

Evaluación de diferentes tratamientos pregerminativos con múltiples sustratos sólidos en la  
reproducción vegetal del Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*)

David Alberto Díaz Rojas

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Forestal

Director

Julián Mauricio Botero Londoño

PhD. en Ciencias Agrarias

Codirector

Erika Mayerly Celis Celis

Ingeniera Química

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia

Programa de Ingeniería Forestal

Bucaramanga

2021

### **Dedicatoria**

Se la dedico a Dios, quien me acompaña y mi guía en el camino, y quien otorgo la sabiduría e inteligencia para la realización de este proyecto. A mis padres Azucena Rojas Dávila y Pedro Julio Díaz Torres por la vida, la paciencia y el consejo. A mis amigos, compañeros, familiares y maestros por el apoyo y la guía en este transcurso.

“Nosotros debemos pensar que somos una de las hojas de un árbol, y el árbol es toda la humanidad. No podemos vivir los unos sin los otros, sin el árbol.”

PAU CASALS.

### **Agradecimientos**

A Dios por este triunfo, a la Universidad Industrial de Santander por brindarnos, sus aulas e instalaciones en este proceso de formación profesional, a los profesores por proporcionar sus conocimientos que fueron de gran ayuda para nuestra educación. Al Dr. Julián Mauricio Botero por la dirección en el desarrollo de este proyecto.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	12
1 Objetivos .....	13
1.1 Objetivo General .....	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2 Marco Referencial.....	14
2.1 Marco Teórico.....	14
2.2 Marco Histórico .....	16
2.3 Marco Conceptual.....	17
2.4 Marco Jurídico .....	18
3 Metodología .....	20
3.1 Ubicación .....	20
3.2 Diseño experimental .....	21
3.3 Diseño de germinadores.....	21
3.4 División de germinadores .....	21
3.5 Diseño de tratamientos pregerminativos (Tp).....	22
3.5.1 Primer tratamiento pregerminativo (Tp1).....	22
3.5.2 Segundo tratamiento pregerminativo (Tp2).....	22
3.5.3 Tercer tratamiento pregerminativo (Tp3). .....	22
3.5.4 Cuarto tratamiento pregerminativo (Tp4).....	22
3.5.5 Quinto tratamiento pregerminativo (Tp5).....	22
3.6 Diseño de sustratos sólidos (Ss).....	23
3.6.1 Primer sustrato sólido (Ss1).....	23
3.6.2 Segundo sustrato sólido (Ss2).....	23
3.6.3 Tercer sustrato sólido (Ss3). .....	23
3.6.4 Cuarto sustrato sólido (Ss4).....	23
3.7 Diseño de tratamientos globales (Tg) .....	24
3.8 Desinfección de los sustratos sólidos en los germinadores .....	24

3.9 Siembra de las semillas tratadas por los tratamientos pregerminativos.....	24
3.10 Riego de los germinadores.....	25
3.11 Medición de variables.....	25
3.11.1 Tiempo de eclosión (Te).....	25
3.11.2 Porcentaje de germinación (Pg).....	25
3.11.3 Costo de producción (Cp).....	25
3.12 Recolección y tabulación de datos.....	26
3.13 Análisis estadístico.....	26
4 Resultados.....	27
4.1 Tiempo de eclosión (Te).....	27
4.1.1 Tiempo de eclosión de los tratamientos pregerminativos en el primer sustrato sólido.....	27
4.1.2 Tiempo de eclosión de los tratamientos pregerminativos en el segundo sustrato sólido.....	29
4.1.3 Tiempo de eclosión de los tratamientos pregerminativos en el tercer sustrato sólido.....	31
4.1.4 Tiempo de eclosión de los tratamientos pregerminativos en el cuarto sustrato sólido.....	33
4.2 Porcentaje de germinación.....	35
4.2.1 Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el primer sustrato sólido.....	37
4.2.2 Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el segundo sustrato sólido.....	37
4.2.3 Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el tercer sustrato sólido.....	38
4.2.4 Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el cuarto sustrato sólido.....	39
4.3 Costo de producción (Cp).....	39
5 Discusión.....	41
6 Conclusiones.....	43
7 Recomendaciones.....	45
Referencias bibliográficas.....	46
Apéndices.....	48

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el primer sustrato sólido.....	37
Tabla 2. Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el segundo sustrato sólido.....	38
Tabla 3. Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el tercer sustrato sólido.....	38
Tabla 4. Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el cuarto sustrato sólido.....	39
Tabla 5. Materiales.....	39
Tabla 6. Tratamientos pregerminativos. ....	40
Tabla 7. Sustratos sólidos. ....	40
Tabla 8. Costo de las combinaciones entre Tratamientos pregerminativos y Sustratos sólidos por semilla. ....	40

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Porcentaje de germinación de todos los tratamientos con todos los sustratos sólidos.	20
Figura 2. Primer sustrato sólido con todos los tratamientos. ....	28
Figura 3. Segundo sustrato sólido con todos los tratamientos. ....	30
Figura 4. Tercer sustrato sólido con todos los tratamientos.....	32
Figura 5. Cuarto sustrato sólido con todos los tratamientos. ....	34
Figura 6. Porcentaje de germinación de todos los tratamientos con todos los sustratos sólidos.	36

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Primer tratamiento pregerminativo.....	48
Apéndice B. Segundo tratamiento pregerminativo.....	48
Apéndice C. Tercer tratamiento pregerminativo.....	49
Apéndice D. Cuarto tratamiento pregerminativo.....	49
Apéndice E. Quinto tratamiento pregerminativo.....	50
Apéndice F. Germinadores.....	50
Apéndice G. Semillas de <i>Tabebuia rosea</i> .....	51
Apéndice H. Preparación de sustratos sólidos.....	51
Apéndice I. Divisiones horizontales en el germinador.....	52
Apéndice J. Germinadores con divisiones.....	52
Apéndice K. Germinador con el primer rebrote.....	53
Apéndice L. Germinador con diez días de siembra.....	53
Apéndice M. Germinador con paletas identificadoras.....	54
Apéndice N. Germinador sin reportar más germinaciones.....	54

## RESUMEN

**TÍTULO:** EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS CON MÚLTIPLES SUSTRATOS SÓLIDOS EN LA REPRODUCCIÓN VEGETAL DEL GUAYACÁN ROSADO (*Tabebuia rosea*)<sup>1</sup>.

**AUTORES:** DAVID ALBERTO DÍAZ ROJAS<sup>2</sup>.

**PALABRAS CLAVE:** GERMINACIÓN, VIVEROS FORESTALES, PRODUCCIÓN VEGETAL.

### DESCRIPCIÓN:

La producción vegetal es de gran importancia no solo para las empresas que su economía se basa en el material vegetal, bien sea para su uso o comercialización, sino que también para la conservación de especies por medio de la reproducción de especies amenazadas y con altas dificultades en dicha reproducción por medio de semillas, por ende las investigaciones dedicadas a la germinación y a su optimización día a día, llegan a mejorar los porcentajes de germinación, aportando en gran medida para la solución de la dificultad de la mayoría de especies vegetales, puesto por medio de las investigaciones científicas no solo se busca corroborar la información ya establecida con anterioridad, sino que también la prueba de nuevos métodos que pudiesen ser más efectivos. Por medio del desarrollo de la presente investigación se logró analizar cinco tratamientos pregerminativos y cuatro sustratos sólidos, determinando la mejor combinación entre ellos, evaluando los sustratos con un tratamiento pregerminativo de control y viceversa, utilizando semillas certificadas de *Tabebuia rosea*, dando como resultado que el segundo tratamiento pregerminativo y el primer sustrato sólido, fueron los que mejores resultados presentaron en el porcentaje de germinación en el menor tiempo de investigación. Cabe destacar que se le realizaron análisis económicos enfocados en la producción de la especie, demostrando que no es la combinación más costosa, por el contrario, es de costo intermedio, algo ideal para corroborar la implementación a gran escala de estos resultados.

---

<sup>1</sup> Trabajo de Grado

<sup>2</sup> Instituto de proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: BOTERO LONDOÑO, Julián Mauricio. PhD. en Ciencias Agrarias.

**ABSTRACT**

**TITLE:** EVALUATION OF DIFFERENT PREGERMINATIVE TREATMENTS WITH MULTIPLE SOLID SUBSTRATES IN THE VEGETABLE REPRODUCTION OF ROSADO GUAYACÁN (*Tabebuia rosea*)<sup>3</sup>.

**AUTHORS:** DAVID ALBERTO DÍAZ ROJAS<sup>4</sup>.

**KEYWORDS:** GERMINATION, FOREST NURSERIES, VEGETABLE PRODUCTION.

**DESCRIPTION:**

Plant production is of great importance not only for companies whose economy is based on plant material, either for its use or commercialization, but also for the conservation of species through the reproduction of threatened species with high difficulties. In this reproduction by means of seeds, therefore the investigations dedicated to germination and its optimization day by day, come to improve the germination percentages, contributing to a great extent for the solution of the difficulty of most plant species, put by Scientific research not only seeks to corroborate previously established information, but also to test new methods that could be more effective. Through the development of this research, it was possible to analyze five pregerminative treatments and four solid substrates, determining the best combination between them, evaluating the substrates with a control pregerminative treatment and vice versa, using certified seeds of *Tabebuia rosea*, resulting in that the The second pregerminative treatment and the first solid substrate were the ones with the best results in the germination percentage in the shortest time of investigation. It should be noted that economic analyzes focused on the production of the species were carried out, showing that it is not the most expensive combination, on the contrary, it is of intermediate cost, something ideal to corroborate the large-scale implementation of these results.

---

<sup>3</sup> Bachelor Thesis.

<sup>4</sup> Instituto de proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: BOTERO LONDOÑO, Julián Mauricio. PhD. en Ciencias Agrarias.

## Introducción

Para López (2007) muchas de las especies vegetales en diferentes zonas a nivel mundial en el siglo XX, ya no se encuentran presentes o están a punto de desaparecer, algunas causas son la indiferencia por la preservación y conservación, por medio de la recolección de semillas y su reproducción. A nivel mundial, se estiman más de 24000 especies de plantas amenazadas, por ende, proteger los hábitats y cada uno de sus individuos es de vital importancia, con la ayuda de la concientización y el buen uso de los recursos naturales, puesto que las dos principales razones para la deforestación en la actualidad, son el uso comercial y la ampliación de la frontera agrícola (Cárdenas, 2007).

