



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE ORELLANA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**EFECTO DE TRES FITOHORMONAS EN PLÁNTULAS DE
BALSA (*Ochroma pyramidale*) BAJO CONDICIONES DE VIVERO
EN EL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA: KERLY JAZMIN GRANDA GRANDA

DIRECTOR: Ing. DANIEL DAVID ESPINOZA CASTILLO Mgs.

El Coca – Ecuador

2023

© 2023, Kerly Jazmin Granda Granda

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, KERLY JAZMIN GRANDA GRANDA, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El Coca, 04 de abril del 2023




Kerly Jazmin Granda Granda

225028384-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE ORELLANA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular. Tipo: Trabajo Experimental: **EFEECTO DE TRES FITOHORMONAS EN PLÁNTULAS DE Balsa (*Ochroma pyramidale*) BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN EL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA**, realizado por la señorita: **KERLY JAZMIN GRANDA GRANDA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Rodrigo Ernesto Salazar Lopez, Mgs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2023-04-04
Ing. Daniel David Espinoza Castillo, Mgs. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2023-04-04
Ing. Hitler Farley Figueroa Saavedra, Mgs. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2023-04-04

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme brindado salud, vida y haber llegado hasta este momento muy importante que es mi formación profesional. A mis queridos padres María y José y hermanos quienes me apoyaron incondicionalmente. A mi esposo e hija por estar a mi lado en todo momento y por darme su amor todos los días, lo que me motiva a cumplir todo lo que me proponga. De igual manera a mis tutores Ingeniero Daniel Espinoza y Hitler Figueroa por tenerme la paciencia necesaria, gracias por apoyarme en cada momento. A todos mis familiares, docentes y compañeros que de una u otra manera han estado presente durante la etapa de mi desarrollo profesional.

Kerly

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- Sede Orellana, por darme la oportunidad de obtener una profesión. Igualmente, mi más sincero agradecimiento a mis tutores al Ingeniero Daniel Espinoza y Hitler Figueroa, por compartir sus conocimientos además me apoyaron incondicionalmente en el desarrollo de este trabajo.

Kerly

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	4
<i>1.3.1. Objetivo General.....</i>	<i>4</i>
<i>1.3.2. Objetivos Específicos.....</i>	<i>4</i>

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. El cultivo de balsa en Ecuador.....	5
2.2. Importancia de la <i>Ochroma Pyramidale</i> a nivel económico, social y ambiental.....	6
<i>2.2.1. Nivel económico.....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.2. Nivel social.....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.3. Nivel ambiental.....</i>	<i>6</i>
2.3. Características del cultivo de balsa.....	7
2.4. Morfología de la balsa.....	9
<i>2.4.1. Requerimientos edafoclimáticos.....</i>	<i>10</i>
2.5. Método de propagación.....	11
2.6. Plagas y enfermedades.....	11
2.7. Usos de la balsa.....	12
2.8. Vivero.....	13
2.9. Tipos de vivero.....	13
2.10. Cuidados a tener en cuenta dentro del vivero.....	14
2.11. Sustrato.....	14

2.11.1. <i>Sustratos naturales</i>	14
2.11.2. <i>Sustratos artificiales</i>	15
2.12. Jiffy Pellets	16
2.13. Fitohormonas	16
2.14. <i>Clasificación de las fitohormonas</i>	17

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO	19
3.1. Ubicación del estudio	19
3.1.1. <i>Ubicación Geográfica</i>	19
3.1.2. <i>Características climáticas</i>	19
3.1.3. <i>Coordenadas de ubicación del sitio experimental</i>	20
3.2. Materiales	20
3.2.1. <i>Herramientas</i>	20
3.2.2. <i>Insumos</i>	20
3.2.3. <i>Materiales de oficina</i>	20
3.3. Diseño de investigación	20
3.3.1. <i>Enfoque</i>	20
3.4. Métodos	21
3.4.1. <i>Variables de estudio</i>	21
3.4.2. <i>Delineamiento experimental</i>	21
3.4.3. <i>Diseño de los tratamientos</i>	21
3.4.4. <i>Diseño experimental</i>	23
3.5. Manejo de experimento	24
3.5.1. <i>Germinación</i>	24
3.5.2. <i>Repique</i>	24
3.5.3. <i>Riego</i>	24
3.5.4. <i>Control fitosanitario</i>	24
3.6. Variables evaluadas	25
3.6.1. <i>Altura total</i>	25
3.6.2. <i>Número de hojas</i>	25
3.6.3. <i>Diámetro de tallo</i>	25
3.6.4. <i>Largo de raíz</i>	25

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADO	26
4.1.	Altura de la planta (cm).....	26
4.2.	Número de hojas/ planta.....	27
4.3.	Diámetro del tallo (mm).....	29
4.4.	Largo de la raíz (cm).....	30
	CONCLUSIONES.....	33
	RECOMENDACIONES.....	34
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Clasificación taxonómica de la balsa.....	8
Tabla 2-2: Partes de la balsa.....	9
Tabla 3-2: Condiciones climáticas para el crecimiento de la balsa.....	10
Tabla 4-2: Clasificación de reguladores de crecimiento	17
Tabla 1-3: Características climáticas del cantón Orellana	19
Tabla 2-3: Coordenadas estación experimental	20
Tabla 3-3: Características de unidades experimentales.....	21
Tabla 4-3: Tratamientos en estudio.....	22
Tabla 1-4: Promedio de altura de las plantas de los 15, 30 y 45 días	26
Tabla 2-4: Promedio del número de hojas/planta 15, 30 y 45 días	28
Tabla 3-4: Promedio del diámetro del tallo durante los 15, 30 y 45 días.....	29
Tabla 4-4: Análisis económico de producción de plántulas de balsa (<i>Ochroma pylamidale</i>) .	31

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2: Morfología de la balsa	10
Ilustración 1-3: Localización.....	19
Ilustración 1-4: Media de altura de las plantas de los 45 días	27
Ilustración 2-4: Media del número de hojas de los 45 días	28
Ilustración 3-4: Media del diámetro del tallo de los 45 días	30
Ilustración 4-4: Media del largo de la raíz (cm) de los 45 días	30

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS MEDIAS EN KRUSKAL WALLIS
- ANEXO B:** TRATAMIENTO 1 (AUXINAS)
- ANEXO C:** TRATAMIENTO 2 (GIBERELINAS)
- ANEXO D:** TRATAMIENTO 3 (CITOQUININAS)
- ANEXO E:** LOS TRES TRATAMIENTOS
- ANEXO F:** DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE DE GERMINACIÓN
- ANEXO G:** AUXINAS
- ANEXO H:** GIBERELINAS
- ANEXO I:** CITOQUININAS
- ANEXO J:** RECOLECCIÓN DE DATOS.

RESUMEN

El estudio consistió en evaluar los efectos de crecimiento utilizando tres tipos de fitohormonas en plántulas de *Ochoroma pyramidale* para establecer el mejor tratamiento como mecanismo de desarrollo rápido en pellets bajo condiciones de vivero en el cantón Francisco de Orellana. En la metodología se realizó un estudio experimental, para lo cual, se establecieron tres tratamientos con fitohormonas T1 Auxinas (hormonagro 1), T2 Giberelinas (NewGibb 10%), T3 Citoquininas (Citokin) y el T4 Testigo que consiste en el cultivo en condiciones naturales y sus tres respectivas repeticiones. Se estableció un diseño de medidas repetidas utilizando el programa SPSS con el fin de evaluar y buscar un método óptimo que brinde las mejores condiciones de las plantas. Para el análisis estadístico se aplicó el análisis de varianza no paramétrica Kruskal Wallis al verificar que los datos no cumplen con los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Se analizaron las variables: altura de la planta, número de hojas/planta, diámetro del tallo y largo de la raíz. Los resultados obtenidos permitieron evidenciar que el uso de fitohormonas obtuvo un mejor rendimiento con el T1 Giberelinas (NewGibb 10%) obteniendo la mayor altura con un promedio de 20.4 cm, número de hojas/planta 6.2, largo de raíz 9 cm. El T3 Citoquininas (Citokin) tuvo mayor diámetro del tallo con un promedio de 2.50 mm. Se concluyó que el mejor tratamiento fue la fitohormona Giberelina (NewGibb 10 %) presentó un aumento significativo de altura, número de hojas y largo de raíz siendo las plantas de manera visible las más altas y obteniendo un mejor desarrollo. Se recomienda realizar estudios con algún producto comercial que contengan las tres fitohormonas y hacer comparaciones con otros estimulantes de crecimiento de tal manera que se explote al máximo la genética de esta madera y que estos estudios sirvan a los agricultores.

Palabras clave: < BALSA, (*Ochroma pyramidale*)>, <FITOHORMONAS>, < PELLETS>, <PLÁNTULAS DE BALSA>, < FRANCISCO DE ORELLANA (CANTÓN)>

0672-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

The study consisted in evaluating the growth effects using three types of phytohormones in *Ochroma pyramidale* seedlings to establish the best treatment as a mechanism for rapid development in pellets under nursery conditions in the Francisco de Orellana canton. In the methodology, an experimental study was carried out, for which, three treatments were established with phytohormones T1 Auxins (hormonagro 1), T2 Gibberellins (NewGibb 10%), T3 Cytokinins (Citokin) and T4 Control which consists of the crop under natural conditions and its three respective repetitions. A repeated measures design was established using the SPSS program in order to evaluate and search for an optimal method that provides the best conditions for the plants. For the statistical analysis, the Kruskal Wallis non-parametric analysis of variance was applied to verify that the data did not comply with the assumptions of normality and homoscedasticity. The following variables were analyzed: plant height, number of leaves per plants, stem diameter and root length. The results obtained showed the use of phytohormones obtained a better yield with T1 Gibberellins (NewGibb 10%), obtaining the greatest height with an average 20.4 cm, number of leaves/plants 6.2, and root length 9 cm. T3 Cytokinins (Citokin) had the largest stem diameter with an average 2.50 mm. It was concluded the best treatment was the phytohormone Gibberellin (NewGibb 10%), which presented a significant increase in height, number of leaves and root length, the plants being visibly the tallest and obtaining a better development. It is recommended to carry out studies with a commercial product containing the three phytohormones and to make comparisons with other growth stimulants in such a way the genetics this wood are exploited at maximum and these studies are useful by farmers.

Key words: <BALSA, (*Ochroma pyramidale*)>, <PHYTOHORMONES>, <PELLETS>, <BALSA PLANTULES>, <FRANCISCO DE ORELLANA (CANTON)>.

Translated by:



Lcda. Nancy de las Mercedes Barreno Silva. Mgs

CI: 060275902-9

DOCENTE ENGLISH -ESPOCH

INTRODUCCIÓN

La balsa es una especie nativa de rápido crecimiento con una gran importancia económica y ecológica. Convirtiéndose en la madera de mayor calidad a escala mundial por mantener una gran resistencia a pesar de su suavidad y bajo peso. La Balsa *Ochroma pyramidale* es un árbol que se cultiva en los bosques tropicales de Sudamérica especialmente del Ecuador, la madera es considerada como la más ligera que se ha conocido hasta el momento. En el país, este cultivo se da principalmente en la cuenca del Río Guayas, de donde procede el 95% de la balsa cosechada a nivel mundial (Valverde, 2018, pp.1-87).

En Ecuador existen evidencias que los primeros ecuatorianos en utilizar madera de balsa fueron los habitantes de la provincia del Pastaza en el Oriente ecuatoriano, la emplearon como sustituto de la madera de Guayacán la cual resultaba difícil de moldear al momento de elaborar artesanías. Los resultados que se obtenían en las artesanías en balsa eran de una gran calidad y belleza. Salazar (2018, pp.1-87). El uso de madera de balsa es de mucha importancia para la producción de modelos a pequeñas escalas, también se utiliza para los equipos acústico por la gran disposición de aislamiento, se usa también en la aviación, arquitectura, modelos a escala, electrónica, equipos de oficina, dispositivos científicos, equipos de flotación, instrumentos deportivos, equipos salvavidas, y equipos marítimos. La madera balsa se utiliza para la elaboración de artesanías, no se explota los usos y beneficios totales que esta madera tiene, pero en el mercado internacional es muy apetecida, por lo cual se puede cultivar en nuestro país para el consumo internacional, esta oportunidad de mercado puede ser aprovechada por agricultores y ganaderos que pueden dejar sus actividades tradicionales y dedicarse al cultivo de la balsa (Mendoza, 2013).

