



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**EXTENSIÓN CHONE**

**Título:**

Influencia de intervalo de riego en el establecimiento de balsa (*Ochroma pyramidale*) en condiciones de secano con la aplicación de hidrogel en el cantón Chone

**Autoras:**

Molina Ostaiza Cinthya Aracely

Varela Zambrano Jenny Margarita

**Unidad Académica**

Extensión Chone

**Carrera:**

Ingeniería Agropecuaria

CHONE – MANABÍ - ECUADOR

2023

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Rubén Darío Rivera Fernández M. Sc. Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, en calidad de Tutor.

Que el presente **TRABAJO DE TITULACIÓN** titulado: “**Influencia de intervalo de riego en el establecimiento de balsa (*Ochroma pyramidale*) en condiciones de secano con la aplicación de hidrogel en el cantón Chone.**” ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Los conocimientos y las opiniones vertidos en este proyecto de titulación son producto del trabajo, perseverancia y originalidad de su autora: **MOLINA OSTAIZA CINTHYA ARACELY Y VARELA ZAMBRANO JENNY MARGARITA**, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, abril de 2023

---

Ing. Rubén Darío Rivera Fernández M. Sc

**TUTOR**

## DECLARACION DE AUTORÍA

Nosotras siendo: Cinthya Aracely Molina Ostaiza y Jenny Margarita Varela Zambrano, exponemos ser las autoras del presente Trabajo de Titulación en la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí Extensión Chone:

**INFLUENCIA DE INTERVALO DE RIEGO EN EL ESTABLECIMIENTO DE Balsa (OCHROMA PYRAMIDALE) EN CONDICIONES DE SECANO CON LA APLICACIÓN DE HIDROGEL EN EL CANTÓN CHONE** siendo nuestro tutor el Ing. Rubén Rivera Fernández del presente Trabajo de Titulación. Además, expresamos a la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. También, certificamos que las ideas, opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidos en el presente trabajo investigativo son de nuestra responsabilidad.

Finalmente, cedemos los derechos de este trabajo a la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, para que forme parte de su patrimonio de propiedad intelectual de investigaciones científicas.

Chone, abril del 2023

---

Molina Ostaiza Cinthya Aracely

**AUTORA**

---

Varela Zambrano Jenny Margarita

**AUTORA**



**APROBACIÓN DE TRIBUNAL  
UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ  
EXTENSIÓN CHONE**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“INFLUENCIA DE INTERVALO DE RIEGO EN EL ESTABLECIMIENTO DE Balsa (*Ochroma pyramidae*) EN CONDICIONES DE SECANO CON LA APLICACIÓN DE HIDROGEL EN EL CANTÓN CHONE”**, elaborado por los egresados **MOLINA OSTAIZA CINTHYA ARACELY** y **VARELA ZAMBRANO JENNY MARGARITA** de la carrera de Ingeniería Agropecuaria.

Chone, abril del 2023

---

Lic. Yenny Zambrano Villegas

**DECANA**

---

Ing. Rubén Darío Rivera Fernández

**TUTOR**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Lcda. Indira Zambrano Cedeño Mg

**SECRETARIA**

## DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía y fortaleza, a mis padres Darwin Molina y Yina Ostaiza y a mi hermano Josthyn Molina Ostaiza que ha sido mi pilar fundamental en mi vida ya que con el esfuerzo de ellos y apoyo incondicional y consejos he tenido la oportunidad de estudiar, y superarme cada día y gracias por creer en mí que con esfuerzo y valentía de no tenerles miedo a las adversidades he alcanzado unas de las tantas metas que tengo en mi vida.

También le dedico a mi familia por su cariño y apoyo incondicional y por siempre estar ahí a mis amigos con quienes compartí alegrías y penas, gracias por sus consejos y palabras de alientos y por siempre estar hay para mí.

Además, agradecerle a mi bina por el apoyo en el trabajo de investigación mí estimada Jenny Varela por hacer inercia; a mí querido tutor el Ing. Rubén Rivera por terneros paciencia y creer en nosotras.

***Aracely Molina***

## DEDICATORIA

Primeramente, agradecida con Dios por bríndame la grata sabiduría y fortaleza, a mi Señora madre Diana María Zambrano Mejía y mi hermano Ney Rubén Varela Zambrano por su amor incondicional y sus sabios consejos brindado a lo largo de este proceso de aprendizajes.

A mis dos ángeles que desde el cielo me cuidan Señor padre Milton Javier Mejía y a mi tía Lidia Victoria Mejía quienes hoy están ausentes para celebrar mi triunfo, pero sé que del cielo celebran conmigo.

Como no agradecerle a mi bina de trabajo de investigación mí estimada Aracely Molina por hacer inercia; a mí querido tutor el Ing. Rubén Rivera por tenernos paciencia y creer en nosotras.

A mis compañeros/as con quienes hemos compartí alegrías y penas, siempre los tendré presentes.

***Jenny Varela***

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos expresar nuestra gratitud primero a Dios, quien con sus bendiciones llena nuestra vida y familiares por siempre estar presentes apoyándonos gracias a cada uno de las personas que estuvieron hay en nuestro estudio desde el principio y final de carrera para obtener nuestro título de tercer nivel, a nuestros profesores que nos brindaron conocimientos en las aulas de nuestra distinguida institución.

Además, agradecer a todas las autoridades y personal que hacen la ULEAM Extensión Chone, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuaria por confiar en nosotras y abrirnos sus valiosos conocimientos para formarnos como profesional.

Finalmente, queremos expresar nuestros más grandes y sinceros agradecimientos a nuestro distinguido tutor el Ing. Rubén Darío Rivera Fernández M.SC, que ha sido nuestro principal colaborador durante todo este proceso impartiendo con su excelencia el conocimiento, brindado durante toda esta investigación quien con su dirección y enseñanza contribuyó en el desarrollo de este trabajo, muchas gracias.

**Aracely y Jenny**

## RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en la provincia de Manabí en el cantón Chone, en la finca “San José”. Se tuvo como objetivo evaluar distintos intervalos de riego con el uso de hidrogel en el establecimiento de balsa (*Ochroma pyramidale*). Se estudió tres intervalos de riego: 15, 30 y 45 días aplicando 2 litros de agua por planta en cada riego, además, se contó con tres tratamientos como testigo con el mismo intervalo de riego, pero sin la aplicación de hidrogel. La dosis de hidrogel fue de 5 g/planta previamente hidratado. La balsa se estableció a un distanciamiento de 3 x 3 m. Se midió las variables altura de planta, estrés hídrico y sobrevivencia evaluadas cada 15 días durante el experimento. Los resultados sugieren que a menor intervalo de riego se tiene una mayor sobrevivencia indiferentemente si la planta tenga o no hidrogel. Sin embargo, el hidrogel permitió obtener una menor cantidad de plantas con estrés hídrico y menor mortalidad. También se evidenció que desarrollo de la planta es limitado probablemente a causa del estrés que se alcanza en la estación de secado donde se tiene condiciones extremas de estrés. A pesar de las condiciones de estrés hídrico las plantas de balsa alcanzaron niveles aceptables de mortalidad siempre de se aplique hidrogel y con un intervalo de riego de 15 días.

