístico Statgraphics centurión XV.

Tabla 2. Diseño experimental.

Fuente de Variación	G. L.	F – Tabla 0.05
Tratamiento (t – 1)	4	
Bloque (b – 1)	3	
Error (t – 1) (r – 1)	12	
Total (n – 1)	19	

Tabla 3. Delineamiento experimental.

Área de la parcela experimental:	20,00	m ²
Distancia entre repetición:	1,00	m
Distancia entre plantas:	0,10	m
Área total del experimento:	63	m ²

Manejo del ensayo

Adquisición de las semillas

Para la ejecución de este trabajo de investigación se procedió a la adquisición de semillas de balsa en la Provincia de Los Ríos cantón Quevedo, basándonos en las recomendaciones de varios autores se escogieron las mejores semillas para esto verificamos las características como: madurez, tamaño, edad, peso, color y brillo.

Establecimiento del umbráculo

Uno de los primeros pasos fue la limpieza del lugar donde se estableció las platabandas en el vivero en la ciudad de Paján.

Materiales utilizados

Los materiales que se utilizaron fueron cañas guaduas para la construcción del umbráculo en el vivero, clavos, abre hoyos, palas para la distribución de los sustratos, fundas de polietileno, semillas de balsa, tierra negra, arena de río, humus, libro de campo, calibrador, regla, regaderas, lápiz, lapiceros, marcadores, hojas A4 y laptop.

Construcción de platabandas

Se construyeron 4 platabandas de 1 metro de ancho y 5 metros de largo, cada platabanda fue dividida en 5 partes cada una de un 1 metro de largo donde se estableció cada tratamiento.

Elaboración de los sustratos

Con los diferentes sustratos que se utilizaron se elaboraron 4 distintas mezclas en diferentes proporciones que para fines de la investigación quedaron definidos como 5 tratamientos incluido el testigo (tierra negra). Los sustratos utilizados fueron los siguientes: (Tierra negra 75% + arena 25 %), (Tierra negra 50 % + arena 25 %, +humus 25 %), (Tierra negra 33 % + arena 33 % + humus 33 %) y (Tierra negra 50 % + humus 50 %).

Llenado de fundas

Esta actividad se efectuó utilizando fundas negras de polietileno de medidas 6x8 cm las cuales fueron llenaron con los sustratos en estudio.

Siembra

Una vez distribuidos todos los tratamientos en cada platabanda procedimos a sembrar de forma directa colocando 1 semillas por funda a una profundidad de 3 a 5 mm aproximadamente, cubriendo la superficie con el mismo sustrato, ya realizada la siembra esta fue cubierta con plástico color negro y se realizaban observaciones diarias después de la siembra.

Deshierbe

Esta actividad se la realizó de forma manual durante todo el ensayo que fue realizado desde el mes de septiembre a diciembre del 2020 en la etapa de campo.

Riego de las unidades experimentales

Antes de realizar la siembra se realizó un riego sobre los diferentes sustratos con 12 horas de anticipación para mantener una humedad adecuada, esto mejoro la capacidad de siembra en los diferentes sustratos, durante el tiempo que duro el ensayo este riego se lo realizó con una regadera evitando encaramiento en las fundas.

VARIABLES A EVALUAR

A continuación se describen las variables a evaluar en la investigación:

Días a la germinación

La variable días a la germinación fue evaluada observando a partir del tercer día hasta culminar con la germinación total de las semillas, de esta manera se determinó los días a la germinación de cada tratamiento en cada bloque.

Porcentaje de germinación

Esta variable fue evaluada a los 5 tratamientos en 4 repeticiones, los datos fueron tomados a partir del tercer día hasta culminar con la germinación total de todas las semillas.

Diámetro de la plántula

Esta variable se midió a los 15, 30, 60 y 90 días después de la germinación, a 2 cm de la zona donde se produce una clara diferenciación de color entre el tallo y la raíz; para lo cual se utilizó un vernier, registrando los resultados a 10 plantas de la parcela útil en una hoja de campo.

Altura de la plántula

La altura, se midió en centímetros desde el cuello de la plántula hasta el ápice de la yema terminal, donde se utilizó una regla graduada, la cual fue colocada al ras de la bolsa un plástico rígido; sobre el cual se colocó la regla con la finalidad de obtener datos precisos, se evaluó a los 15, 30, 60 y 90 días después de la germinación, y los resultados fueron registrados en una hoja de campo a 10 plantas de la parcela útil.