La exportación de balsa en el Ecuador es del 90%, cuenta con las características de calidad en lo cual está presente en los requerimientos del mercado internacional. Además las exportaciones que realizan nuestro país dependen de la demanda externa, ya que la demanda nacional es pequeña. Los principales puntos de exportación que tiene nuestro país son los siguientes Estados Unidos, España, Brasil, Emiratos Árabes, Reino Unido, China, Australia (Pineda y Sarcos, 2013, p. 2).

En la provincia de Orellana poco se ha hecho en lo referente a la aplicación de fitohormonas en balsa, aun cuando nuestra provincia presenta suelos empobrecidos por ser arcillosos, por esa razón las nuevas inversiones forestales consideran que la incorporación de fitohormonas permitirá una mayor disponibilidad de nutrientes para la planta en la primera fase de crecimiento y adaptabilidad, que redundara en un rápido desarrollo radicular, dando ventajas a las plantas que pueden manifestarse a lo largo de toda su ciclo productivo.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La balsa (*Ochroma pyramidale*) es una especie forestal que ha alcanzado una importancia considerable entre los productos del Ecuador debido a la producción y comercialización, generando beneficios económicos a mediano plazo. *Ochroma pyramidale* crece de una forma natural y además es una especie nativa de rápido crecimiento con una gran importancia económica y ecológica. Su madera es de la más alta calidad en el uso de la energía eólica usada en las aspas de los generadores para obtener energía eléctrica, así como su uso en acabados de alta calidad en enchapados de aviones y barcos, por tal motivo es de suma importancia conocer cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la producción de este árbol.

Fuentes, (2021. p.15), determinó el comportamiento agronómico de las plantas de balsa en vivero aplicando tres dosis de hormonas enraizantes para aumentar el crecimiento del sistema radicular, en la ciudad de Quevedo recinto Cañalito. En el cual elaboraron cuatro tratamientos de reguladores de crecimiento los cuales fueron: T1 New Robust, T2 Cytoquin, T3 Auxinas elaboradas a partir de lentejas y Testigo absoluto. Logrando obtener el fitorregulador New Robust con base de Giberelinas presentó un aumento significativo de altura de planta, número de hojas/planta, diámetro del tallo, diámetro de la copa, peso del tallo, peso de hojas/planta y la altura de planta hasta el ápice de la hoja más pronunciada; el Cytokyn únicamente estimuló el número de hojas/planta y el volumen de raíces; y las auxinas contribuyeron al aumento del volumen de raíz, peso de raíz, peso de plántulas y peso de hojas en plántulas de balsa.

Uno de los mayores problemas de los agricultores es la propagación de las plantas y su reducción del tiempo del trasplante. El uso de fitohormonas podría ayudar al crecimiento de las plántulas. Por lo cual el estudio consiste en determinar el mejor efecto de tres fitohormonas en plántulas de balsa (*Ochroma pyramidale*) bajo condiciones de vivero en el cantón Francisco de Orellana, mediante la aplicación de auxinas, citoquininas y giberelinas para establecer la mejor fitohormona para el crecimiento de las plántulas de balsa en un vivero, en el cual se recolectará datos de los parámetros morfológicos de las plántulas de cada tratamiento. Logrando verificar cual es el tratamiento más eficaz.

Formulación del problema

¿Qué fitohormona tendrá un mejor efecto en las plántulas de balsa (*Ochroma pyramidale*) bajo condiciones de vivero?

1.2. Justificación

Ecuador es uno de los principales países exportadores de balsa, sus condiciones climáticas son su principal aliado para tener una ventaja competitiva sobre los demás productores y exportadores de madera de balsa alrededor del mundo, de hecho, dentro de la oferta exportable no petrolera según datos de la Asociación Ecuatoriana de Industriales de la madera en el año 2018 la balsa representó el 21% de las exportaciones en la industria maderera y llegó a 66% en el año 2020 durante la pandemia del COVID 19 (Macias & Ramírez, 2022).

La mayor parte de la madera comercial originada en la Amazonía proviene de las provincias de Sucumbíos y Orellana (más de 120.000 metros cúbicos), mientras que aprovechamientos menores se realizan en las provincias del centro y sur de la Amazonía. El 50% de las especies más comerciales tienen como origen el bosque nativo, el 30% provienen de sistemas agroforestales y el 27% se originan en formaciones pioneras (WWF- Ecuador et al., 2022, p.17).

Al implementar un vivero con especies forestales se considera incorporar fitohormonas como un método de aceleración en el crecimiento vegetativo de la balsa para obtener un buen desarrollo en las plantas en su primera fase de crecimiento y adaptabilidad. Además, la importancia de conocer y aplicar técnicas adecuadas para producir plántulas de calidad, que garanticen la sobrevivencia y buena producción de madera al momento del establecimiento y aprovechamiento forestal (Santistevan, 2020, p.5).

Las fitohormonas son moléculas señalizadoras que se localizan en los diferentes tejidos de una planta y en cantidades específicas de acuerdo con el proceso que regulan. Los cambios en la concentración y distribución de las hormonas vegetales modulan el desarrollo y las respuestas al estrés biótico y abiótico.

La falta de conocimiento de los beneficios que brindan las fitohormonas en diferentes cultivos nos lleva a realizar este estudio que permitirá conocer los efectos de las fitohormonas en la producción de plántulas de balsa de esta manera los beneficiarios serán los productores de la zona, volviéndose un rubro importante en la economía local en los próximos años.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar los efectos de crecimiento utilizando tres tipos de fitohormonas en plántulas de *Ochoroma pyramidale* para establecer el mejor tratamiento como mecanismo de desarrollo rápido en pellets bajo condiciones de vivero en el cantón Francisco de Orellana.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las características morfológicas mediante la recolección de datos para determinar en qué tratamiento las plantas obtienen mejor desarrollo y vigorosidad.
- Analizar económicamente las plántulas de balsa, mediante costos de producción para emplear un vivero, en el cantón Francisco de Orellana.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. El cultivo de balsa en Ecuador

La balsa (*Ochroma pyramidale*) es un árbol que crece en la América tropical, principalmente en las Antillas, también se encuentra al sur de México, la mayor parte de América Central, el Caribe y sus islas. En Ecuador se plantan unas 20.000 hectáreas en las zonas costeras, seguidas por pequeñas áreas en la región sierra. La balsa se cultiva en zonas estratégicas de forma empírica y técnica como medio de producción, pero la mayor parte de plantas es de crecimiento natural sin tecnificación (Salazar, 2018, p.14).

La balsa es un árbol tropical de la familia de las Malváceas que puede alcanzar los 30 m de altura. En estado silvestre, crece principalmente en bosques secundarios sobre suelos arenosos, a lo largo de las cuencas y en paisajes cultivados hasta los 1800 m de altitud. Su tronco liso, recto y su madera extremadamente blanda y ligera lo hacen atractivo para determinadas industrias (WWF-Ecuador 2022, p.6). Los principales mercados de productos de balsa son Estados Unidos, China, India y Europa, donde se utilizan principalmente en las industrias de la energía eólica, la construcción naval y el transporte (Midgley et al., 2010; citado en Ortiz Padilla, 2018, p.1).

En Ecuador, el cultivo comercial comenzó en 1937 y se extendió a las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Cotopaxi, Esmeraldas y sobre todo en Los Ríos. Debido a las favorables condiciones geográficas, climáticas, hidrológicas y topográficas, las plantas pueden cosecharse 4-5 años después de su plantación (Stilwell et al., 2014; citado en Tigua y Guamán, 2022, p. 1). En el país, las poblaciones naturales de balsa están presentes en todos los bosques húmedos tropicales, incluyendo la Costa, Amazonía y en las estribaciones de los Andes; desde 2019, la tala de balsa ha prosperado en estas áreas. A diferencia de las plantaciones, los árboles de las poblaciones silvestres son mucho más grandes y longevos, y desempeñan un papel importante en el ecosistema (Acción Ecológica, 2021).

Ecuador es el mayor exportador mundial de madera de balsa (90% del mercado mundial). Las exportaciones han aumentado considerablemente en los últimos años y se espera que superen los 855 millones de dólares en 2020. Los principales productos de exportación son la madera de balsa y sus derivados (troncos encolados, paneles, etc.). En 2019 y 2020, la madera de balsa fue el producto de exportación más importante de la industria forestal (Asociación Ecuatoriana de Industriales de la Madera, 2020, pp.4-14).

2.2. Importancia de la *Ochroma Pyramidale* a nivel económico, social y ambiental

2.2.1. Nivel económico

La demanda internacional y el alto rendimiento económico de la producción y la exportación impulsan el crecimiento del sector en el país. Ecuador es uno de los principales exportadores de madera de balsa del mundo. La demanda interna es muy baja (menos del 10%), y el resto de la producción se destina a los mercados extranjeros (Parra, 2015, p.43). En la actualidad, el producto se utiliza principalmente para fabricar tableros que se emplean en contenedores para transportar grandes cargas por todo el mundo. La balsa tiene actualmente una demanda creciente, por ejemplo, para la construcción de proyectos de energía eólica en China. Por lo tanto, la producción de balsa es una buena opción para los inversores, ya sean empresarios o simples agricultores que quieran destinar sus tierras a la producción de este producto a corto plazo, ya que es rentable debido a su bajo coste y a la escasa necesidad de fertilizantes durante el ciclo de vida de la plantación (Doumet, Ruiz y Sánchez, 2021, pp.542-549).

2.2.2. Nivel social

Los indicadores de rendimiento de la sociedad en términos de salud muestran una buena sostenibilidad, con bajos niveles de daños físicos, mentales y emocionales en la gestión de los cultivos. La incidencia de enfermedades debidas al uso y aplicación de biocidas es casi inexistente debido al uso moderado de estos productos, lo que constituye una buena tendencia. Los indicadores de servicios básicos, condiciones estructurales y educación muestran una muy buena sostenibilidad, esta última basada en la formación que reciben los productores por parte de los organismos gubernamentales responsables del sector. Otro indicador es el empleo, que muestra una buena sostenibilidad. La mano de obra utilizada para la siembra, la gestión y el aprovechamiento del cultivo es familiar (González, Oviedo y Simba, 2018, p.94).

2.2.3. Nivel ambiental

La balsa es una especie arbórea autóctona de Ecuador cuyas propiedades evitan la erosión del suelo y tienen un efecto positivo en el ecosistema. Por ello, esta especie se utiliza para mitigar los efectos del monocultivo y la ganadería. La importancia de la balsa como especie forestal radica en su capacidad para regenerar tierras devastadas por la agricultura de tala y quema, que a su vez ayuda a controlar la erosión. Asimismo, crece bien con otras especies de árboles forestales como el Cabo de hacha, el Rifari, la palmera corozo, la Acacia, el Memiso de paloma, el Cedro y la Heliconia. También se utiliza como cortina rompe vientos y cercas vivas en los sistemas

agroforestales, y como árbol ornamental debido a sus hermosas hojas y flores (Doumet, Ruiz y Sánchez, 2021b, pp.541-543). La cultura forestal de la Reserva de la Mancomunidad Chocó Andino reconoce que el árbol de balsa, crece de forma natural en los centros de recarga de agua en la montaña, y es gestora en la vida de insectos, aves, meso flora y meso fauna de los valles bajos tropicales y subtropicales de la reserva (Bravo, 2021, p.60).

2.3. Características del cultivo de balsa

La balsa o boya, también conocida como *Ochroma pyramidale*, es una especie leñosa silvestre originaria de la Amazonia ecuatoriana, con una distribución autóctona en los trópicos de América, y de gran interés en los mercados internacionales. Considerada una mala hierba durante siglos, se reproduce mediante cientos de semillas en vainas eventualmente abiertas que se esparcen por la selva con la ayuda del viento y luego se cubrían con limo, donde permanecen hasta que las condiciones de luz y humedad sean adecuadas para la germinación y posteriormente crecer (Villacís Pérez, 2012, p.7).

La balsa es una especie de sucesión temprana, que germina cuando el bosque ya ha sido perturbado y las comunidades vegetales han comenzado a establecerse en la zona. En un ecosistema perturbado, las semillas de balsa que entran en el rebrote son pequeñas, ligeras y abundantes, por lo que es común ver muchas especies de balsa crecer a menudo en bosques tropicales recientemente perturbados. En las zonas boscosas, se ha observado los suelos que son arrasados por tractores para que germine la balsa y luego explotarla. Las semillas germinan después de que el ecosistema forestal haya sido perturbado. Lo que se hace es "inducir" la regeneración natural, destruyendo el bosque (Bravo, Yáñez y Bonilla, 2021, pp.42-55).