**Palabras claves:** Intervalo de riego, crecimiento, sobrevivencia, estrés hídrico.



## ABSTRACT

This research was carried out in the province of Manabí in the Chone canton, on the "San José" farm. The objective was to evaluate different irrigation intervals with the use of hydrogel in the establishment of raft (*Ochroma pyramidale*). Three irrigation intervals were studied: 15, 30 and 45 days, applying 2 liters of water per plant at each irrigation, in addition, there were three treatments as a control with the same irrigation interval, but without the application of hydrogel. The hydrogel dose was 5 g/preventatively hydrated plant. The raft was established at a distance of 3 x 3 m. The variables plant height, water stress and survival were evaluated every 15 days during the experiment. The results suggest that a shorter irrigation interval has a higher survival regardless of whether or not the plant has hydrogel. However, the hydrogel allowed obtaining a smaller number of plants with water stress and lower mortality. It was also evidenced that plant development is limited probably due to the stress that is reached in the drying season where there are extreme stress conditions. Despite the water stress conditions, the raft plants reached acceptable levels of mortality whenever hydrogel was applied and with an irrigation interval of 15 days.

**Keywords:** Irrigation interval, growth, survival, water stress.

# ÍNDICE

## CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	i
DECLARACION DE AUTORÍA.....	ii
APROBACIÓN DE TRIBUNAL.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>3</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>3</b>
1.1. Generalidades de la Balsa .....	3
1.2. Identificación y manejo del cultivo .....	4
1.3. Características botánicas .....	5
1.4. Zonas de cultivo en el Ecuador .....	6
1.5. Requerimientos Edafoclimáticas .....	7
1.6. Manejo de cultivo y cuidados .....	7
1.7. Actividades culturales pre siembra.....	8
1.8. Usos de la balsa.....	8
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>10</b>
<b>2. DESARROLLO METROLÓGICO .....</b>	<b>10</b>
2.1. Ubicación .....	10
2.2. Manejo del experimento .....	10
2.3. Variable a medir .....	11
2.4. Resultados .....	12
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>15</b>
<b>3. PROPUESTA .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>22</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>22</b>

<b>4.4</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>22</b>
<b>4.5</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>22</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>23</b>
	<b>ANEXOS</b>	

## **INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b>	<b>Clasificación Botánica.....</b>	<b>6</b>
<b>Tabla 2.</b>	<b>Requerimientos edafológicos del cultivo de Balsa.....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla 3.</b>	<b>Valoración de estrés hídrico visual.....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 4.</b>	<b>Sobrevivencia en las plantas de balsa.....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 5.</b>	<b>Estrés hídrico en plantas de balsa al 19 de noviembre 2022.....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 6.</b>	<b>Estrés hídrico en plantas de balsa al 3 de diciembre 2022.....</b>	<b>14</b>

## **INDICE DE FIGURA**

<b>Figura 1.</b>	<b>Ubicación geográfica del cultivo de balsa.....</b>	<b>10</b>
------------------	---	-----------

## INTRODUCCIÓN

En el establecimiento de áreas agrícolas en especial las especies forestales, es muy utilizado el hidrogel como sucede en la siembra de balsa (*Ochroma pyramidale*). Sin embargo, se requiere generar información acerca de técnicas potenciales de implantación, así como de los mecanismos de resistencia y respuesta a condiciones naturales de estrés hídrico al que las especies están sometidas en estas nuevas áreas y la variación climatológica existente entre las distintas especies y poblaciones.

Según Katime-Trabanca, *et al.*, (2004), citado por Idrobo, *et al.*, (2010), la utilización de hidrogel permite mejorar la aireación y estructura de los suelos que se encuentran con baja disponibilidad de agua, los altos costos de la energía requerida para su extracción, así como el incremento en la demanda de la misma en el sector agrícola, hacen necesario implementar un manejo tecnológico más eficiente en el uso y manejo del agua.

La utilización de los hidrogeles también produce una mejor estructura y aireación del suelo, para mantener en él buena cantidad de agua y así realizar intervalos de riegos más amplios; esto ocurre dado que entre los componentes que posee el hidrogel el ácido carboxílico, hace posible el incremento notorio de nutrientes y optimiza la presión osmótica de las especies vegetales para generar mayor distribución de agua y el traslado de alimentos a las plantas (Hernandez & G, 2007).

Al emplear hidrogel en los campos además de beneficiar a las plantas y al suelo, se contribuye con la recuperación de las zonas semiáridas o poco fértiles logrando el beneficio de estos suelos, aumentado la capacidad de retención de humedad que se ha venido encontrando a través de la aplicación de hidrogel (Duarte, *et al.*, 2019).

Para poder estimar la producción agrícola de balsa se necesitan de indicadores hídricos que permitan facilitar la optimización del recurso agua en el riego de forma eficiente y adecuada (Pacheco, *et al.*, 2021), en el contexto actual, el desarrollo

económico y de la política del país es muy importante el manejo del gel hídrico de manera balanceada (González, et al., 2014).

La madera de balsa (*Ochroma pyramidale*), es una especie forestal que es muy solicitada en nuestro país y el mercado mundial por su demanda forestal y maderera, esta planta es cultivada en la selva subtropical del Ecuador, sus principales zonas de producción son las provincias de Los Ríos, Pichincha, Guayas y El Oro así como en lugares de Manabí (Cuadros, 2013), siendo uno de los productos forestales de suma importancia y necesarias para establecer nuevas plantaciones, ya que evitan la erosión y conservan el suelo, ayudan en la polinización de otras plantas forestales. Las principales dificultades que tiene la agricultura en muchos lugares son la escasez de agua y la competencia en el uso de ésta, así como en sectores urbano y peri-urbano que se encuentran relacionados en el uso y la gestión de los recursos naturales.

En el Capítulo I se efectuó una narración bibliográfica de manera general referente al cultivo de balsa el que describe sus características, zonas de cultivo, el grado de capacidad de los suelos, manejos, cuidados, además de las actividades de pre siembra en cuanto al uso de este vegetal y la aplicación de hidrogel para mantener la hidratación de la planta.

En el Capítulo II se desarrolló el experimento producto de esta investigación que permitió tener una idea global en cuanto al uso y manejo de hidrogeles, esto conllevó a encontrar datos que permitan en lo posterior impulsar su incremento en la asiduidad del establecimiento de ésta y otras especies útiles e importantes en la agricultura.

En el Capítulo III se plantea la propuesta que contiene las sugerencias con relación al empleo de hidrogeles como un aporte en beneficio de la comunidad y en la ampliación de nuevos conocimientos científicos.

En el Capítulo IV de este apartado se exponen las conclusiones, recomendaciones referentes al tema del proyecto, adicionalmente consta la bibliografía que proporcionó información primordial fundamento de la investigación.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Generalidades de la Balsa

La Balsa como se la conoce con su nombre científico *Ochroma pyramidale*, es una de las especies silvestres y de maderera nativa de las regiones amazónicas del Ecuador que tiene una nativa distribución en las regiones tropicales y también tiene un gran interés en el mercado internacional. Durante cientos de años, la balsa fue considerada una maleza, que se reproduce mediante cientos de semillas que están en el interior de una vaina y que a su tiempo se abre y con la ayuda del viento puede desaparecerse por varios lugares de la selva o en el campo donde se encuentre sembrado la balsa. En estas condiciones naturales, solo una o dos plantas son las más fuertes puesto que se convierten en árboles maderas, que después se lo puede cortar debido a que es una de las especies de rápido crecimiento porque produce madera adaptable y de alta calidad y con mucha adaptación en el suelo con el hidrogel teniendo en cuenta que puede modificar las propiedades físicas entre esta el incremento en la retención de humedad (Idrobo, Rodríguez , & Díaz , 2010).