Porcentaje de sobrevivencia

El porcentaje de sobrevivencia se obtuvo de acuerdo a las plántulas vivas durante el tiempo de observación mediante la siguiente fórmula.

$$Pvs = \frac{\text{Número de plántulas vivas}}{\text{Numero de plántulas sembradas}} \times 100$$

Análisis económico

Se realizó en función del número de plántulas propagadas y el costo de cada tratamiento en estudio.

Material

Incluya los instrumentos y herramientas que utilizó. Como encuestas, cuestionarios, evaluaciones, estadística y gráficos.

Resultados y discusión

Días a la de germinación

El análisis de varianza para la variable días a germinación no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos ni entre bloques, el coeficiente de variación fue 12,02%.

Tabla 4. Promedios de los días a la germinación

Tratamientos	Días a la germinación
T ₁ Tierra negra 100% (Testigo)	8,75 a
T ₂ Tierra negra 75%, arena 25%	9,25 a
T ₃ Tierra negra 50%, arena 25 %, humus 25%	8,50 a
T ₄ Tierra negra 33%, arena 33 %, humus 33%	8,50 a
T ₅ Tierra negra 50%, humus 50%	8,25 a
C.V. (%)	12,02

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (p<0,05)

Se pudo observar que el menor número de días a germinación corresponde al tratamiento T5 (Tierra negra 50%, humus 50%) que obtuvo un promedio de 8,25 días, seguido de los tratamientos T3 (Tierra negra 50%, arena 25 %, humus 25%) y T4 (Tierra negra 33%, arena 33 %, humus 33%) con un promedio de 8,50 días a germinación cada uno, los tratamientos que presentaron el mayor número de días a la germinación fueron los tratamientos T2 (Tierra negra 75%, arena 25%) y Tratamiento testigo T1 (Tierra negra 100%) con 9,25 y 8,75; respectivamente (Tabla 4).

Porcentaje de germinación

El análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación muestra diferencias estadísticas altamente significativa entre los tratamientos, entre bloques no se encontraron diferencias significativas, el coeficiente de variación fue 7,90%.

Los resultados obtenidos en esta variable muestran que el mayor porcentaje de germinación lo obtuvo el tratamiento T5 (Tierra negra 50%, humus 50%) con un promedio de 94,00% siendo estadísticamente igual al T4 (Tierra negra 33%, arena 33 %, humus 33%) que obtuvo una germinación promedio del 93%. Así mismo, se observó que el tratamiento testigo T1 (Tierra negra) alcanzó el menor porcentaje promedio de germinación 80,50% con un comportamiento estadístico similar al T2 (Tierra negra 75%, arena 25%) que obtuvo 83,25% (Tabla 5).

Tabla 5. Promedios del porcentaje de germinación.

Tratamientos	Porcentaje de germinación
T ₁ Tierra negra 100% (Testigo)	80,50 c
T ₂ Tierra negra 75%, arena 25%	83,25 c
T ₃ Tierra negra 50%, arena 25 %, humus 25%	89,00 b
T ₄ Tierra negra 33%, arena 33 %, humus 33%	93,00 a
T ₅ Tierra negra 50%, humus 50%	94,00 a
C.V. (%)	7,90

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$)

Diámetro de plántulas a los 15, 30, 60, 90 días

El análisis de varianza para la variable diámetro de plántulas a los 15, 30, 60 y 90 días mostró diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos en todas las evaluaciones realizadas, con un coeficiente de variación de 15,62; 20,27; 16,29 y 17,78; respectivamente. No se observaron diferencias estadísticas entre los bloques en ninguna de las evaluaciones.

Al realizar la primera evaluación (15 días) los resultados obtenidos muestran que el mayor diámetro promedio de plántulas lo alcanzó el T4 (Tierra negra 33%, arena 33%, humus 33%) difiriendo estadísticamente del tratamiento testigo T1 (Tierra negra 50%) con 3,1 y 2,5 mm; respectivamente. En las mediciones correspondiente a los 30, 60 y 90 días los resultados obtenidos mostraron un comportamiento estadístico similar en las tres mediciones, siendo el T5 (Tierra negra 50%, humus 50%) el tratamiento que alcanzó el mayor diámetro promedio con 4,6; 5,7 y 7,8; mientras el menor diámetro lo alcanzó el T2 (Tierra negra 75%, arena 25%) con 3,1; 4,0 y 5,0 mm; respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6. Promedios del diámetro de plántulas a los 15, 30, 60 y 90 días.