La balsa es una de las maderas más ligeras del mundo. Su densidad oscila entre 40-380 kg/m³ dependiendo de la edad del árbol y de su entorno. La microestructura celular de la balsa incluye un espacio vacío muy sustancial, lo que le confiere una rigidez y una resistencia axial específica superiores a las de otros materiales; también tiene excelentes propiedades de absorción de energía como resultado de su densidad relativamente baja. De hecho, es probablemente el único material con una absorción de energía específica similar a la de los paneles metálicos hexagonales de la misma densidad (Villacís et al., 2018, p.61).

La balsa es una materia prima renovable que adquiere cada vez más importancia en muchas industrias. Es muy ligero, pero al mismo tiempo tiene una muy buena relación resistencia-peso, también es muy fácil de cortar. Proporciona una superficie de adhesión suave y es compatible con las resinas sintéticas. Por todo ello, la balsa se utiliza en algunos de los procesos de producción

más avanzados del mundo para la fabricación de tableros, tabiques, aviones, embarcaciones, cascos y cubiertas de lanchas y aeromodelos (Pérez, 2012; citado en Pinargote Melendres, 2019, p.20). Actualmente con el creciente uso de la energía eólica en muchos países, utilizan la madera de balsa para la fabricación de turbinas eólicas (Bravo, 2021, p.36).

El árbol *O. pyramidale* alcanza una altura de 15 a 30 metros, tiene una corteza limpia, lisa, de color marrón grisáceo con manchas blanquecinas; tronco recto, cilíndrico, con raíces tubulares; hojas simples, alternas, dispuestas en espiral, vellosas en el pecíolo casi hasta el tamaño de la lámina foliar; frutos capsulares grandes, blancos, acampanados, alargados y dehiscentes, con semillas esféricas de 4-5 mm de diámetro rodeadas de vellosidades (Viera Campaña, 2020, p.6).

Sus principales características son su peso, que oscila entre los 100 y los 200 kg/m³, su resistencia elevada y estable, su albura, que puede ser blanquecina, amarillenta o rosada, y su textura que es lisa, de grano fino y recto, sin sabor ni olor detectables (Merchán Acosta y León Rosario, 2017, p.18).

La balsa es una especie pionera de rápido crecimiento con una gravedad específica de 0,10-0,17 g/cm³. Además, tiene baja densidad y propiedades mecánicas relativamente altas. Debido a estas propiedades, hoy en día se utiliza como material de refuerzo para artesanías, salvavidas acuáticos, cajas para el transporte, complementos en muebles y vehículos (Serna Mosquera, Torres y Asprilla, 2020, p.4).

La balsa es un árbol que crece en los bosques tropicales a una altura de entre 300 y 1000 metros. Los árboles de balsa crecen en zonas tropicales de América y en plantíos de otros continentes (por ejemplo, Papúa Nueva Guinea), pero los ecosistemas costeros de Ecuador son muy favorables para la producción de balsa de alta calidad (Bravo, 2021, pp.16-36).

Tabla 1-2: Clasificación taxonómica de la balsa

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	<i>Bombacaceae</i>
Género	<i>Ochroma</i>
Especie	<i>Pyramidale</i>
Nombre científico	<i>Ochroma pyramidale</i>
Nombre vulgar	Balsa, Gatillo, Lana, Tuciumo, Huampo, Guano, Lanero y otros.

Fuente: Salazar Valverde, 2018, p.33.

2.4. Morfología de la balsa

Los árboles suelen tardar de cuatro a seis años en crecer. Esto hace que se encuentren entre los árboles de más rápido crecimiento del mundo, lo que no sólo facilita su cultivo, sino que también está estrechamente relacionado con la protección del medio ambiente. Los árboles vigorosos alcanzan un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 40 cm en 5-6 años, llegando a veces a los 100 cm de DAP a edades más avanzadas (Francis, 2000, p.373). El entorno, la altitud y el clima del país hacen que la madera sea más estable y densa, un requisito importante para los compradores internacionales. La forma, la suavidad y el color también son característicos, pero nada especial, ya que hay otros países de Sudamérica que han alcanzado buenos estándares (Parra, 2015, p.42).

En los bosques naturales la floración se produce después de tres o cuatro años, pero en condiciones de plantación comienzan a florecer y dar semillas después de tres años. El periodo de floración suele ser agosto en Ecuador y de diciembre a febrero en Centroamérica, mientras que los frutos (vainas) maduran rápidamente en un periodo de dos meses, desde mediados de enero hasta principios de abril. Si la humedad es uniformemente alta, la floración es posible durante todo el año. La balsa es bisexual y florece por la noche, las flores son polinizadas por murciélagos. Las grandes flores blancas están erectas en el árbol y las grandes vainas cilíndricas maduras (25 cm de largo y 3 cm de diámetro) son verdes. Las pequeñas semillas están recubiertas de una matriz de fibras sedosas que ayudan a dispersarlas con el viento y el agua (Midgley et al., 2010, p.24).

Tabla 2-2: Partes de la balsa

Altura:	Alcanza hasta 30 m de altura y 1.8 m de diámetro, normalmente menores, fuste recto y cilíndrico, libre de ramas hasta 15 m de altura, a menudo con gambas.
Copa:	Grande y amplia, extendida, con ramas dispersas.
Corteza:	Lisa o ligeramente agrietada, de color grisáceo a café.
Hojas:	Simples y estipuladas, grandes, de 10-40cm de largo y 10-35cm de ancho, enteras o con 3-5 lóbulos, membranáceas.
Flores:	Hermafroditas, con aroma suave, solitarias. Cáliz color rojo o púrpura, corola con cinco pétalos blanquecinos, de margen rojizo.
Frutos:	Cápsulas alargadas, que abren en cinco valvas, de 14-28cm de largo. Las valvas son pardas a negras, densamente lanosas en el interior.
Semillas:	Oscuras, numerosas y pequeñas, de 5mm de largo, aceitosas, envueltas en una lana amarillenta y sedosa.

Fuente: Cordero, 2003, p.736.

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.



Ilustración 1-2: Morfología de la balsa

Fuente: Ramos Corrales, 2016, pp.13-14.

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

2.4.1. *Requerimientos edafoclimáticos*

Tabla 3-2: Condiciones climáticas para el crecimiento de la balsa

Factor	Rango
Precipitación promedio anual:	1000 a 4000 mm/año
Régimen de lluvias:	Verano y uniforme
Estación seca:	0 a 4 meses
Temperatura media anual:	20 a 28°C
Temperatura media mínima:	16 a 24°C; máxima: 24 a 34°C
Altitud:	0 a 1800 msnm

Fuente: Directorio Forestal Maderero, 2018.

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

La planta crece en suelos bien drenados, húmedos y arcillosos, se recomiendan los francos arenosos o limosos. Sin embargo, la planta cuando es silvestre puede crecer en casi cualquier suelo (Carrera, 2017, p.4). Crece mejor en suelos aluviales profundos, fértiles, húmedos, aireados, neutros o alcalinos, con rangos de pH que van de 5,5 a 6, 5 (Almagro de la Cueva y Jiménez, 2013, p.16). En las zonas con una larga estación seca requiere el acceso a las aguas subterráneas o al riego complementario. Crece mejor en suelos ribereños, zonas abiertas y en bosques secundarios que crecen en zonas deforestadas o quemadas (Directorio Forestal Maderero, 2018, p.5).

2.5. Método de propagación

El sistema de propagación de la balsa es radicalmente sexual (semillas) y es el único método de reproducción conocido y recomendado para esta especie. En un estudio realizado en la provincia de los Ríos, el 98,84% de los productores evaluados, utilizaron semillas nativas de Ecuador. Para cultivar esta planta, el 53,50% de los productores compraron plántulas en viveros locales y el 46,50% tuvieron sus propios viveros (González Osorio et al., 2010, p.9). La selección del material vegetal consiste en elegir los mejores ejemplares, teniendo en cuenta el tamaño, la resistencia a las enfermedades, la tasa de crecimiento inicial en el momento de la siembra, la tasa media de crecimiento anual y las características del tallo. Las semillas se extraen de las vainas en mejor estado y se cosechan cuando el árbol está fisiológicamente maduro (Cuadros Mendoza, 2013, p.12).

Para obtener plantas vigorosas con un excelente desarrollo y libre de agentes patógeno, se requiere evaluar las características físicas dependiendo la especie, en forestales el diámetro del tallo debe ser mayor a 0,25 cm, la altura de la planta debe ser de 10-30 cm, así mismo debe poseer a partir de 4 hojas y tener un tallo con tejido leñoso. Para el trasplante de vivero a campo se recomienda apartarlas para que no ocurra inconvenientes al pasarlas al campo, además de regarlas unos días antes con abundante agua para que no se estresen al ser transportadas a su destino (Forestal, 2012, p.6).

2.6. Plagas y enfermedades

La principal plaga es el *Coptoborus ochromactonus*, un escarabajo asociado a la balsa, que provoca orificios en troncos y ramas y construye túneles. La frecuencia de los daños puede ser de hasta el 50% en una plantación, de los cuales el 15% provoca la muerte. Ataca a árboles jóvenes de entre 18 y 36 meses de edad y el diámetro preferido está entre 16,90 cm y 22,10 cm (Castro Olaya et al., 2017, pp.19-20). Se han registrado daños por *Asterolecanium pustulans* en Ecuador, uno de los cuales afecta a los brotes de los árboles y el otro es un escarabajo que se reproduce en los residuos de la tala y ataca a los árboles jóvenes. Las termitas y pequeños coleópteros, así como

diversos hongos, penetran en la madera a través de las heridas de la corteza (Directorio Forestal Maderero, 2018a).

La enfermedad más grave de la madera de balsa es la pata roja (*Ceratocystis sp.*), asociada a *Fusarium sp.* y *Oomycetes Phytophthora spp.*, esta enfermedad se desarrolla en el suelo, causando lesiones que se extienden a las raíces y los tallos (Averos Suárez, 2017, p.10). La madera no es muy resistente a la descomposición en contacto con el suelo. Si la madera no se seca inmediatamente después de la tala, se mancha y pierde calidad; se ha informado de que *Penicillium sp.* provoca una mancha azul. Se recomienda el uso de fungicidas adecuados para la protección. Los plantones de vivero son susceptibles de sufrir podredumbre basal o mal del talluelo (damping off) (Directorio Forestal Maderero, 2018b).

2.7. Usos de la balsa

La balsa es apropiada para una extensa gama de aplicaciones profesionales e industriales gracias a su baja densidad, resistencia y facilidad de procesamiento.

- **Industria Eólica:** Como material ligero y totalmente ecológico que contribuye a la energía limpia, se utiliza en la fabricación de palas y turbinas para aerogeneradores.
- **Industria Náutica:** Se utiliza en la fabricación de materiales para cascos de barcos y otros dispositivos flotantes.
- **Industria del Transporte:** En la creación de piezas de ciertos medios de transporte, como aviones y trenes, que tienen pisos y puertas de este material. Porque es muy ligero en comparación con otros materiales, y por su flexibilidad y propiedades acústicas para los medios de transporte recreativos.
- **Industria Militar:** Se utiliza para la construcción de contenedores de carga, pallets, para la construcción de rótulos, tanques de almacenamiento y boyas.
- **Industria del Espectáculo:** Para la construcción de lanzas y utilería, ya que es económico.
- **Industria del aeromodelismo:** El aeromodelismo es la construcción de aeronaves que pueden ser controlados a distancia por radio y son autónomos (utilizando un software para especificar las coordenadas de salida, los puntos de la trayectoria de vuelo y los puntos de retorno), también conocidos como vehículos aéreos no tripulados (UAV Unmanned Aircraft Vehicle) o, en el lenguaje común, drones.
- **Industria del Deporte:** Su peso muy ligero lo hace ideal para fabricar tablas de surf.
- **Maquetas:** Fácil de cortar, para maquetas y diseños arquitectónicos (Vásquez, 2021, p.17).