Esta planta se la puede encontrar de manera natural en zonas aledañas a las laderas de los ríos especialmente en la selva sub tropical de Ecuador y también se la está utilizando con objeto de reforestación en zonas donde cumpla todas las características del clima para su óptimo desarrollo. Su distribución natural geográfica es desde el sur de México hasta Bolivia y va al este recorriendo la gran parte de Venezuela y las Antillas (Villavelez & Meniado, 1979).

La Balsa, es una de las especies forestales de clima cálido y húmedo requiere de las dos para su desarrollo porque si no tiene de las dos partes fundamentales como el sol y la humedad no se puede reproducir una madera de baja densidad de gran calidad a nivel mundial y por sus diversas aplicaciones ha alcanzado altos niveles de desarrollo siendo de gran relevancia comercial para la Cuenca del río Guayas de Ecuador de donde se obtiene aproximadamente más del 90% de la cosecha mundial. En el comercio internacional se conoce por su nombre común de balsa ecuatoriana (González, *et al.*, 2010).

La Balsa puede soportar mínimas y grandes cantidades de precipitación que pueden alcanzar hasta 1500 mm al año salvo cuando el nivel freático se localiza cerca de la superficie como sucede en las corrientes de agua, ya que está disponible para las raíces; además esta especie desarrolla bien en suelos bien drenados, ya sea limoso o arcilloso, rico en materia orgánica y nutrientes. La balsa es muy sensible a las inundaciones, esta condición impide su desarrollo y también cuando presenta suelos salinos tampoco se desarrolla, son muy sensibles y delicadas (PROFORS, 1999).

La Balsa es una de las materias primas renovables que cada vez son de mayor importancia en un gran número en las zonas donde se cultivan y algunos productores están empezando a aplicar hidrogel a las balsas. Son extremadamente ligeros, pero a la vez tienen una relación de peso-resistencia, por su altitud hecho que la favorece, además, al crear una mayor variabilidad en el hábitat y un microclima que propicia a la adaptabilidad de especies para la germinación y crecimiento (Alice, Montagnini, & Montero, 2004).

### **1.2. Identificación y manejo del cultivo**

Las balsas de plantación necesitan ciertos requisitos, ya que juega un gran papel en la existencia en los bosques plantados. Para establecer sus plantaciones el 73.26% de los productores realizan roza manual, ya que el terreno debe de estar limpio y libre de malezas. En el cultivo de balsa, hay procedimientos a seguir, que son muy importantes para mejorar el cultivo en balsa. Para realizar el cultivo en balsa se debe utilizar un sitio o zona específica que esté limpia y libre de otros cultivos (Soto & Descan, 2004).

La preparación del sitio puede ser manual o mecánica, y consideran los procesos de soca, tumba, repique, quema en caso de ser posible, control de maleza con herbicida que debe ser 10 días antes de la siembra y finalmente la preparación de balizada de acuerdo a las condiciones climáticas, en zonas secas más población y en zonas húmedas menor densidad. La marcación se la realiza con piola y luego se ubican las estaquillas o latillas de 60 cm que se usan en balizada para señalar el

lugar donde se va a sembrar. De esta manera, se asegura el correcto crecimiento de la balsa y una futura exitosa propagación (Soto & Descan, 2004).

### **1.3. Características botánicas**

La *Ochroma piramidales* llamada balsa es una especie que alcanza una altura de 20 a 40 m de altura, y un diámetro entre los 30 – 80 cm. Tiene una copa abierta de varias ramas gruesas y extendidas. También tiene unas hojas grandes, casi redondas, en forma de corazón, de 20 a 40 cm de largo y de ancho, con 7-9 de nervios principales que emergen de la base (nervio palmado) con pecíolos largos ya que la utilización del hidrogel contribuye en el aprovechamiento en la entrega del agua en la producción de los cultivos desde su inicio y todo el desarrollo de la balsa (Alice, Montagnini, & Montero, 2004).

Cantidad de agua utilizada en el riego, cuestión de vital importancia en el contexto El fruto tiene una corteza de color marrón oscuro que se asemeja a la partícula de una manera distintiva y es la madera más ligera conocida, con una densidad de 0.10 a 0.15, algo más ligero que el corcho. Que crece naturalmente en los bosques tropicales de América del Sur, especialmente en las zonas de Ecuador, gracias a la aplicación del hidrogel tiene una capacidad alta para retener la humedad del suelo por lo que puede ser aprovechado para hacer un uso más eficiente del agua en el sector agrícola (Idrobo, Rodríguez , & Díaz , 2010).

De acuerdo a Abad, (2015), a través de este ciclo del agua se evita la acumulación excesiva de contaminantes, naturales en el suelo. Por eso cultiva de una forma natural y mediante reforestación, especialmente en las selvas subtropicales del Ecuador, en donde es uno de los recursos madereros y forestales más utilizados; por ello, es uno de los factores económicos más importantes de la economía de nuestro país.

En el comercio internacional se le conoce colectivamente con su nombre común es la balsa ecuatoriana. Esta especie ha alcanzado un alto nivel de desarrollo, desde la reforestación hasta su posterior procesamiento, lo que la convierte en la madera de balsa de mayor calidad en el mundo. La especie es de gran importancia comercial en la cuenca del Río Guayas (Rojas, *et al.*, 2004a).



Alcanza una altura de 25 a 35 m de altura y a los 3 años, que es la altura final es recomendada, que se distingue de otras maderas por su suavidad, ligereza y bajo encogimiento. La balsa requiere un clima cálido y húmedo, con una precipitación mínima de unos 1.500 mm anuales y una máxima de 4.000 mm, obviamente para obtener unos excelentes resultados en cuanto a cantidad y calidad de la madera ya que favorecer el desarrollo del sistema radicular, el crecimiento de la planta, mejoran la actividad biológica e incrementan la producción (Rojas, *et al.*, 2004b).

Es importante recalcar que la balsa es una especie forestal apreciada por su rápido crecimiento y cualidades ecológicas priorizando a la conservación del medio ambiente, apreciada también por su resistencia, luz, ligereza y sus sorprendentes propiedades que tiene la necesidad de incrementar la eficiencia del uso del agua ha propiciado la búsqueda de mejores tecnologías en el riego (Vargas, *et al.*, 2010).

**Tabla 1. Clasificación Botánica**

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>Familia</b>	<i>Bombacacea</i>
<b>Genero</b>	<i>Ochroma</i>
<b>Especie</b>	<i>Lagopus</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Ochroma lagopus</i>
<b>Nombre vulgar</b>	Balsa, Gatillo, Lana, Tuciumo, Huampo, Guano, Lanero, entre otros

**Fuente:** (Villavelez & Meniado, 1979).

#### **1.4. Zonas de cultivo en el Ecuador**

Los asentamientos agrícolas en los cultivos de balsa se dividen principalmente en las zonas costeras. En la provincia de Pichincha, la balsa se encuentra como un cultivo de explotación establecido. En otras provincias, especialmente en las costeras y orientales, se encuentran en su estado natural. En la costa y oriente del Ecuador cultivamos balsas maderables de forma natural sin excluirlas en lugares donde el suelo y las condiciones climáticas y topográficas lo permitan. En Chone se

encuentran extensiones de tierras dedicadas a la siembra de balsa, sitios como Tigrillo, Convento, que se dedican al cultivo de Balsa en plantaciones comerciales en Ecuador es decir 150 a 200 m<sup>3</sup> por hectárea a los 6 años. Dicho proceso ocurre a distintas velocidades de acuerdo al grado de polimerización del material (Guerrero, *et al.*, 2010).