Tratamientos	Diámetros de plántulas(mm) /días			
	15	30	60	90
T ₁ Tierra negra 100% (Testigo)	2,5 b	2,9 c	4,6 ab	6,3 ab
T ₂ Tierra negra 75%, arena 25%	2,5 ab	3,1 c	4,0 c	5,0 c
T ₃ Tierra negra 50%, arena 25 %, humus 25%	2,9 ab	3,6 ab	5,4 a	7,0 a
T ₄ Tierra negra 33%, arena 33%, humus 33%	3,1 a	3,6 ab	5,4 a	7,0 a
T ₅ Tierra negra 50%, humus 50%	3,1 ab	4,6 a	5,7 a	7,8 a
C.V. (%)	15,62	20,27	16,29	17,78

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$)

Altura de plántulas a los 15, 30, 60, 90 días

El análisis de varianza realizado a la variable altura de plántulas mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en las mediciones realizadas a los 15, 30, 60 y 90 días, con un coeficiente de variación de 13,95, 18,05, 18,59 y 19,58; respectivamente. No se observaron diferencias estadísticas entre los bloques en ninguna de las evaluaciones.

Tabla 7. Promedios de la altura de plántulas a los 15, 30, 60 y 90 días.

Tratamientos	Altura de plántulas (cm) /días			
	15	30	60	90
T ₁ Tierra negra 100% (Testigo)	2,93 b	8,12 b	22,00 b	32,05 b
T ₂ Tierra negra 75%, arena 25%	2,87 b	7,58 b	19,90 b	30,00 b
T ₃ Tierra negra 50%, arena 25%, humus 25%	3,39 ab	8,89 ab	25,57 ab	42,52 a
T ₄ Tierra negra 33%, arena 33%, humus 33%	3,71 a	8,31 b	23,08 ab	38,27 ab
T ₅ Tierra negra 50%, humus 50%	3,74 a	10,96 a	29,73 a	46,57 a
C.V. (%)	13,96	18,05	18,59	19,58

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$)

La altura de plántulas a los 15, 30, 60 y 90 días mostró un comportamiento estadístico similar en los tratamientos que contenían humus, siendo el tratamiento T₅ (Tierra negra 50%, humus 50%) el que mostró la mayor altura de plántula promedio con 3,74; 10,96, 29,73 y 46,57 cm; respectivamente. La menor altura de plántulas promedio fue obtenida por el tratamiento T₂ (Tierra negra 75%, arena 25%) con 2,87, 7,58, 19,90, y 30 cm, respectivamente mostrando un comportamiento estadístico similar al testigo T₁ (tierra negra 100%) (Tabla 7).

Porcentaje de sobrevivencia

En la tabla 19 se presenta el número de individuos que sobrevivieron en cada uno de los tratamientos al final del ensayo.

Tabla 8. Porcentaje de sobrevivencia de plántulas.

Tratamientos	Bloque				Total	Prom.	%
	I	II	III	IV			
T ₁ Tierra negra 100% (Testigo)	19	20	19	20	78	19,5	97,5
T ₂ Tierra negra 75%, arena 25%	20	20	20	20	80	20,0	100,0
T ₃ Tierra negra 50%, arena 25%, humus 25%	20	19	20	20	79	19,8	98,8
T ₄ Tierra negra, 33%, arena 33%, humus 33%	20	20	15	20	75	18,8	93,8
T ₅ Tierra negra 50%, humus 50%	20	20	20	20	80	20,0	100,0

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$)

Los mayores promedios de plántulas sobrevivientes se presentan en el T2 (Tierra negra 75%, arena 25%) y T5 (Tierra negra 50%, humus 50%) con un 100% de plantas vivas, seguida del T3 (Tierra negra 50%, arena 25%, humus 25%) y T1 (Tierra negra 100% (Testigo) con 98,8% y 93,8 de plantas vivas; respectivamente, el menor porcentaje se observó en el T4 (Tierra negra, 33%, arena 33%, humus 33%) con 93,8% de individuos (Tabla 8).