2.8. Vivero

Un vivero forestal es un lugar destinado a la propagación y crecimiento de plantas. Aquí se controla la temperatura, la humedad, el abono y la luz para que las semillas sembradas germinen y se conviertan en pequeñas plantas. Debe ser lo suficientemente fuerte como para ser plantado en su ubicación final. A la hora de planificar un vivero, debemos tener en cuenta dónde se cultivarán las plantas y con qué fin. Esto nos ayudará a elegir las especies forestales más adecuadas para establecer nuestro sistema de plantación (FAO, 2021, p.2).

En los viveros forestales, como es de notar se controlan cada una de estas condiciones a lo largo de la delicada elección de la semilla para tener una especie con buen desarrollo. Existen numerosos tipos de viveros en forestales. Con respecto a la persistencia que tengan, tienen la posibilidad de ser permanentes o temporal; conforme el prototipo de producción, van a ser plantadas a raíz o en bandejas y según la medida, tienen la posibilidad de ser pequeños (menor a 50.000 plantas/año), medianos o enormes. Todos dichos tipos de vivero tienen su propio diseño y desempeño (INTA, 2018, pp.7-91).

2.9. Tipos de vivero

Vivero permanente

Se instalan por tiempo indefinido para producir y suministrar diferentes tipos y edades de plantas para proyectos de forestación a medio plazo o a gran escala, y requieren infraestructuras costosas como invernaderos, sistemas de riego, almacenes, oficinas, camas y germinadores (Comisión Episcopal de Educación, 2014, p.8).

Vivero temporal

Se establecen cerca del lugar de plantación durante un periodo de tiempo limitado para satisfacer las necesidades de reforestación de lugares pequeños y específicos. Además, este tipo de vivero pretende reducir los costes de transporte, mejorar la adaptabilidad de las especies al lugar de plantación final y organizar a los cultivadores en la comunidad local. Debido a su corta vida útil, no requieren una costosa infraestructura, ya que tienen que ser retirados al final del programa de reforestación (Comisión Episcopal de Educación, 2014, p.8).

2.10. Cuidados a tener en cuenta dentro del vivero

No debe faltar agua en el vivero; el agua debe estar limpia y, a ser posible, libre de semillas de malas hierbas. Durante la estación seca, se recomienda regar dos veces al día, por la mañana y por la tarde. Evite regar durante los periodos de altas temperaturas y fuerte luz solar (insolación).

Las malas hierbas se eliminan constantemente para evitar la competencia por el agua, nutrientes y la luz. En cuanto a los insectos más peligrosos están las hormigas cortadoras de hojas y los saltamontes. Para controlarlas se utilizan polvos de talco tóxicos u otro tipo de insecticida. En cuanto a las enfermedades es causada principalmente por el mal del talluelo (dampig-off). La medida de control consiste en el tratamiento químico, el corte del suministro de agua y la eliminación de la sombra parcial (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2005, p.6).

2.11. Sustrato

El sustrato es el material de soporte que se utiliza para que la semilla germine correctamente, mezclados con otros componentes orgánicos e inorgánicos o en forma pura, permiten y facilitan el anclaje, el funcionamiento y el mantenimiento del sistema radicular de las plantas. También crean las condiciones para que las raíces absorban los nutrientes de forma adecuada (Sembralia, 2021, párr.2).

2.11.1. *Sustratos naturales*

- **Agua:** suele utilizarse como medio para el transporte de nutrientes, pero también puede usarse como sustrato.
- **Gravas:** el diámetro suele ser de 5-15 mm. Son comunes la grava de cuarzo, la piedra pómez y la grava con menos del 10% de carbonato de calcio. Tiene una excelente estabilidad estructural y una alta porosidad (>40%), pero una baja retención de agua. Puede utilizarse como sustrato durante varios años.
- **Arena:** las arenas de río proporcionan los mejores resultados. El tamaño de partícula más apropiado está entre 0.5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es comparable a la grava. Tienen una capacidad de retención de agua media (20% en peso y más del 35% en volumen). Es uno de los materiales más utilizados porque se mezcla bien con otros componentes, es fácil de manejar, tiene un buen tamaño de partícula y, en general, drena bien.
- **Tierra volcánica:** Es un material de origen volcánico sin ningún tipo de tratamiento, transformación o alteración. Se compone de óxidos de ácido silícico, arcilla y hierro. También

contiene calcio, magnesio, fósforo y oligoelementos. Los tamaños de los granos varían mucho, al igual que las propiedades físicas.

- **Turbas:** La turba es una sustancia de origen vegetal con diferentes propiedades físicas y químicas según su origen; puede dividirse en dos grupos: turba rubia y negra. La turba rubia tiene un alto contenido orgánico y no se descompone fácilmente, mientras que la turba negra está mineralizada y tiene un bajo contenido orgánico. Es más frecuente el uso de turba rubia por sus excelentes propiedades de retención de agua y de aireación.
- **Corteza de pino:** Hay muchos tipos de corteza de plantas, pero la corteza de pino es la más común, producida principalmente por la industria maderera. La corteza se utiliza fresca (material crudo) o compostada. La porosidad total es del 80-85% o superior; la retención de agua es de baja a moderada; la aireación es muy alta; los valores de pH varían entre moderadamente ácidos y neutros; el valor de capacidad de intercambio catiónico (CIC) es de 55 mEq/100 g.
- **Fibra de coco:** Este producto es derivado de la cascara de coco. Las fibras de coco suelen combinarse con turba de esfagno y agregados para obtener diferentes sustratos de cultivo para la germinación de semillas con fines de cultivo general. Tiene una capacidad de absorción de agua de 3-4 veces su peso, mantiene un pH entre 6.3-6.5. Debido a su naturaleza porosa y a su alto contenido en sal, debe lavarse antes de su uso (InfoAgro, 2017, párr.3).

2.11.2. Sustratos artificiales

- **Lana de roca:** Es un sustrato sintético con una C.I.C. casi nula y posee reacciones alcalinas, fácil de controlar. Estructura uniforme con un buen equilibrio entre agua/aire, pero muestra una degradación estructural, lo que significa que no se utiliza más de 3 años. Proporciona un soporte excelente para las plantas y es estéril por lo que no contiene patógenos inicialmente.
- **Perlita:** Tiene un aspecto de gránulos blancos con un tamaño de 1.5 a 6 mm y una baja densidad, normalmente menor a 100 kg/m³. Tiene una capacidad de almacenamiento de agua cinco veces superior a su peso y una elevada porosidad; su C.I.C. es casi nulo (1.5-2.5 mEq/100 g); su vida útil está limitada por el tipo de cultivo, puede ser de 5-6 años. Su pH es aproximadamente neutro (7-7.5).
- **Vermiculita:** logra almacenar 350 litros de agua por metro cúbico y propende a compactarse con el lapso del tiempo, pero tiene una gran capacidad de ventilación. La C.I.C. es elevado (80-120 mEq/l). Puede contener hasta un 8% de potasio y un 12% de magnesio asimilable. El valor del pH es casi neutro (7-7.2). Tiene una forma de escamas de 5-10 mm.
- **Arcilla expandida:** Se obtiene tras el procesamiento de nódulos de arcilla a una temperatura superior a los 100°C, formando bolas duras con una capa de diámetro de 2 a 10 mm. Su capacidad de retención de agua es baja y su aireación es buena. Su C.I.C. es comúnmente

nulo (2-5 mEq/L). Su valor de pH está entre 5 y 7. Es frecuente que se mezcle con turba para formar sustratos.

- **Poliestireno expandido:** Es un plástico blanco cortado en escamas de 4 a 12 mm. Su densidad es estrechamente baja, menos de 50 kg/m³. Se caracteriza por una baja retención de agua y una buena permeabilidad al aire. El pH es ligeramente superior a 6 y suele mezclarse con otros sustratos, como la turba, para mejorar la porosidad (InfoAgro, 2017, párr.9).

2.12. Jiffy Pellets

Jiffy Pellets es un sistema muy especializado, que consiste en un sustrato de turba comprimido en una bolsa biodegradable de malla fina. Cuando se riega agua, la turba se expande para formar un plug cilíndrico rodeado de malla, en el que se desarrollan las raíces. Los ejemplares de mayor tamaño permiten que la planta crezca plenamente y se lleva directamente al campo (Luna, Landis y Dumroese, 2012, p.84). Los Jiffy son envases muy fáciles de trabajar, económicos de transportar (en forma de discos secos ligeros y comprimidos) y pueden plantarse en grandes contenedores o directamente en el suelo. Los pellets se fabrican con turba al 100%, una mezcla de turba Jiffy y sustrato de coco con certificación RHP, o sustrato de coco al 100% (Jiffy Group, p.10) .

El Jiffy Pellet para la forestería, es un pellet más grande adecuado para la propagación de muchas especies de árboles. Permiten que las raíces se desarrollen a través de la malla de fibras que rodea la turba, de modo que las raíces pueden podarse para un rápido establecimiento en el campo (Agriplant, 2019, párr.1). A continuación, se enumera los beneficios de los Jiffy Pellets:

- Mejor germinación y más rápida
- Reducción del trabajo
- Reducción del consumo de agua
- Ayuda a tener un buen crecimiento radicular
- Se evita el estrés por trasplante
- Retienen buena humedad y temperatura para la planta
- Facilita el trasplante

2.13. Fitohormonas

La fitohormona u hormona vegetal son sustancias producidas por las células vegetales en puntos estratégicos de la planta y capaces de regular predominantemente los fenómenos fisiológicos de las plantas. Las hormonas desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de las plantas, ya que están estrechamente relacionadas con su crecimiento y desarrollo en respuesta a señales

ambientales como la luz, y la interacción entre las hormonas es crucial para coordinar su desarrollo (Hernández Silva y García Martínez, 2016, p.442). Las hormonas vegetales intervienen en una amplia gama de procesos de desarrollo de las plantas, desde la germinación hasta la senescencia (Fichet Lagos, 2017, p.1).

Las hormonas vegetales desempeñan un papel importante en el crecimiento y el desarrollo de las plantas, pero también están relacionadas con la protección de los cultivos. Aunque no se descubrieron hasta el siglo pasado, con el tiempo y la mejora de los métodos químicos se han descubierto muchas más propiedades que han permitido desarrollar insumos agrícolas que aumentan el rendimiento. Existe un consenso general sobre la síntesis y la función de las hormonas que se utilizan ampliamente en la agricultura intensiva. En general, se conocen diez hormonas, de las cuales cinco se denominan "hormonas clásicas", como las auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno. Se emplean en la agricultura por sus funciones de enraizamiento, germinación de semillas, maduración de frutos, resistencia a diversas tensiones y aumento de producción (Borjas, Julca y Alvarado, 2020, pp.151-158).

2.14. Clasificación de las fitohormonas

Tabla 4-2: Clasificación de reguladores de crecimiento

Fitohormona	Efecto a nivel vegetal	Efecto a nivel celular
Auxinas	<ul style="list-style-type: none"> - Formación y elongación de tallos. - Producción de diferentes raíces adventicias. - Aumento de la dominancia apical. 	<ul style="list-style-type: none"> - División y elongación celular. - Diferenciación celular. - Promoción división celular meristemos. - Aumenta contenido osmótico celular. - Aumenta permeabilidad celular. - Aumento de producción proteica. - Disminución de la presión de la pared celular.
Giberelinas	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta el desarrollo de tejidos de manera constante. - Elongación de raíces, hojas jóvenes, floración. - Alargamiento de segmentos nodales. - Participan en procesos de iniciación floral. - Vital en fertilidad de plantas masculinas y femeninas. - Induce germinación de semillas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estimula elongación celular en respuesta a condiciones de luz y oscuridad. - Promociona el crecimiento embrionario. - Producida de manera endógena durante los procesos de germinación y desarrollo apical.

Citoquininas	<ul style="list-style-type: none"> - Induce la iniciación y elongación de raíces. Activa la senescencia de las hojas. - Estimulan desarrollo fotomorfogénico vegetal estimula la generación de brotes axilares a nivel vegetal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pueden sustentar e iniciar la proliferación de tejidos vegetales madre. - Permite producir una alta proliferación y división celular. - Se produce con mayor abundancia en las células de los ápices radiculares.
Ácido abscísico	<ul style="list-style-type: none"> - Regula y mantiene la dormancia de las semillas. - Estimula la maduración de semillas. - Puede inhibir el proceso de germinación vegetal. - Regula la transpiración celular (Estomas). - Puede inducir la senescencia vegetal y floración vegetal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Promociona la producción de tejidos cigotos. - Tiene un fácil acceso a la membrana celular vegetal Sintetizado en tejidos jóvenes como el endodermo de plantas madre y en algunos tejidos vegetales de las semillas (Testa).
Etileno	<ul style="list-style-type: none"> - Regula maduración y senescencia vegetal. - Maduración de hojas, inicio de floración y frutos. - Desarrollo de órganos sexuales. - Puede mejorar las características de maduración de frutos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Capaz de ser producido por cualquier órgano vegetal. - Potencializa la acción de auxinas, ácido abscísico y citoquininas. - Induce la reducción de ácidos nucleicos, la degradación de proteínas, disminución de la membrana celular. - Induce la degradación de lípidos, peroxidación y ruptura de pigmentos en las hojas.