### 1.5. Requerimientos Edafoclimáticas

**Tabla 2. Requerimientos edafológicos del cultivo de Balsa**

<b>Altitud</b>	0 – 1.000 msnm
<b>Precipitación</b>	1.500 – 3.000 mm, pudiendo soportar 500 mm.
<b>Altura</b>	22 – 27 ° C

**Fuente:** (Forestal E. , 2012).

Los requisitos mencionados anteriores, además de suelo profundo, con materia orgánica, y también tiene una buena aireación, con tipos de suelo fluviales, suelo franco arenoso o suelo ligeramente arcilloso, pueden promover el crecimiento óptimo de esta especie. La determinación de la humedad natural del suelo es primordial para resolver problemas vinculados a las necesidades de agua de riego, consideraciones ambientales y determinación de los excedentes hídricos (Reyna, *et al.*, 2011).

### 1.6. Manejo de cultivo y cuidados

De un kilogramo de semillas se pueden obtener al menos 35.000 plantas. Para el tratamiento previo a la germinación, debe remojar las semillas en agua hirviendo durante 2 minutos o usar papel de lija hasta que se muestre las semillas esté en porosas, luego dejar en agua durante 2 horas. El almacigo se usa como germinador con sustratos que pueden ser de arena en una proporción de 1:3, luego de que las plantas tengan 2-8 cm trasplantarlas en bolsas plásticas. Se recomienda utilizar tierra fértil y cascarilla de arroz a razón del 20% para el sustrato de la bolsa. El árbol de la balsa debe alcanzar de 6 a 25 cm antes de ser llevada al campo (Forestal E. , 2012).

Para el establecimiento de las bases de forestación es necesario contar con buen material genético (variedades de semillas - plantas), una vez producidos se deben seleccionar árboles con características especiales, robustos, de tamaño suficiente, fuertes y sanos, y sobre todo rústicos y lignificada, con un manejo forestal oportunista y tecnificado se podrá obtener madera de buena calidad y cantidad, reduciendo así el impacto al medio ambiente. Algunos investigadores indican que el uso de polímeros hidrófilos mejoran la capacidad de retención de agua en suelos donde es baja su retención (Arbona, *et al.*, 2005).

### **1.7. Actividades culturales pre siembra**

De acuerdo con González, *et al.*, (2009), el suelo constituye un recurso esencial para el desarrollo económico-social y es el sostén físico y químico de todos los ecosistemas terrestres. La selección del terreno es de gran importancia, ya que está favoreciendo los suelos que proporcionan los nutrientes básicos adecuados y tengan buen drenaje, sin embargo, la balsa también se presenta en suelos arcillosos, francos y limosos.

### **1.8. Usos de la balsa**

Cabe señalar que la principal característica de la madera de balsa es la relación entre su peso extremadamente ligero y su excelente resistencia y estabilidad, por lo que esto lo destaca con su calidad y su desempeño más destacado. Luego de la extracción de la materia prima, el proceso de la transformación de la balsa comienza con el secado que, aunque fácil y rápido, debe realizarse en los primeros tres días después de hacer el corte, ya que tiende a dañarse, rápidamente. El ecosistema, es ampliamente aceptado que las variables climáticas radiación solar, temperatura y precipitación interaccionan para afectar el crecimiento vegetal (García, 2012).

Los usos de la madera de balsa son muy variados, una parte de las personas la emplean como aislante térmico y anti-vibración para realizar el revestimiento interior de edificios y embarcaciones, en la fabricación de tableros y paneles ligeros. Los hidrogeles están hechos de polímeros biodegradables que duran de 7 a 10 años bajo tierra, absorbiendo agua de lluvia o de pozos y canales, y liberándola de 30 a

60 días dependiendo de la textura y la temperatura del ambiente y la cantidad de sedimentos que tenga la tierra, posibilitando que el agua de lluvia siguiente quede atrapada (Granados, 2013).

Uno de los principales beneficios que tiene es mejorar la aireación y la estructura del suelo, principalmente en los suelos desérticos, para fomentar la fertilidad y mantener humedad; sin duda, la propiedad más beneficiosa es la absorción, este rasgo ayuda a asimilar el agua para distribuirla a la planta lentamente o liberarla de acuerdo con las necesidades de esta; la fuerza de retención de agua en el capilar es menor que la fuerza de absorción de agua de las raíces (Katime, *et al.*, 2004).

El clima es de gran importancia para que los dos suelos que comienzan con rocas muy diferentes, pero tienen el mismo clima, terminan produciendo el mismo suelo. Finalmente, el clima puede determinar la intensidad de la erosión y (pérdida de suelo), por ejemplo, en uno del clima con poca lluvia como el nuestro, pero cuando llueve con mucha intensidad (precipitaciones) erosiona fácilmente el suelo con poca vegetación (Alcaraz, 2012).

Otro de los factores a considerar al evaluar el contenido de agua que en el suelo es la evaporación que, aunque la función de la insolación sea de forma aislada, también está relacionada con la cantidad de agua disponible o capaz de evaporarse, por lo tanto, cuando exista más precipitación mayor será la calidad, cuanto más agua hay en el suelo y por lo tanto más agua se evapora ( Nadeo & Leoni, 1980).

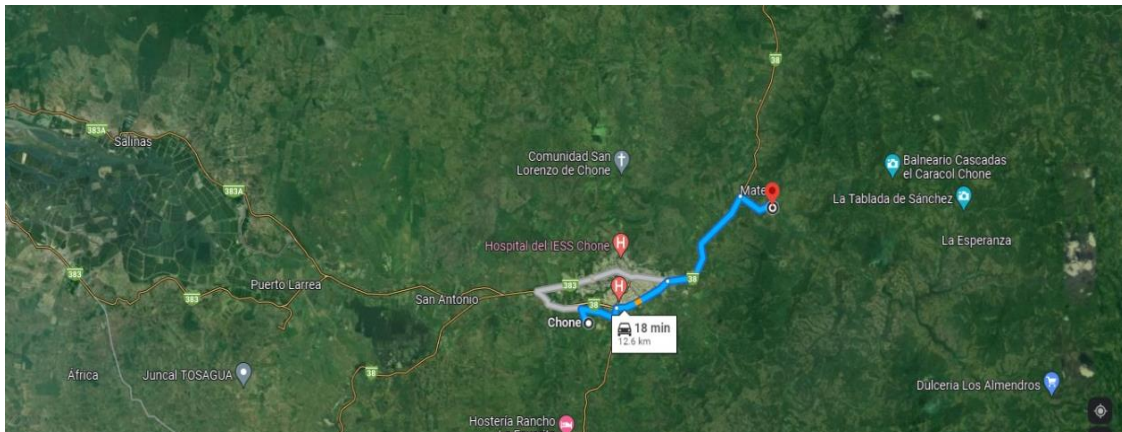
Pero sin duda, son los elementos del suelo los que determinarán su contenido del agua. Una de las propiedades del suelo determina qué tan rápido ingresa el agua en el suelo, qué tan fácil o duro se mueve y cuánta agua puede contener el suelo. Por lo tanto, con pequeños cambios en su estructura, es posible provocar un gran aumento en la capacidad de retención de agua de un suelo totalmente determinado en la zona en que se encuentra (Nadeo y Leoni, 1980).