Análisis económico sobre la producción de plántulas de balsa en vivero

En la Tabla 9 podemos observar el costo de producción de cada uno de los tratamientos evaluados en esta investigación, para esto se sumaron todos los gastos realizados en el establecimiento del experimento por tratamiento y se expresó en dólares, el valor obtenido fue dividido para 80 plántulas que corresponde al número de plántulas establecidas por tratamiento; se pudo determinar que aquellos tratamientos en los cuales se empleó humus como componente del sustrato T3 (Tierra negra 50 %, arena 25 %, humus 25 %), T4 (Tierra negra, 33 %, arena 33 %, humus 33 %), T5 (Tierra negra 50 %, humus 50 %) tuvieron un mayor costo de producción con 0,29; 0,32; 030 centavos por plántulas; respectivamente. En general, considerando los cinco tratamientos evaluados el costo promedio de producción por plántula es de 0,27 centavos, el cual está dentro de los valores que representa la producción de una plántula de balsa hasta los 90 días en viveros a nivel nacional.

Tabla 9. Análisis del costo de producción de Balsa.

Rubros	Cant.	Unidad	Precio unit.	Tratamientos				
				T1	T2	T3	T4	T5
Construcción de cobertizo y platabandas	1	Jornal	12,00	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Fundas de polietileno	500	Fundas	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Materiales e insumos								
Semillas de Balsa	3	Onzas	12,00	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Tierra negra	3	Saco	1,00	1,00	0,75	0,50	0,33	0,50
Arena de río	2	Saco	6,00	0,00	3,60	3,60	4,80	0,00
Humus	2	Saco	16,00	0,00	0,00	4,00	5,33	8,00
Plástico negro	25	Metros	0,80	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Cañas guadua	6	Cañas	2,00	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Agua	2	Galones	1,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Clavos	1	libras	1,20	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Transporte de material	2	Flete	6,0	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Total de costos				16,24	19,59	23,34	25,70	23,74
Rendimientos		Plantas		80	80	80	80	80
Precio por planta				0,20	0,24	0,29	0,32	0,30

T1 Tierra negra 100% (Testigo), T2 (Tierra negra 75%, arena 25 %), T3 (Tierra negra 50 %, arena 25 %, humus 25 %), T4 (Tierra negra, 33 %, arena 33 %, humus 33 %), T5 (Tierra negra 50 %, humus 50 %)

Los resultados obtenidos en la variable días a germinación se encuentran dentro del rango manifestado por Rojas y Torres, (2009), quienes sostienen que la germinación de semillas de balsa se experimenta de 8 a 54 días después de la siembra dependiendo de la calidad de semilla empleada.

En la evaluación del porcentaje de germinación los datos obtenidos mostraron diferencias estadísticas significativas entre los sustratos evaluados en esta investigación donde el tratamiento T5 (Tierra negra 50%, humus 50%) mostraron el mayor porcentaje de germinación 94%, resultados que discrepan con los obtenidos por Jiménez *et al.* (2017) en cuya investigación en la que se evaluaron diferentes sustratos sobre la germinación y crecimiento de *Ochroma pyramidale*, estos mostraron diferencias estadísticas significativas entre los sustratos; sin embargo, sus porcentajes de germinación estuvieron bajo el 20%, cuando emplearon la combinación de tierra negra más humus UTEQ, y tierra negra más humus nacaro, el porcentaje de germinación fue 16,04 y 16,80; respectivamente.

La variable diámetro de plántulas mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos en todas las evaluaciones realizadas, siendo el tratamiento T5 (Tierra negra 50%, humus 50%) el que permitió alcanzar el mayor diámetro registrado en cada una de las evaluaciones, estos resultados concuerdan con los reportados por (Butterfield, 1995; Chillo, (2018) que en su investigación probando distintos dosis y frecuencias de fertilizantes foliares en el cultivo de balsa bajo condiciones de vivero en el que se empleó como sustrato tierra agrícola más gallinaza reportó que el mayor diámetro promedio de plántulas a los 60 y 90 días de evaluación fue 5,47 y 8,82; respectivamente.