Fuente: Alcantara Cortes et al., 2019, p.112.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación del estudio

El trabajo de la presente de investigación se llevó a cabo en la propiedad del Sr. Marlon García ubicada en la provincia de Orellana, cantón Puerto Francisco de Orellana, en el barrio 20 de mayo.

3.1.1. Ubicación Geográfica

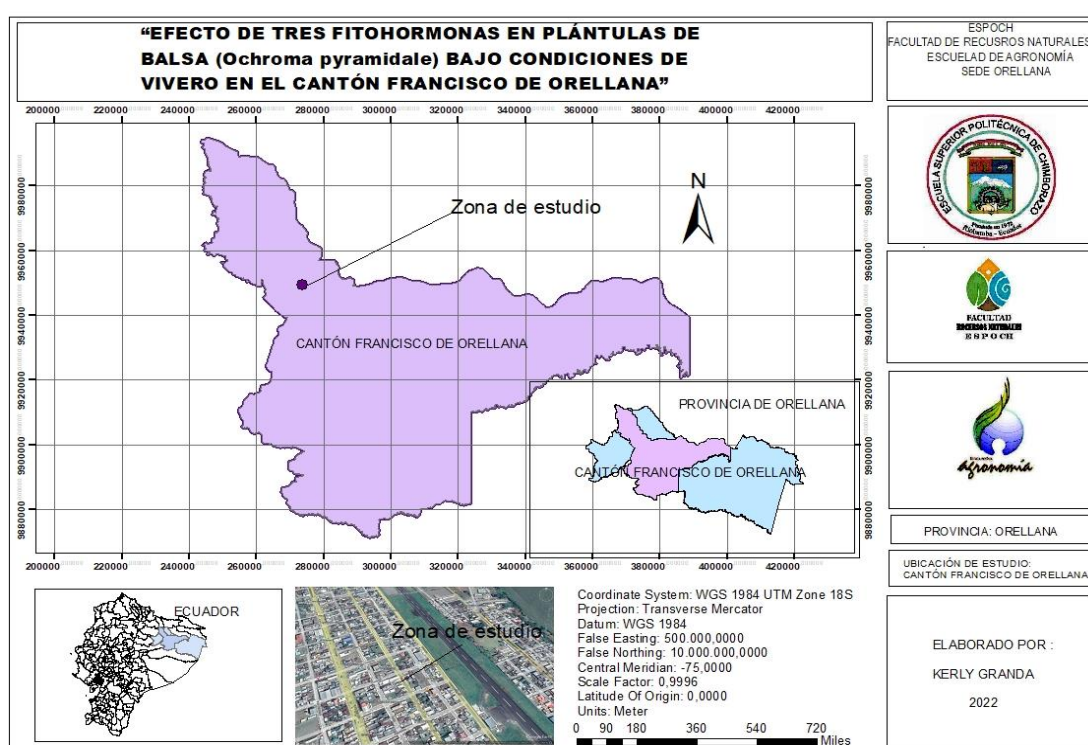


Ilustración 1-3: Localización

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

3.1.2. Características climáticas

Tabla 1-3: Características climáticas del cantón Orellana

Temperatura anual:	25,3°C a 28,1°C
Precipitación:	3.323,4 mm/año
Humedad relativa media:	80.5%
Evapotranspiración:	2.000 mm/año a 4.000 mm/año

Fuente: PDOT del cantón Francisco de Orellana, 2022.

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

3.1.3. *Coordenadas de ubicación del sitio experimental*

Tabla 2-3: Coordenadas estación experimental

Datum WGS 84 - ZONA 18S	
Coordenada X	278281
Coordenada Y	9949542
Coordenada Z	276 msnm

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

3.2. **Materiales**

3.2.1. *Herramientas*

Segueta manual, machete, playo industrial, pala, pico, azadón, flexómetro, manguera de polietileno, calibrador pie de rey digital, Malla Sarán 70%, alambre galvanizado, piola, fumigadora manual de 8 L, tablas, caña guadua, martillo, clavos, gavetas de plástico.

3.2.2. *Insumos*

Sustratos promix para germinación, semillas de balsa, plántulas, pallets fundas biodegradables jiffys, hormonagro1(ácido naftalenacético), NewGibb 10% (ácido giberelico), Cytokin (Citoquininas como Kinetin), phyton (fungicida), bioplasma (fertilizante) agrohumus (fertilizante), bala 55 (insecticidas).

3.2.3. *Materiales de oficina*

Computadora, impresora, celular, cuaderno, esferográficos, lápiz HB, regla de oficina, calculadora, cinta doble faz, folder, tablero apoya manos y hojas de registros.

3.3. **Diseño de investigación**

3.3.1. *Enfoque*

La investigación es cuantitativa de tipo experimental con enfoque cuantitativo se aplicará variables dependientes e independientes. Utilizando el programa SPSS con el fin de evaluar y buscar un método óptimo que brinde las mejores condiciones de las plantas. Se realizará el análisis

de varianza no paramétrica Kruskal Wallis al verificar que los datos no cumplen con los supuestos de normalidad y homocedasticidad.

3.4. Métodos

3.4.1. Variables de estudio

3.4.1.1. Variables independientes

- Hormonas

3.4.1.2. Variables dependientes

- Altura
- Número de hojas
- Diámetro del tallo
- Largo de la raíz

3.4.2. Delineamiento experimental

Tabla 3-3: Características de unidades experimentales

Unidades experimentales:	12
Número de repeticiones:	3
Número de tratamientos:	4
Número de plantas por investigación	1200
Número de plantas por tratamiento	300
Número de plantas por repetición:	100
Número de pallets jiffys	1200
Número de plántulas a evaluar en el ensayo:	120
Área total de ensayo:	7 m ²

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

3.4.3. Diseño de los tratamientos

En el siguiente cuadro se puede observar la denominación empleada para cada uno de los tratamientos (T1, T2, T3, T4) y repeticiones (R1, R2, R3). También se observa la denominación

para cada unidad experimental (plantas a evaluar), misma que se identifica con la letra P con el número de planta, seguido de la denominación de tratamiento y repetición.

Tabla 4-3: Tratamientos en estudio

N.-	TRATAMIENTO	REPETICIONES	UNIDAD DE OBSERVACIÓN	
I	T1: AUXINAS	R1	P1T1R1	P2T1R1
			P3T1R1	P4T1R1
			P5T1R1	P6T1R1
			P7T1R1	P8T1R1
			P9T1R1	P10T1R1
		R2	P1T1R2	P2T1R2
			P3T1R2	P4T1R2
			P5T1R2	P6T1R2
			P7T1R2	P8T1R2
			P9T1R2	P10T1R2
		R3	P1T1R3	P2T1R3
			P3T1R3	P4T1R3
			P5T1R3	P6T1R3
			P7T1R3	P8T1R3
			P9T1R3	P10T1R3
II	T2: GIBERELINAS	R1	P1T2R1	P2T2R1
			P3T2R1	P4T2R1
			P5T2R1	P6T2R1
			P7T2R1	P8T2R1
			P9T2R1	P10T2R1
		R2	P1T2R2	P2T2R2
			P3T2R2	P4T2R2
			P5T2R2	P6T2R2
			P7T2R2	P8T2R2
			P9T2R2	P10T2R2
		R3	P1T2R3	P2T2R3
			P3T2R3	P4T2R3
			P5T2R3	P6T2R3
			P7T2R3	P8T2R3
			P9T2R3	P10T2R3

III	T3: CITOQUININAS	R1	P1T3R1	P2T3R1
			P3T3R1	P4T3R1
			P5T3R1	P6T3R1
			P7T3R1	P8T3R1
			P9T3R1	P10T3R1
		R2	P1T3R2	P2T3R2
			P3T3R2	P4T3R2
			P5T3R2	P6T3R2
			P7T3R2	P8T3R2
			P9T3R2	P10T3R2
		R3	P1T3R3	P2T3R3
			P3T3R3	P4T3R3
			P5T3R3	P6T3R3
			P7T3R3	P8T3R3
			P9T3R3	P10T3R3
IV	T4: TESTIGO	R1	P1T4R1	P2T4R1
			P3T4R1	P4T4R1
			P5T4R1	P6T4R1
			P7T4R1	P8T4R1
			P9T4R1	P10T4R1
		R2	P1T4R2	P2T4R2
			P3T4R2	P4T4R2
			P5T4R2	P6T4R2
			P7T4R2	P8T4R2
			P9T4R2	P10T4R2
		R3	P1T4R3	P2T4R3
			P3T4R3	P4T4R3
			P5T4R3	P6T4R3
			P7T4R3	P8T4R3
			P9T4R3	P10T4R3

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

3.4.4. *Diseño experimental*

En el trabajo experimental se utilizó plántulas de balsa, el método utilizado fue un diseño de medidas repetidas, se distribuyeron 4 tratamientos, 3 repeticiones, dando 1200 unidades experimentales, con 300 plantas por unidad experimental y 100 plantas por repetición. Los datos de campo se generaron al final de los tratamientos.

3.5. Manejo de experimento

El trabajo experimental se llevó a cabo en condiciones de vivero, las semillas fueron repicadas en bandejas germinadoras para el caso de los tratamientos de sustrato, en tanto que el tratamiento de Pellets, fundas biodegradables (jiffys) se utilizó bandejas para colocar los (jiffys).

3.5.1. Germinación

Las semillas posteriores al proceso de recolección pasaron por un proceso pre-germinativo el cual consiste en someter las semillas de balsa en agua caliente 100° grados centígrados, luego se procede a dejar en remojo en un balde en un lapso de 3 días, luego se escurre el agua y se coloca a germinar en el sustrato Pro-mix bx, previo a ello se coloca trichoderma y por último esperamos 8 días para la germinación de las plántulas de balsa (Jiménez et al., 2014).

Como medida de verificación en esta investigación se realizó una prueba de germinación de las semillas que se utilizaron en los tratamientos, en el laboratorio de la Sede orellana utilizamos un método pregerminativo donde las semillas de balsa son introducidas en un recipiente con agua a una temperatura de 100 grados centígrados durante 10 minutos luego colocamos en cajas Petri con un fondo de papel filtro y agua estéril y dejamos en la estufa a 30 grados centígrados por 7 días y contamos para realizar el cálculo de porcentaje de germinación dando un resultado de 64%. Por lo tanto, el porcentaje de germinación es muy bajo y no justifica sembrar de manera directa en los pallets Jiffs, en lo cual se recomienda realizar un almácigo para su posterior repique.

3.5.2. Repique

Posterior al proceso de germinación a los 12 días se repicaron las plántulas en los Pellets o fundas biodegradables (jiffys).

3.5.3. Riego

Para el riego se utilizó una bomba de mochila, en las horas del atardecer se procedía a regar las plantas. El riego se realizaba dependiendo del clima y capacidad de campo del sustrato utilizado.

3.5.4. Control fitosanitario

Para la prevención de agentes patógenos se procedió a la aplicación de productos de control fitosanitario para ello se aplicó 1ml de Phython (Sulfato cúprico pentahidratado) (fungicida

/bactericida) por cada litro de agua, 1ml de insecticida Engeo (141 Tiametoxam + 106 Lambdacihalotrina) 2 ml en un litro de agua cada 8 días, además se procedió a la aplicación de fungicida Triomax (290 g/kg de Oxiclورو de Cobre + 120 g de Mancozeb + 40 g de Cymoxanil)a dosis de 2,5 gramos por litro de agua.

Por consiguiente, se empleó fungicida orgánico a base de Trichoderma para la prevención de dumping off, la dosis empleada fue de 50 gramos por 20 litros de agua, la aplicación fue empleada en la germinación de las plántulas de balsa cada 8 días posterior al repique.