Se crea la necesidad de conservar las especies con algún peligro o amenaza, tanto local como global, en el caso de Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) que se encuentra en la categoría vulnerable (V), debido a su tala indiscriminada por las propiedades de su madera (durabilidad y trabajabilidad) en la fabricación industrial de múltiples productos, generando dicho peligro o amenaza, puesto que la regeneración natural se ha reducido por la contaminación y el cambio en el uso del suelo, es por esto que la regeneración de la especie en vivero se vuelve un gran aliado para la conservación y la reforestación (Chávez, 1997; García, 2013).

En la presente investigación se obtuvo la mejor combinación entre tratamientos pregerminativos y sustratos sólidos, con la finalidad de tener viabilidad en la reproducción de la especie, teniendo en cuenta factores como los económicos y de tiempo.

## 1 Objetivos

### 1.1 Objetivo General

Evaluar diferentes tratamientos pregerminativos y sustratos sólidos en la reproducción vegetal del Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*).

### 1.2 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de los tratamientos pregerminativos, en la germinación del Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*).
- Analizar el efecto de los sustratos sólidos, en la germinación del Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*).
- Identificar la mejor combinación entre tratamientos pregerminativos y sustratos sólidos, como ambiente de germinación ideal del Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*).
- Establecer el costo de la producción de plántulas de Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*), con base al costo de los tratamientos pregerminativos y los sustratos sólidos.

## 2 Marco Referencial

### 2.1 Marco Teórico

Según Gil (2010) el Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) es nativo en los bosques ubicados en las zonas de Centro América y Sur América, presente en múltiples países como Venezuela, Costa Rica, Ecuador, Colombia; necesita de ambientes cálidos con altas humedades en el suelo y el ambiente.

El *Tabebuia rosea* tiene la siguiente clasificación taxonómica; Reino: Plantae, División: Magnoliophyta, Clase: Magnolipsida, Orden: Lamiales, Familia: Bignoniácea, Tribu: Tecomeae y Género: *Tabebuia* (Home, 2014).

Para Patricia (2004) el árbol *Tabebuia rosea* tiene características físicas, como una altura que oscila entre los 20 y 25 m, un diámetro que va desde los 0,5 hasta 1 m, con ramificación simpódica y un tronco en la mayoría de ocasiones recto acanalado. La copa con forma cónica e irregular, y con hojas compuestas palmeadas y opuestas, formadas por cinco folíolos elíptico-oblongos, borde liso y sin estipulas.

Las semillas del *Tabebuia rosea* tiene una dispersión principalmente por el efecto del viento, puesto que son aladas asimétricas e irregulares con un largo de 2 a 3 cm y un ancho de 1 cm, su peso es aproximadamente 20 mg, en un kilogramo se pueden encontrar hasta 50000 semillas, la semilla sin las alas está conformada por dos discos lenticulares soldados entre sí con forma asimétrica, lo que permite obtener grandes desplazamientos recorriendo distancias de hasta 1 km de su origen (Velázquez, 2009).

Molina (2012) postula que las semillas del *Tabebuia rosea* tienen alta susceptibilidad al ataque de hongos presentes en el suelo, generando la necesidad de desinfectar el sustrato con el que se pretenda realizar la germinación de las semillas, haciendo énfasis en la necesidad de producir plántulas en vivero, ya que el suelo en el que esta especie habita en algunas ocasiones presenta hongos, impidiendo la germinación y por ende la reproducción natural de esta especie.

Algunas de las plagas que más daño le hacen a la semilla del *Tabebuia rosea* son los *Bruchidae* (Coleópteros), *Amblycers* (Gorgojos) y *Meloidogyne* (Nematodos), causando decoloraciones y laceraciones, impidiendo la germinación de las semillas y por ende el desarrollo de la planta.

En muchos países el aprovechamiento forestal del *Tabebuia rosea* se debe al uso por la industria, las características de la madera son excelentes para la ebanistería fina, algunos ejemplos son muebles y contrachapados, por ende, es una especie muy apetecida y con alto potencial de peligro de no ser manejada adecuadamente y conscientemente (García, 2013).

El sustrato permite que las raíces se desarrollen en un medio ideal para que generen soporte a la planta, además el sustrato debe de proporcionar un ambiente ideal para la obtención de oxígeno, agua y nutrientes, su conformación puede ser directamente obtenido de la naturaleza o indirectamente como la tierra negra, el aserrín y la arena de río, en la reproducción de plántulas en un vivero el sustrato es uno de los principales componentes para realizar una ideal reproducción vegetal (Negreros, 2010).

Para Varela (2011) los tratamientos pregerminativos son procesos que se le realizan a las semillas con la finalidad de alterar la latencia, la cual es la inhabilidad que tiene la semilla para germinar, inclusive en ambientes ideales de humedad y temperatura, algunos métodos pregerminativos más comunes son, estratificación, escarificación, lixiviación, hormonas y la combinación de los métodos anteriormente mencionados.

## 2.2 Marco Histórico

En Colombia se han estudiado múltiples especies forestales introducidas y nativas, analizando principalmente el crecimiento y rendimiento, ya que forman parte de las plantaciones con la finalidad de aprovechamiento a nivel industrial en el país, por ende, estas industrias han patrocinado y elaborado dichas investigaciones (Pérez, 2015).

Según Del Valle (1985) algunas de las primeras investigaciones en Colombia sobre la especie *Tabebuia rosea*, se vienen presentando desde 1984 por parte de la Universidad Nacional de Colombia, en condiciones climáticas de 3200 mm de precipitación media anual y 26 °C de temperatura, en la Espriella con cercanías a Tumaco, algunas investigaciones que se realizaron fueron la densidad de siembra y la interacción de la especie con otras especies presentes en la zona.

Una de las primeras investigaciones realizadas en las semillas de Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) en Colombia fue realizada en 1989, en donde se evaluó la viabilidad de la germinación de las semillas después de realizar la conservación con antioxidantes, con un método estadístico completamente al azar, aplicando cinco pruebas de germinación en diferentes fechas después de la aplicación de los antioxidantes como conservantes, en el proceso de germinación se mantuvo por 25 días luego de sembradas las semillas a temperaturas de 24°C, y humedades constantes (Trujillo, 1989)

Algunas investigaciones sobre la germinación de *Tabebuia rosea* se han realizado en Santander, Colombia, en el año del 2019, aplicando la giberelina en semillas de Guayacán amarillo (*Handroanthus chrysanthus*) por parte de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

(Céspedes, 2019), por ende, es necesario realizar investigación en diferentes especies de Guayacán como el Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) en Santander.

### 2.3 Marco Conceptual

*Cotiledón:* Se denomina cotiledón a la primera hoja que surge en el embrión de una planta fanerógama.

*Embrión:* Es un término que deriva del vocablo latino émbryon. Germen o rudimento de un ser vivo, originado tras las primeras divisiones de la ovocélula fecundada, a partir del cual se originará una plántula. Es una planta en miniatura en estado de vida latente o letargo.

*Especie:* El concepto biológico define una especie como los miembros de poblaciones que se reproducen o pueden reproducirse entre sí en la naturaleza y no de acuerdo a una apariencia similar. Aunque la apariencia es útil para la identificación de especies, no define una especie.

*Esterilización:* Refiere a la acción de destruir los gérmenes patógenos o de hacer estéril e infecundo algo que antes no lo era.

*Fanerógama:* Son aquellas que disponen de órganos reproductivos visibles en la flor, donde se lleva a cabo la fecundación y tiene lugar el desarrollo de las semillas que albergan los embriones de los nuevos ejemplares.

*Germinación:* Es el proceso mediante el cual un embrión se desarrolla hasta convertirse en una planta. Es un proceso que se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe.

*Hábitat:* Es el ambiente en el que habita una población o especie. Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia,

un hábitat queda así descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, distinguiéndolo de otros hábitats en los que las mismas especies no podrían encontrar acomodo.

*Imbibición:* Es el proceso de absorción de agua por la semilla.

*Letargo:* Es la incapacidad de una semilla intacta y viable, de germinar bajo condiciones de temperatura, humedad y concentración de gases que serían adecuadas para la germinación.

*Testa:* Corresponde a la capa secundaria del óvulo, encargada de su protección evitando la entrada de parásito y lesiones que puedan afectar la semilla internamente, permeable al agua en muchas especies.

## **2.4 Marco Jurídico**

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 870 (25, mayo, 2017). Por el cual se establece el Pago por Servicios Ambientales y otros incentivos a la conservación. (Congreso de Colombia, 2017).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 1449 (27, junio, 1977). Por el cual se reglamentan parcialmente el [Inciso 1 del Numeral 5 del Artículo 56 de la Ley 135 de 1961] y el [Decreto Ley No. 2811 de 1974] Áreas Forestales Protectoras. (Congreso de Colombia, 1977).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 173 (19, diciembre, 1973). Por la cual se conceden facultades extraordinarias al presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones. (Congreso de Colombia, 1973).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 2372 (01, julio, 2010). Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto

Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones. (Congreso de Colombia, 2010).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 900 (01, abril, 1997). Por el cual se reglamenta el Certificado de Incentivo Forestal para Conservación. (Congreso de Colombia, 1997).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 1996 (15, octubre, 1999). Por el cual se reglamentan los artículos 109 y 110 de la Ley 99 de 1993 sobre Reservas Naturales de la Sociedad Civil. (Congreso de Colombia, 1999).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 29 (27, febrero, 1990). Por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias (Congreso de Colombia, 1990).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 99 (22, diciembre, 1993). “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones” (Congreso de Colombia, 1993).