En cuanto a la altura de plántulas en todas las mediciones se observaron diferencias estadísticas significativas siendo el tratamiento T5 (Tierra negra 50%, humus 50%) el que mostró la mayor altura de planta promedio obtenida a los 15, 30, 60 y 90 días, estos resultados concuerdan con los obtenidos por (Pazmiño, 2015; Cordero, y Boshier 2003) quien en su trabajo de investigación donde evaluó el comportamiento agronómico de cinco especies forestales a nivel de vivero utilizando como sustrato tierra de montaña y materia orgánica

determinó que a los 30, 60 y 90 días las plantas de balsa mostraron la mayor altura promedio entre las especies evaluadas con 13,12, 26,96 y 40,84 cm; respectivamente.

Los porcentajes de sobrevivencia obtenidos concuerdan con lo expuesto por Toledo, (2016), quien en su investigación titulada Germinación, crecimiento y densidad de la madera en dos variedades de *Ochroma pyramidale* (var. típica y var. bicolor) utilizando como sustrato tierra con alto contenido de materia orgánica obtuvo 99 y 98% de sobrevivencia; respectivamente, este alto porcentaje de sobrevivencia se atribuye probablemente a la mezcla y composición de los sustratos empleados en la investigación, así como a las condiciones controladas que se dan en un vivero.

Conclusiones

El crecimiento de las plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en la etapa de vivero se vio favorecido en aquellos sustratos que contenían humus.

El sustrato conformado por tierra negra 50%, humus 50% permite obtener mejores resultados en la propagación de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en etapa de vivero.

El costo de propagación de una planta de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) bajo condiciones de vivero hasta los 90 días usando diferentes sustratos es en promedio de 0,27 ctvs de dólar.

Referencias

- Butterfield, R. 1995. Desarrollo de especies forestales en tierras bajas húmedas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico N° 260,41p.
- Caron, J. y V. K. N. Nkongolo. 1999. Aeration in grow ing media: recent developments. Acta Hort. 481: 545-551.
- Cordero, J. y Boshier, DH. 2003. *Ochroma pyramidale* (Cav. ex La.) Urb. En: Arborles de Centroamérica. Un manual para extensionistas. OFI-CATIE. P. 733-736.
- Chillo, P. 2018. Evaluación de las dosis y frecuencias de aplicación del fertilizante foliar fuerza verde en el crecimiento de plantas de *Ochroma lagopus* (balsa), en el vivero forestal del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana Pág. 158.
- Delgado, J.A.;Serrano, J.M.; López, F.; Acosta, F.J. 2008. Seed size and germination in the Mediterranean fireprone shrub *Cistus ladanifer*. Plant Ecology 197: 269276.
- Evans, A.S. y Cabin, R.J. 1995. Can dormancy affect the evolution of post-germination traits? The case of *Lesquerella fendern*. Ecology 76: 344-356.
- González, B.; Cervantes, XM.; Torres, EN.; Sánchez, CF y Simba L. 2010. Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de los ríos. Ecuador. Ciencia y Tecnología. 3 (2): 7-11.

- 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.
- Jiménez, E.; Garcías, L.; Carranza, M.; Carranza, H., Morante, J.; Martínez, M.; Cuásquer, F. 2017. Germinación y crecimiento de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam) Urb. En Ecuador. *Scientia Agropecuaria*. 8(3):243 – 250
- Méndez, 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.
- Pazmiño, W. 2015. Comportamiento agronómico de cinco especies forestales del banco de germoplasma de la parte noroccidental de la provincia de Cotopaxi en el campo experimental la playita de la Universidad Técnica Cotopaxi Extensión La Maná.
- Ríos-García, C. 2016. Viabilidad y germinación de semillas de Jopi (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.) (Malvaceae). *Lacandonia* 2: 7-11.
- Rivière, L. M. y J. Caron. 2001. Research on substrates: state of the art and need for the coming 10 years. *Acta Hort.* 548: 29-41.
- Rojas, F. y Torres, G. 2009. Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. *Revista forestal: Kurú*. Costa Rica. 6(17).
- 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.
- Witmore, C. y Wooi-Khoon, G. 1983. Growth analysis of the seedlings of balsa, *Ochroma lagopus*. *New Phytologist* 95: 305-311.
- Sánchez-Hernández, R., V. M.; Ordaz-Chaparro, D. J.; Palma-López y J. Sánchez-Bolón. 2006. El vermicompostaje: elemento útil en la agricultura sustentable. Fundación Produce Tabasco, A. C. Villahermosa, Tabasco
- Toledo, K. (2016). Germinación, crecimiento y densidad de la madera en dos variedades de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. de la Selva Lacandona, Chiapas. Pág. 46