## CAPITULO II

### 2. DESARROLLO METROLÓGICO

#### 2.1. Ubicación

Esta investigación se llevó a cabo en la finca San José la misma que está ubicada vía Chone Parroquia San Andrés, vía al Pueblito a 2 km de distancia del cementerio La Arabia.



**Figura 1.** Ubicación geográfica del cultivo de balsa

**Fuente:** Google Maps, 2022

#### 2.2. Manejo del experimento

Se realizó tres intervalos de tiempo de riego 15, 30 y 45 días después del trasplante (ddt) además, se tendrá un grupo control o testigo el cual consistirá en la aplicación de riego cada 15 días. Al momento del trasplante se coló 5 g de hidrogel hidratado alrededor de cada planta. Las plantas deben tener la misma altura y condición fisiológica al momento del trasplante. Una vez trasplantadas se realizó un riego hasta estimar capacidad de campo en el área de la planta. Desde el momento del trasplante se tomó los días para la realización de los riegos posteriores. En cada riego se aplicó dos litros de agua por planta con lo cual se estima se rehidrate el hidrogel en el suelo. El experimento se establecerá bajo un diseño de bloques completos al azar teniendo como variación a las condiciones del suelo en especial

la pendiente. Cada unidad experimental estará conformada por 20 plantas y cada tratamiento será replicado tres veces.

### 2.3. Variable a medir

**Evaluación de marchitez.** - En análisis de la marchitez se la realizará mediante la siguiente tabla.

**Tabla 3. Valoración de estrés hídrico visual**

	<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>0</b>	<b>Normal</b>	Sin signos de estrés hídrico. Todas las hojas verdes y totalmente turgidas.
<b>1</b>	<b>Ligeramente marchita</b>	Cambios leves en el ángulo de las hojas con respecto a la horizontal. Algunas hojas pierden turgidez, pero sin estar enrolladas o plegadas.
<b>2</b>	<b>Marchita</b>	Hojas comienzan a encogerse y han perdido turgidez. Áreas con necrosis muy limitadas. Ángulos de las hojas cercano al 45° con respecto a la horizontal.
<b>3</b>	<b>Severamente marchita</b>	Hojas están colgadas. Inicio de la necrosis generalizadas (áreas de color gris-verde a gris-marrón), siendo la mayoría localizada cerca a los márgenes o puntas de las hojas.
<b>4</b>	<b>Casi muerta</b>	Mayoría están necróticas y su ángulo de inserción mayormente cerca de 90° con respecto a la horizontal, algunas hojas jóvenes que están vivas continúan verdes cerca de la nervadura. Tallo vivo, que se distingue por su color y elasticidad.
<b>5</b>	<b>Muestra (presumible)</b>	Necrosis de todas las hojas y todas las partes de la plántula están sobre el suelo muertas (sin rebrotación después de dos semanas para confirmar)

**Fuente:** Engelbrecht y Kursar (2003).

Además, de los síntomas de estrés se evaluará el comportamiento vegetativo y la sobrevivencia de las plántulas de balsa.

## 2.4. Resultados

### 2.4.1 Sobrevivencia

En la tabla 4, podemos observar la sobrevivencia de las plantas de balsas (*Ochroma piramydale*) que se obtuvieron de los experimentos realizados con hidrogel a 5g, denominados: T1, T2, T3 y el riego aplicado en distintos periodos, así como el porcentaje de plantas de balsas Testigo a 15, 30 y 45 días sin la aplicación de hidrogel.

Los resultados extraídos de los tratamientos (T1, T2, T3) muestran que la mayor altura de las plantas de balsas se obtuvo a los 50 días después del trasplante y se produjeron en los tratamientos T1 y T3 (19,5 y 19,4 cm) sin mayor diferencia significativa; no obstante, en las parcelas Testigo (15, 30, 45 ddt) en las cuales se obtuvo un igual resultado, tanto en Testigo 15 como en Testigo 45 con una A.P. de 17 cm.

El mayor porcentaje de sobrevivencia de las especies forestales de balsa en cuanto a 15 días después del trasplante (ddt) tanto en las parcelas experimentales como en parcelas testigo presentaron un valor de 97,5% en condiciones adversas; a medida que se incrementan los intervalos de riego hasta llegar al día 90 se comprueba que, la sobrevivencia va disminuyendo en testigo 30 ddt con una cantidad de 68.7 % y en el testigo 45 ddt cae drásticamente en un porcentaje del 48,7%, por lo que no presentó una respuesta favorable en los parámetros evaluados.

En los ensayos T1, T2 y T3 a los que se suministró el hidrogel, se puede observar que al ir ampliando los lapsos de irrigación en la especie *Ochroma pyramidale* se obtuvieron cantidades altamente significativas de sobrevivencia al día 90 ddt (T1 = 87,5%; T2 = 80,8% y T3 = 86,55 ), demostrando así que las pruebas realizadas en este grupo práctico indican que existe un efecto positivo que se atribuye a la aplicación de este método en cuanto al crecimiento de la planta, existe mayor capacidad de retención de agua en el suelo, se reduce la evaporación, disminuye la pérdida de nutrimentos<sup>968</sup>, permitiendo la formación de vida microbiana,

optimizando la absorción de nutrientes, aireación del suelo, mejora las raíces de las plantas entre otros beneficios.

**Tabla 4. Cuadro de Supervivencia en las plantas de balsa**

TRATAMIENTOS	A.P 30 ddt	A.P 50 ddt	S (%) 15 ddt	S (%) 30 ddt	S (%) 45 ddt	S (%) 60 ddt	S (%) 90 ddt
T1	11,5	19,5	97,5	95,0 a	95,0 a	92,5 a	87,5 a
T2	10,7	16,6	84,4	84,4 ab	83,1 ab	81,9 a	80,8 a
T3	12,8	19,4	90,9	90,9 a	88,8 a	88,8 a	86,5 a
Testigo 15	9,1	17	97,5	95,23 a	95,2 a	92,7 a	87,7 a
Testigo 30	7,1	12,68	92,5	86,2 ab	78,7 ab	72,5 a	68,7 ab
Testigo 45	12,3	17	92,5	71,2 b	62,5 b	48,7 b	48,7 b
Probabilidad	0,2	0,5	0,5	<0,04	<0,01	<0,01	<0,01
Error estándar	1,84	2,72	5,13	5,37	4,85	4,78	5,42

Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticas según Tukey al 0.05. A.P=Altura de planta; S=Sobrevivencia; ddt=días después del trasplante.

#### 2.4.2 Estrés Hídrico

Referente a la tabla 5 se obtuvo el registro de estrés hídrico observable en las plantas de balsas de las parcelas sembradas en los grupos estudiados para este proyecto de investigación, se puede apreciar que del total de plantas de esta especie forestal los tratamientos T1, T2, T3 mayormente se encuentran en una valoración normal, es decir, sin signos de estrés hídricos, todas sus hojas se encuentran verdes y totalmente túrgidas, representando un mayor contenido de humedad debido a la aplicación del hidrogel; una visualización totalmente distinta en los tratamientos Testigo 15, Testigo 30 y Testigo 45, lo que indica un inicio para la aplicación de riego en este conjunto de árboles.