3.6. Variables evaluadas

3.6.1. Altura total

En la altura total se tomaron los datos en centímetros (cm) desde la base hasta el ápice, la muestra será de 10 plantas del medio del cultivo seleccionadas al azar, se inicia con el proceso de toma de esta variable cada 15 días hasta cumplir los 45 días posterior al repique, el instrumento para la recolección de datos en esta variable será una regla graduada de 30 cm.

3.6.2. Número de hojas

Se contabilizaron el número de hojas a partir del repique, esta variable se realizó cada 15 días hasta cumplir los 45 días, las hojas falsas se contabilizaron. Para esta variable se determinó la moda para cada tratamiento.

3.6.3. Diámetro de tallo

Los datos del diámetro del tallo se midieron en milímetros (mm), tomando en cuenta 10 plantas del medio del cultivo al azar, para ello se requiere de un calibrador digital Vernier. Los datos de esta variable se tomaron a los cada 15 días hasta cumplir los 45 días posteriores al repique.

3.6.4. Largo de raíz

Se midió en centímetros desde el inicio de la parte radicular hasta el final de la raíz principal, se tomarán en cuenta las plantas del medio del cultivo al azar, para ello se requiere de una regla de 15 cm. Los datos de esta variable se tomaron a los 45 días posterior al repique.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADO

4.1. Altura de la planta (cm)

Al evaluar la altura de las plantas a los 15 días, se obtuvo que el valor p es menor a 0,05, por lo que se rechazó la hipótesis nula de igual de medias. Se realizó una prueba de comparación múltiple de Duncan y se obtuvo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, en donde el mejor fue el T2 (giberelinas), con 5.5 cm, seguido por el T3, T4 y T1. En lo que respecta a la altura de la planta a los 30 días se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) con los mejores resultados en el T2 con 12.3 cm. El tratamiento 2 (Giberelinas) con el uso de newGibb 10% se obtuvo el mayor promedio de altura de planta durante los 45 días con 20.4 cm. Seguida de los tratamientos 3 (Cytokin) y las auxinas (hormonagro 1), presentó una altura de 4.2 cm, siendo el de menor promedio igual estadísticamente al tratamiento testigo cuyo valor fue de 3.5 cm.

Tabla 1-4: Promedio de altura de las plantas de los 15, 30 y 45 días

TRATAMIENTOS											
Variables	1		2		3		4		EE	DS	P
Altura 15 días (cm)	2.0	d	5.5	a	2.2	b	2.1	c	2.94	0.144	0,000
Altura 30 días (cm)	2.6	c	12.3	a	4.3	b	2.7	c	5.45	0.451	0,000
Altura 45 días (cm)	4.2	c	20.4	a	6.1	b	3.5	d	8.54	0.652	0,000

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

El tratamiento 2 (giberelinas), presenta el mayor porcentaje de éxito para la variable respuesta “altura” con un promedio de 20.4 cm. Este promedio se encuentra en rangos similares reportados por (Fuentes, 2021, p. 21) que obtuvo una media general de esta variable que fue de 21,45 cm. Según (Mondragón, 2016, p. 75) el lento crecimiento se asocia con plantas más robustas y potencialmente más resistentes al estrés provocado por el trasplante.

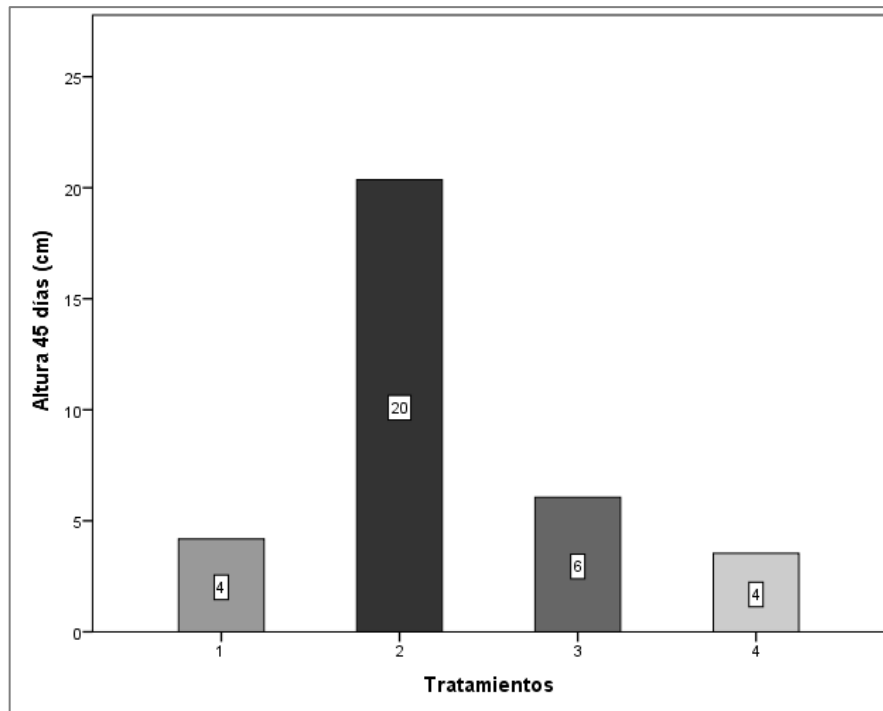


Ilustración 1-4: Media de altura de las plantas de los 45 días

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

4.2. Número de hojas/ planta

Al evaluar el número de hojas a los 15 días, se obtuvo que el valor p es menor a 0,05 por lo que se rechazó la hipótesis nula de igualdad de medias. Se realizó una prueba de comparación múltiple de Duncan y se obtuvo que el mayor número de hojas se obtuvo con los tratamientos T2 (giberelinas) y T3 (Cytokin) con un promedio de 5 hojas/planta, seguido por el T1 (Hormonagro1) y T4 (Testigo). Mediante los 30 días las plantas tuvieron diferencias significativas con los mejores resultados en el T2 con un promedio de 5.7 hojas/planta. Al realizar la evaluación a los 45 días se presentaron diferencias entre los tratamientos ($p < 0.05$) con los valores más altos para el T2 con un promedio de 6.2 hojas/planta. Mientras tanto el T1, T3 y T4 con un porcentaje de 6 hojas/planta teniendo el mismo porcentaje de número de hojas en base a ello se estableció que los tres tratamientos tuvieron niveles semejantes y no obtuvieron diferencia.

Tabla 2-4: Promedio del número de hojas/planta 15, 30 y 45 días

TRATAMIENTOS											
Variables	1		2		3		4		EE	DS	P
N° de hojas 15 días	4	b	5	a	5	a	2	c	4.05	0.1	0,000
N° de hojas 30 días	5	c	5.7	a	5	b	4	d	4.92	0.088	0,000
N° de hojas 45 días	6	b	6.2	a	6	a b	6	a b	5.84	0.085	0,000

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

El T2 (giberelinas) presentó el mayor número de hojas durante los 45 días con un promedio de 6.2 hojas/planta. Comparando con Menéndez (2022, p.26) muestra que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, el número de hojas promedio por planta fue 6 hojas. Según información publicada por el INTA (2018, pp.71–72) y por la Comisión Nacional Forestal (2012, p. 4) la cual explica que las plantas posean ciertas características cómo la altura del tallo no supere los 30 cm, que tenga un rango de 7 a 8 hojas verdaderas, que presenten un alto nivel de vigorosidad, con hojas anchas y largas, mismas que presenten una coloración verde oscura, ya que una planta de calidad debe presentarse vigorosa y sana, sus raíces deben ser abundantes y no debe presentar manchas ya sea por deficiencia de nutrientes, ataque de plagas, enfermedades u otros agentes patógenos.

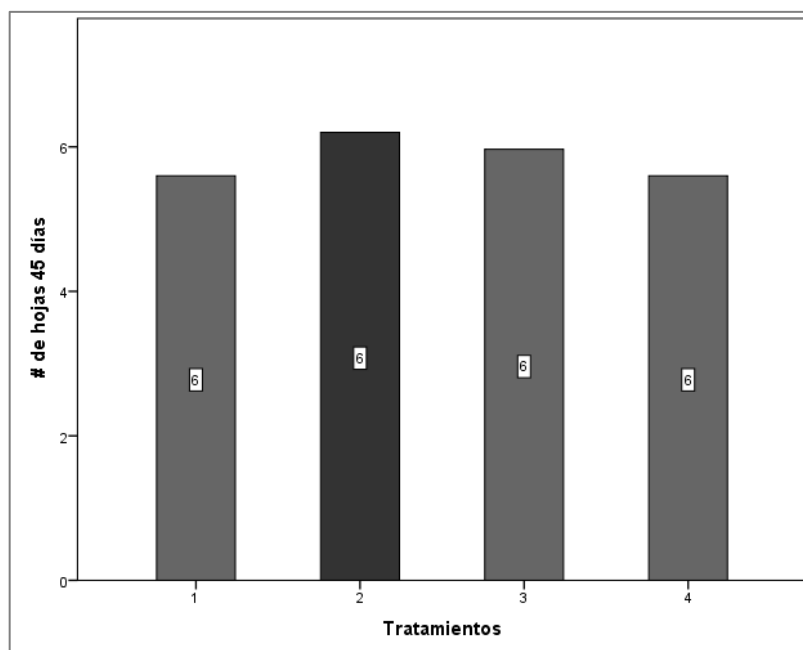


Ilustración 2-4: Media del número de hojas de los 45 días

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

4.3. Diámetro del tallo (mm)

Con los resultados obtenidos para la variable diámetro del tallo (mm), durante los 15 días se obtuvo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, el cual fue el T2 (NewGibb 10%) fue el mejor con un promedio de 1.6 mm seguido por el T3, T1 y T4. En los 30 días tuvieron diferencias significativas, con los mejores resultados con la aplicación del T3 (Cytokin) el cual fue superior estadísticamente al resto de tratamientos con un promedio de 2.08 mm seguido por el tratamiento T2 (newGibb 10%) con un promedio de 2 mm. Las plantas durante los 45 días tuvieron un mejor desarrollo en el diámetro, en el cual el mejor tratamiento es el T3 (Cytokin) con un promedio de 2.50 mm.

Tabla 3-4: Promedio del diámetro del tallo durante los 15, 30 y 45 días.

TRATAMIENTOS											
Variables	1		2		3		4		EE	DS	P
Diámetro del tallo 15 días	1.28	c	1.6	a	1.51	b	1.32	c	1.4	0.022	0,000
Diámetro del tallo 30 días	1.44	b	2	a	2.08	a	1.42	b	1.7	0.033	0,000
Diámetro del tallo 45 días	1.85	c	2.1	b	2.50	a	1.85	c	2.1	0.033	0,000

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

El T3 (Cytokin) presentó el mayor diámetro del tallo (mm) durante los 45 días con un promedio de 2.50 mm. En comparación con Fuentes (2021, p.22) que presento mayor diámetro del tallo del tratamiento 2 con 0,45 centímetros, utilizando el producto químico (New Robust) en el cual su ingrediente activo es ácido giberélico.

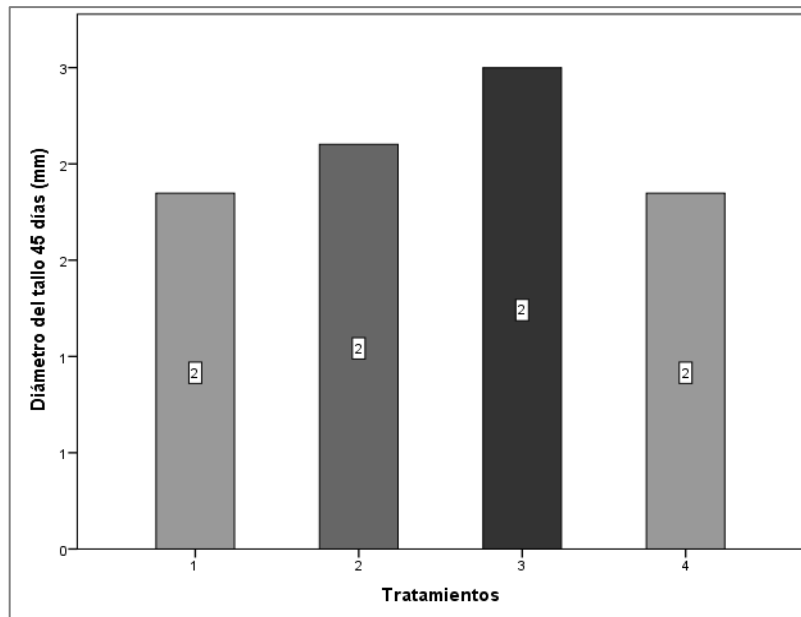


Ilustración 3-4: Media del diámetro del tallo de los 45 días

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

4.4. Largo de la raíz (cm)

La ilustración 1-4 muestra una representación de un gráfico de barras realizada a los valores del largo de raíz, teniendo así, las principales diferencias estadísticas entre las medias significativas, en la aplicación del T2 (NewGibb 10%) el cual fue superior estadísticamente al resto de tratamientos con una media de 9 cm, por otro lado, los rendimientos del T1 y T3 son iguales con una media de 8 cm en el cual no se presentó ninguna diferencia, el tratamiento T4 (testigo) registró el menor porcentaje con una media de 6 cm.