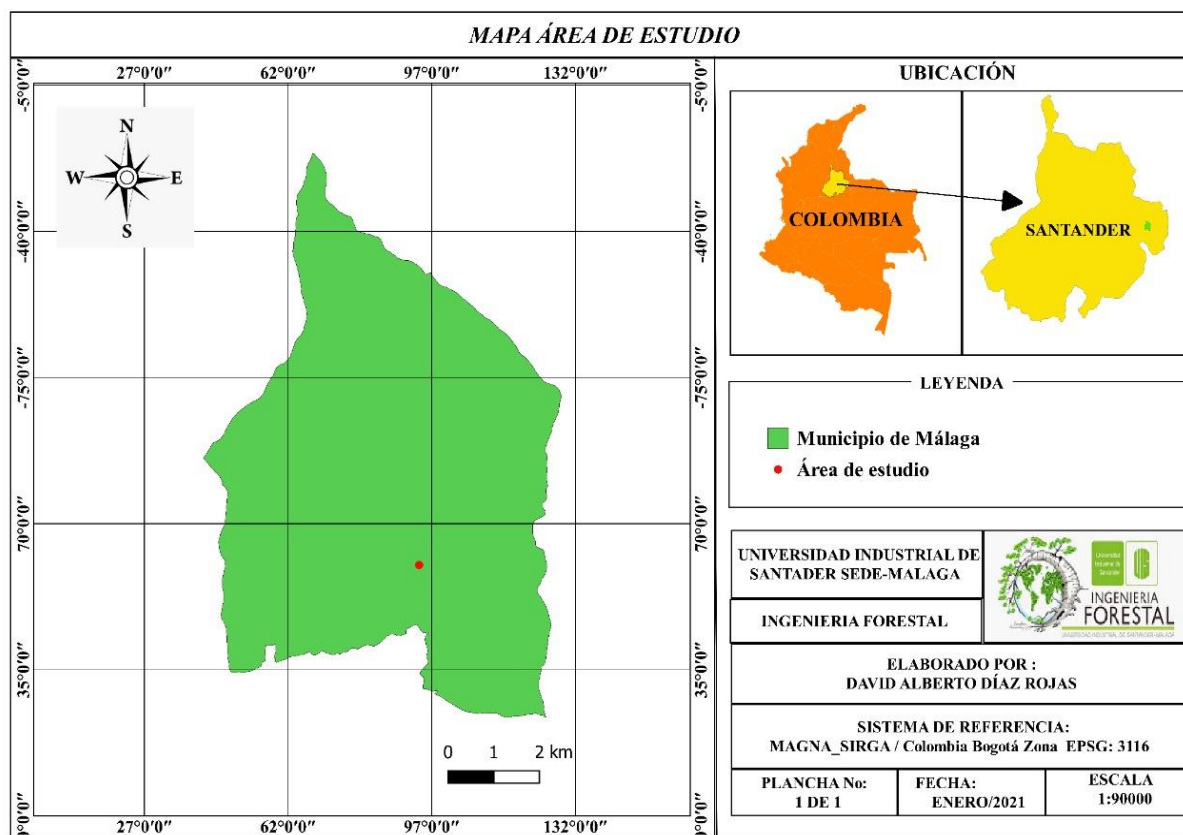
### 3 Metodología

#### 3.1 Ubicación

La reproducción vegetal se realizó en el municipio de Málaga (Figura 1) al sur oriente del departamento de Santander; con condiciones climáticas propias de humedad relativa del 80%, además de temperaturas que van desde los 16°C hasta los 27°C, las precipitaciones medias anuales son de 2327 mm y una altitud de 2200 m. s. n. m. (EOT,2020).

Figura 1.

*Porcentaje de germinación de todos los tratamientos con todos los sustratos sólidos.*



### **3.2 Diseño experimental**

Se implementó un diseño de bloques completamente al azar con cinco tratamientos pregerminativos y cuatro sustratos sólidos, conformando veinte tratamientos globales combinados con veinte semillas para cada uno, para un total de cuatrocientas semillas, obteniendo cuatro repeticiones por tratamiento global, ya que cada repetición se conformó por cinco semillas. Las semillas se adquirieron en la comercializadora EL SEMILLERO con la finalidad de utilizar semillas certificadas en la investigación.

### **3.3 Diseño de germinadores**

Para la elaboración de los cuatro germinadores necesarios, se implementaron canastillas de 40 cm de ancha, por 60 cm de larga y 18 cm de profundidad; con un recubrimiento de plástico previamente agujereado por perforaciones de 5 mm de diámetro.

### **3.4 División de germinadores**

Los germinadores se subdividieron por el largo en cinco subdivisiones laterales cada 12 cm y por el ancho cada diez centímetros formando cuatro subdivisiones, para un total de 20 parcelas internas para la siembra en cada semillero.

### **3.5 Diseño de tratamientos pregerminativos (Tp)**

Se implementaron cinco tratamientos pregerminativos en el transcurso del experimento con las siguientes características:

**3.5.1 Primer tratamiento pregerminativo (Tp1).** Se realizó una inmersión de las semillas en agua a temperatura ambiente por 24 horas.

**3.5.2 Segundo tratamiento pregerminativo (Tp2).** Se realizó una inmersión de las semillas en agua hirviendo por un minuto, posteriormente se retiraron hasta llegar a temperatura ambiente.

**3.5.3 Tercer tratamiento pregerminativo (Tp3).** Se realizó una inmersión de las semillas en agua hirviendo hasta que el agua llegó a temperatura ambiente sin retirar las semillas.

**3.5.4 Cuarto tratamiento pregerminativo (Tp4).** Se realizó una escarificación con una lija fina (grano de 240 a 400), hasta que perdieron el brillo.

**3.5.5 Quinto tratamiento pregerminativo (Tp5).** No se realizó ningún proceso previo a la siembra; este tratamiento funcionó como tratamiento pregerminativo de control.

### **3.6 Diseño de sustratos sólidos (Ss)**

Se implementaron cuatro sustratos sólidos en el transcurso del experimento, para llenar los germinadores con las siguientes características:

**3.6.1 Primer sustrato sólido (Ss1).** Estuvo conformado por una combinación de tres elementos como: tierra negra, arena de río y aserrín de madera, con la siguiente proporción 50%, 30% y 20% respectivamente.

**3.6.2 Segundo sustrato sólido (Ss2).** Estuvo conformado por una combinación de tres elementos como: tierra negra, arena de río y aserrín de madera, con la siguiente proporción 50%, 35% y 15% respectivamente.

**3.6.3 Tercer sustrato sólido (Ss3).** Estuvo conformado por una combinación de tres elementos como: tierra negra, arena de río y aserrín de madera, con la siguiente proporción 50%, 20% y 30% respectivamente.

**3.6.4 Cuarto sustrato sólido (Ss4).** Estuvo conformado en su totalidad por tierra negra, este sustrato sólido funcionó como sustrato de control.

### **3.7 Diseño de tratamientos globales (Tg)**

Las semillas tratadas con cada tratamiento pregerminativo fueron sembradas en cada sustrato sólido preparado en los germinadores, la siembra se realizó completamente al azar, en cada germinador se enumeraron con su respectivo sustrato sólido y tuvieron veinte casillas enumeradas a las cuales se les asignó un tratamiento pregerminativo, por medio de papeles enumerados con las iniciales del tratamiento pregerminativo y su respectiva repetición (R1, R2, R3 y R4), conformando de esta manera la combinación de todos los tratamientos pregerminativos y los sustratos sólidos.

### **3.8 Desinfección de los sustratos sólidos en los germinadores**

La desinfección de los sustratos sólidos se realizó con formol al 40% de concentración, diluyendo 400 centímetros cúbicos de formol en 40 litros de agua, se aplicó la solución para desinfección en todos los germinadores con los sustratos sólidos, sellando con plástico la parte superficial del germinador por cuatro días, al finalizar los cuatro días se realizó un regado con agua y mezclado adicional del sustrato sólido en cada germinador.

### **3.9 Siembra de las semillas tratadas por los tratamientos pregerminativos**

Las semillas de todos los tratamientos pregerminativos se sembraron a una profundidad de cinco mm, el mismo día a la misma hora en todos los germinadores, separándolas cinco centímetros del borde adyacente al largo del germinador y dos centímetros del borde adyacente al ancho del germinador, en las parcelas internas cada semilla fue separada dos centímetros entre sí.

### **3.10 Riego de los germinadores**

Con la finalidad de mantener siempre la humedad en los germinadores, se realizó riego constantemente o cada que los germinadores lo necesitaban (tras la observación de la humedad de los semilleros).

### **3.11 Medición de variables**

**3.11.1 Tiempo de eclosión (Te).** Se contaron los días a partir de la hora de la siembra, con la finalidad de tener esa hora como hora de registro día a día por 30 días y de esta manera contabilizar la variable en días, adicionalmente, se analizó cada semilla por aparte para realizar un conteo en cada repetición y por ende en cada tratamiento global.

**3.11.2 Porcentaje de germinación (Pg).** Se tuvieron en cuenta todas las semillas sembradas y las semillas germinadas para el cálculo del porcentaje de germinación por repetición y tratamiento global.

**3.11.3 Costo de producción (Cp).** Se tuvo en cuenta solo los costos de los tratamientos pregerminativos y los sustratos sólidos, se despreciará el costo de las semillas puesto que es el mismo en todos los tratamientos globales.

### **3.12 Recolección y tabulación de datos**

Los datos se organizaron cada día en tablas de campo, teniendo en cuenta el día y la cantidad de semillas germinadas, cabe aclarar que no se repitieron las geminaciones ya contabilizadas dentro de la misma repetición, los datos de cada repetición fueron recolectados por aparte, puesto que cada semilla de cada tratamiento será analizada por aparte. Los datos al finalizar el día se redactaron en el programa Microsoft Excel (2016), con la finalidad de tener una base de datos desde el inicio de la investigación.

### **3.13 Análisis estadístico**

Se realizó por medio del software R-Project (3.5.2), aplicando la prueba de rasgos múltiples de Duncan, con un valor de significancia menor o igual al 0.05.