**Tabla 5. Estrés hídrico en plantas de balsa al 19 de noviembre 2022**

TRATAMIENTOS	NORMAL	LIGERAMENTE MARCHITA	MARCHITA	SEVERAMENTE MARCHITA	CASI MUERTA	MUERTA	TOTAL DE PLANTAS
T1	30	7	1	0	3	3	44
T2	27	3	2	0	4	8	44
T3	33	4	1	0	1	4	43
TESTIGO 15 DIAS	13	3	2	0	2	2	22
TESTIGO 30 DIAS	4	3	0	0	0	4	11
TESTIGO 45 DIAS	4	2	2	0	0	2	10



Con respecto de la tabla 6, se realizó un segundo registro observable del estrés hídrico obtenida después de la primera muestra, es decir, a los quince días, para inspeccionar la cantidad de *Ochroma Pyramidale* que se encuentran afectadas debido a la época, a el clima característico de la región y el suelo. Existe una disminución en la valoración de estrés hídrico normal en cuanto al número de plantas que se mantuvieron sin signos de tensión en los tratamientos T1=28, T2=23 y T3=30, de igual forma se pudo percibir una leve disminución para la valoración de plantas Testigo 15=10, Testigo 30=2 y Testigo 45=2 debido a las condiciones atmosféricas presentes, por lo cual el riego es un factor que si influye notoriamente en condiciones de secano sin la aplicación de hidrogel.

**Tabla 6. Estrés hídrico en plantas de balsa al 3 de diciembre 2022**

TRATAMIENTOS	NORMAL	LIGERAMENTE MARCHITA	MARCHITA	SEVERAMENTE MARCHITA	CASI MUERTA	MUERTA	TOTAL DE PLANTAS
T1	28	9	1	0	3	3	44
T2	23	5	2	0	5	9	44
T3	30	4	2	0	2	5	43
TESTIGO 15 DIAS	10	3	3	0	2	4	22
TESTIGO 30 DIAS	2	4	1	0	3	5	11
TESTIGO 45 DIAS	2	3	1	0	2	2	10

## CAPITULO III

### 3 PROPUESTA

En fundamento al proyecto de investigación efectuado para contribuir en la expansión de futuras investigaciones sobre la aplicación de hidrogel en especies forestales como la balsa (*Ochroma pyramidale*), se elabora el siguiente manual que puede ser aplicado otras plantas en condiciones de secano.

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

**EXT. CHONE**

**CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**MANUAL PARA EL USO DE HIDROGEL EN CONDICIONES DE SECANO**

**AUTORAS:**

MOLINA OSTAIZA CINTHYA ARACELY

VARELA ZAMBRANO JENNY MARGARITA



**PERIODO: 2022 (2)**

## **MANUAL PARA EL USO DE HIDROGEL EN CONDICIONES DE SECANO**

Nuestro país se caracteriza por encontrarse en la línea equinoccial del Ecuador, lo que indica que durante todo el año este recibe la influencia de lluvias debido a las temperaturas templadas típicas de su ubicación, particularmente cuenta con meses más cálidos y otros fríos, que según su región pueden ser abundantes o de poca precipitación, además, de contar con diferentes niveles de terreno que hacen de esta zona un lugar productivo.

La provincia de Manabí es una zona que se identifica por dos temporadas, una lluviosa que suele iniciar desde diciembre y finaliza en el mes de mayo, meses que tienen mayor profusión de agua, haciendo que el clima sea más caluroso en este periodo, algo muy distinto ocurre luego de este tiempo con los meses donde la época es seca.

Con el paso del tiempo, la tala de árboles, la quema de rastrojos en el campo, la contaminación, el deterioro de los suelos de muchas zonas y la falta de conciencia ante el uso de productos químicos por parte del Agro y productores, muchos sectores han empezado a degradarse, el nivel de lluvias ha decrecido y la escasez de agua de muchos suelos impide el buen crecimiento de los productos que se siembran.

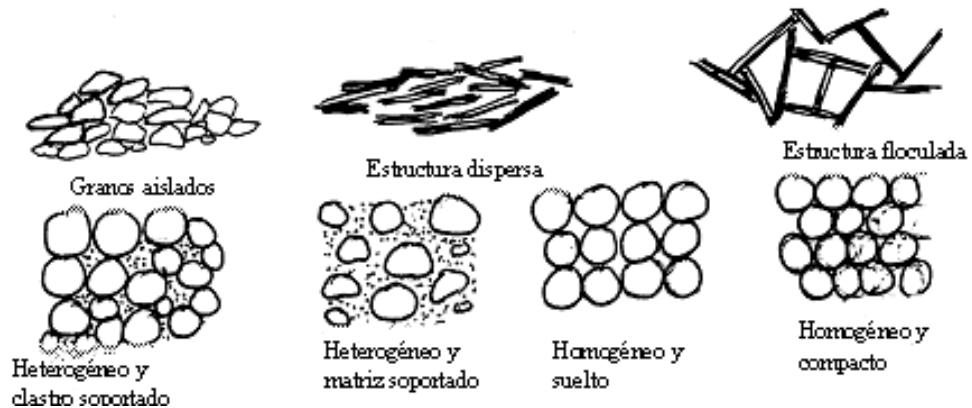
El cantón Chone cuenta con un suelo arcilloso que posee partículas muy finas que al iniciar el momento de lluvias estas se tornan en barro, tienen poco drenaje y son difíciles de trabajar. En los últimos años las condiciones atmosféricas han variado y son distintas de otras estaciones que tenían demasiada de agua. Actualmente existe más sequía lo cual dificulta producir, esto conlleva a utilizar nuevas técnicas que permitan el uso adecuado de agua para que las plantas puedan tener buen crecimiento durante toda su etapa de vida.

Con los antecedentes antes mencionados se propone el siguiente manual para el uso de hidrogel en condiciones de secano y otros suelos que permitan a cualquier

individuo interesado en la agricultura tener un método de ayuda, según las necesidades del suelo y de la planta.

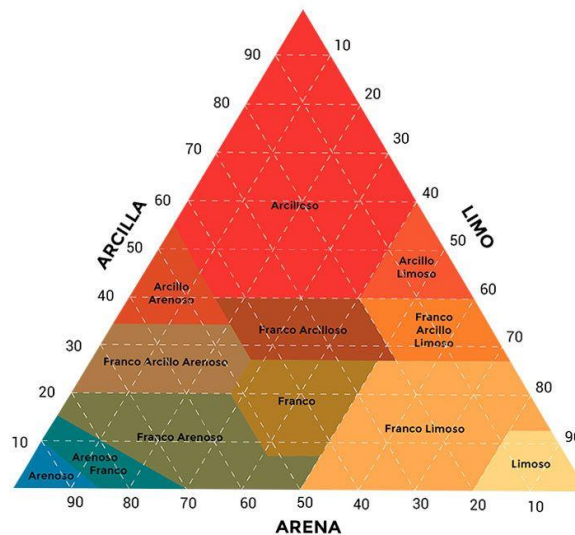
### 1. Características del suelo

Este es un paso muy importante que inicia con la identificación de estructuras del suelo, se debe conocer el tipo de morfología al que pertenece (arena, limo o arcilla), así como tener la información de los porcentajes de capacidad de campo que lo constituyen.