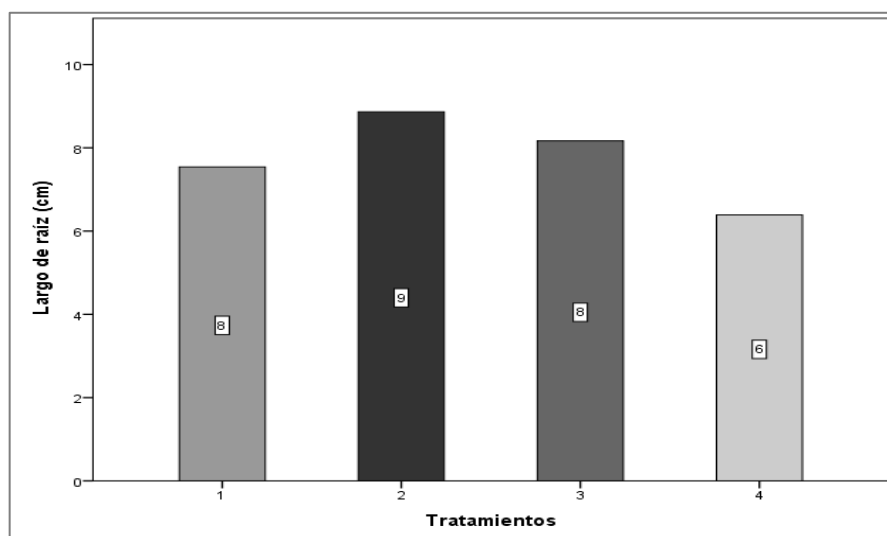


Ilustración 4-4: Media del largo de la raíz (cm) de los 45 días

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

El T2 (NewGibb 10%) presento el mayor porcentaje del largo de raíz con una media de 9 cm. Según, Bonilla, Pino and Logroño (2014, p.13) la raíz influye de manera negativa en el caso de presentarse con mal formaciones y con síntomas de alguna enfermedad, lo cual las raíces no presentaron en los tratamientos.

Tabla 4-4: Análisis económico de la producción de plántulas de balsa (*Ochroma pylamidale*)

COSTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE Balsa EN PELLETS: JIFFYS				
ARTÍCULO	DETALLE		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Semillas	1200	Unidades	0.007 ctvs	8.4
Pellets: fundas biodegradables Jiffys.	1200 unidades		0.08 ctvs	96
Fungicidas y bactericidas				
Triomax	112.5 g		0.013 ctvs	1.46
Trichoderma	112.5 g		0.054 ctvs	6.08
Python	45 ml		0.039 ctvs	1.76
Insecticida Engeo	45 ml		0.075 ctvs	3.37
Fertilizantes				
Nitrofoska Azul	87,5 g		0.005 ctvs	0.43
Cytokin	35 ml		0.026 ctvs	0.91
Hormona de crecimiento (Ácido giberélico 10%)	1 g		0.2 ctvs	0.2
Hormonagro 1	0,20 g		0.25	1.75
Costo de agua de riego	2m3		3.1 ctvs	6.2
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				126.56
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS	1er mes	2do mes	3er mes	4to mes
	126.56	0	0	0
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS	1er mes	2do mes	3er mes	4to mes
Repique	15			
Riego	22	8		
Fertilización	10	5		
Control fitosanitario	10	5		
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS	57	18		

TOTAL, COSTOS DIRECTOS + TOTAL COSTOS INDIRECTOS					
T+B28:F30 TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL ENSAYO		1er mes	2do mes	3er mes	4to mes
		183.56	18		
COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL ENSAYO	PLANTAS POR HÉCTAREA 1111	COSTO DE PRODUCCIÓN POR PLANTA			
201.56	COSTO POR HECTAREA 186.61	0.17 centavos de dólar			

Realizado por: Granda, Kerly, 2023.

Luego de haber calculado los costos directos e indirectos para la producción de plantas de balsa a condiciones de vivero se logró determinar que el precio requerido para producir en pellets Jiffys para nuestro ensayo fue de 201,56 dólares y el costo por hectárea es de 188.87 dólares, lo que nos quiere decir que para producir una planta de balsa en vivero y utilizando pellet (Jiffy) es de 0,17 ctvs.

CONCLUSIONES

Al evaluar los efectos de las fitohormonas en las plantas de balsa (*Ochroma pyramidale*), se determinó que existe diferencias significativas en el crecimiento de las plántulas, siendo el T2 (giberelinas) con el uso del producto NewGibb 10% obteniendo un promedio de 20.4 cm en la variable altura en los 45 días, a comparación del tratamiento testigo el cual no obtuvo ninguna diferencia.

En términos generales podemos decir que el fitorregulador NewGibb 10 % con base de Giberelinas presentó un aumento significativo de altura de la planta, número de hojas y largo de raíz siendo las plantas de manera visible las más altas. El tamaño de las plantas de Balsa es un factor muy importante en la fase inicial del crecimiento debido a que se acelera su división celular y esto nos ayudaría a explotar la genética inicial y reflejándose en el campo con plantas con tallos más altos y por ende mayor cantidad de madera.

Para nuestro análisis económico se determinaron los costos fijos y costos variables del ensayo dando como resultado que para producir 1200 plantas existió un gasto de 201.56 dólares esto quiere decir que para producir plantas de balsa en vivero para una hectárea a una distancia de 3 x 3 donde ingresan 1111 plantas se requiere un costo de 188.87\$ lo que nos refleja un costo unitario de 0,17 centavos por planta.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios con algún producto comercial que contengan las tres fitohormonas y hacer comparaciones con otros estimulantes del crecimiento de tal manera que se explote al máximo la genética de esta madera y que estos estudios sirvan a los agricultores de la zona obteniendo mayor rendimiento por planta y por ende mayor producción por hectárea. Debido a su bajo porcentaje de germinación se recomienda realizar estudios para incrementar su germinación.

Se recomienda que en la fase de vivero se utilice fertilizantes con alto contenido Calcio (Ca) para tener plantas con tejidos muy resistentes y que posteriormente nos ayudará para prevenir ruptura de la madera por acción del viento.

BIBLIOGRAFÍA

ACCIÓN ECOLÓGICA. Balsa en Ecuador# 6: Plantaciones, poblaciones silvestres y nuevos espacios ocupados por la balsa. 2021. [en línea]. [Consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.accionecologica.org/balsa-en-ecuador-6-plantaciones-poblaciones-silvestres-y-nuevos-espacios-ocupados-por-la-balsa-2/>.

AGRIPLANT. *Jiffy Pellets Forestal - Ficha Técnica.* [blog]. 2019. [Consulta: 8 noviembre 2022]. Disponible en: <https://agriplant.com.pe/pdf/jiffy-forestal.pdf>.

ALCANTARA CORTES, J.; et al. "Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal". *NOVA*, [en línea], 2019, 17(32), p. 112. [Consulta: 8 noviembre 2022]. Disponible en: <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/1036/1425>.

ALMAGRO DE LA CUEVA, P.; & JIMÉNEZ, H. Evaluación del Crecimiento Inicial de la Balsa (*Ochroma pyramidale Cav. ex Lam. Urb.*) de dos Procedencias, bajo cinco Densidades Poblacionales en el cantón Santo Domingo [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la vida. Santo Domingo-Ecuador. 2013. p. 16. [Consulta: 2 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/6542>.

ASOCIACIÓN ECUATORIANA DE INDUSTRIALES DE LA MADERA (AIMA). *Cifras Industria Forestal* [blog]. 2020. [Consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: <https://iila.org/wp-content/uploads/2021/04/AIMA-Cifras-2020.pdf>.

AVEROS SUÁREZ, Joselyn Brigitte. Fluctuación poblacional de *Premnobius cavipennis* Eichhoff (*Coleoptera; Curculionidae; Scolytinae*) en plantaciones de balsa [*Ochroma pyramidale (Cav. Ex. Lam) Urb*] en la zona centro del litoral Ecuatoriano [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera Ingeniería Forestal. Quevedo - Los Ríos – Ecuador. 2017. p. 10. [Consulta: 2 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2290>.

BONILLA, C.; PINO, M.; & LOGROÑO, J. *Guía Técnica Manejo de Viveros Forestales* [blog], Hirozumi, 2014. [Consulta: 24 noviembre 2022] Disponible en: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Manejo-de-Viveros-Forestales.pdf>.

BORJAS, R.; JULCA, A.; & ALVARADO, L. "Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura". *Journal of the Selva Andina Biospher*, [en línea], 2020, (Perú) 8(2), pp. 151-158. [Consulta: 6 diciembre 2022]. ISSN 2308-3859. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592020000200007&script=sci_arttext.

BRAVO, E. *Expansión de la energía eólica en China y la tala de balsa en el Ecuador*. [en línea]. Ecuador: Action Solidarité Tiers Monde, 2021. [Consulta: 30 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.naturalezaconderechos.org/wp-content/uploads/2021/09/LA-BALSA-SE-VA.pdf>.

BRAVO, Elizabeth; YÁNEZ, Ivonne; & BONILLA, Felipe. *La extracción de balsa en el Ecuador: Nuevas geografías y naturalezas. Sobre los bosques del Ecuador, zona de sacrificio de la industria eólica china*. Ecuador: Energía mundo. 2021. [Consulta: 29 octubre 2022]. Disponible en: https://cl.boell.org/sites/default/files/2021-12/E_y_E_2021-N3_Energia_Mundo.pdf#page=40

CARRERA, I. *Cultivo de balsa (Ochroma lagopus)* [blog]. Scribd, 2017. [Consulta: 31 octubre 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/65319859/Cultivo-de-La-Balsa>.

CASTRO OLAYA, J.; et al. "Ataque de *Coptoborus ochromactonus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en plantaciones de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.)". *Revista Ciencia y Tecnología* [en línea], 2017 (Ecuador) 10(2), pp. 19-23. [Consulta: 2 noviembre 2022]. ISSN 1390-4043, 1390-4051. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6261809>.

COMISIÓN EPISCOPAL DE EDUCACIÓN. *Viveros Agroforestales* [blog]. 2014. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <https://formaciontecnicabolivia.org/sites/default/files/publicaciones/cartillaviveros.pdf>.

CORDERO, Jesús. *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas* [en línea]. Bib. Orton IICA/CATIE, 2003. [Consulta: 1 noviembre 2022]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=q-0NAQAIAAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=arboles+de+centroamerica&ots=Euh2k9idgz&sig=cXkQdEfgy2t1A28jYnVRSa3zqOM#v=onepage&q=arboles%20de%20centroamerica&f=false>.

CUADROS MENDOZA, N.D. PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE MADERA DE Balsa [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Universidad Espíritu Santo, Facultad de Economía y Ciencias Empresariales. Samborondón-Ecuador. 2013. p. 12. [Consulta: 2 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/861>.

DIRECTORIO FORESTAL MADERERO. Balsa. *Forestal Maderero* [blog]. 2018. [Consulta: 31 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.forestmaderero.com/articulos/item/balso.html>.

DOUMET PÁRRAGA, A.; RUIZ, A.; & SÁNCHEZ, A. "Cadena de valor del cultivo del árbol de balsa". *Dominio de las Ciencias* [en línea], 2021, (Ecuador) 7(3), pp. 542-549. [Consulta: 4 noviembre 2022]. ISSN 2477-8818. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1950>.

FAO. *Cartilla: Realiza tu propio vivero forestal* [blog]. 2021. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/cb6704es/cb6704es.pdf>.