## **4 Resultados**

### **4.1 Tiempo de eclosión (Te).**

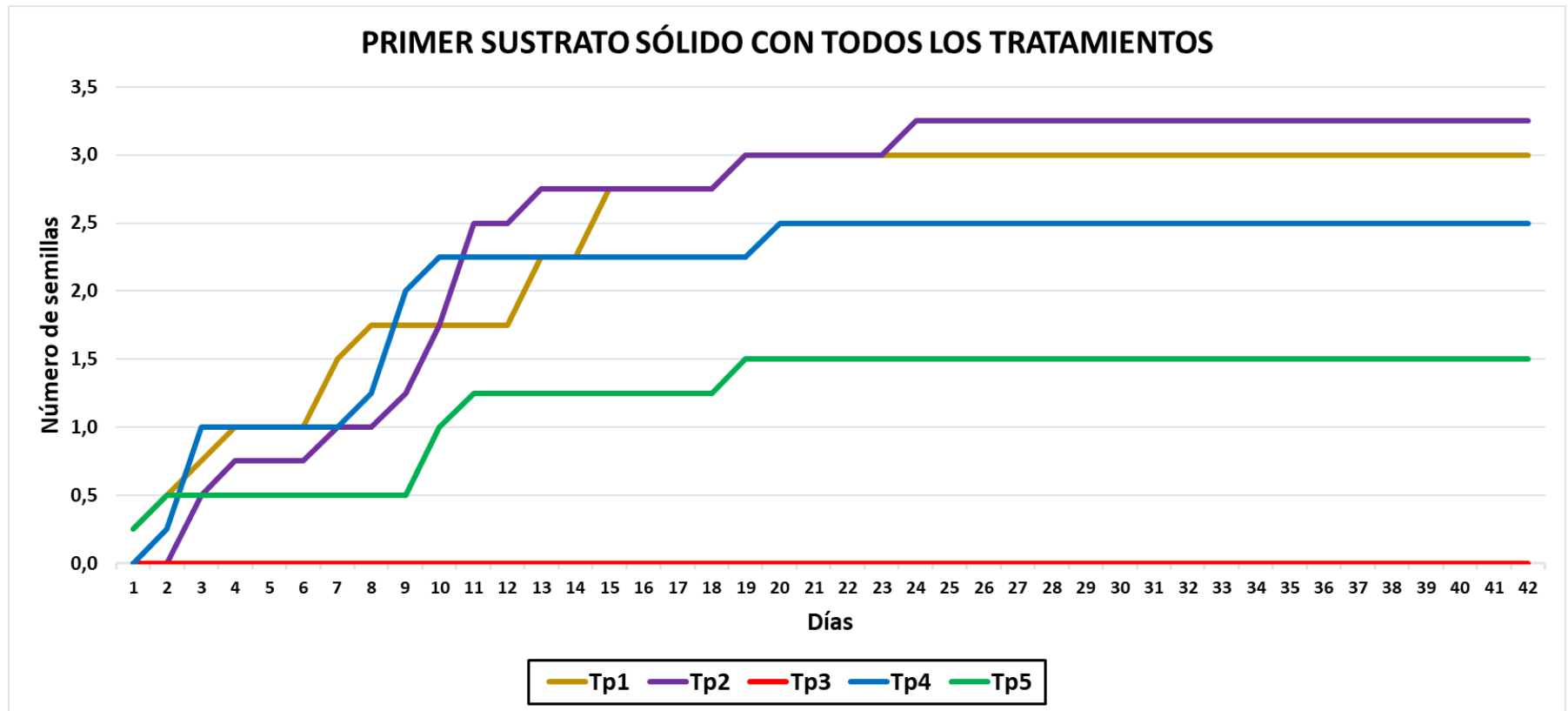
Se registraron todos los datos durante los últimos 42 días a partir de la primera eclosión, hasta observar que los datos no reportaban ningún cambio en la eclosión con el pasar de los días, cabe aclarar que para todos tratamientos pregerminativos y sustratos sólidos se tuvieron en cuenta el mismo número de días.

#### **4.1.1 Tiempo de eclosión de los tratamientos pregerminativos en el primer sustrato sólido.**

Los tratamientos pregerminativos uno y dos fueron los que presentaron eclosiones más rápidas en comparación con los demás tratamientos, cabe destacar que el tratamiento pregerminativo tres no presentó ninguna eclosión, por lo tanto, presentó diferencias significativas menores al 5 % con todos los tratamientos pregerminativos. Adicionalmente, cabe resaltar que el tratamiento pregerminativo dos se demoró tres días más en presentar eclosiones, pero fue el más rápido en eclosionar todas las semillas tratadas presentando diferencias significativas con todos los tratamientos a excepción del tratamiento pregerminativo uno, ya que el tratamiento pregerminativo número uno mantuvo un desempeño similar y cercano; todo esto en presencia del primer sustrato sólido (Figura 2).

Figura 2.

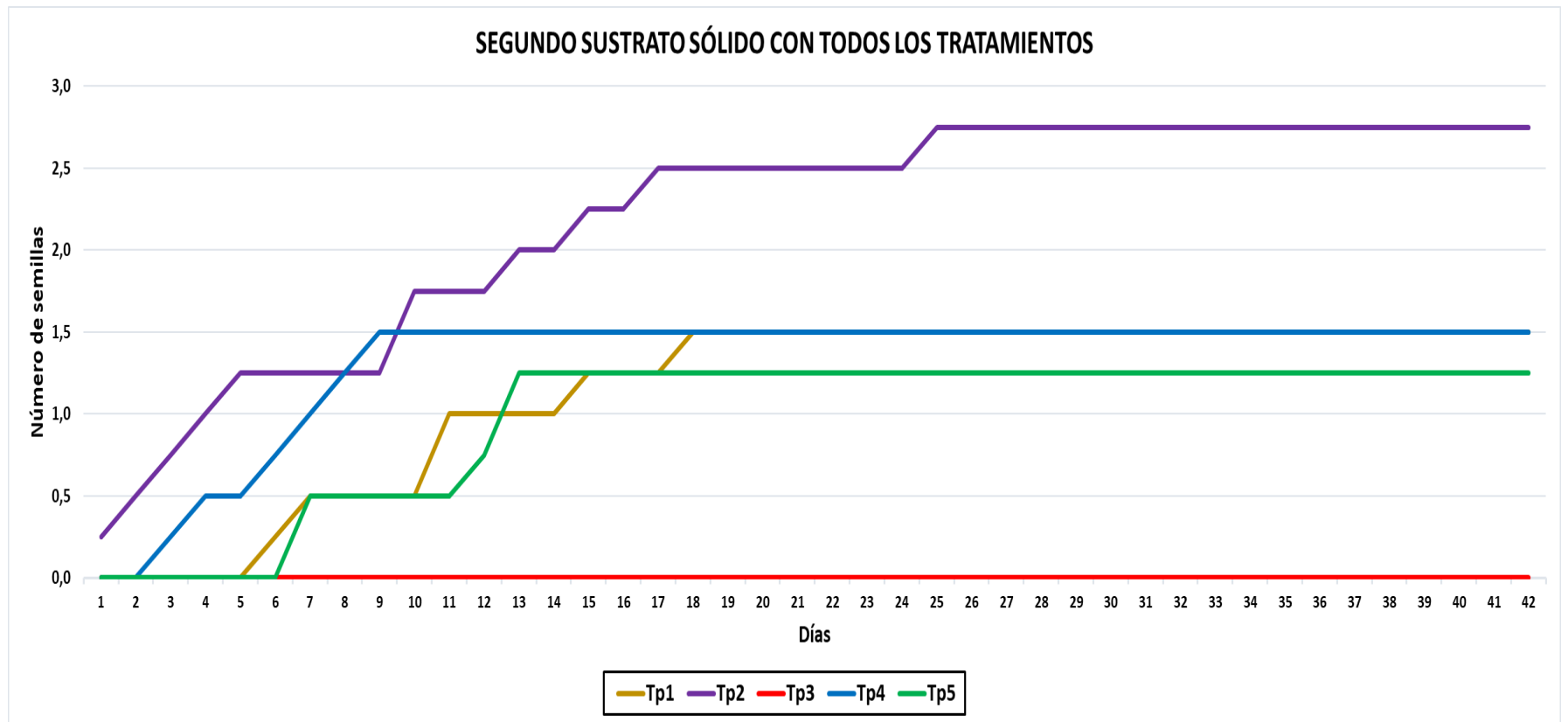
Primer sustrato sólido con todos los tratamientos.



**4.1.2 Tiempo de eclosión de los tratamientos pregerminativos en el segundo sustrato sólido.** El tratamiento pregerminativo dos presentó diferencias significativas menores al 5%, puesto que representó las eclosiones más rápidas en comparación con los demás tratamientos, cabe destacar que el tratamiento pregerminativo tres no presentó ninguna eclosión, por lo tanto, presentó diferencias significativas menores al 5% con todos los tratamientos pregerminativos, adicionalmente cabe resaltar que el tratamiento pregerminativo dos no presentó diferencias significativas menores al 5% en el día nueve de la toma de datos, ya que el tratamiento cuatro alcanzo a germinar la misma cantidad de semillas en el mismo tiempo, pero en los siguientes días el tratamiento dos arrojó una rápida germinación en comparación con los demás tratamientos, cabe resaltar que no se lograron germinar la mayoría de las semillas; todo esto en presencia del segundo sustrato sólido (Figura 3).

Figura 3.

*Segundo sustrato sólido con todos los tratamientos.*

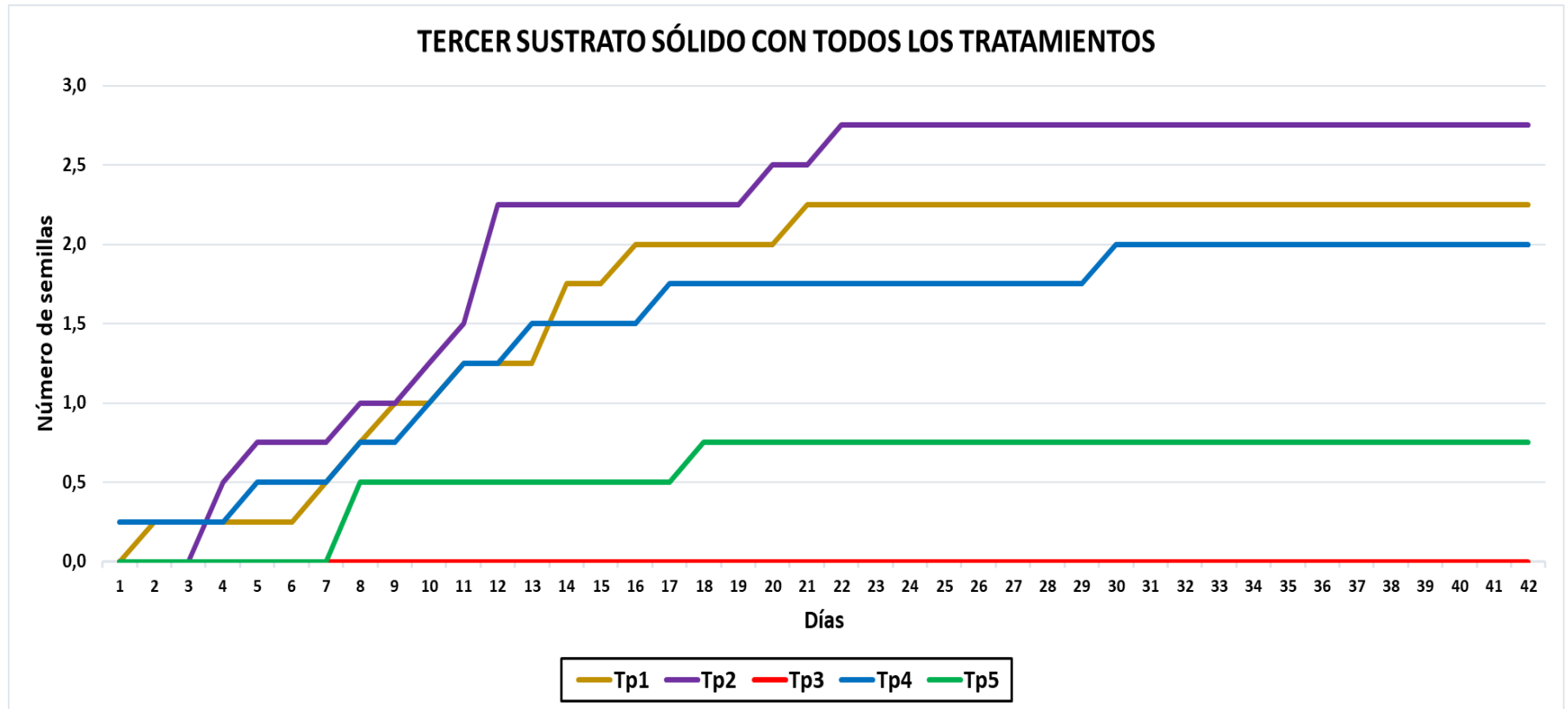


#### **4.1.3 Tiempo de eclosión de los tratamientos pregerminativos en el tercer sustrato sólido.**

El tratamiento pregerminativo dos fue el que presentó mayores eclosiones en el menor tiempo y por lo tanto presentó diferencias significativas menores al 5% con los demás tratamientos, además los tratamientos pregerminativos uno y cuatro no presentaron diferencias significativas menores al 5% entre sí, pero si con los demás tratamientos pregerminativos, cabe destacar que el tratamiento pregerminativo tres no presentó ninguna eclosión, por lo tanto, presentó diferencias significativas menores al 5% con todos los tratamientos pregerminativos, cabe destacar que el tratamiento que presentó la primera eclosión fue el cuatro y el tratamiento pregerminativo uno lo siguió en el segundo día, pero no en todas las semillas evaluadas; todo esto en presencia del tercer sustrato sólido (Figura 4).

Figura 4.

*Tercer sustrato sólido con todos los tratamientos.*

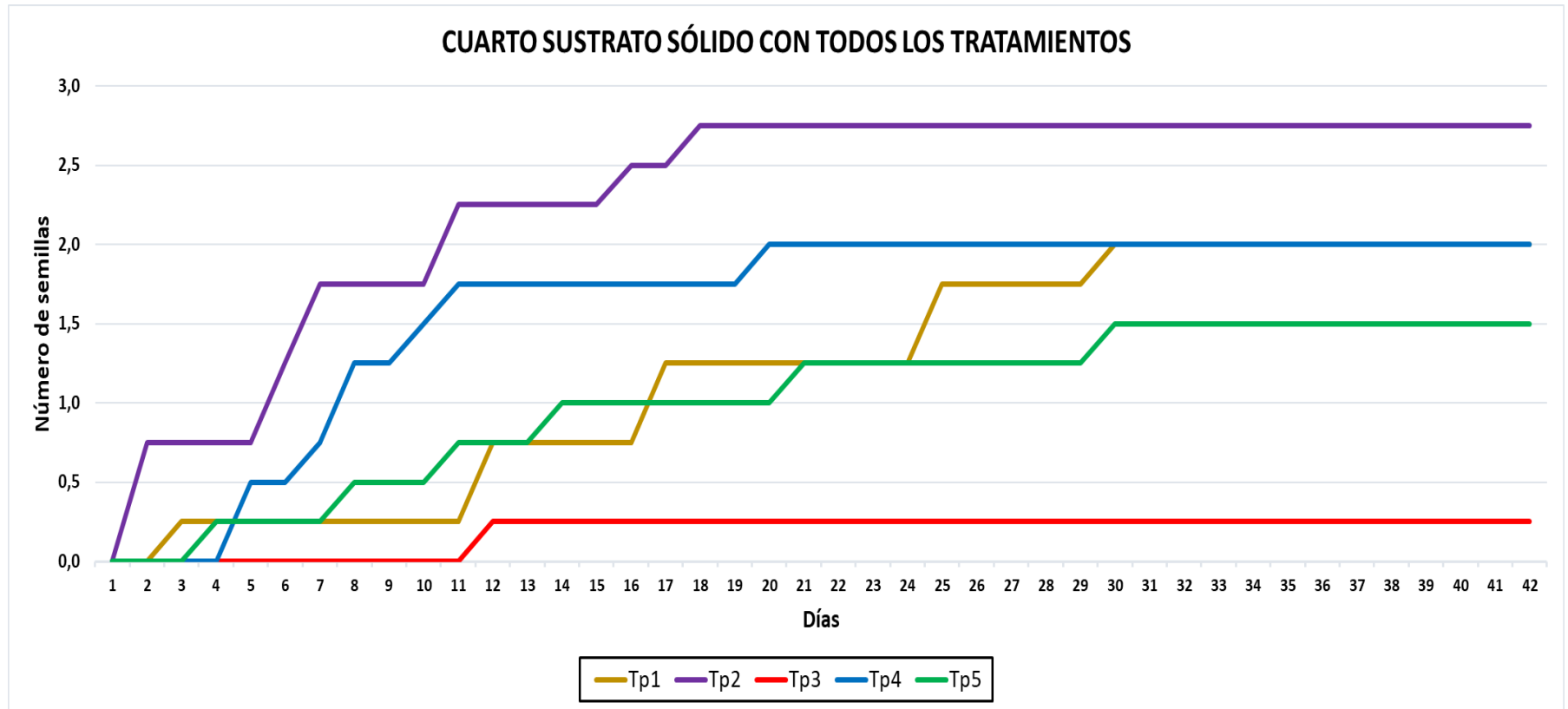


#### **4.1.4 Tiempo de eclosión de los tratamientos pregerminativos en el cuarto sustrato sólido.**

El tratamiento pregerminativo dos presentó diferencias significativas menores al 5% con todos los tratamientos pregerminativos al presentar las eclosiones más rápidas, cabe destacar que las presentó desde el primer día y hasta el último, por otra parte los tratamientos pregerminativos uno y cinco, no presentaron diferencias significativas menores al 5% entre sí, adicionalmente el tratamiento pregerminativo cuatro presentó diferencias significativas con todos los tratamientos hasta el día treinta, pues a partir de ese día dejó de presentar diferencias significativas con los tratamientos uno y cinco, por otra parte el tratamiento pregerminativo dos presentó eclosiones a partir del día doce en el cuarto sustrato sólido, siendo en el único sustrato sólido que logró presentarlas, pero sin representar un gran número de eclosiones; todo esto en presencia del cuarto sustrato sólido (Figura 5).

Figura 5.

*Cuarto sustrato sólido con todos los tratamientos.*

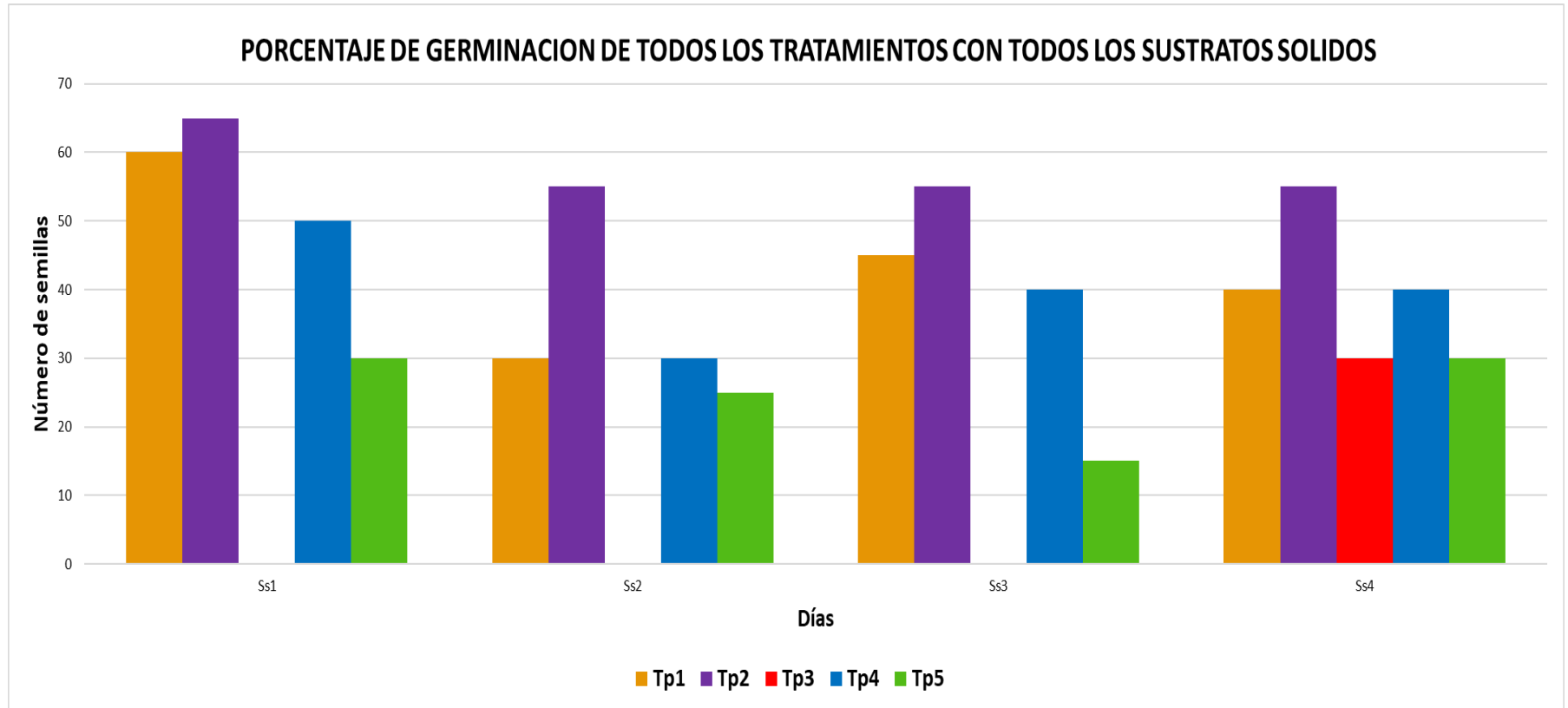


## **4.2 Porcentaje de germinación**

En todos los tratamientos pregerminativos se utilizaron veinte semillas para ser evaluadas en cada sustrato sólido, adicionalmente se registraron todos los datos durante los últimos 42 días a partir de la primera eclosión, hasta observar que los datos no reportaban ningún cambio en la eclosión con el pasar de los días, cabe aclarar que para todos tratamientos pregerminativos y sustratos sólidos se tuvieron en cuenta el mismo número de días, ya que el mejor porcentaje de germinación se dio gracias a la acción del primer sustrato sólido con el segundo tratamiento pregerminativo (Figura 6).

Figura 6.

*Porcentaje de germinación de todos los tratamientos con todos los sustratos sólidos.*



**4.2.1 Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el primer sustrato sólido.** El tratamiento pregerminativo dos fue el que presentó un mayor número de semillas germinadas con trece individuos y un 65% de porcentaje de germinación (Tabla 1), presentando diferencias significativas menores al 5% con los tratamientos tres, cuatro y cinco, pero no con el tratamiento pregerminativo uno; aclarando que el tratamiento pregerminativo uno presentó un 60% de porcentaje y doce individuos germinados, adicionalmente los tratamientos pregerminativos cuatro y cinco presentaron 50% y 30% porcentaje de germinación respectivamente, pero no presentaron diferencias significativas menores al 5% entre sí, por otra parte, el tratamiento pregerminativo tres no presentó germinación alguna.

Tabla 1.

*Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el primer sustrato sólido.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Semillas germinadas</b>	<b>Porcentaje de germinación</b>	<b>Diferencias significativas</b>
Tp1	12	60%	A
Tp2	13	65%	A
Tp3	0	0%	C
Tp4	10	50%	B
Tp5	6	30%	B

**4.2.2 Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el segundo sustrato sólido.** El tratamiento pregerminativo dos fue el que presentó un mayor número de semillas germinadas con once individuos y un 55% de porcentaje de germinación (Tabla 2), presentando diferencias significativas menores al 5% con los tratamientos uno, tres, cuatro y cinco con un 30%, 0%, 30% y 25% de germinación respectivamente, adicionalmente los tratamientos pregerminativos uno, cuatro y cinco no presentaron diferencias significativas menores al 5% entre sí, por otra parte, el tratamiento pregerminativo tres no presentó germinación alguna.

Tabla 2.

*Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el segundo sustrato sólido.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Semillas germinadas</b>	<b>Porcentaje de germinación</b>	<b>Diferencias significativas</b>
Tp1	6	30%	B
Tp2	11	55%	A
Tp3	0	0%	C
Tp4	6	30%	B
Tp5	5	25%	B

**4.2.3 Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el tercer sustrato sólido.** El tratamiento pregerminativo dos fue el que presentó un mayor número de semillas germinadas con once individuos y un 55% de porcentaje de germinación (Tabla 3), presentando diferencias significativas menores al 5% con los tratamientos uno, tres, cuatro y cinco con un 45%, 0%, 40% y 15% de porcentaje de germinación respectivamente, adicionalmente los tratamientos pregerminativos uno y cuatro no presentaron diferencias significativas menores al 5% entre sí, por otra parte, el tratamiento pregerminativo cinco presentó diferencias significativas menores al 5% con todos los tratamientos y el tratamiento pregerminativo tres no presentó germinación alguna.

Tabla 3.

*Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el tercer sustrato sólido.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Semillas germinadas</b>	<b>Porcentaje de germinación</b>	<b>Diferencias significativas</b>
Tp1	9	45%	B
Tp2	11	55%	A
Tp3	0	0%	D
Tp4	8	40%	B
Tp5	3	15%	C

#### 4.2.4 Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el cuarto sustrato

**sólido.** El tratamiento pregerminativo dos fue el que presentó un mayor número de semillas germinadas con once individuos y un 55% de porcentaje de germinación (Tabla 4), presentando diferencias significativas menores al 5% con los tratamientos uno, tres, cuatro y cinco con un 40%, 30%, 40% y 30% de porcentaje de germinación respectivamente, adicionalmente los tratamientos pregerminativos uno y cuatro no presentaron diferencias significativas menores al 5% entre sí, pero si con los demás tratamientos pregerminativos, de igual manera los tratamientos pregerminativos tres y cinco no las presentaron entre sí.

Tabla 4.

*Porcentaje de germinación de los tratamientos pregerminativos en el cuarto sustrato sólido.*

Tratamientos	Semillas germinadas	Porcentaje de germinación	Diferencias significativas
Tp1	8	40%	B
Tp2	11	55%	A
Tp3	6	30%	C
Tp4	8	40%	B
Tp5	6	30%	C

#### 4.3 Costo de producción (Cp).

Para el análisis de costos se evaluaron los factores que podían tener una alteración respecto al costo de la producción (Tabla 5), por consiguiente, el valor de las semillas y los insumos necesarios para la fabricación de los germinadores estructuralmente no se tuvieron en cuenta, ya que era el mismo valor en todos los tratamientos pregerminativos y sustratos sólidos.

Tabla 5.

*Materiales.*

Ítem	Cantidad	Unidad	Costo/Unidad	Costo/Ítem
Aserrín de madera	1	Bulto	\$4.000	\$4.000
Arena de río	1	Bulto	\$9.000	\$9.000
Lija fina	1	Lámina	\$800	\$800
Tierra negra	1	Bulto	\$15.000	\$15.000

El costo de los tratamientos pregerminativos (Tabla 6) y de los sustratos sólidos (Tabla 7) se calculó por aparte con la finalidad de realizar la relación de costos para todas las combinaciones utilizadas (Tabla 8), obteniendo como resultado que los costos por semilla que representaron un mayor costo fue la combinación del cuarto sustrato sólido con el cuarto tratamiento pregerminativo y el más económico fue la combinación entre el tercer sustrato sólido con el quinto tratamiento pregerminativo, pero cabe resaltar que el segundo tratamiento pregerminativo en conjunto con el primer sustrato sólido fue el que mejor resultados obtuvo en el tiempo de eclosión y en el porcentaje de germinación sin representar uno de los mayores costos en producción.

Tabla 6.

*Tratamientos pregerminativos.*

<b>Tratamientos pregerminativos</b>	<b>Tp1</b>	<b>Tp2</b>	<b>Tp3</b>	<b>Tp4</b>	<b>Tp5</b>
<b>Costo</b>	\$500	\$650	\$600	\$800	\$0
<b>Costo por semilla</b>	\$5	\$6,50	\$6	\$8	\$0

Tabla 7.

*Sustratos sólidos.*

<b>Sustrato sólido</b>	<b>Ss1</b>	<b>Ss2</b>	<b>Ss3</b>	<b>Ss4</b>
<b>Costo</b>	\$3688	\$3710	\$3625	\$5000
<b>Costo por semilla</b>	\$36,88	\$37,10	\$36,25	\$50

Tabla 8.

*Costo de las combinaciones entre Tratamientos pregerminativos y Sustratos sólidos por semilla.*

<b>Sustrato sólido/Tratamiento pregerminativo</b>	<b>Tp1</b>	<b>Tp2</b>	<b>Tp3</b>	<b>Tp4</b>	<b>Tp5</b>
<b>Ss1</b>	\$41,88	\$43,38	\$42,88	\$44,88	\$36,88
<b>Ss2</b>	\$42,10	\$43,60	\$43,10	\$45,10	\$37,10
<b>Ss3</b>	\$41,25	\$42,75	\$42,25	\$44,25	\$36,25
<b>Ss4</b>	\$55	\$56,5	\$56	\$58	\$50

## 5 Discusión

Lo encontrado en la investigación realizada por Velázquez (2009), determinó que la inmersión de semillas en agua a elevadas temperaturas como el punto de ebullición, logra aumentar la germinación de las semillas de la especie *Tabebuia rosea*, esto se ratifica en la presente investigación, puesto que el tratamiento que mejores resultados arrojó, consistió en la inmersión de las semillas por un minuto en agua hirviendo. Por otro lado, Patricia (2004) determinó que la inmersión en agua por veinticuatro horas a temperatura ambiente es un tratamiento pregerminativo óptimo para algunas especies vegetales, destacando que dicho tratamiento pregerminativo no se considera ideal para el *Tabebuia rosea*, ratificando los resultados obtenidos en la presente investigación.

Según Home (2004) la especie *Tabebuia rosea* por pertenecer a la familia Bignoniacea, presentó resultados negativos en la germinación de las semillas, al ser expuestas prolongadamente a temperaturas elevadas, pues la estructura de las semillas no tolera dichas temperaturas; la presente investigación corroboró lo mencionado por Home (2004), puesto que el tercer tratamiento pregerminativo consistió en la inmersión de semillas en agua hirviendo hasta que dicha agua igualara su temperatura a la temperatura ambiente, obteniendo resultados de cero germinaciones en múltiples sustratos, tanto así que fue el peor tratamiento pregerminativo encontrado en la presente investigación.

En la presente investigación se logró determinar que la germinación de las semillas sin ningún tratamiento pregerminativo es posible, pero no óptima, ya que los resultados no lograron superar los de otros tratamientos pregerminativos, lo mencionado anteriormente es ratificado por Gil (2010), quien, al hablar de la presencia en los bosques húmedos y los bosques montanos bajos,

además de la importancia ecológica de los mismos, menciono que dicha especie está en constante afectación por la deforestación, aclarando que la misma en ocasiones naturales se ve limitada en su regeneración, debido a la germinación de las semillas, por ende menciona que se deben identificar tratamientos pregerminativos que logren aumentar la germinación de las mismas.

Lo postulado por Valera (2011) indica que los tratamientos pregerminativos alteran la latencia de las semillas, tanto positivamente como negativamente, la presente investigación dentro de sus resultados logra demostrar esta postulación, ya que algunos tratamientos aumentaron y otros disminuyeron la germinación de las semillas del *Tabebuia rosea*, por ende, se puede afirmar que los tratamientos pregerminativos si alteran los porcentajes de germinación de las semillas. Según la investigación realizada por Negreros (2010), afirma que los sustratos y sus diferentes proporciones alteran la germinación de las semillas, debido a esto se puede ratificar lo encontrado en la presente investigación, ya que los sustratos sólidos utilizados lograron alterar la germinación de las semillas, además Negreros (2010) ratifica que no es el cambio en el sustrato, puesto que en ocasiones la proporción de los elementos en el mismo son los que logran producir las alteraciones en la germinación de las semillas de especies vegetales.

Para García (2013) el *Tabebuia rosea* es apetecido comercialmente por la calidad de su madera, ratificando que se deben de realizar acciones que permitan su conservación, en la presente investigación se logró postular que los tratamientos pregerminativos y los sustratos sólidos logran aumentar la producción de material vegetal y por ende su conservación. En la presente investigación no se encontraron ataques por hongos ni plagas, algo que cabe destacar es que los sustratos sólidos se trataron para evitar su presencia, por ende, la investigación realizada por Molina (2012) ratifica que se deben de realizar acciones para prever el ataque en las semillas del *Tabebuia rosea*, ya que son susceptibles a los hongos y las plagas.

## 6 Conclusiones

El efecto de los tratamientos pregerminativos en la germinación del Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) se evaluó en el cuarto sustrato sólido por ser el de control, determinando que el tratamiento pregerminativo que mejores resultados presentó en la germinación fue el Tp2, debido a que los demás tratamientos pregerminativos presentaron resultados inferiores en el tiempo y la cantidad de semillas germinadas, adicionalmente cabe resaltar que el cuarto sustrato sólido se utilizó de control, pero en todos los sustratos sólidos el tratamiento pregerminativo Tp2 fue el que lidero el tiempo y la cantidad de semillas germinadas, permitiendo demostrar que el segundo tratamiento pregerminativo a pesar de sumergirse en agua hirviendo es el que más beneficios presentó en la semillas de *Tabebuia rosea*.

Los sustratos sólidos se evaluaron con los resultados obtenidos en el quinto tratamiento pregerminativo en cada sustrato sólido, ya que se utilizó de control, puesto que no se le realizo ninguna alteración a las semillas en dicho tratamiento pregerminativo, debido a esto se pudo determinar que los sustratos sólidos generaron efecto en la germinación de las semillas de *Tabebuia rosea*, permitiendo observar como el primer sustrato sólido por medio del quinto tratamiento pregerminativo presentó los mejores resultados en cuanto al tiempo y a la cantidad de semillas germinadas.

Se identificó que la mejor combinación de tratamiento pregerminativo con sustrato sólido para el *Tabebuia rosea*, fue representada por la combinación del segundo tratamiento pregerminativo y el primer sustrato sólido, ya que individualmente al ser evaluados con los tratamientos y sustratos de control representaron los mejores resultados, pero adicionalmente en conjunto lograron germinar la mayor cantidad de semillas en el menor tiempo.

El costo de producción teniendo en cuenta la escala en la que se realizó la presente investigación, se puede establecer en \$43,38 por semilla, puesto que es el valor que se necesitó para lograr la combinación entre el primer sustrato sólido y el segundo tratamiento pregerminativo, adicionalmente el costo de producción es uno de los valores intermedios, representando así un beneficio económico.

## 7 Recomendaciones

Se recomienda la investigación en la germinación de las especies forestales dados los resultados de la presente investigación, puesto que mejoraría notablemente la producción de material vegetal, actualizando los procedimientos o métodos, ya que se tenía como método tradicional o común sumergir las semillas de *Tabebuia rosea*, en agua por veinticuatro horas en agua a temperatura ambiente antes de la siembra y se pudo observar como este método arrojó resultados inferiores, por ende, al realizar estas investigaciones se disminuye el tiempo y el costo de producción notablemente.

Se sugiere que las universidades profundicen en las metodologías de germinación ya establecidas en la comunidad científica, puesto que las semillas locales pueden llegar a tener alguna adaptación genética o fenotípica que con otros procesos como tratamientos pregerminativos y sustratos sólidos diferentes a los establecidos, lleguen a propiciar resultados significativamente mejores que los utilizados comúnmente o tradicionalmente.

Como sugerencia para los futuros tesis se recomienda que la mayoría de los tratamientos pregerminativos y los sustratos sólidos, que se pretendan evaluar en cualquier especie vegetal, sean escogidos sin tener en cuenta los resultados en dicha especie, puesto que esto no permitiría evaluar nuevas posibilidades, ya que solo se estaría ratificando lo obtenido por otros autores en otras investigaciones, por ende, se puede utilizar el mejor resultado observado en las revisiones de literatura como base para ser comparado con las nuevas propuestas científicas sin evaluar o ya evaluadas en otras especies.

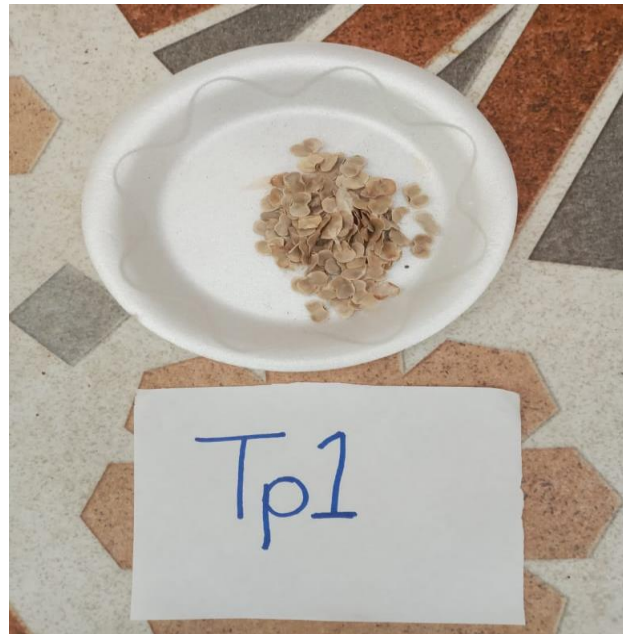
**Referencias bibliográficas**

- Bogotá, D.C, Congreso de Colombia Ley 29 27 de Febrero de 1990, Diario Oficial No. 39.205 (1990).
- Bogotá, D.C, Congreso de Colombia Ley 99 22 de Diciembre de 1993, Diario Oficial No. 41.146 (1993).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 870 25 de mayo de 2017, Diario Oficial No. 50.244 (2017).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 1449 27 de junio de 1977, Diario Oficial No. 34.791 (1977).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Ley 1973 19 de diciembre de 1973, Diario Oficial No. 33.994 (1973).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 900 01 de abril de 1997, Diario Oficial No. 34.757 (1997).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 1996 15 de octubre de 1999, Diario Oficial No. 43.744 (1999).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 2372 01 de julio de 2010, Diario Oficial No. 47.729 (2010).
- Céspedes Torres, K. A. (2019). Determinación de los patrones de tinción y efecto de la giberelina sobre la germinación de las semillas de caoba (*Swietenia Macrophylla*) y guayacán amarillo (*Handroanthus Chrysanthus*).
- Cárdenas, D., & Salinas, N. (2007). Libro rojo de plantas de Colombia. *Especies maderables amenazadas I parte. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá.*
- Chávez, J. (1997). Viveros y reforestación en comunidades campesinas. Un proceso de innovación tecnológica. *Revista Andina, 15(1).*
- Del Valle Arango, J. I. (1985). Crecimiento del roble (*Tabebuia rosea*) y del cedro (*Cedrela odorata*) en la region de Uraba, Antioquia (No. Doc. 15178) CO-BAC, Bogotá).
- García Lucas, L. M. (2013). Germinación de guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) y roble (*Quercus humboldtii*) aplicando tres niveles de sustratos sólidos en el viverio de la Universidad estatal de sur de manabí (Bachelor's thesis, Jipijapa. Unesum).

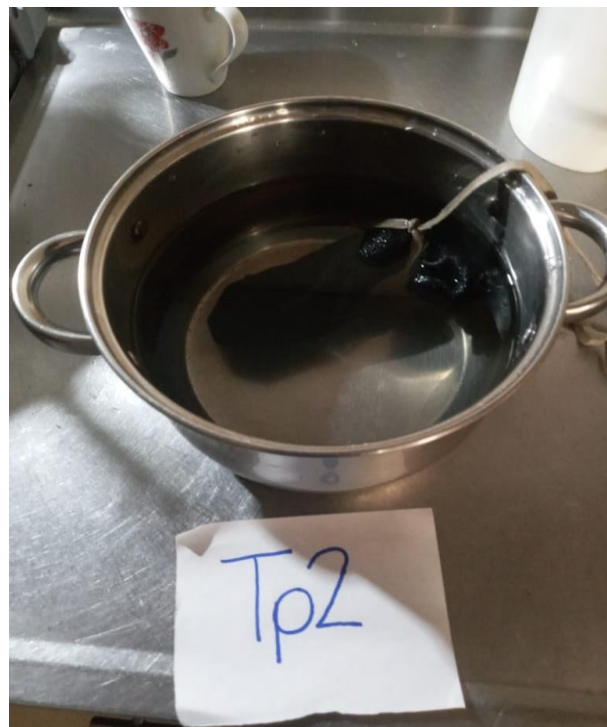
- Gil, R. H., Rada, F., & Silva, R. (2010). Crecimiento y desarrollo en plantas juveniles de apamate (*Tabebuia rosea* (Bertol.) A. DC.) sometidas a inundación. *Pittieria*, 34, 113-126.
- Home, J., Ocampo Gil, A., & Jiménez, Á. (2014). Caracterización Palinológica de *Tabebuia Rosea*, *Jacaranda Caucana*, *Pithecellobium Dulcey Samanea Saman* en la Universidad del Valle Sede Meléndez. *Revista de Ciencias*, 17(1), 11-21.
- López, D. C., & Salinas, N. (2007). *Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI".
- Molina, C., & Porfirio, F. (2012). *Comportamiento y manejo de Tabebuia rosea (Bertol) DC en Zamorano, Honduras* (Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012.).
- Negreros-Castillo, P., Apodaca-Martinez, M., & Mize, C. W. (2010). Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. *Madera y bosques*, 16(2), 7-18.
- PATRICIA, V. (2004). *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. Ficha botánica de interés apícola en Venezuela, No. 7 Apamate. *Revista de la Facultad de Farmacia*, 46, 1.
- Pérez, J. F., Barrera, R., & Ramírez, G. (2015). Integración de plantaciones forestales comerciales colombianas en conceptos de biorrefinería termoquímica: una revisión. *Colombia forestal*, 18(2), 273-294.
- Trujillo, E., Laverde, H., & Clavijo, J. F. (1989). Efecto de algunos antioxidantes para conservar la viabilidad en semillas de *Tabebuia rosea*. *Agronomía Colombiana*, 6(1-2), 10-14.
- Velázquez, J. R., Colín, P. S., & García, G. J. (2009). Frutos y semillas de árboles tropicales de México.
- Varela, S. A., & Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *Sistemas Forestales Integrados*, 3, 1-10.

### Apéndices

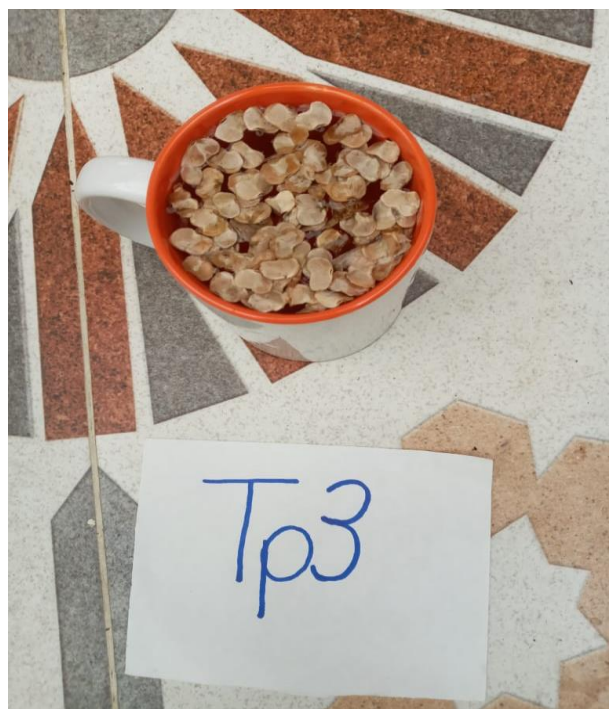
*Apéndice A.* Primer tratamiento pregerminativo.



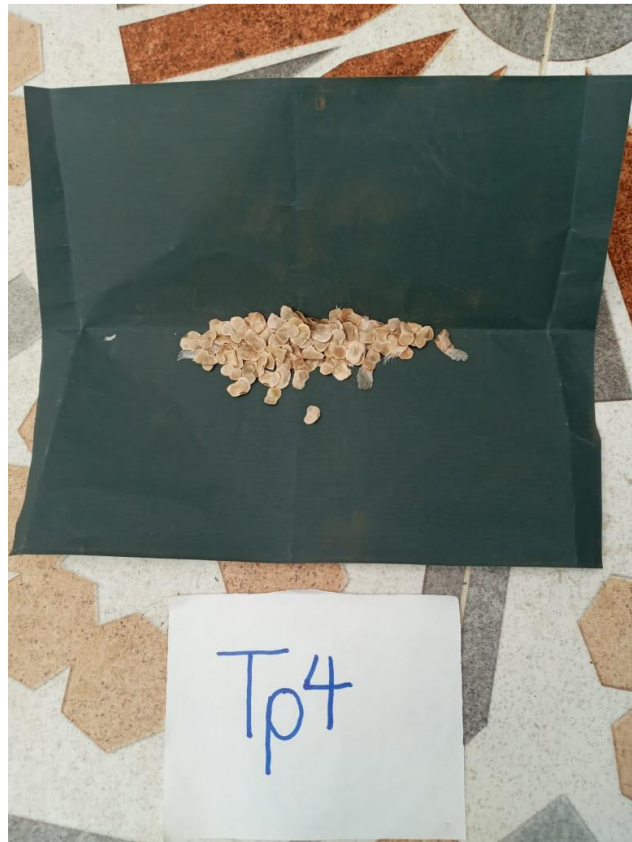
*Apéndice B.* Segundo tratamiento pregerminativo.



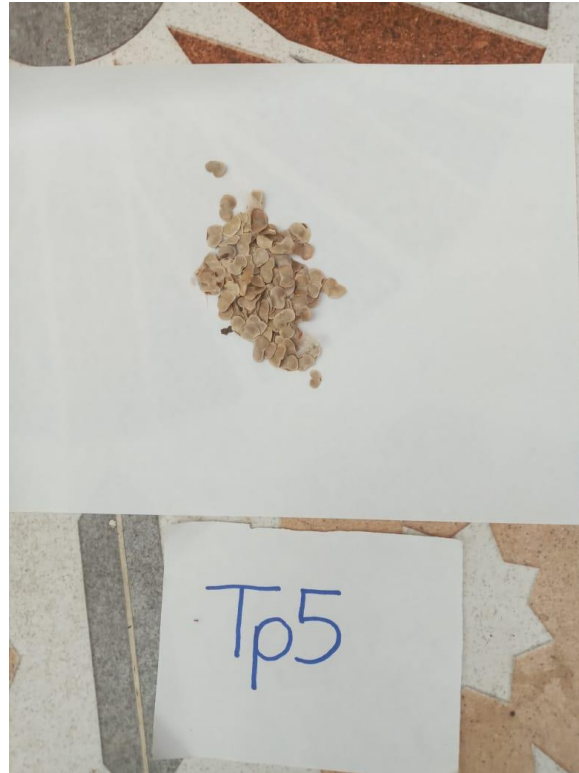
*Apéndice C. Tercer tratamiento pregerminativo.*



*Apéndice D. Cuarto tratamiento pregerminativo.*



*Apéndice E. Quinto tratamiento pregerminativo.*



*Apéndice F. Germinadores.*



*Apéndice G. Semillas de *Tabebuia rosea*.*



*Apéndice H. Preparación de sustratos sólidos.*



*Apéndice I.* Divisiones horizontales en el germinador.



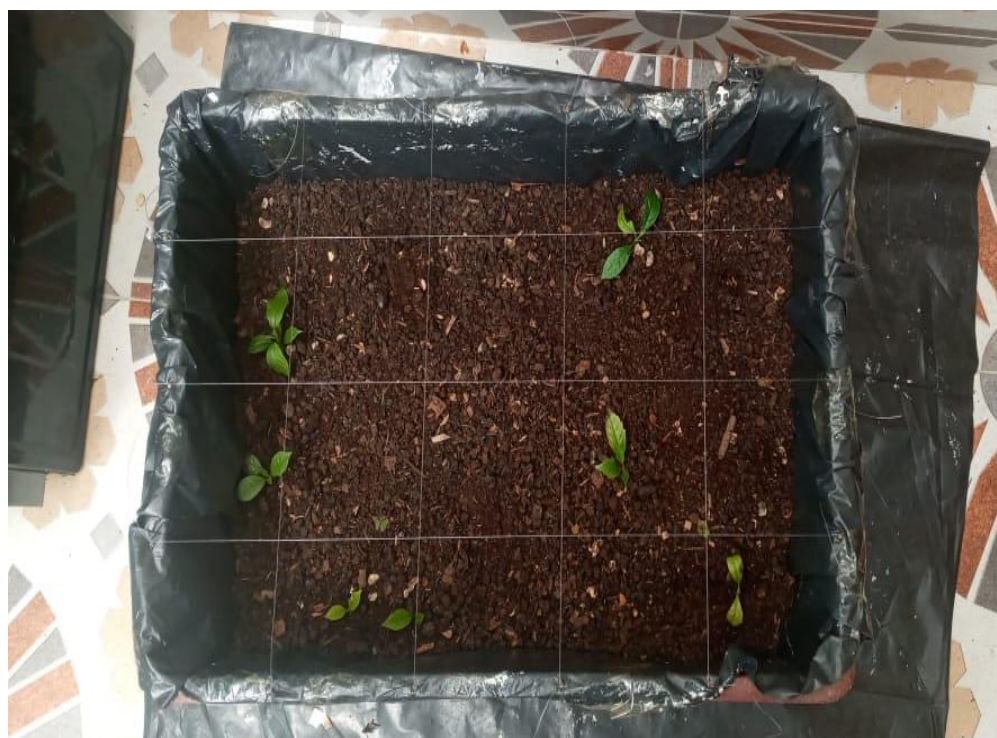
*Apéndice J.* Germinadores con divisiones.



*Apéndice K. Germinador con el primer rebrote.*



*Apéndice L. Germinador con diez días de siembra.*



*Apéndice M. Germinador con paletas identificadoras.*



*Apéndice N. Germinador sin reportar más germinaciones.*