Fuente: Escobar y Duque (2022)

Conjuntamente se puede utilizar el triángulo de texturas para la identificación de estructura del terreno.



Fuente: USDA (1989)

## 2. Estudio de laboratorio

Un análisis del suelo permite conocer la cantidad de nutrientes existentes o no en el terreno, así se puede evitar un daño perjudicial al cultivo de estudio o producción, para impedir una condición adversa como la acidez, salinidad o toxicidad.

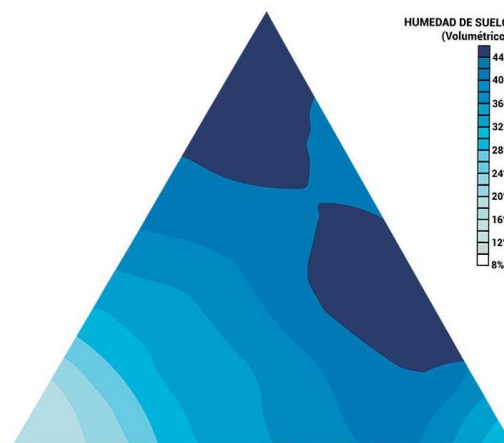
## 3. Clima

Las condiciones atmosféricas de temperatura, humedad, viento, entre otras son características propias que distinguen a una región en los distintos periodos del año de un territorio, índice que puede propiciar el uso de hidrogeles de acuerdo con la temporada.

## 4. Contenido de humedad

La concentración de iones y temperaturas que forman parte del suelo también son factores que tienen efectos en el medio acuoso de la sedimentación (partículas sueltas en el suelo).

Cada capa de suelo tiene distintas facultades de absorción, que con el uso de hidrogeles pueden ayudar a recuperar el estado de consumo de agua, siendo más pertinente el uso de estos donde existe pérdida de humedad como en las superficies arenosas, tomando en cuenta que no se aconseja su empleo en los pisos completamente arcillosos, por la infiltración y la mala aireación.



Fuente: Eficagua (2016)

## **5. Manejo agronómico**

Se sugiere que, en cualquier cultivo, así como el de especies forestales de balsa se brinde una buena preparación del suelo al momento de sembrar, para impedir un posible beneficio en las malezas del contorno provocado por el hidrogel que se disponga.

## **6. Control en la eliminación de rastrojos por quemas agrícolas**

En las zonas campestres de muchos lugares previa al inicio de siembra generalmente se realiza la eliminación de rastrojos mediante la quema, lo que favorece a la degradación de los suelos, ligado a la pérdida de productividad y a coste de la vitalidad de las personas, por lo que se debe mantener un alto control y evitar realizar esta antigua y fomentar al campesino con procedimientos sustentables para conservar la agricultura.

En vez de quemar el rastrojo este sea reincorporado para proteger el suelo de la radiación solar, empleo de abonos, transformación de alimentos para diferentes tipos de ganado, o convertir estos en productos naturales de fertilización, entre otros.

## **7. Reconocimiento de la profundidad de las raíces**

Para aplicar un hidrogel se hace necesario el conocimiento de los tipos de plantas y el tamaño de las raíces con las cuales se va a trabajar, se debe entender que el hidrogel se recarga con la cantidad de agua que vayan absorbiendo los pelos radicales de los árboles, por lo que se deben administrar en dosis correctas de acuerdo a la especie arbórea.

## **8. Capacidad absorbente del hidrogel**

Existen distintos hidrogeles con diferentes capacidades de absorción, al momento de su uso se debe caer en cuenta la cantidad de retención de líquido que este producto incorpora, por tal motivo si se produce un exceso

de agua puede generar problemas de infiltración o reducción de la circulación de aire en el suelo.



**Fuente: Molina & Varela (2023)**

En el mercado existe también una presentación en seco y es mezclada alrededor de la planta para que se reparta oportunamente.

## **9. Uso del hidrogel**

Su utilización se lo puede hacer desde camellones, semilleros, macetas, árboles, arbustos, raíces, en trasplantes, sin olvidar el riego, observando las condiciones, el tamaño que implica la retención de agua o el hidrogel a emplear de acuerdo con el tipo de implementación.

- **Hidratación**

Cada tipo de suelo posee un porcentaje de hidratación que varía según la zona y el tipo de raíces de las plantas que van desde hortalizas hasta árboles perennes.

La humedad que proporciona un hidrogel en el suelo llega a un 42% sin importar la clase de estructura de la superficie donde se vaya aplicar. Para el trasplante de balsa se empleó 5g de hidrogel que

fueron primeramente humedecidos en agua previo a la inserción en el suelo.

Existen hidrogeles que pueden absorber hasta 5.000 veces su carga en agua. El hidrogel cosecha de lluvia que se destinó a este experimento fue de 500 veces su peso en carga.

- **Suelo.**

Los suelos del cantón Chone mayormente son de estructura franco arcilloso, el cual contiene un porcentaje de humedad del 28% en volumen, es decir 280 lt/m<sup>3</sup> de agua retenida.

- **Dosis**

La dosis de agua aplicada a cada porción de 5g de hidrogel fue de 100 ml, siendo el más efectivo para el cultivo de balsas.

- **Introducción de riego**

La cantidad riego que se colocó en cada balsa fue de 2 lt. De agua por planta.

## **10. Establecimiento de balsa**

Como punto preliminar para la ubicación de las balsas se sugiere a los productores que la hidratación del hidrogel es muy importante, además de economizar la cantidad de agua, mantiene con buena salud las *Ochroma pyramidale* y otras especies del reino *plantae*, especialmente en las temporadas de sequía, por lo que propone se limite al máximo la realización de desmontes mediante el fuego, en vista de la actual degradación de suelos que ocasionan grandes pérdidas en la ámbito agrícola y por ende de los ecosistemas.



## **CAPITULO IV**

### **4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

Con base a los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

- La aplicación de 5 g de hidrogel por planta no fue del todo determinante en evitar el estrés hídrico en la planta de balsa.
- La frecuencia de riego influyo en la sobrevivencia de las plantas de balsa dado que con una menor frecuencia de riego las plantas alcanzaron una mayor sobrevivencia.
- Las plantas de balsa regadas en intervalos mayor a 15 días con o sin la presencia de hidrogel tendrán estrés hídrico, aunque sin que este provoque la muerte de la planta.
- Es posible el uso de hidrogel en el establecimiento de balsa, aunque se debe establecer el tiempo de riego y las cantidades de agua a regar.
- El uso de hidrogel evita la muerte por estrés, aunque el desarrollo de la planta es limitado por las condiciones donde se estable el cultivo.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda no quemar cuando el terreno este trabajado ya que cuando se quema pierde nutrientes en el suelo y le puede afectar a la planta
- Mantener un intervalo de riego firme a las plantas para ayudarle con su crecimiento constante de ella.
- Se recomienda que el uso de hidrogel sea administrado a plantas que están en zonas son suelos muy secos o existas falta de lluvia, pues una especie vegetal con exceso de humedad puede ocasionar pudrición en las raíces y pérdida de la producción.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abad, J. (2015). . El uso del agua en la agricultura de regadío y la investigación pública. *Esfera del agua*, 1.
- Alcaraz, F. (2012). El factor suelo. Recuperado, 12 de 11 de 2017, de <http://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema16.pdf>.
- Alice, F., Montagnini, F., & Montero, M. (2004). Productividad en plantaciones puras y mixtas de especies forestales nativas en la Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Costa Rica. *Agronomía costarricense*, 28(2).
- Arbona, V., Iglesias, D., Jacas, J., & Primo-Millo. (2005). Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants. *Plant and Soil*, 270:73-82.
- Cuadros, N. (18 de Octubre de 2013). PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE MADERA DE Balsa,. *Tesis. Universidad Espíritu Santo (UEES)*, 80. Recuperado el 8 de Enero de 2023, de <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/861/1/tesina%20newton%20cuadros%20mendoza%20balsa.pdf>
- Duarte, R. M., & y otros. (2019). Déficit de riego y aplicación de hidrogel en la productividad de olivo en regiones desérticas. *Revista mexicana ciencias agrícolas*, 10(2).
- Forestal, E. (2012). Ecuador Forestal. Recuperado el 18 de Noviembre de 2012, de Ficha técnica # 7 de la balsa: <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-deespecies-forestales/ficha-tecnica-no-7-balsa/>.
- Forestal, E. (2012). Ecuador Forestal. Recuperado el 18 de Noviembre de 2012, de Ficha técnica # 7 de la balsa: <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-deespecies-forestales/ficha-tecnica-no-7-balsa/>.

- García, F. (2012). Efectos del clima, el suelo y manejo sobre la productividad de cultivos en un agroecosistema experimental. (Tesis de Maestría). Universidad de la República.
- González Osorio, B. G., Molina , X. C., Navarrete, E. T., Fonseca, C. S., & Ochoa, L. S. (2010). Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma Pyramidale*) en la Provincia de los Ríos-Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 3(2), 7-11.
- González, F., Herrera, J., & López, T. (2014). Productividad del agua en algunos cultivos agrícolas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(4), 21-27.
- González, O., Iglesias , C., & Herrera, M. (2009). Análisis de los factores que provocan compactación del suelo agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(2).
- Granados, D. (2013). Implementación de hidrogel bajo sistema de agricultura de conservación en parcelas de temporal en el ejido Ignacio Zaragoza. Recuperado, 13 de 11 de 2017, de [http://www.pa.gob.mx/publica/rev\\_57/analisis/implementacion%20Denise%20](http://www.pa.gob.mx/publica/rev_57/analisis/implementacion%20Denise%20)
- Guerrero, R., Torres, D., Anaya, D., & Lugo, V. (2010). Hidrogeles biopoliméricos potencialmente aplicables en agricultura. MX. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 12(2).
- Hernandez, O., & G. (2007). Hidrogeles mejorados de Cultivos Agrícolas, Saltillo, México: s.n.
- Idrobo, H. A., Rodríguez , & Díaz , J. (2010). «Comportamiento del hidrogel en suelos arenosos». En: *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente* 9, 33-37. .
- Idrobo, H., Rodríguez, A., & Díaz, J. (enero-diciembre de 2010). Comportamiento del hidrogel en suelos arenosos. (9), 33 a 37. Recuperado el 8 de Enero de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/2311/231116434004.pdf>

- Katime, I., Katime, O., & Katime, D. (2004). Los materiales inteligentes de este Milenio: Los Hidrogeles inteligentes. Editorial de la Universidad del País Vasco, Bilbao.
- Katime-Trabanca, D., Katime-Trabanca, O., & Katime Amashta, I. (2004). *Los materiales inteligentes de este milenio: Los hidrogeles macromoleculares. Síntesis, propiedades y aplicaciones. Universidad del País Vasco*. (Primera edición. ed.). Recuperado el 8 de Enero de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/2311/231116434004.pdf>
- Katime-Trabanca, D., Katime-Trabanca, O., & Katime- Amashta, I. A. (2004). Los materiales inteligentes de este milenio: Los hidrogeles macromoleculares. Síntesis, propiedades y aplicaciones. Universidad del País Vasco. Primera edición,. 336p.
- LennTech. (2019). *Lenntech B.V.* Recuperado el 12 de Abril de 2019, de <https://www.lenntech.es/aplicaciones/riego/agua-de-riego.htm>
- Macías, D., R., & otros, y. (2019). Deficit de riego y aplicación de hidrogel en la producción de olivo en regiones desérticas. *Revista Mexicana de Ciencia Agrícolas*, 31 marzo.10(2).
- Nadeo, J., & Leoni, A. (1980). Introducción a algunas propiedades fundamentales de los suelos. La Plata Argentina. Grupo de Mecánica de los Suelos y Rocas.
- Pacheco, R., Vargas, P., Roper, O., & Torres, P. (2021). Indicadores para mejorar la gestión del riego. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 42(1). Recuperado el 8 de Enero de 2023, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382021000400096](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382021000400096)
- PROFORS. (1999). Modulo agroforestal de la finca integral, Balsa y Frijol Caupi. Sucumbio.
- Reyna, T., Reyna, S., Lábaque , M., Fulginiti, F., Riha , C., & Linares, J. (2011). Importancia de la determinación de la humedad en estudios de infiltración y

escorrentía superficial para períodos largos. *Ambiente & Agua-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 6(2).

Rojas, B., Aguilar, R., Prin, J., Cequea, H., & Cunana, J. R. (2004). «Estudio de la germinación de semillas de tomate en suelos áridos extraídos de la península de Araya (Venezuela) al utilizar polímeros de tipo hidrogeles». En: *Revista Iberoamericana de Polímeros* 5.1, 17-27. Online: <https://bit.ly/3o1IYkr>.




Rojas, B., Aguilera, R., Prin, J., & Cequea, H. (2004). *ESTUDIO DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TOMATE EN SUELOS ÁRIDOS AL UTILIZAR POLÍMEROS DE TIPO HIDROGELES*. Cumana.




Soto, G., & Descan, P. (2004). Memoria del I Encuentro Mesoamericano y del Caribe en Producción Orgánica. Del Norte.




Vargas, M., Guzmán, A., Villena, I., Mounzer, O., Muñoz, J., García, J., & Sánchez, C. (2010). Riego deficitario en melocotonero. Análisis del rendimiento y de la eficiencia en el uso del agua. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33(4), 89-93.

Villavelez, L., & Meniado, J. A. (1979). Notes on Balsa (*Ochroma pyramidales*). En L. Villavelez, & J. A. Meniado. *Forpride Digest*.

## ANEXOS

<p>Nº1</p>		<p>Limpieza del terreno</p>
<p>Nº2</p>		<p>Hidrogel (Cosecha de Lluvia)</p>
<p>Nº3</p>		<p>Plantas de balsa (<i>Ochroma pyramidale</i>) a 15 días del trasplante</p>

<p><b>Nº4</b></p>		<p>Absorción del hidrogel en agua</p>
<p><b>Nº5</b></p>		<p>Distribución del gel en contenedores plásticos</p>
<p><b>Nº6</b></p>		<p>Trasplante de balsa</p>

<p><b>Nº7</b></p>		<p>Aplicación de hidrogel al suelo</p>
<p><b>Nº8</b></p>		<p>Control de malezas</p>
<p><b>Nº9</b></p>		<p>Riego</p>