FEHLING-FRASER, Tara C. and CECCON, Eliane. "Macropropagación de *Erythrina* americana en invernadero: una herramienta potencial para la restauración de bosques tropicales estacionalmente secos". *Rev. Chapingo ser. cienc. por. ambiente* [en línea], 2015, vol.21, n.1 [citado 2023-01-19], pp.5-16. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182015000100001&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2007-4018. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2014.04.016>.

FICHET LAGOS, T. *Fitohormonas y Reguladores del Crecimiento Vegetal.* | Intagri S.C. [blog]. 2021. [Consulta: 8 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/biosintesis-de-las-fitohormonas-y-reguladores-de-crecimiento>.

FRANCIS, J.K. *Ochroma pyramidale Cav. Balsa. de Silvics of Native and Exotic Trees of Puerto Rico and the Caribbean Islands, Río Piedras.* United States: Department of Agriculture. 2000. [Consulta: 10 noviembre 2022]. Disponible en: [file:///C:/Users/Kase/Downloads/Ochromapyamidale%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/Kase/Downloads/Ochromapyamidale%20(6).pdf).

GONZÁLEZ, B.; OVIEDO, B.; & SIMBA, L. "Un cultivo resiliente para enfrentar el cambio climático, la balsa (*Ochroma pyramidale sw*)". *Revista Científica Ciencia y Tecnología* [en línea],

2018, (Ecuador) 18(20), p. 94. [Consulta: 4 noviembre 2022]. ISSN 2661-6734. DOI 10.47189/rcct.v18i20.226. Disponible en: <http://cienciaytecnologia.uteg.edu.ec/revista/index.php/cienciaytecnologia/article/view/226>.

GONZÁLEZ OSORIO, B.; et al. "Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos-Ecuador". *Ciencia y Tecnología* [en línea], 2010, (Ecuador) 3(2), pp. 7-11. [Consulta: 2 noviembre 2022]. ISSN 1390-4043. DOI 10.18779/cyt.v3i2.94. Disponible en: <https://revistas.uteg.edu.ec/index.php/cyt/article/view/94>.

HERNÁNDEZ SILVA, E.; & GARCÍA MARTÍNEZ, I. "Brasinoesteroides en la agricultura. I". *Revista mexicana de ciencias agrícolas* [en línea], 2016, (Ecuador) 7(2) p. 442. [Consulta: 8 noviembre 2022]. ISSN 2007-0934. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342016000200441&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

INFOAGRO. *Tipos de sustratos de cultivo* [blog]. 2017. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: https://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos2.htm.

INTA. *Manual de vivero* [blog]. 2018 [Consulta: 10 noviembre 2022]. Disponible en: http://www.agrariahurlingham.com.ar/alumnos/2_vivero_manual.pdf.

JIFFY GROUP. *Catalogo - Jiffy Group* [blog]. [Consulta: 8 noviembre 2022]. Disponible en: <https://jiffygroup.com/wp-content/uploads/2020/06/JIFFY-PRODUCT-CATALOGUS-ES-WT-ONLINE-small.pdf>.

LUNA, Tara; LANDIS, Thomas D.; & DUMROESE, R. Kasten. *Contenedores: aspectos técnicos, biológicos y económicos*. [en línea] Argentina: Centro de Investigacion y Extension Forestal Andino Patagonico, 2012. [Consulta: 4 noviembre 2022]. Disponible en: <http://cienciaytecnologia.uteg.edu.ec/revista/index.php/cienciaytecnologia/article/view/226>.

MERCHÁN ACOSTA, W.; & LEÓN ROSARIO, F. Análisis de las oportunidades de exportación de balsa y de los pequeños productos mediante los beneficios de las Economía Popular y Solidaria [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas, Carrera Ingeniería Comercial. Guayaquil. 2017. p. 18. [Consulta: 3 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/24654>.

MIDGLEY, S.; et al. *Balsa: biology, production and economics in Papua New Guinea*. [en línea]. *Papua New Guinea*: ACIAR Technical Reports Series, 2010. [Consulta: 31 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103209212>.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. *Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo basado en la Conservación del Suelo* [blog]. 2005. [Consulta: 23 octubre 2022]. Disponible en: https://www.jica.go.jp/project/spanish/panama/2515031E0/data/pdf/1-28_01.pdf

MOLINA, X. y NAVARRETE, E., *Caracterización del cultivo de balsa* [blog]. 2010. [Consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: https://uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C1_2n22010.pdf.

MUNICIPALIDAD DE FRANCISCO DE ORELLANA. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Municipalidad de Francisco de Orellana* [blog]. 2018 [Consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: www.orellana.gob.ec.

ORTIZ PADILLA, M. Caracterización de la densidad de madera de balsa (*Ochroma pyramidale*) en dos zonas edafoclimáticas de la costa ecuatoriana [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería), Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Ingeniera en Ambiente y Desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura. Honduras. 2018. p. 1. [Consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/42811584/Caracterizaci%C3%B3n_de_la_densidad_de_madera_de_balsa_Ochroma_pyramidale_en_dos_zonas_edafoclim%C3%A1ticas_de_la_costa_ecuatoriana.

PARRA, P. *La balsa, la apuesta del sector maderero* [blog]. 2015. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://xdoc.mx/preview/consultar-articulo-5e0baca90a326>.

PINARGOTE MELENDRES, E. *Determinación de la densidad de madera de balsa (Ochroma pyramidale Cav. Ex Lam. Urb.) en plantaciones comerciales de cuatro diferentes edades en el litoral Ecuatoriano*. [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería), Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal. Los Ríos-Ecuador. 2019. p. 20. [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3760>.

RAMOS CORRALES, P. «Balsa» *Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb. (Bombacaceae)* Etnobotánica, anatomía, ensayos fitoquímicos y actividades biológicas [en línea] (Trabajo de

titulación) (Doctorado) Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Exactas, Doctor de la Facultad de Ciencias Exactas (Área Ciencias Biológicas). 2016. pp. 13-14. [Consulta: 1 noviembre 2022]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/56011>.

SALAZAR VALVERDE, J. Análisis de la cadena de suministros y comercialización de madera balsa (*Ochroma pyramidale*) de la empresa Balplant al mercado chino [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas, Carrera en Comercio Exterior. Guayaquil. 2018. pp. 14-33. [Consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/30229>.

SEMBRALIA. *Tipos de Sustratos para el Cultivo de Plantas* [blog]. 2021. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <https://sembralia.com/blogs/blog/tipos-de-sustrato>.

SERNA MOSQUERA, Y.; TORRES, J.; & ASPRILLA, Y. "Durabilidad natural de la madera de *Ochroma pyramidale* Urb. en el municipio de Atrato, Colombia". *Entramado* [en línea], 2020, (Colombia), 16(1), pp. 192-202. [Consulta: 30 octubre 2022]. ISSN 1900-3803, 2539-0279. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265464211014>.

TIGUA, S.; & GUAMÁN, N. Exportación de madera de balsa ecuatoriana hacia el mercado chino [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Facultad de Administración, Carrera de Comercio Exterior. Guayaquil. 2022. p.1. [Consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5065>.

VÁSQUEZ, D. Plan de exportación de madera balsa boyá de la Empresa Malsa Wood Ec hacia el mercado alemán [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de Otavalo, Carrera de Comercio Exterior y Finanzas. Otavalo - Ecuador. 2021. p. 17. [Consulta: 3 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uotavalo.edu.ec/handle/52000/308>.

TIGUA, S.; & GUAMÁN, N. Exportación de madera de balsa ecuatoriana hacia el mercado chino [en línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Facultad de Administración, Carrera de Comercio Exterior. Guayaquil. 2022. p.1. [Consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5065>.

VILLACÍS NÚÑEZ, C.; et al. "Caracterización de las propiedades mecánicas de la madera de balsa (*Ochroma Pyramidale*) Ecuatoriana". *Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE* [en línea], 2018, (Ecuador) 13(1), p. 61. [Consulta: 28 octubre 2022]. ISSN 1390-4663. Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/788>.

WWF- ECUADOR. *Análisis del Sistema de Explotación de la Balsa y sus Impactos Socioeconómicos y Ambientales en Territorios Indígenas de Amazonía*, [en línea]. Quito, Ecuador: Libsa 2022. [Consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/analisis_explotacion_balsa.pdf.

ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS MEDIAS EN KRUSKAL WALLIS.

Variables	TRATAMIENTOS										
	1		2		3		4		EE	DS	P
Altura 15 días (cm)	1.96	d	5.53	a	2.20	b	2.08	c	2.94	0.144	0.00
Altura 30 días (cm)	2.62	c	12.25	a	4.25	b	2.683	c	5.45	0.451	0.00
Altura 45 días (cm)	4.18	c	20.36	a	6.06	b	3.54	d	8.54	0.652	0.00
Nº de hojas 15 días	4.00	b	4.97	a	4.77	a	2.47	c	4.05	0.100	0.00
Nº de hojas 30 días	4.93	c	5.67	a	5.33	b	3.73	d	4.92	0.088	0.00
Nº de hojas 45 días	5.60	b	6.20	a	5.97	b	5.60	b	5.84	0.085	0.19
Diámetro del tallo 15 días (mm)	1.28	c	1.63	a	1.51	b	1.32	c	1.44	0.022	0.00
Diámetro del tallo 30 días (mm)	1.44	b	1.96	a	2.08	a	1.42	b	1.73	0.033	0.00
Diámetro del tallo 45 días (mm)	1.85	c	2.10	b	2.50	a	1.85	c	2.07	0.033	0.00
Largo de raíz (cm)	7.54	b	8.86	a	8.17	b	6.39	c	7.74	0.174	0.00

ANEXO B: TRATAMIENTO 1 (AUXINAS)



ANEXO C: TRATAMIENTO 2 (GIBERELINAS)



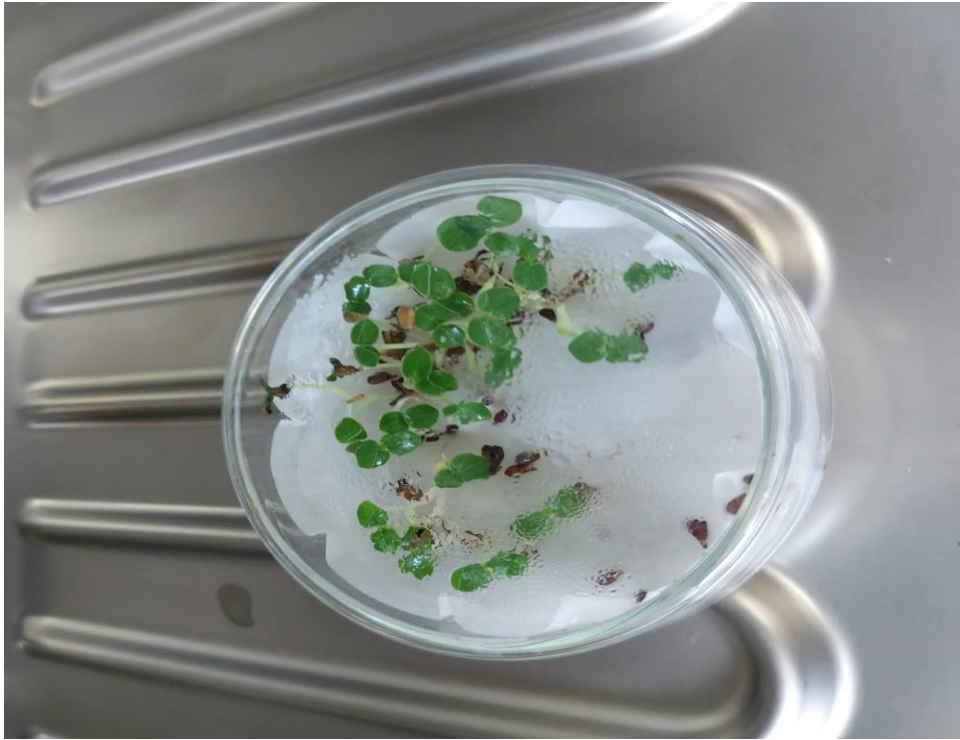
ANEXO D: TRATAMIENTO 3 (CITOQUININAS)



ANEXO E: LOS TRES TRATAMIENTOS



ANEXO F: DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE DE GERMINACIÓN



ANEXO G: AUXINAS



ANEXO H: GIBERELINAS



ANEXO I: CITOQUININAS



ANEXO J: RECOLECCIÓN DE DATOS.





epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 24 / 04 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Kerly Jazmin Granda Granda
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniera Agrónoma
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz