

FENOLOGÍA DE LA GERMINACIÓN DEL ARRAYÁN (*Eugenia sp.*)



YUDY PAOLA BOTINA MACIAS

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA BIOLOGÍA
POPAYÁN
2021**

FENOLOGÍA DE LA GERMINACIÓN DE LA ESPECIE *Eugenia sp.*



YUDY PAOLA BOTINA MACIAS

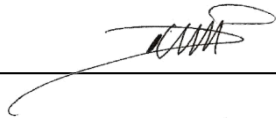
Informe final modalidad investigación como requisito parcial para optar por el título de Bióloga

**DIRECTOR
DIEGO JESÚS MACIAS PINTO
Profesor Departamento de Biología**

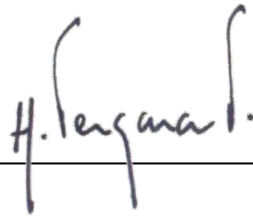
**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, Y EXACTAS DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA BIOLOGÍA
POPAYÁN
2021**

Nota de aceptación.

El director y los jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por el autor y lo encuentran satisfactorio.



Firma del director Diego Jesús Macías Pinto



Firma del jurado



Firma del jurado.

DEDICATORIA.

A mis padres y hermanos por haber ayudado a forjarme como la persona que soy en la actualidad, mis logros incluido este se los debo a ellos que me dan alas para soñar y cumplir mis sueños, los amo y gracias por iluminar mi vida

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE ANEXOS	8
1. RESUMEN	9
2. ABSTRACT	10
3. INTRODUCCION	11
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	11
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	14
5.1 Objetivo general	14
5.2 Objetivos específicos	14
6. MARCO DE REFERENCIA	15
6.1 Marco teórico	15
6.2 Marco conceptual	16
6.2.1 Fenología	16
6.2.2 Floración	16
6.2.3 Propagación sexual o por semilla	16
6.2.4 Germinación	18
6.2.5 Factores que afectan la germinación:	18
6.2.6 Métodos de escarificación	20
6.2.7 Familia <i>Myrtaceae</i>	21
6.3 Antecedentes	22
7. METODOLOGÍA	26
7.1 Descripción del área de estudio del material carpológico	26
7.2 Área de colecta de semillas	26
7.3 Tratamientos	27

7.4 Selección de semillas.	28
7.5 Recolección de semillas.	28
7.6 Selección de semillas	29
7.7 Tratamientos.....	30
7.8 Estudio del efecto de HCl a distintas concentraciones sobre la germinación	31
7.9 Fase de vivero.	32
7.9.1 Tiempo de germinación	33
7.9.2. Riego	33
7.9.3 Registro de datos:	33
7.10 Análisis estadístico	33
8. RESULTADOS	34
8.1 Ancho de la hoja	38
8.2 Longitud de hoja	39
8.3 Ancho del tallo	40
8.4 Longitud de planta	41
9. DISCUSIÓN	43
10. CONCLUSIONES.....	49
11. RECOMENDACIONES.	50
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
13. ANEXOS	58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Registro semanal de la germinación de semillas <i>Eugenia sp.</i> sometidas bajo distintos tratamientos.	36
Tabla 2. Ancho de la hoja. los datos representan la media \pm DS de las variables con una significancia de ** $p < 0.05$ y *** $p < 0.01$	38

Tabla 3. Longitud de la hoja. los datos representan la media \pm DS de las variables con una significancia de ** p <0.05 y ***p<0.01	40
Tabla 4. Ancho del tallo, los datos representan la media \pm DS de las variables con una significancia de ** p <0.05 y ***p<0.01.....	41
Tabla 6. longitud de la planta los datos representan la media \pm DS de las variables con una significancia de ** p <0.05 y ***p<0.01	42
Tabla 7. .Germinación de diversas Myrtaceae.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica del Municipio de Popayán, Institución Educativa sede Cajete y vivero FXIW Universidad del Cauca. Fuente: Google imágenes, Google Earth Pro. Fecha de imagen 11/9/2019.	27
Figura 2. Métodos pre-germinativos aplicados a las semillas de arrayan, <i>Eugenia sp.</i>	28
Figura 3. Recolección de frutos y selección de semillas de <i>Eugenia sp.</i>	29
Figura 4. Aplicación de tratamientos a las semillas de <i>Eugenia sp.</i> A. baño maría utilizados en tratamiento de temperaturas 35°C y 45°C, B. ácido clorhídrico al 5% y C. ácido clorhídrico al 10%.	30
Figura 5. Pasos empleados en el tratamiento con el régimen de temperatura en las semillas de arrayan (<i>Eugenia sp.</i>).....	31
Figura 6. Pasos a seguir en el pretratamiento de HCl aplicadas en semillas de arrayan.....	32
Figura 7. siembra y B. posterior riego de semillas <i>Eugenia sp.</i> el vivero fxiw.	32
Figura 8. Vista lateral y apical de la semilla de <i>Eugenia sp.</i> vista al estereoscopio.	34
Figura 9. . Etapas de germinación	35
Figura 10. Desarrollo de hipocotilo y la maduración de hojas primarias	35
Figura 11. Registro semanal de la germinación de semillas <i>Eugenia sp.</i> sometidas bajo los 4 tratamientos.	37

Figura 12. Porcentaje de germinación de semillas tratadas pre-germinativos de <i>Eugenia sp.</i>	38
Figura 13. Ancho de la hoja de <i>Eugenia sp.</i>	39
Figura 14. Longitud de hoja de <i>Eugenia sp.</i>	40
Figura 15. Ancho de tallo de <i>Eugenia sp.</i>	41
Figura 16. Longitud total de planta de <i>Eugenia sp.</i>	42
Figura 17. Avistamiento de aves en <i>Eugenia sp.</i> Turdus ignobilis (A), Cyanocorax yncas (B) y Stilpnia vitriolina (C).	47

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Zona de recolección y monitoreo de semillas <i>Eugenia sp.</i>	58
Anexo 2. Recolección, limpieza, pesaje y adecuación de semillas para la administración de tratamientos.	59
Anexo 3. Aplicación de tratamientos pregerminativos y siembra de semillas <i>Eugenia sp.</i>	60
Anexo 4. Registro de datos y seguimiento de la germinación en las semillas <i>Eugenia sp.</i> con pretratamiento.	61
Anexo 5. Datos obtenidos del proceso germinación <i>Eugenia sp.</i> en mm	62

1. RESUMEN

Las semillas al madurar pueden presentar problemas para germinar, por lo que en muchos casos entran en estado de dormancia y/o latencia durando días, meses o hasta años, esta fase se puede interrumpir con tratamientos pre-germinativos y fitorreguladores; por lo que es fundamental conocer el proceso del ciclo de vida en las plantas, especialmente comprender el desarrollo germinativo logrando así la posibilidad de reproducir y quizás rescatar especies vegetales de interés, sobre todo aquellas amenazadas o vulnerables. Por lo anterior el propósito de este trabajo se enfocó en caracterizar la fenología de la germinación del Arrayán (*Eugenia sp.*), implementando la propagación por semillas. Para ello, se aplicaron dos tratamientos de naturaleza física, dos de naturaleza química y el tratamiento control, en cada uno de los tratamientos se utilizaron 30 semillas. Para el tratamiento por escarificación química se usó HCl al 5% y HCl al 10% y para el tratamiento por escarificación física se expusieron las semillas a temperaturas de 35°C y 45°C por cinco minutos cada uno. Con esto se logró establecer los tiempos de germinación, el porcentaje de germinación y las características individuales de las plántulas. Los datos se analizaron siguiendo parámetros de normalidad de Shapiro-Wilk y se aplicó un test de Dunnett donde se comparó el tratamiento control con los otros tratamientos. En conclusión, el tratamiento de escarificación con temperatura 45°C es el más eficiente de los tratamientos utilizados en cuanto al tiempo y porcentaje de germinación, obteniéndose un 60% de germinación y el porcentaje más bajo lo arrojó el tratamiento con HCl al 5%; solo en la variante de longitud de hoja se observa que el tratamiento con HCl al 10% generó las hojas más grandes, los otros tratamientos no mostraron aportes hacia el desarrollo de la plántula de *Eugenia sp.*

Palabras claves: semillas, propagación, tratamientos pre-germinativos, escarificación, fenología.

2. ABSTRACT

When the seeds mature, they can present problems to germinate, so in many cases they go into dormancy and / or latency lasting days, months or even years. This phase can be interrupted with pre-germination and phytohormonal treatments; Therefore, it is essential to know the life cycle process in plants, especially to understand germinative development, thus achieving the possibility of reproducing and perhaps rescuing plant species of interest, especially those that are threatened or vulnerable. Therefore, the purpose of this work was focused on characterizing the phenology of the germination of the Arrayán (*Eugenia sp.*), Implementing the propagation by seeds. For this, two treatments of a physical nature, two of a chemical nature and the control treatment were applied, in each of the treatments 30 seeds were used. For the chemical scarification treatment, 5% HCl and 10% HCl were used and for the physical scarification treatment the seeds were exposed to temperatures of 35 ° C and 45 ° C for five minutes each. With this, it was possible to establish the germination times, the germination percentage and the individual characteristics of the seedlings. The data were analyzed following Shapiro-Wilk normality parameters and a Dunnet test was applied where the control treatment was compared with the other treatments. In conclusion, the scarification treatment with a temperature of 45 ° C is the most efficient of the treatments used in terms of time and germination percentage, obtaining 60% germination and the lowest percentage was given by the treatment with 5% HCl; Only in the variant of leaf length it is observed that the treatment with 10% HCl generated the largest leaves, the other treatments did not show contributions towards the development of the *Eugenia sp.* seedling.

Keywords: seeds, propagation, pregerminative treatments, scarification, phenology.

3. INTRODUCCION

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las semillas son la unidad móvil de reproducción sexual de las plantas cuyo propósito es multiplicar y perpetuar la especie, hallando nuevos sitios y ambientes para establecerse (Doria 2010), la obtención de plantas vigorosas son el resultado de semillas con buena calidad y buen porcentaje de germinación (Otegui 2007).

Para el manejo y conservación de las especies nativas con frutos se requiere información que caracterice los aspectos ecológicos de su propagación. En la flora nativa colombiana la familia Myrtaceae es reconocida por su presencia en todas las formaciones vegetales y en todo el gradiente altitudinal del país representando entre el 0,7 y el 0,8% de las angiospermas en el territorio nacional (Rudas y Prieto, 2005), sin embargo, las investigaciones taxonómicas en Myrtaceae de Colombia son pocas y se han orientado a describir nuevas especies (Parra 2012).

La familia Myrtaceae requiere información que ayude a caracterizar los aspectos ecológicos de su propagación, pues a pesar del avance considerable en el desarrollo de técnicas que mejoren el potencial germinativo de especies cultivadas, la mayoría de las especies nativas pertenecientes a esta familia necesitan de información silvicultural, principalmente las relacionadas con las condiciones propicias para que sus semillas germinen (Abreu *et al.*, 2005), incluyendo así la especie *Eugenia sp.* encontrada en algunos remanentes de bosque de la vereda Cajete del municipio de Popayán que despertó interés por parte del grupo de investigación sobre diversidad vegetal – *Sachawaira* –debido al creciente uso de especies nativas en procesos de restauración ecológica que se vienen implementado tanto en Colombia como en otros países (Nascimento *et al.*, 2012).

Por lo anteriormente expresado y la reducida población de *Eugenia sp.* encontrada en esta área de rápido crecimiento antrópico con monocultivos y estructuras de vivienda, se considera importante dar respuesta a la siguiente pregunta ¿Cómo se expresa la fenología de la germinación de *Eugenia sp.* sometida

bajo diferentes tratamientos pre-germinativos?, Esto con el fin de que grupos como *Sachawaira* que trabajan en la restauración ecológica del área de Cajete puedan identificar la manera más efectiva de obtener un buen porcentaje de germinación cuando se requiera trabajar con semillas o hacer un reconocimiento plántulas de *Eugenia sp.*

4.JUSTIFICACIÓN

Es vital desarrollar estudios enfocados en la germinación de especies nativas que están perdiendo su hábitat debido a la antropización; este es el caso de *Eugenia sp.* en Cajete que ha reducido el tamaño de su población, la antropización generada en esta área es fruto del crecimiento poblacional arrojando deforestación, construcciones de casas, plantación de monocultivos y aumento de la actividad pecuaria. El arrayán como es conocida la especie en la vereda Cajete no posee importancia comercial sin embargo su valor corresponde a características arquitectónicas añadiendo ser fuente de alimento y anidación para las aves en épocas de fructificación y como especie para restaurar ecosistemas (Gascon 2000).

Cada tipo de vegetación cuenta con características particulares: tamaño del fruto, medio óptimo para su germinación que contribuyen en la propagación por semilla, motivo que impulsa numerosas investigaciones al respecto y ayuda a establecer condiciones propicias para el proceso de germinación en cada especie; documentar resultados de tratamientos pre-germinativos resulta de interés en programas de conservación ex situ (Ulian et al. 2008). Existen reportes de germinación en especies de la familia *Myrtaceae* (Ramírez et al. 1980, Figueroa et al. 1996, Meza y Bautista 2007, Otegui et al. 2007; Donoso 2006), los cuales reportan una germinación sin aplicar tratamientos pre-germinativos de un 50% pero que al aplicar tratamientos pre-germinativos éste logró un 76%, información como esta ayuda a tener datos precisos acerca del comportamiento de la familia *Myrtaceae* fundamental para tener presente y aplicar cuando se desee mitigar a través de semillas la disminución de esta población.

El estudio de la fenología de la germinación en la especie *Eugenia sp.* ayudará a conocer las principales características morfológicas de semillas y plántulas, además de conocer el método pre germinativo que aporte a la conservación de la especie.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

- Caracterizar la fenología de la germinación del Arrayán (*Eugenia sp.*)

5.2 Objetivos específicos

- Evaluar la germinación de semillas del arrayán sometidas a tratamientos pre-germinativos con régimen distintos de temperatura y concentración de ácido clorhídrico.
- Describir el proceso de germinación del Arrayán.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1 Marco teórico

La semilla es el órgano de propagación a través del cual el nuevo individuo se dispersa. El éxito con el cual este nuevo individuo se establece está en gran medida determinado por las características fisiológicas y bioquímicas de la semilla. Sin embargo, hay factores externos que no siempre son favorables como el suelo, clima, competencia y depredación. Las respuestas de las semillas al ambiente y las sustancias de reserva que contiene son de gran importancia para el establecimiento de la plántula hasta que ésta sea capaz de utilizar la luz y hacerse autótrofa (Bewley y Black, 1994; Orozco y Sánchez, 2013).

El tamaño y forma de las semillas varía entre las especies de plantas, desde las pequeñas del pasto hasta las grandes semillas como el coco; el color puede ser variado tomando toda la gama de colores con una diversidad de formas que van desde redondas hasta irregulares las cubiertas pueden ser rugosas, suaves o duras y algunas semillas además cuentan con estructuras que ayudan a su dispersión. (Osuna, 2016).

En cuanto al comportamiento reproductivo en los árboles Schmidt et al (2000) plantearon tres tipos. El primero donde la reproducción es más o menos continúa en todo el año así que es posible observar los frutos en diferentes estados y en cualquier momento. El segundo tipo incorpora las especies con un tiempo de maduración definida y breve, con mecanismos de dispersión temprana. Por último, se hallan especies cuyos frutos muestran una estación de maduración precisa y permanecen en el árbol durante una fase prolongada antes de la dispersión, exponiéndose a la depredación y a daños por insectos. En estos últimos el período óptimo de cosecha ocurre cuando la mayoría de los frutos están maduros. Lo anterior muestra la importancia de estar al tanto de los indicadores de madurez que se utilizan para la cosecha, en los frutos de tipo carnoso son el cambio de coloración, la dureza de la cubierta, el ablandamiento, la acumulación de azúcares, el tamaño y el estado del

desarrollo del embrión. respecto del tamaño del fruto se fundamenta en el principio que atribuye que la semilla alcanza la madurez fisiológica cuando alcanza su máximo tamaño (Popinigis, 1985).

6.2 Marco conceptual

6.2.1 Fenología

Es el estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas y comprende el desarrollo, la diferenciación e iniciación de órganos o estructuras y se refiere al estudio de fenómenos biológicos vinculados a ciertos ritmos periódicos como la brotación, la floración, fructificación, entre otros, relacionados con el medio ambiente donde ocurren (Schwartz, 1999). Las especies vegetales presentan variaciones periódicas en los patrones de crecimiento y reproducción, fuertemente relacionadas con la estacionalidad climática (Tannus 2006).

6.2.2 Floración

La floración es el comienzo de la fase reproductiva, este evento comprende varias etapas como la inducción, la iniciación, la diferenciación, el crecimiento y desarrollo, la latencia y la anthesis. La floración está asociada estrechamente a las condiciones climáticas de cada región (Coa et al. 2015).

6.2.3 Propagación sexual o por semilla

La semilla es el medio principal de reproducción sexual de los árboles, postulándose como el método más importante que brinda plantas adaptadas, vigorosas y sanas (Añazco 2000), este proceso biológico dan eventos que permiten establecer técnicas de manejo en semillas para el campo de la silvicultura a través de comprender las condiciones adecuadas para el mejoramiento en la germinación, producción y establecimiento de plántulas en la especie de interés; los árboles

mediante reproducción sexual promueven la diversidad genética a sus poblaciones adaptándose a condiciones ambientales (Smith et al 2001).

La semilla tiene la función de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenece, es el elemento más eficaz para dispersarse en tiempo y espacio, esta unidad móvil es el medio masivo como las plantas encuentran nuevos sitios y microambientes, siendo componente del mecanismo como se perpetúa generación tras generación (Doria, 2010). Existen dos tipos de semillas:

6.2.3.1 Semillas recalcitrantes:

Este tipo de semillas denominadas recalcitrantes alcanzan una deshidratación entre el 15% y 50% de humedad (Gentil, 2001), se desprenden cuando el contenido de agua es alto, son sensibles a la desecación y no se pueden almacenar en condiciones convencionalmente. Las semillas recalcitrantes son metabólicamente activas cuando se desprenden, tienen altas tasas de respiración y un alto grado de diferenciación intracelular, si se mantiene elevado el contenido de agua de las semillas hay un desarrollo gradual en la germinación. En consecuencia, el almacenamiento en el estado hidratado es estrictamente una opción a corto plazo. (Pammenter et al. 2013)

6.2.3.2 Semillas ortodoxas

Toleran niveles de desecación hasta de 3 %, lo que permite conservarlas por décadas a temperaturas inferiores a 0°C en bancos de germoplasma. Las semillas ortodoxas adquieren la capacidad de tolerar la desecación durante la última etapa de su desarrollo, a través de cambios celulares, fisiológicos y bioquímicos. (Rangel et al. 2011)

El contenido de humedad a la cual la semilla muere, varía entre especies y dentro de la misma especie. En semillas ortodoxas ese contenido fluctúa entre 3 y 7 %, mientras que en las recalcitrantes fluctúa entre 12 y 31 % (Wesley-Smith et al., 1992) Las semillas que toleran la deshidratación entre 10% y 12,5% de contenido de humedad se consideran semillas intermedias (Pammenter et al. 2013)

6.2.4 Germinación

Comprende la etapa del desarrollo de plántulas desde que emerge hacia la superficie desarrollando estructuras esenciales para poder convertirse bajo condiciones favorables en una planta (Poulsen, 2000); La germinación de la semilla es un fenómeno biológico que puede entenderse como el paso siguiente del crecimiento del embrión, el cual ha sido temporalmente interrumpido durante la formación de la semilla (Jara, 1996). La germinación puede ser:

6.2.4.1 Hipogea

En este tipo de germinación los cotiledones permanecen bajo la tierra, solo la plúmula atraviesa el suelo. El hipocotilo es muy pequeño, casi nulo. Luego, el epicotilo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas, que son los primeros órganos foto-sintetizadores de la plántula (Doria 2010).

6.2.4.2 Epigea

Se habla de germinación epigea cuando los cotiledones emergen del suelo debido a un considerable crecimiento del hipocotilo (porción comprendida entre la radícula y el punto de inserción de los cotiledones). Posteriormente, en los cotiledones se diferencian los cloroplastos, transformándolos en órganos fotosintéticos y actuando como si fueran hojas. Finalmente, comienza el desarrollo del epicotilo que es la porción del eje comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas (Doria 2010).

6.2.5 Factores que afectan la germinación:

6.2.5.1 Madurez de la semilla

Es el período de tiempo en el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y las condiciones de almacenamiento embrión (Doria, 2009). obedece principalmente de la madurez de la semilla en el momento de la cosecha, siendo mayor en la semilla que cae y se

acumula y mucho menor en la semilla que ha sido cosechada directamente de la planta (CIAT, 1998).

6.2.5.2 Latencia

Es definida como el período inactivo de la semilla donde el crecimiento y desarrollo se ven retrasados y los procesos metabólicos se ven reducidos a niveles mínimos. La función de la latencia es impedir la germinación cuando las condiciones ambientales no son favorables, y las probabilidades de crecimiento y establecimiento de las plántulas sean reducidas (Fenner y Thompson, 2005). Las causas de la latencia pueden ser múltiples factores ambientales, como la luz, temperatura, humedad. Además de las características intrínsecas de cada semilla, que pueden actuar solas o en combinación con los factores ambientales antes mencionados (Debeaujon et al., 2000).

6.2.5.3 Dormancia

La dormición de semillas es un estado en el que, debido a diversos factores, las semillas intactas y viables son incapaces de germinar bajo condiciones de temperatura, humedad, luz y concentración de gases que normalmente serían adecuadas para la germinación. Las causas de la dormición pueden radicar en las cubiertas seminales o en el embrión. En el primer caso, la dormición se manifiesta solamente en la semilla intacta mientras que el embrión aislado es capaz de germinar. La semilla es durmiente porque los tejidos que rodean al embrión ejercen una restricción que éste no puede superar (Pita et al., 1998).

6.2.5.4 Temperatura

Las semillas germinan dentro de un rango de temperatura. Si la temperatura es muy elevada o por el contrario muy baja, la germinación puede no darse, así las otras condiciones sean propicias. La temperatura óptima, puede definirse como la más adecuada para conseguir el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible. La fluctuación de temperaturas entre el día y la noche actúan positivamente sobre la germinación, por lo tanto, la fase térmica de la fase de

germinación y crecimiento no tiene que coincidir debido a que unas temperaturas estimularan la fase de germinación y otras la de crecimiento (Doria, 2009).

6.2.5.5 Presencia o ausencia de luz

En muchos casos las semillas germinan indiferentemente bajo la luz o en la oscuridad. Sin embargo, muchas semillas sólo germinan en presencia de luz, mientras que la germinación de otras es fuertemente inhibida por efecto de la misma (Doria, 2009) De acuerdo con Copeland y McDonald (1995), el factor luz afecta la germinación por su intensidad, duración (fotoperiodo) y calidad; Además, Pons (1992), considera que la variedad en respuestas a la luz, en la germinación de las semillas entre especies, puede deberse a las variaciones en la cantidad y tipo de fitocromo.

6.2.5.6 Humedad o disponibilidad de agua

La absorción de agua es el primer paso y el más importante que tiene lugar durante la germinación, porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos. Aunque es necesaria el agua para la rehidratación de las semillas, un exceso de ella actuaría desfavorablemente para la germinación, pues dificultara la llegada de oxígeno al embrión (Doria, 2009).

6.2.6 Métodos de escarificación

Las semillas cuando alcanzan la madurez dan inicio al período de dormancia producto de los factores internos y externos, que se pueden interrumpir cuando se presentan las condiciones naturales apropiadas para que se dé la germinación o, cuando se emplean tratamientos que generan las condiciones aptas para la germinación de las semillas y aumentar los porcentajes de germinación (Rodríguez, 2000).

Los métodos de escarificación se pueden clasificar en tratamientos físicos y mecánicos como el calor, la ruptura de la testa, la inmersión en agua, además, de los tratamientos químicos que ayudan a la germinación de las semillas. Cuando se

rompe o reduce la permeabilidad de la cubierta se denomina escarificación, en algunos casos solo se necesita romper algún punto de la cubierta para que se genere el intercambio de gases y así se dé inicio a la germinación (Varela, 2011).

6.2.6.1 Escarificación físico - mecánica

Cuando se le causa daño a la testa de la semilla sin dañar al embrión se habla de escarificación mecánica, se da cuando la semilla entra en contacto con superficies abrasivas de manera total o parcial, rompiendo la impermeabilidad dando lugar a el intercambio de agua, temperatura y oxígeno; por lo tanto, al remover la testa de manera manual también es considerada escarificación mecánica (Pérez 2008, Tarima 1996).

6.2.6.2 Escarificación con ácidos

El ácido sulfúrico es una de las sustancias que más se utiliza para romper la dormancia, las semillas se exponen por un tiempo establecido al químico teniendo en cuenta la concentración del ácido y la dureza de la testa debido a que este se puede filtrar y alcanzar el embrión provocando así la muerte de la semilla (Padilla, 1995).

6.2.7 Familia *Myrtaceae*

Para Colombia, *Myrtaceae* está representada por 165 especies entre introducidas y nativas agrupadas en 24 géneros (Parra-O, 2014). Las especies nativas de la familia pertenecen a 15 géneros (*Calycolpus*, *Calycorectes*, *Calyptanthes*, *Campomanesia*, *Eugenia*, *Marlierea*, *Myrcia*, *Myrcianthes*, *Myrciaria*, *Myrrhinium*, *Myrteola*, *Plinia*, *Pseudanamomis*, *Psidium*, *Ugni*) y alcanzan en total 139 especies, y solo catorce de estas son endémicas; seis de ellas pertenecen a *Calyptanthes* (26 % de las especies del género presentes en el país); sin embargo este número puede estar sobreestimado debido a la falta de estudios taxonómicos más detallados en géneros como *Eugenia* y *Myrcia*, la mayor parte de las publicaciones taxonómicas en *Myrtaceae* colombianas se ha enfocado en

Calypttranthes (Parra-O, 2001, 2002, 2004, 2004). *Myrcia* y *Eugenia* son los géneros con mayor número de especies endémicas, con cuatro, seguido de *Calypttranthes* con tres.

6.2.7.1 Caracteres morfológicos de *Myrtaceae* colombianas a nivel de familia

La familia *Myrtaceae* en Colombia es fácil de reconocer vegetativamente porque poseen hojas simples, opuestas y con glándulas translúcidas inmersas en la lámina foliar; cuando se estruja la lámina foliar, las glándulas se rompen y liberan compuestos fragantes. Además, la lámina foliar casi siempre presenta un nervio marginal al cual se unen los nervios secundarios e intersecundarios. La combinación de todos estos caracteres es exclusiva de *Myrtaceae*, las cuales no poseen estípulas ni cicatrices interpeciolares como se observa en otras familias de plantas nativas colombianas con hojas simples y opuestas (Parra-O, 2014).

Eugenia. En Colombia se conocen actualmente 42 especies, pero se estima que pueden existir al menos 60 en el territorio nacional. Las especies de *Eugenia* en Colombia se caracterizan por poseer flores solitarias o en racimos, fascículos o glomérulos, cáliz abierto en el botón floral con cuatro sépalos bien diferenciados, ovario con dos lóculos, frutos con una a dos semillas y embrión *Eugenioide* (Sánchez-Vindas, 1990; Landrum & Kawasaki, 1997; Parra-O., 2011).

6.3 Antecedentes

La germinación es el motor fundamental para la propagación de especies vegetales, siendo una de las principales herramientas en la restauración de los ecosistemas. A continuación, se presentan algunos referentes importantes tomados como soporte del presente trabajo:

Se encontraron reportes sobre germinación, fenología de la germinación, tratamientos pregerminativos y evaluación de calidad fisiológica para familias como fabaceae donde Orozco et al (2010) halló que la eficacia en la germinación de

semillas del Algarrobo (*Hymenaea courbaril*) registran mejores resultados al ser tratadas por métodos químicos, especialmente el H₂SO₄ con valores del 98% de eficiencia mientras que Durán *et al* (2016) evaluaron la calidad fisiológica de las semillas del género *Ocimum* (Lamiaceae), las mejores respuestas de germinación se obtuvieron con las semillas de las especies *O. selloi* (70%) mostraron niveles variables de latencia, que fue superada parcialmente con la aplicación de nitrato de potasio (KNO₃) al 0.2%; por su parte Flores *et al* (2017) evalúan el efecto que tienen cinco tratamientos pre-germinativos en la calidad y estructura de las plantas de *Hymenaea courbaril* (Fabaceae) midiendo el índice de germanización y velocidad de emergencia, parámetros de calidad (altura y diámetro) junto con la de biomasa; Los resultados muestran que los tratamientos de hidratación logran un mayor diámetro produciendo plantas 37% más gruesas y plantas 27% más altas

Para la familia Malvace, zurita *et al* (2014) Establecimiento un método eficiente de germinación *in vitro* y micropropagación del cirimo (*tilia mexicana*), el mayor porcentaje de germinación fue de 74% en semillas tratadas con HCl 10% durante cinco minutos, que permitió un óptimo desarrollo y mayor número de plántulas. A los 90 días del cultivo las plántulas alcanzaron 4.5 cm de altura, con hojas y raíces bien desarrollada; Posteriormente son cultivadas en invernadero. Después de 90 días de cultivo se observó un 70% de supervivencia. En la familia Arecaceae Ferreira *et al.* (2021) investigaron los efectos de diferentes temperaturas de pretratamiento y estratificación sobre la germinación de semillas de tucumã. La germinación de la semilla se evaluó en función de la estratificación a temperaturas constantes (25, 30, 35 y 40 ° C) y alternas (26 - 30, 26 - 35, y 26 - 40°C). La germinación disminuyó en todos los períodos evaluados a medida que aumentaba la temperatura de pretratamiento. El pretratamiento a diferentes temperaturas durante diferentes períodos no fue efectivo para superar la latencia de las semillas de tucumã. La estratificación de semillas a temperaturas alternas, con la mayor amplitud térmica (26 - 40 ° C), favoreció la superación de la latencia y la germinación de las semillas de tucumã.

Sobre la familia Myrtaceae se reportan estudios de fenología reproductiva y aplicación de tratamientos pregerminativos, en semillas de los géneros como *Psidium* y *Campomanesia* por parte de Desch *et al* (2012,2014); en el 2012 evaluaron la influencia de temperatura (temperaturas alternas de 20-30 °C y constantes de 25 ° y 35 °C), humedad del sustrato semillas frescas (57% de grado de humedad) el otro con semillas secas (27% de grado de humedad) en la germinación de las semillas de *Campomanesia adamantium*. Las semillas recién procesadas tienen mayor germinación y vigor en relación con las semillas secas y almacenadas; en el 2014 ellos investigaron el efecto de pre-tratamientos con giberelinas, humedad inicial del sustrato, agua destilada durante 24 horas y a temperatura de incubación temperatura constante (25°C y 30°C) y a temperatura variable (20-30°C) sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de *Psidium guineense*, muestra que la germinación y crecimiento óptimo se dan a temperaturas entre 20-30°C; la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas no se afectaron por los tratamientos de pre-germinación

Rodríguez (2006). por su parte valoró la germinación y desarrollo de *Myrcianthes rhopaloides*, frente al almacenaje, tratamientos pre-germinativos, propagación sexual y asexual, así como el establecimiento en campo definitivo. Se obtuvo, que las semillas no responden bien al almacenaje, las semillas con mayor poder germinativo fueron las grandes. La especie tiene una respuesta positiva a la plantación en campo definitivo; Luego Latsague *et al*, (2010) evaluaron la viabilidad y tratamientos pregerminativos en semillas de *Myrceugenia exsucca* estos ensayos de germinación se dieron en condiciones de laboratorio y el resultado de la prueba de tetrazolium obtuvo 90% de viabilidad, el remojo en agua destilada por 24 h como tratamiento pregerminativo aumenta el porcentaje de germinación, alcanzando 71% (KNO₃) al 0.2%.

En el 2019 Urbano estudia la capacidad de germinación en la semilla de arrayan (*Eugenia sp*), mediante la propagación sexual, utilizando tratamientos pre-germinativos encontrando que la germinación fue hipogea y comenzó a los 140 días

después de la Siembra, el tratamiento de escarificación con lija es el más eficiente de los tratamientos empleados en cuanto al tiempo de germinación y porcentaje de germinación con un 56%. El agua hirviendo es un buen tratamiento para lograr un adecuado desarrollo de tallo y hojas de la planta, aunque ninguno de los tratamientos muestra diferencias significativas en el desarrollo de la plántula de arrayan (*Eugenia sp*); Para este año Leão-Araújo *et al* (2019) evalúan la fenología vegetativa y reproductiva de plantas de *Campomanesia adamantium*, la sincronización de fases y la correlación con datos climáticos. Precipitaciones, humedad relativa, temperatura media, máxima y mínima, así como datos de brotación, floración y fructificación de *C. adamantium*. La brotación y la floración comienzan antes de las primeras lluvias de la temporada invernal y el pico de estas fases se produjo en octubre. La fructificación comenzó en octubre y el pico se observó en noviembre. La brotación es altamente sincronizada desde los segundos diez días de octubre y la floración revela una alta sincronización entre la segunda quincena de octubre y la primera quincena de noviembre, la fructificación se considera altamente sincronizada a partir de la segunda quincena de noviembre. No todas las plantas alcanzan etapas reproductivas. La brotación y la fructificación están relacionadas con la aparición de lluvias y el aumento de la humedad relativa del aire.

Rego *et al* (2011) que caracterizó morfológicamente las semillas y el desarrollo de la plántula *Curitiba prismática* verificando las mejores temperaturas, sustratos y condiciones de luz para la germinación. La semilla es exalbuminosa, elíptica en espiral con tegumento coriáceo, marrón oscuro. El embrión es carnoso, cilíndrico con forma de "C" y de color blanco. El desarrollo de las plántulas comienza con la apertura del opérculo y una pequeña expansión del hipocótilo en esta región. Después de esta expansión, se produce el desarrollo del cabello en la base del hipocótilo, y la emisión de la radícula alrededor del día 18, ya los 45 días la propia plántula está caracterizada. Los mejores valores para el porcentaje, tiempo promedio y velocidad de germinación se obtuvieron con la temperatura de 25 °C en sustratos de papel toalla y arena

7. METODOLOGÍA

7.1 Descripción del área de estudio del material carpológico

El área de estudio es el vivero del grupo de investigación FXIW (2°26'48.57" N y 76°36'02.82" O) que se encuentra ubicado en el departamento del Cauca, municipio de Popayán en la Universidad del Cauca. Estas áreas se encuentran entre los 1720 msnm, con una temperatura media anual de 19°C (Figura 1). Las semillas fueron colectadas en la institución educativa Cajete (2°28'28.30" N y 76°39'50.43" O) del municipio de Popayán departamento del cauca (Figura1); El área consta de un paisaje heterogéneo con una matriz de área dedicadas principalmente a la agricultura y la ganadería, donde son visibles algunos remanentes de bosque en estados de sucesión ecológica primaria y secundaria(Anexo1d), ubicados en predios privados cuya historia del uso del suelo indica explotación y aprovechamiento de este recurso, trayendo consigo la modificación de la vegetación original (POT del Popayán, 2013).

7.2 Área de colecta de semillas

Las semillas fueron colectadas en la institución educativa Cajete (2°28'28.30" N y 76°39'50.43" O) del municipio de Popayán departamento del cauca (Figura1); El área consta de un paisaje heterogéneo con una matriz de área dedicadas principalmente a la agricultura y la ganadería, donde son visibles algunos remanentes de bosque en estados de sucesión ecológica primaria y secundaria(Anexo1d), ubicados en predios privados cuya historia del uso del suelo indica explotación y aprovechamiento de este recurso, trayendo consigo la modificación de la vegetación original (POT del Popayán, 2013).

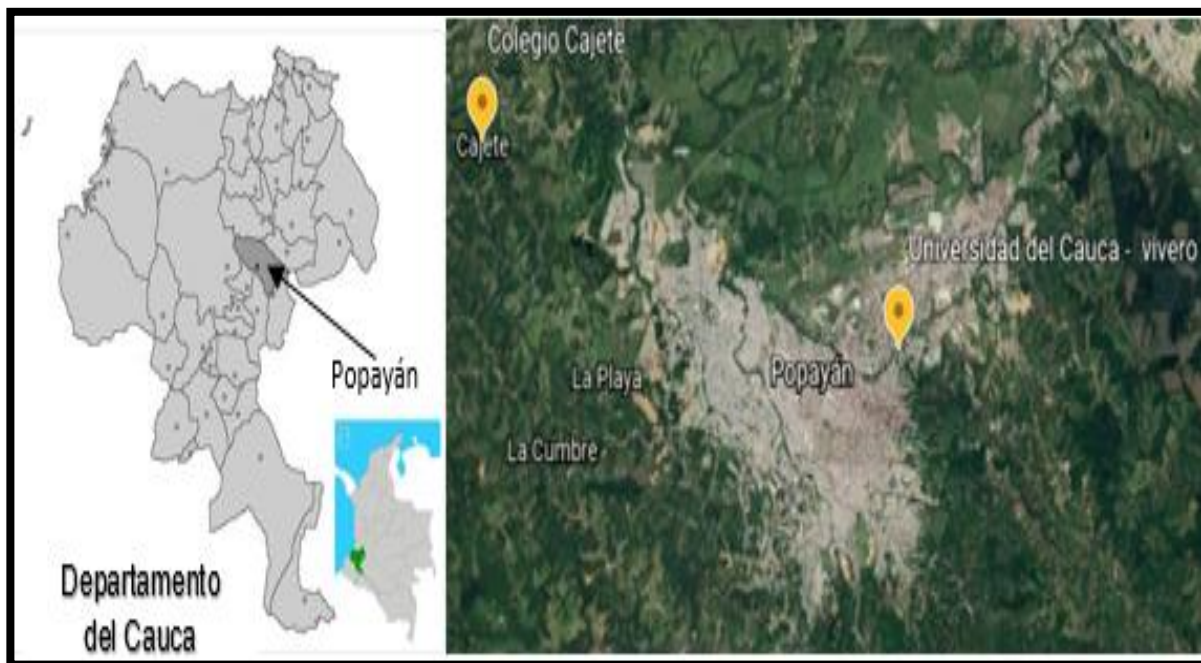


Figura 1. Ubicación Geográfica del Municipio de Popayán, Institución Educativa sede Cajete y vivero FXIW Universidad del Cauca. Fuente: Google imágenes, Google Earth Pro. Fecha de imagen 11/9/2019.

7.3 Tratamientos

Las semillas de *Eugenia sp.* colectadas para la investigación se sometieron a cuatro tratamientos pre-germinativos además de tener un tratamiento testigo el cual se esquematiza de manera general en la siguiente figura (figura 2).

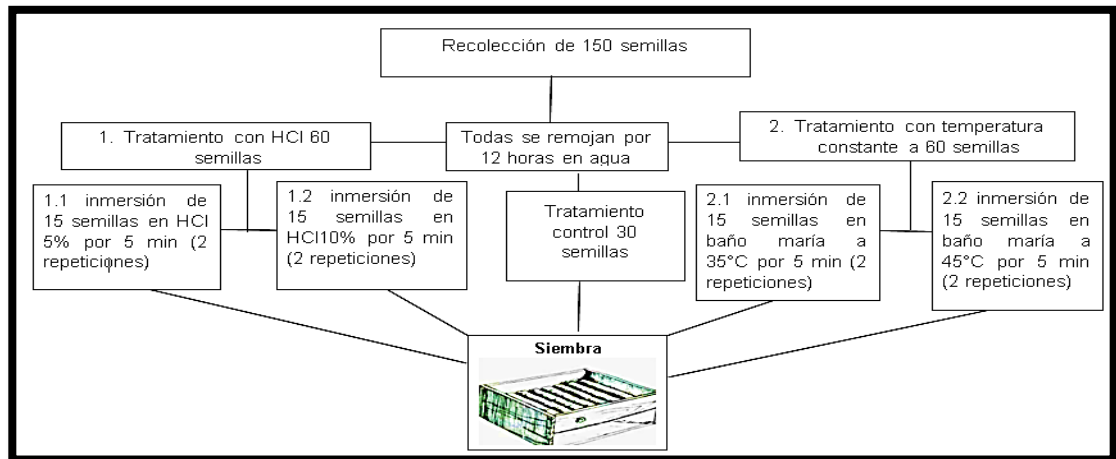


Figura 2. Métodos pre-germinativos aplicados a las semillas de arrayán, *Eugenia sp.*

7.4 Selección de semillas.

Las semillas de la especie *Eugenia sp* se escogieron teniendo en cuenta los siguientes factores (Anexo2a)

- Disponibilidad de semilla
- El estado de maduración debe ser el óptimo.
- El tamaño del fruto de ser estándar.
- El seguimiento se hará hasta la aparición de sus primeras hojas.

7.5 Recolección de semillas.

La colecta de semillas fue en la vereda Cajete a tres árboles sanos, fuertes y vigorosos (Anexo1b). Los frutos cumplían con la caracterización dada por Parra-O. (2012) textura blanda y coloración morado o negro para frutos maduros de *Eugenia sp.*, se tomaron frutos a través de lluvia de semillas agitando ramas delgadas que los contenían (Anexo2a), Éstos fueron llevados rápidamente al laboratorio de Biología de la Universidad del Cauca para evitar el deterioro o posible daño en los frutos y sus

respectivas semillas, se limpiaron los frutos y se extrajeron las semillas de manera manual, posteriormente son puestas en agua durante 12 horas (Anexo 2b,2c).



Figura 3. Recolección de frutos y selección de semillas de *Eugenia sp.*

7.6 Selección de semillas

Las semillas de la especie *Eugenia sp.* se eligieron teniendo en cuenta factores como:

- La recolección de semillas debe ser en el mismo periodo de tiempo: debido al monitoreo constante se determinó los días de mayor producción de frutos asegurado el día apropiado para la cosecha y extracción de semillas (figura3).
- El estado de maduración debe ser el óptimo, la madurez morfológica de las semillas se consigue cuando las distintas estructuras se han completado, dándose por finalizada cuando el embrión ha alcanzado su máximo desarrollo. Doria (2010), esto va acompañado del aumento de la proporción de la pulpa en frutos como la baya, en la cual el pericarpio es carnoso cuando madura. (2012).
- El tamaño y peso de la semilla debe ser estándar: Se registró en las semillas la toma de peso (Anexo2d), diámetro y longitud con ayuda del calibrador, las

que estuvieron dentro del promedio clasificaban para realizarles los tratamientos

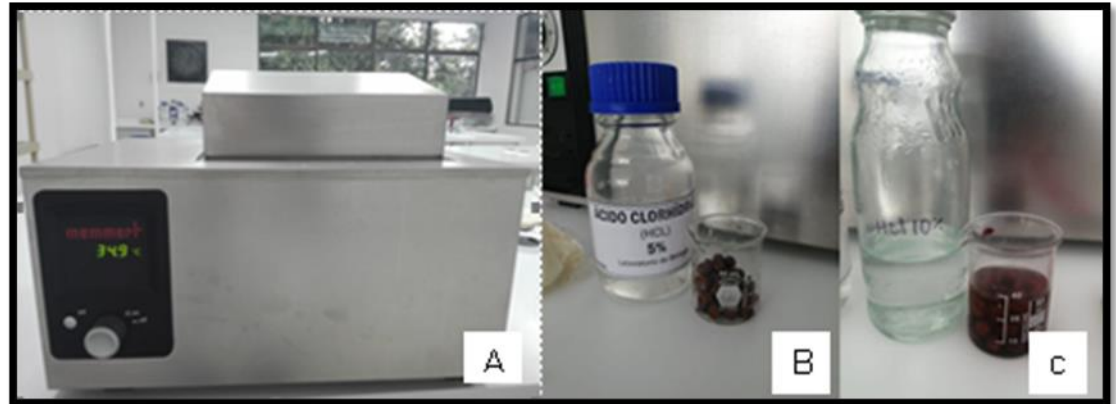


Figura 4. Aplicación de tratamientos a las semillas de *Eugenia sp.* A. baño maría utilizados en tratamiento de temperaturas 35°C y 45°C, B. ácido clorhídrico al 5% y C. ácido clorhídrico al 10%.

7.7 Tratamientos

Efecto del régimen de temperatura sobre la germinación, en este tratamiento se tomaron 60 semillas previamente seleccionadas, estuvieron 12 horas hidratándose en agua, estas se evaluaron a dos temperaturas distintas constantes, 30 semillas a 35°C y las otras 30 semillas a 45°C (figura 4), en cada tratamiento se hicieron dos repeticiones cada una con 15 semillas, estas se depositaron en un Baker de 50ml con agua(Figura 4.A), se sumergieron durante cinco minutos a baño María Zurita et al (2014), luego estas semillas al igual que los demás tratamientos se llevaron a vivero donde se sembraron en hileras (Figura 5). Se contó como tratamiento control las semillas hidratadas en agua por 12 horas y luego se llevaron al vivero.

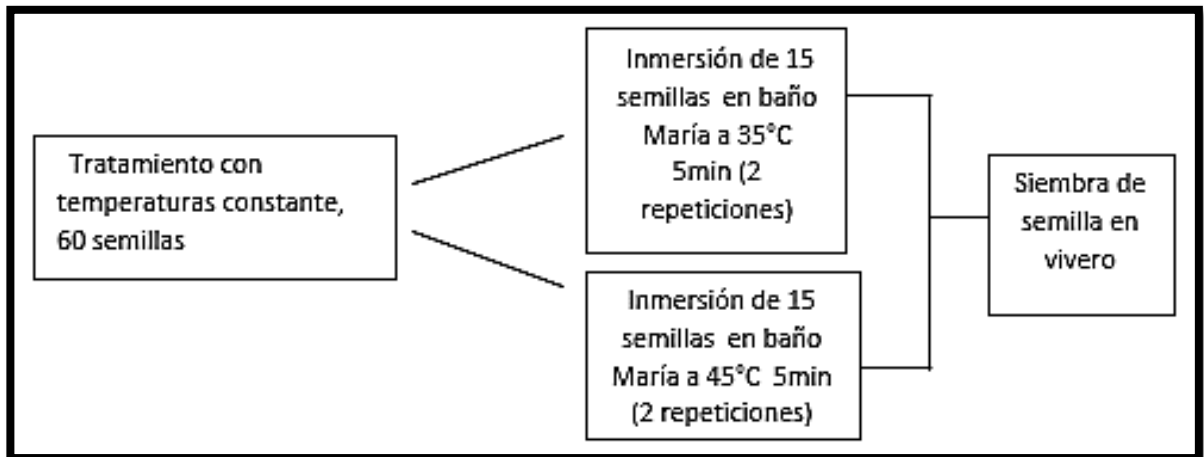


Figura 5. Pasos empleados en el tratamiento con el régimen de temperatura en las semillas de arrayan (*Eugenia sp.*)

7.8 Estudio del efecto de HCl a distintas concentraciones sobre la germinación

El tratamiento de ácido clorhídrico se hizo basado en lo ejecutado por Coa et al 2014; se utilizaron 60 semillas anteriormente hidratadas por 12 horas, estas se expusieron a dos concentraciones de la siguiente manera: 30 semillas a HCl al 5% (Anexo 3d) y las otras 30 semillas a 10% del mismo (Anexo 3C), a cada tratamiento se le efectuó dos repeticiones con 15 semillas depositadas en un Baker de 50ml cubiertas con HCl por espacio de cinco minutos, posteriormente se lavaron con abundante agua por 30 segundos luego estas semillas al igual que en los otros tratamientos se llevaron a vivero donde se sembraron en hileras (Figura 6).

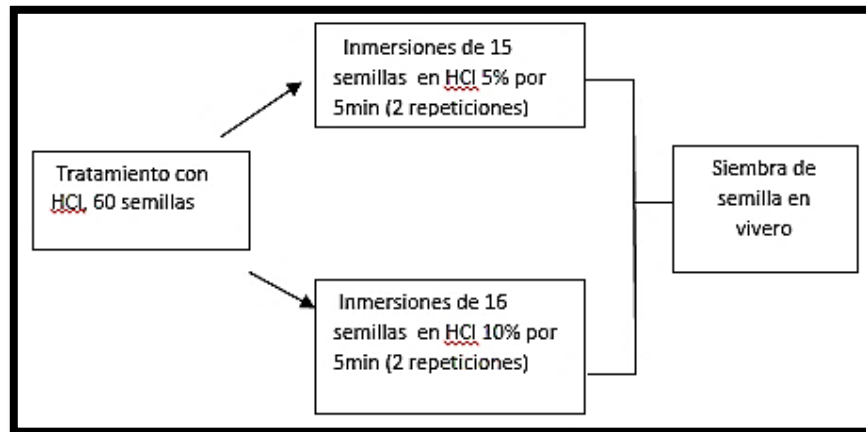


Figura 6. Pasos a seguir en el pretratamiento de HCl aplicadas en semillas de arrayan.

7.9 Fase de vivero.

Al aplicar los tratamientos las semillas se trasladan al vivero de la Universidad del Cauca (figura 7.B) para su control y seguimiento, las semillas de cada tratamiento se dispusieron de manera vertical en la cama de germinación que disponía de una mezcla de arena y tierra negra desinfectada (Anexo3d), esto debidamente rotulado mostrando el tratamiento aplicado, las semillas se sembraron a una distancia de 3cm y una profundidad de 2cm (figura7.A).



Figura 7. siembra y B. posterior riego de semillas *Eugenia sp.* el vivero fxiw.

7.9.1 Tiempo de germinación

La germinación se registró semanalmente (Anexo4a), a partir de la siembra hasta la finalización de la germinación. Cada semilla que germinaba se le identificaba con una banderilla a su lado que contenía el número de registro de germinación y así se llenó los registros de las mediciones semanales de cada una de las variables.

7.9.2. Riego

Se suministró agua a través de los aspersores cada lunes y viernes por aproximadamente hora y media una vez fue realizada la siembra buscando de esta manera dar condiciones de humedad favorables a la germinación y evitando secamiento o encharcamiento.

7.9.3 Registro de datos:

Los registros sobre las medidas tomadas en las plántulas son: longitud y diámetro del tallo y en hojas (Anexo 4a) incluye largo y ancho (Anexo 4a). Tabla de toma de datos germinación de *Eugenia sp* (Anexo 5). también se analizó el porcentaje de semillas germinada información que fue registrada de manera organizada semanalmente a través de Excel para cada tratamiento en el tiempo (en días).

7.10 Análisis estadístico

Los datos se analizaron siguiendo parámetros de normalidad a través de Shapiro-Wilk. Con base en el comportamiento de los datos se aplicaron pruebas paramétricas Anova de un factor para comparar las medias, con una significancia de $p < 0.05$, posterior a esto se aplica un test de Dunnett donde se compara el tratamiento control con los otros tratamientos buscando así el tratamiento más efectivo para la germinación (*Eugenia sp*). utilizando el programa de SPSS.

8. RESULTADOS

El estudio de la fenología es la aproximación a la comprensión del sistema reproductivo de una especie, permitiendo establecer mecanismos reproductivos básicos (Speroni, et al. 2009). Para esto es fundamental la toma y registro del tiempo de producción, forma, color, textura y germinación de las semillas con las que se va a trabajar.

La semilla de *Eugenia sp.* ostenta forma redondeada-acorazonada, achatada y en la parte superior cuenta con la cubierta seminal semidura, de color café o marrón oscuro (Parra, 2012) con un promedio de medidas de 10.51mm de largo, 9.58 mm de ancho y de 7.33mm de grosor con textura lisa (Figura 8).



Figura 8. Vista lateral y apical de la semilla de *Eugenia sp.* vista al estereoscopio.

El tiempo de germinación total de *Eugenia sp.* es de 73 días luego de aplicados los tratamientos pregerminativos y su inmediata siembra, se puede ver rompimiento de cobertura seminal a los 48 días (figura 9), empezando el desarrollo de las plántulas con la apertura y expansión del hipocótilo en esta región, posteriormente el epicótilo se desarrolla hasta emerger a la superficie.



Figura 9. . Etapas de germinación

El desarrollo de hipocotilo y la maduración de las hojas primarias comprende aproximadamente un mes (11-02-19 hasta 04-03-19) inicia con la aparición del hipocotilo en la superficie con una altura de 4.98mm (figura 10) y finaliza cuando las hojas se tornan color verde con un largo de 40.01mm y un ancho de 26.38mm aproximadamente, la planta para esta etapa alcanza una altura de 60.81mm, inicialmente presenta un botón de donde más tarde brotan las hojas esto se da cuando la hipocotilo tiene una altura de 20.67mm luego la plántula continua desarrollándose hasta alcanzar un altura de 58.35mm es aquí donde las hojas se despliegan con medidas de 5.40mm y ancho 3.08mm acompañado de un color rojizo(Anexo4b)



Figura 10. Desarrollo de hipocotilo y la maduración de hojas primarias

En la tabla de registros de germinación semanal (Tabla 1) se muestra como las semillas tratadas con pretratamiento pregerminativo de HCl en las dos concentraciones y en la que se utilizó con temperatura de 35°C se estabilizan a partir de la semana 5 o 6, contrastando lo sucedido en la germinación del tratamiento control y donde se aplicó temperatura de 45°C que logran diferenciarse y sobresalir de los demás pretratamientos desde la semana uno y mantenerse de esa manera hasta la semana de finalización del seguimiento (semana 8); esto se observa de manera más clara en la Figura 11 donde se traza una línea en el tiempo del desarrollo germinativo para cada pretratamiento.

Tabla 1. Registro semanal de la germinación de semillas *Eugenia sp.* sometidas bajo distintos tratamientos.

GERMINACION DE SEMANAL DE <i>Eugenia sp.</i>								
	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8
Control	3	7	10	11	12	13	13	14
HCl10%	2	7	9	13	13	13	13	13
HCl5%	3	6	8	10	13	14	14	14
35°C	2	3	4	6	9	11	11	11
45°C	5	10	11	11	11	14	15	18

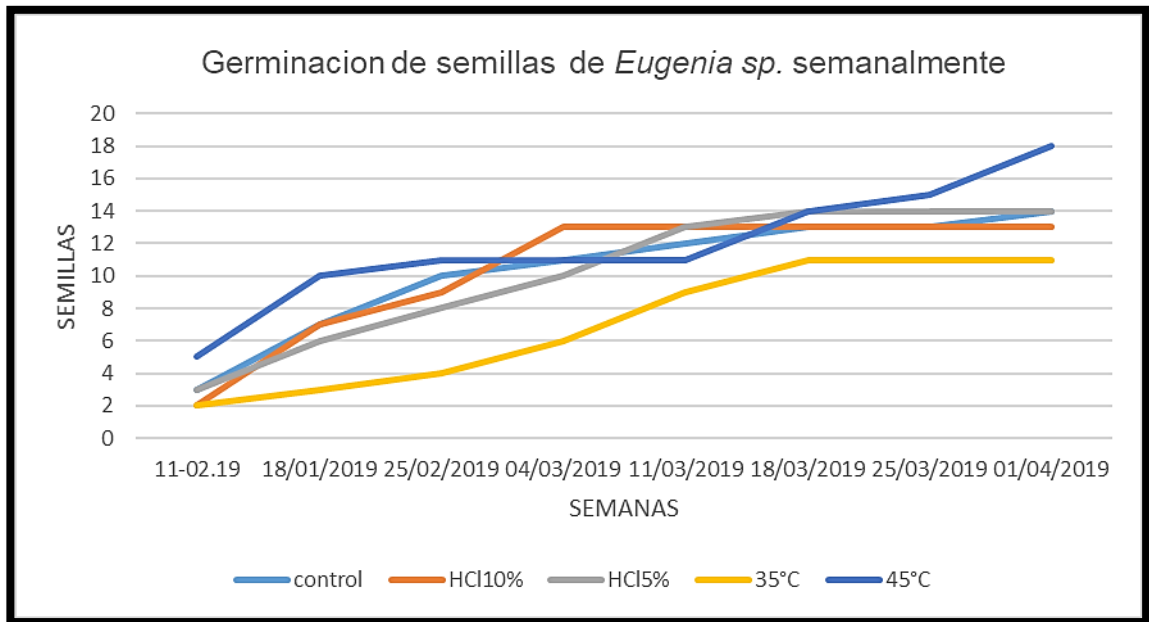


Figura 11. Registro semanal de la germinación de semillas *Eugenia sp.* sometidas bajo los 4 tratamientos.

Al evaluar el grafico del porcentaje germinativo (Figura12) el tratamiento con el mayor índice fue en el tratamiento físico de temperatura de 45°C contando desde la primera semana de registro con cinco individuos y finalizando con un total de 18 plántulas, aunque cabe mencionar que fue le tratamiento con los mayores inconvenientes en la toma de los demás datos a causa del ataque de plagas que causo retraso en el crecimiento habitual de la plántula.



Figura 12. Porcentaje de germinación de semillas tratadas pre-germinativos de *Eugenia sp.*

8.1 Ancho de la hoja

En cuanto a la toma de datos del ancho de la hoja (Tabla 2) cabe resaltar que se da a partir de la tercera semana luego de observar la presencia del ápice de la hoja, tiempo en que ella se desarrolla tomando su forma estructural acorazonada hallando que el tratamiento con la mayor media presentada fue el de HCl5% (Figura 13)

Tabla 2. Ancho de la hoja. los datos representan la media \pm DS de las variables con una significancia de ** $p < 0.05$ y *** $p < 0.01$

Tratamiento		Media \pm DS	Significancia
testigo		26.07 \pm 2.9	
	HCl10%	23.30 \pm 5.2	0.502

	HCl5%	25.28±2.7	0.990
	35°C	13.39±7.2	0.000***
	45°C	15.14±8.8	0.001**

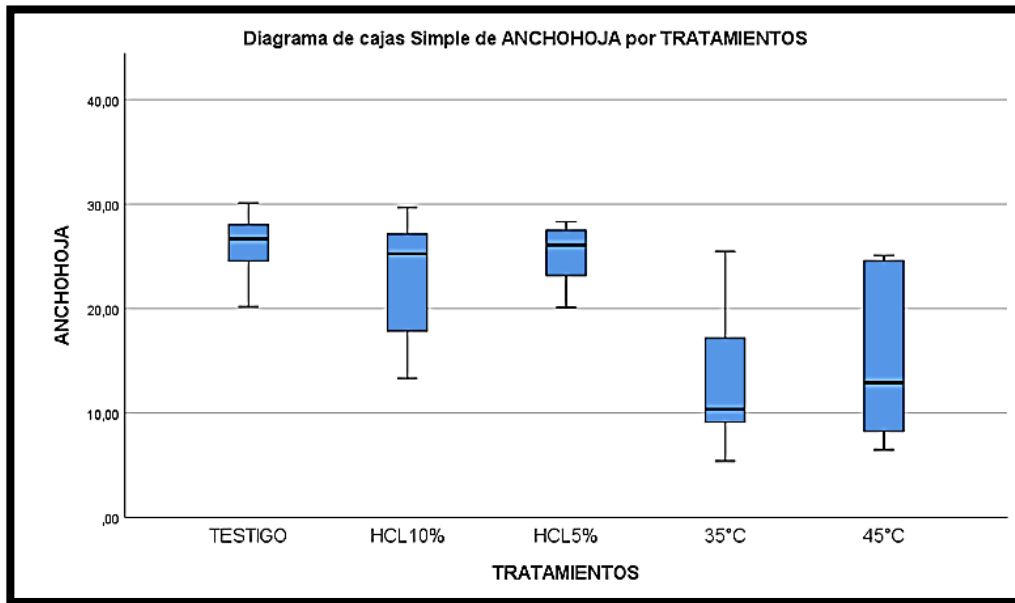


Figura 13. Ancho de la hoja de *Eugenia sp.*

8.2 Longitud de hoja

Para el estudio de los efectos en la longitud en la hoja con respecto a los pretratamientos trabajados (Tabla 3) las medias muestran como las hojas más largas se encuentran ubicadas hacia el interior del vivero teniendo en cuenta que la disposición de los tratamientos en el vivero es igual a la presentada en la figura 14

Tabla 3. Longitud de la hoja. los datos representan la media \pm DS de las variables con una significancia de ** $p < 0.05$ y *** $p < 0.01$

tratamiento		Media \pm DS	Significancia
testigo		36.64 \pm 5.1	
	HCl10%	38.95 \pm 8.9	0.887
	HCl5%	35.25 \pm 5.9	0.980
	35°C	20.29 \pm 8.8	0.000***
	45°C	18.96 \pm 10.7	0.000***

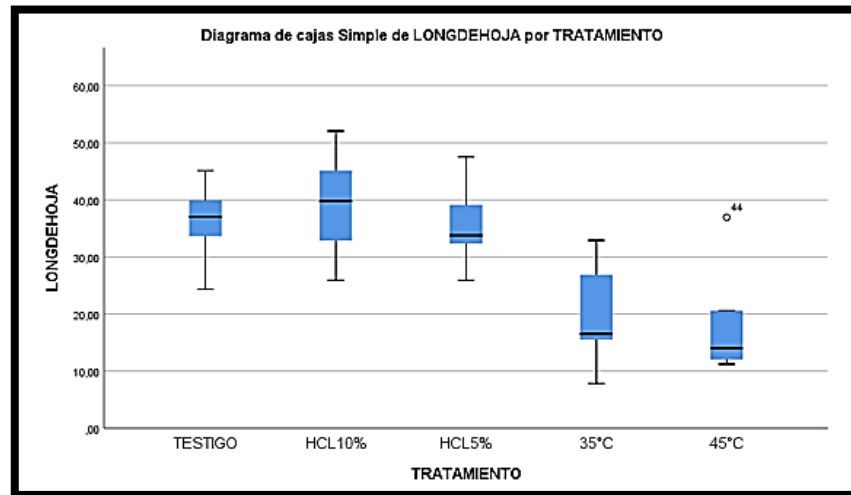


Figura 14. Longitud de hoja de *Eugenia sp.*

8.3 Ancho del tallo

La evaluación de la incidencia de los pretratamientos en el ancho de las plántulas germinadas de *Eugenia sp.* Muestran una diferencia significativa en los tratamientos químicos (tabla 4), cabe recalcar que los tratamientos con datos menos dispersos son el de HCl 10% y el de temperatura 35°C (Figura 15).

Tabla 4. Ancho del tallo, los datos representan la media \pm DS de las variables con una significancia de ** $p < 0.05$ y *** $p < 0.01$.

Tratamiento	Media \pm DS	Significancia
	1,72 \pm 0.47	
HCl10%	1.35 \pm 0.05	0.010**
HCl5%	1.39 \pm 0.23	0.019**
35°C	1.45 \pm 0.12	0.093
45°C	1.45 \pm 0.34	0.051

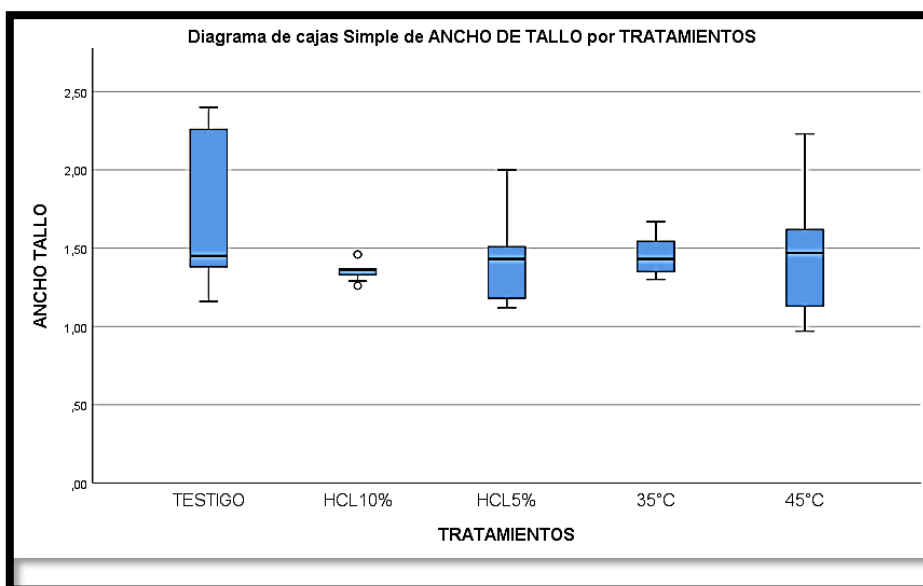


Figura 15. Ancho de tallo de *Eugenia sp.*

8.4 Longitud de planta

Para el análisis de datos relacionados con la longitud de la plántula (Tabla 5) se debe tener en cuenta que el tratamiento de 45°C fue afectado por insectos trozadores, los cuales limitaron el crecimiento y desarrollo normal además del registro completo de datos con respecto a los demás tratamientos como se evidencia en la Figura 16.

Tabla 6. longitud de la planta los datos representan la media \pm DS de las variables con una significancia de ** $p < 0.05$ y *** $p < 0.01$

Tratamiento		Media \pm DS	Significancia
Testigo		55.80 \pm 15.31	
	HCl10%	55.18 \pm 7.2	1.00
	HCl5%	46.13 \pm 15.40	0.345
	35°C	37.02 \pm 23.52	0.022**
	45°C	18.16 \pm 17.16	0.000***

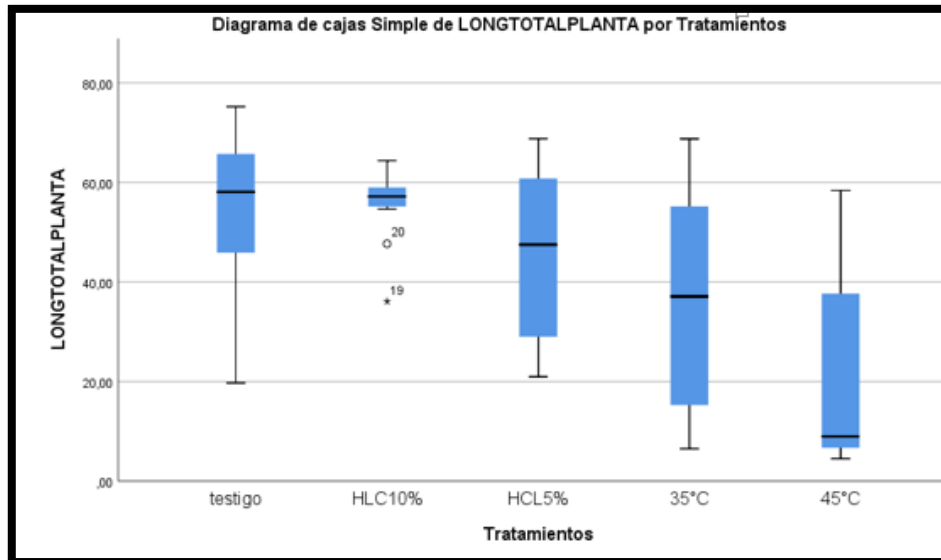


Figura 16. Longitud total de planta de *Eugenia sp.*

9. DISCUSIÓN

El conocimiento acerca de los tratamientos pre-germinativos específicos resulta de interés en la producción de plantas a través de semillas. La mayoría de las especies nativas necesitan de manejos silviculturales, entre ellos los relacionados con las condiciones apropiadas para la germinación. Hasta el momento, las especificaciones precisas para el desarrollo de estas metodologías en especies de la familia *Myrtaceae* son escasas (Latsague et al, 2010); Los estudios encontrados para la familia muestran una gran diversidad en tiempo de germinación cuando se emplea tratamientos pregerminativos con un máximo de tiempo para *Eugenia sp.* de Urbano 2019 con 140 días en contraste a lo encontrado por Latsague et al 2010 con *Myrceugenia exsucca* que solo tomo 25 días para germinar (Tabla 8)

Tabla 7. Germinación de diversas Myrtaceae

Especie.	Tratamientos	Tiempo germinación.	Autor	Año
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Remojo en agua de 1 a 7 días	60 días	Rodríguez	2006
<i>Myrceugenia exsucca</i>	Remojo con agua destilada por 24 h; remojo en ácido giberélico, por 12 h; remojo en ácido giberélico, por 24 h y estratificación fría a 5 °C por 15 días.	25 días	Latsague V et al	2010
<i>Eugenia stipitata</i>	Ácido giberélico, Ácido sulfúrico al 10%	65 días, 45 días	Abril Saltos et al	2017
<i>Eugenia sp.</i>	Control, lija, agua hirviendo 5 y 50 seg, ácido sulfúrico 5% por 1 y 2 min.	140 días	Urbano	2019
<i>Eugenia sp.</i>	Control, HCl5%, HCl10%, a 35°C y 45°C cada tratamiento por 5min	73 días	Este estudio	

Con el seguimiento de la fenología en las semillas de *Eugenia sp.* se observó que durante el mes de septiembre los ejemplares presentan botones de las ramas florales. La floración alcanzó su plenitud en noviembre y culminó con la maduración de frutos en diciembre, en este periodo se colecta las semillas; a unas se les realizan los pretratamientos y su posterior siembra, otra parte se almacena por 4 meses, pasado el tiempo se les realizó los pretratamientos germinativos, obteniendo una germinación nula, resultados similares a los expuestos por Rodríguez (2006), quien trabajó con las semillas de *Myrcianthes rhopaloides* (Myrtaceae) las cuales tampoco soportaron períodos de almacenamiento, razón suficiente que obliga a realizar la siembra después de su recolección, concluyendo que las semillas son recalcificantes.

Los porcentajes de germinación en las semillas pre-tratadas y sembradas inmediatamente muestran los siguientes registros (Figura 12) en *Eugenia sp.* con temperatura de 35°C tuvo un menor porcentaje con tan solo 11 semillas germinadas(36.6%), el tratamiento control y HCL al 5% alcanzaron 14 semillas arrojando un porcentaje de germinación inferior al 50%, el tratamiento que obtuvo un mayor número de semillas germinadas fue el realizado con temperatura a 45°C adquiriendo una germinación del 60% representadas en 18 semillas corroborando lo encontrado por Desch et al (2012) donde el tratamiento con agua caliente incremento y acelero la germinación en semillas frescas(Figura 11).

Las plantas necesitan absorber energía procedente del sol, a través de las hojas sintetizan los compuestos orgánicos que causarían un aumento de biomasa con el tiempo, es decir su crecimiento. La absorción de luz depende de distintos aspectos como la arquitectura de la copa, el índice de área foliar, el modo en que la superficie fotosintética de la planta está dispuesta en el espacio y el ciclo estacional en la producción y caída de las hojas; todos estos factores a su vez influirán sobre el crecimiento potencial de la planta (Villar et al 2004). Por lo que se analizó la incidencia de los tratamientos aplicados en el ancho de las hojas donde los resultados en semillas sometidas a tratamientos de temperatura tanto el de 35°C

como el de 45°C arrojaron las medidas más bajas de 13.39 y 15.14mm (Tabla 2), seguidas de HCL10% (23.30), las hojas más anchas se obtuvieron con el tratamiento de HCL5% (25.28mm) pero fue el tratamiento testigo quien se destacó con una media en las hojas de 26.07mm, caso contrario a los resultados obtenidos por Urbano (2019) que no muestran diferencias estadísticas significativas en las variables estudiadas, altura del tallo, tamaño de las hojas, largo y ancho de *Eugenia sp.* para cada uno de los tratamientos utilizados.

Los estudios sobre el impacto de los pre-tratamientos en la longitud de las hojas muestra que para esta variable incidió positivamente los tratamientos de naturaleza química específicamente el de HCl10% (38.95mm), desarrollando hojas más largas (Tabla 3), sobrepasando la media del tratamiento control (36.64mm); comparado este resultado al arrojado por los tratamientos donde se utilizó el incremento de temperatura como pretratamiento, evidenció en este caso que a mayor temperatura menos media en las longitudes de hoja(18.96). respaldando lo dicho por zurita et al. (2014) que encontraron que el tratamiento con HCl10% permitió un óptimo desarrollo de las plántulas.

La repercusión de los pretratamientos en el ancho del tallo de *Eugenia sp.* se estimó teniendo en cuenta las medias arrojadas en los análisis estadísticos donde los pretratamientos físicos y químicos mostraron resultados de incidencia negativa, debido a que las medias alcanzaron los 1.39mm con HCl5% y de 1,35mm las tratadas con HCl10%; al aplicar regímenes de temperatura 35°C y 45°C, expresaron medias de 1.45mm cada una, no obstante el tratamiento control fue el que proyectó la media más grande de 1.72mm (Tabla 4) mostrando los tallos más gruesos en la etapa de germinación, apoyando lo encontrado por Flores et. al (2017) donde el tratamiento con plántulas 37% más gruesas fueron las sumergidas en agua por 24 horas.

Una tasa de crecimiento aligerado permitiría a la plántula escapar pronto de los tamaños pequeños donde son vulnerables, debido a tejidos de menor densidad que los vuelven sensibles a la acción de herbívoros y patógenos (Granados et al.

2008). Lo que torna relevante el realizar seguimiento a los datos relacionados con la longitud de la plántula pues los pretratamientos indicaron que expresan mayor longitud cuando se recurrió a HCL en las dos concentraciones de 5%(55.18mm) y 10%(46.13mm), contrario a los tratamientos con temperatura en la cual las plántulas tuvieron un promedio de longitud más bajas, alcanzando medias de 37.02mm y 18.45mm (ver Tabla 5) opuesto a lo encontrado por Urbano (2019). donde la altura de las plantas monitoreadas con el tratamiento de agua hirviendo por 5 segundos no ostenta una diferencia de altura, aunque Flores et al (2017) encontraron que las plántulas más altas son las tratadas con agua 24horas. El aumento en la altura de las plántulas implica una mejora considerable en la calidad de plantas y por consiguiente un mejor crecimiento, desarrollo y adaptabilidad en el lugar donde sean llevadas para ayudar en los procesos de restauración ecológica, Abril et al. (2017), el porcentaje de alturas más bajas de esta investigación las proporcionan los tratamientos físicos y el tratamiento control fue obteniendo el mayor promedio de altura con 55.80mm.

La regeneración de los árboles y arbustos del bosque es una secuencia demográfica que incluye la producción de frutos, la dispersión de las semillas, su germinación y establecimiento como plántulas. La fase de plántula suele ser crucial en la dinámica de las poblaciones vegetales. La plántula recién emergida ya no tiene la capacidad de resistencia de la semilla y tampoco tiene la robustez física de los árboles adultos (Puerta et al 2008).

Las ventajas ecológicas que se dan debido a los análisis del comportamiento en semillas pre-tratadas logran un mayor tamaño (biomasa) en menor tiempo, que le permite a su vez captar más recursos (luz, agua y nutrientes) y en definitiva le confiere una mayor capacidad competitiva como lo expresa Villar et al. (2004), lo que supone una ventaja en condiciones ambientales favorables (donde la competencia es un proceso determinante para la supervivencia). En general, la tolerancia implica un coste energético que supone un menor crecimiento, pero a cambio tiene una mayor probabilidad de supervivencia.

En la flora nativa colombiana la familia Myrtaceae es reconocida por su presencia en diversas formaciones vegetales y en todo el gradiente altitudinal del país, los trabajos taxonómicos en Myrtaceae de Colombia son escasos y se orientan a describir nuevas especies, desde el punto de vista taxonómico la mayor dificultad se debe a la necesidad de hallar flores y frutos para determinar los especímenes a nivel de género (Parra, 2014), como sucedió en ésta investigación con *Eugenia sp.* para obtener semillas en buenas condiciones y llevar a cabo los pre-tramientos se debió hacer un monitoreo constante de un año; tiempo que sirvió para tomar registros fotográficos de los animales relacionados con ésta especie en época de producción de frutos, encontrando presencia de aves.



Figura 17. Avistamiento de aves en *Eugenia sp.* *Turdus ignobilis* (A), *Cyanocorax yncas* (B) y *Stilpnia vitriolina* (C).

Eugenia sp es un individuo que en estadio maduro es un árbol de grandes proporciones(anexo1b) llegando a alcanzar una altura de 9 metros aproximadamente sugiriéndose para el uso de madera y en el área de apicultura debido a su gran producción de flores en época reproductiva, esto basado en lo dicho por Rebollar et al (2010) reconocen los distintos usos de la familia Myrtaceae, la importancia económica se da principalmente por la extracción de la madera (*Eucalyptus spp.*), el consumo de frutos (*Psidium spp.*) y la apicultura (*Eugenia spp.*), entre otros. La madera de este género, tiene usos importantes como postes y pilares en la construcción de casas rurales, la estructura de su madera ha sido poco estudiada, por lo que se describe la anatomía de *Eugenia capuli* y *Eugenia mayana* y

encuentran que la madera en ambas especies es de color castaño, proporcionándole un valor estético a la madera, sugiriéndose usar en decoración.

Otro de los usos conocidos de la familia *Myrtaceae* es como curtidora de cuero, específicamente utilizando su corteza. Las demás especies de *Psidium*, se utilizan para la elaboración de productos procesados o como saborizantes por no poseer frutos de mayor tamaño. (Franzon et al. 2009).

10. CONCLUSIONES

El tiempo óptimo para la recolección de semillas maduras de *Eugenia sp.*, es entre los meses de diciembre y/o enero en el área de Cajete

La semilla de *Eugenia sp.*, es recalificante y su germinación es hipogea e inicia 73 días luego de la siembra.

En las semillas de *Eugenia sp.* tratadas con temperatura a 45°C se obtiene un número mayor porcentaje de germinación (60%), en un menor periodo de tiempo mostrando que la temperatura debilita la testa y permite el ingreso de oxígeno y agua al embrión necesarios para que se lleve a cabo la germinación y sobrepasando a las semillas del tratamiento control que obtuvo un porcentaje de 46,6%. El menor porcentaje de germinación de semillas (36.6%), se obtuvo con el uso de temperatura de 35°C, lo que muestra un efecto negativo para la germinación de plántulas.

La fenología de la reproducción de *Eugenia sp.* empieza con la aparición de la yema floral en el mes de septiembre, la flor se abre en la primera semana de noviembre y la maduración del fruto se presenta a finales de mes de diciembre y principios de enero.

En el análisis estadístico de la prueba de Dunnet tres de las cuatro variables arrojaron incidencia negativa proyectando medias más bajas que el tratamiento control, solo en la variante de longitud de la hoja se observa que el tratamiento de HCl10% ayuda a obtener hojas más largas.

11.RECOMENDACIONES.

Continuar con la revisión taxonómica de *Eugenia* sp. para determinar la especie.

Realizar estudios sobre la incidencia de luz en la germinación de la especie.

Realizar investigaciones haciendo uso de diferentes reguladores y estimuladores de crecimiento, con otros pretratamientos que puedan llegar ser más efectivos que los realizados en este trabajo para aumentar la velocidad germinativa y reducir el periodo de germinación.

Se recomienda, aumentar el tiempo de seguimiento para la recolección de datos y agregar variables de estudio a analizar.

Evaluar posibles plagas y enfermedades de esta especie y sus consecuencias en el desarrollo de las plántulas.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abril Saltos R, Ruiz Vásquez T, Alonso Lazo J, Cabrera Murillo G. (2017). Germinación, diámetro de semilla y tratamientos pregerminativos en especies con diferentes finalidades de uso: Propagación de especies amazónicas, Agron. Mesoam. 28(3):703-717.
2. Andrade-C, M.Gonzalo.(2011) estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. Rev. acad. colomb. cienc. exact. fis. nat. 35 (137): 491-507.
3. Abreu, D.C.; Nogueira, A.C. & Medeiros, A.C. (2005). Efeito do substrato e da temperatura na germinação de sementes de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers. Winteraceae). Revista Brasileira de Sementes, 27 (1):.149-157.
4. Añazco, M. 2000. Producción de plantas. CAMAREN. Quito. 119 p.
5. Araoz S. D. y Del Longo O.T. (2006). Tratamientos pregerminativos para romper la dormancia física impuesta por el endocarpo en *Ziziphus mistol* Grisebach. Laboratorio de Semillas. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba. Quebracho No. 13: 56-65.
6. Barrie, F. En: G. Davidse, M. Sousa, S. Knapp, F. Chiang & F. Barrie. (2009). Flora Mesoamericana., Cucurbitaceae a Polemoniaceae. Universidad Nacional Autónoma de México – Missouri Botanical Garden – The Natural History Museum (London). 4 (1): 81-129.
7. Bewley, J., y Black, M., (1994). Seeds, physiology of development and germination, Plenum Press, Nueva York.
8. Cardona-M, Edison, & Muriel R, Sandra B. (2015). seed germination and plant development in *escobedia grandiflora* (Orobanchaceae): evidence of obligate hemiparasitism. Acta Biológica Colombiana, 20(3): 133-140.
9. Coa U, Martín, Silva-A, Ramón, Méndez N, Rafael, & Mundarain P, Sol. (2015). Fenología de la floración del cafeto var. Catuaí Rojo en el municipio Caripe del estado Monagas, Venezuela. Idesia (Arica), 33(1), 59-67.
10. Copeland, L. O.; MC Donald, M. B. (1995). Seed science and technology. Chapman and Hall. New York, NY. 409 p.
11. Cruz, G.R.B.; Matos, V.P.; (1997). Gonçalves, E.P. Germinação de sementes de araçá (*Psidium araza* R. – Myrtaceae): tratamentos pré-germinativos. Informativo abrates. Curitiba, 7 (172): 259.
12. Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Cultivos Tropicales 31(1): 74-85.
13. Donoso C. 2006. Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. Valdivia, Chile. Marisa Cuneo Ediciones. 678 p.

14. Debeaujon, I., Kloosterziel, L & Koornneef, M. (2000). Influence of the testa on seed dormancy, germination and longevity in Arabidopsis. 403–413 pp.
15. Dresch Daiane Mugnol, Scalon Silvana de Paula Quintão, Neves Eliane Marques da Silva, Masetto Tathiana Elisa, Mussury Rosilda Mara;(2012) Germinação de sementes de Campomanesia adamantium (Camb.)O. Berg em diferentes temperaturas e umidades do substrato, revista Scientia Forestalis 223-229
16. Dresch, Daiane Mugnol, Scalon, Silvana de Paula Quintão, Neves, Eliane Marques da Silva, Masetto, Tathiana Elisa, & Mussury, Rosilda Mara. (2014). Effect of Pre-treatments on Seed Germination and Seedling Growth in Psidium guineense Swartz. Agrociencia Uruguay, 18(2), 33-39
17. Durán Gaviria, Leila Aceneth, Castro Vargas, Diego Fernando, Sánchez Orozco, Manuel Salvador, & Bonilla Correa, Carmen Rosa. (2016). Calidad fisiológica de semillas de variedades de Ocimum producidas bajo condiciones del Valle del Cauca, Colombia. Acta Agronómica, 65(1), 38-43
18. Enrique J. (2009). Ecología vegetal. Universidad Autónoma Nuevo Leo; disponible en <http://www.uanl.mx/noticias/investigacion/ecologia-vegetal.html>
19. Fenner, M., Thompson, K. (2005). The ecology of seeds. 263 p.
20. Figueroa J, J Armesto, J Hernández. (1996). Estrategias de germinación y latencia de semillas en especies del bosque templado de Chiloé, Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 69: 243-251
21. Fischer, G., F. Ramírez y P.J. Almanza-Merchán.(2012). Inducción floral, floración y desarrollo del fruto. (ed.). Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Produmedios, Bogotá pp.120-140.
22. Flores-P, J., Ramírez-J, M., Gutiérrez-R, A., Flores-P, C., & alemán, Y. (2017). Efecto de tratamientos pre-germinativos en la calidad de plántulas guapinol (*Hymenaea courbaril*). Nexa Revista Científica, 28(2), 83-96.
23. Franzon R., L. De Oliveira, C. Barnes & J. Sousa. (2009). Araçás do gênero *Psidium*: principais espécies, ocorrência, descrição e usos. Embrapa, Documentos 266: 9-48.
24. Ferreira, Sidney Alberto do Nascimento ; LINS NETO, Nelson Felipe de Albuquerque y GENTIL, Daniel Felipe de Oliveira .(2021) Germinación de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey.) En función del pretratamiento térmico y la temperatura de estratificación. *J. Seed Sci*, vol.43
25. García, Valentina, Simonetti, Javier, & Becerra, Pablo. (2016). Lluvia de semillas, depredación de semillas y germinación de especies nativas en plantaciones de *Pinus radiata* en Chile centro-sur: efecto de la distancia a bosque nativo y presencia de sotobosque. Bosque (Valdivia), 37(2): 359-367.

26. Granados-Sánchez, D., Ruíz-Puga, P., & Barrera-Escorcía, H.. (2008). Ecología de la herbivoría. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 14(1), 51-64.
27. Gentil, D.F.O. (2001). Conservação de sementes do cafeeiro: resultados discordantes ou complementares *Bragantia* 60(3), 149-154.
28. González, Yolanda, & Mendoza, F. (2008). Efecto del agua caliente en la germinación de las semillas de *Leucaena leucocephala* Cv. Perú. *Pastos y Forrajes*, 31(1), 1.
29. Hilhorst, H.W.M. (1998). The regulation of secondary dormancy. The membrane hypothesis revisited. *Seed Science Research* 8,77–90.
30. International Seed Testing Association. Handbook on Seedling Evaluation, 3rd Edition, Zurich, ISTA, 2003. 232p.
31. Jaramillo, K. 2013. Evaluación de métodos de cultivo para la micropropagación de Arrayán (*Myrcianthes hallii* O. Berg). 24 p.
32. Jara, L. F. (1996b). Biología de semillas forestales. *Catie*. Turrialba, Costa Rica.
33. Jessica Doria (2010) generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. 31(1): 74-85.
34. Landrum, L. & M. L. Kawasaki. 1997. The genera of Myrtaceae in Brazil: An illustrated synoptic treatment and identification keys. *Brittonia* 49 (4): 508-536.
35. Latsague Vidal, Mirtha, Sáez Delgado, Patricia, & Coronado Ancaten, Leandra. (2010). Tratamientos pregerminativos para *Myrceugenia exsucca* (Myrtaceae). *Bosque (Valdivia)*, 31(3): 243-246.
36. Leão-Araújo, Érica Fernandes, Souza, Eli Regina Barboza de, Naves, Ronaldo Veloso y Peixoto, Nei. (2019). Fenología de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg en el Cerrado brasileño. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41 (2), e-121.
37. Maeda, A. J.; Liolino, J. H.; Nishimori, I. K.; Medina, P.F. (1999) Goiabeira (*Psidium guajava* L.): Características dos frutos e peculiaridades das sementes que afetam sua qualidade fisiológica. *Revista Brasileira de Sementes*. Brasília. 21(2):103-109.
38. Maguire J. D. (1962). Speed of germination—aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, 2(2):176-17.
39. Maldonado-A, F., Ruales, C., Caviedes, M., Ramírez, D., & Leon-Reyes, A. (2018). Una evaluación de los métodos físicos y mecánicos de escarificación en la germinación de semillas de *Vachellia macracantha* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger. *Acta Agronómica*, 67(1): 120-125.

40. Meza N, D Bautista. 2007. Morfología de semillas de Guayabo (*Psidium guajava* L.), germinación y emergencia después del remojo en agua. Rev. Fac. Agron. 24 (1): 265-27.
41. Nascimento, D., Leles, P.S., Oliveira, S., Moreira, R., & Alonso, J. (2012). Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. Cerne, 8(1): 159-165.
42. Otegui, M; Sorol, Claudia; FLECK, Anahí and Klekailo, Graciela. (2007) Madurez fisiológica, germinación y conservación de semillas de guayabito (*Psidium cuneatum* Camb. - Myrtaceae). Rev.bras. sementes, 29(3):160-169.
43. Osuna co, A., y Sánchez, M., (2016), Germinación, en: Márquez, J., et al., (eds.), Biología de angiospermas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
44. Orozco-Cardona F, Natalia F-H , Taborda-Beltrán L (2010). EVALUATION OF SCARIFICATION METHODS FOR SEEDS OF ALGARROBO (*Hymenaea Courbaril* L.). Programa de Biología, Universidad del Quindío: 36-40
45. Pandey, D., Gorakh, S.; SINGH, G. (2000) Effect of seed pre-treatment on promotion of germination in guava (*Psidium guajava* L.) Indian Journal of Agronomy. Nueva Delhi, 21 (2):279-281.
46. Pammenter, N., & Berjak, P. (2013). Desarrollo de la comprensión de las semillas recalcitrantes y las implicaciones para la conservación ex situ. Biotecnología Vegetal, 13(3): 131 - 144.
47. Padilla, M. (1995). Tratamientos pregerminativos para semillas forestales. In Curso Nacional de Recolección y procesamiento de Semillas Forestales (I., 1995, Guatemala). Memoria. Guatemala. CATIE.
48. Pérez, F., Pita, J. 2001. Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. 1-16 pp.
49. Poulsen, K. M. (2000). Técnicas para la escarificación de semillas forestales. Catie.Turrialba, Costa Rica.
50. Parra-O., C. 2001. Una nueva especie de *Calypttranthes* Sw. (Myrtaceae) de Colombia. Caldasia 23 (2): 435-439.
51. Parra-O., C. 2002. Dos nuevas especies de Myrtaceae de Colombia. Caldasia 24 (1): 95-102.
52. Parra-O., C. 2004. New taxa of *Calypttranthes* (Myrtaceae) from Colombia. Novon 14 (2): 210-215
53. Parra-O., C. 2004. Primer registro de *Calypttranthes cuspidata* (Myrtaceae: *Myrciinae*) para Colombia. Caldasia 26 (1): 323-326.
54. Parra-O., C. 2011. Una nueva especie de *Eugenia* (Myrtaceae) de Colombia. Caldasia 33 (2): 407-411.

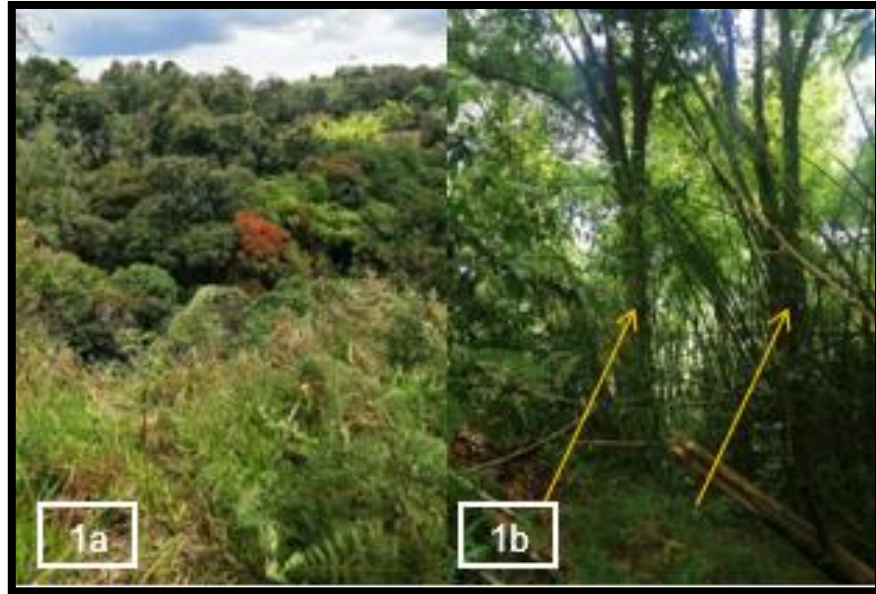
55. Parra-O., C. (2012). una especie nueva de *Myrcianthes* (Myrtaceae) de Colombia. *Caldasia*, 34(2), 277-282.
56. Parra-O., Carlos. (2014). Sinopsis de la familia Myrtaceae y clave para la identificación de los géneros nativos e introducidos en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 38(148), 261-277.
57. Pereira, t.s.; Andrade, A. C. S. (1994). Germinação de *Psidium guajava* L. E *Passiflora edulis sims* - efeito da temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília. 16(1):58-62.
58. Popinigis, F. 1985 Fisiología da semente. 2ª ed. Brasilia. 289.
59. Pons, T. L. 1992. Seed responses to light. En: Fenner, M. (ed.). *Seed: The ecology of regeneration in plant communities*. CAB International, Wallingford, U. K. pp. 259-283.
60. Puerta-Piñero, Carolina. (2008). Ecología de la regeneración de *Quercus Ilex* a escala de paisaje: importancia de los dispersores y/o depredadores de semillas para el reclutamiento.
61. Rangel, Ma. Alma, Córdova, Leobigildo, López, Alejandro P., Delgado, Zavaleta Mancera, Hilda A., & Villegas. (2011). Tolerancia a la desecación en semillas de tres orígenes genéticos de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista fitotecnia mexicana*, 34(3): 175-182.
62. Ramírez C, M Romero, O Henríquez. 1980. Estudios de germinación en semillas de mirtáceas chilenas. *Bosque* 3(2): 106-114
63. Rodríguez L. (2006). Contribución a la propagación de *Myrcianthes rhopaloides* (H.B.K) Me Vaugh "Lanche" en el caserío de Carpinteros Chalaco-Morropón. Piura. Facultad de Ciencias Forestales; Universidad Nacional Agraria la Molina pag 17.
64. Pérez, A. (2008). Evaluación de doce métodos de escarificado en semillas de Chonte (*Zanthoxylum aguilarii*) y Canoj (*Ocotea guatemalensis*) en el Asintal, Retalhuleu. Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango, Guatemala, URL 126 p.
65. Rebollar-Domínguez, S. y N.A. Tapia-Torres. (2010). Anatomía de la madera de dos especies de *Eugenia* (Myrtaceae) de Quintana Roo, México. *Madera y Bosques* 16(1):85-98.
66. Rego, Suelen S, Cosmo, Nelson L, Gogosz, Alessandra M, Kuniyoshi, Yoshiko S y Nogueira, Antonio Carlos. (2011). Caracterización morfológica y germinación de semillas de *Curitiba prismatica* (D. Legrand) Salywon & Landrum. *Revista Brasileira de Sementes* , 33 (4), 616-625
67. Rivero, G.; Viloria, Z.; Marín, M.; Colmenares, C. 1999 Evaluación de tratamientos pregerminativos en guayabo Cas (*Psidium friedrichsthalianum*,

- Berg-Niedenzu*). I. Efecto de dos tipos de sustratos. Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo, 16. (1):1-7.
68. Romero R, Jorge A, Mejía C, José A, Carballo C, Aquiles, López Jiménez, Alfredo, Rangel L, José A, & Ávila R, Catarino. (2013). Escarificación química de semilla de papaya. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 4(6), 947-954.
 69. Rudas, A. & A. Prieto. 2005. Flórula del Parque Nacional Natural Amacayacu. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 99: 1-680. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
 70. Rodríguez, L. (2000). Tratamientos pregerminativos para algunas especies forestales nativas de la Región Huerta Norte de Costa Rica. In Simposio avances en la producción de semillas forestales en América Latina. (2000, Managua Nic.). Memoria. Ed. Rodolfo Salazar, Managua, Nicaragua
 71. Rodríguez, L. (2006). Contribución a la propagación de *Myrcianthes rhopaloides* (H.B.K) Me Vaugh "Lanche" en el caserío de Carpinteros Chalaco-Morropón. Piura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria la Molina
 72. Santiago A. Varela, Veronica A. (2011) Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Campo Grande, BR: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC). Cali, CO. 136-155pp.
 73. Sánchez-Vindas, P. (1990). Myrtaceae. En: Gómez-Pompa, A. (ed.). Flora de Veracruz. Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México 62: 1-146.
 74. Speroni, Gabriela, Izaguirre, Primavera, Bernardello, Gabriel, & Franco, Jorge. (2009). Intrafloral phenology of *Trifolium polymorphum* Poir. (Leguminosae) aerial flowers and reproductive implications. Acta Botanica Brasilica, 23(3), 881-888.
 75. Schmidt, L. Seed S. In: Oelsen, K. (2000). Guide to handling of tropical and subtropical forest seed. Humlebaek, Dinamarca: Danida Forest Seed Centre. 225-254.
 76. Schwartz, M.D. 1999. Advancing to full bloom: planning phenological research for the 21st century. 42: 113-118.
 77. Smiderle, O. J.; Minami, K. (2001). Emergence and vigor of guava seedlings on different substrates. Revista Científica Rural. Universidade da Região da Campanha. Bage.R.S. Brasil, v.6, n.1, p.38-45
 78. Smith, R., & Field, A. (2001). aspectos de la ecología de *Gyranthera caribensis* Pittier (Bombacaceae) y su implicación en la conservación de algunos bosques del norte de Venezuela. Acta Botánica Venezolánica, 24(2), 143-202.

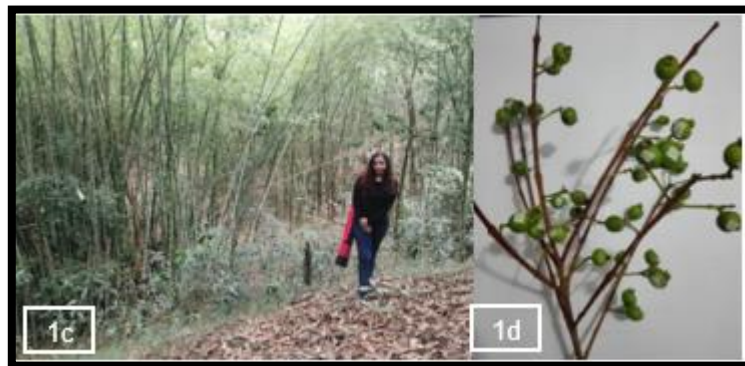
79. Sazima, I y Sazima, M. (2007) Petiscos florais: pétalas de *Acca sellowiana* (Myrtaceae) como fuente de alimentación para aves en el área urbana en Sul do Brasil. *Biota Neotropica*, 7 (2): 77-14
80. Tavares, M.S.W.; Lucca-Filho, O.A.; Kersten, E. 1995 Germinação e vigor de sementes de goiaba (*Psidium guajava* L.) sometidas a métodos para superação da dormencia. *Ciencia Rural*, Santa Maria, 25, (1):11-15.
81. Ulian T, A Rovere, B Muñoz. 2008. Taller sobre conservación de semillas para la restauración ecológica. *Ecosistemas* 17(3): 147-148
82. Urbano (2019). Evaluación del proceso de germinación de semillas de arrayan (*Eugenia sp*) con fines de restauración ecológica. Universidad del Cauca
83. Vidal, Mirtha, Saez D, Patricia y Coronado Ancaten, Leandra. (2010) Tratamientos pregerminativos para *Myrceugenia exsucca* -(Myrtaceae). *Bosque (Valdivia)*, 31(3):243-246.
84. Villar R, Ruiz-Robledo Jeannette, Quero J L, Poorter H, Valladares Fernando, Marañón Teodoro (2004). Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Páginas 191-227
85. Wesley-Smith J, C W Vertucci, P Berjak, N W Pammenter, J Crane (1992) Cryopreservation of desiccation-sensitive axes of *Camellia sinensis* in relation to dehydration, freezing rate and the thermal properties of tissue water. *J. Plant Physiol.* 140:596– 604.
86. Zurita-Valencia, Wendy, Gómez-Cruz, J. Elmar, Atrián-Mendoza, Esteban, Hernández-García, Alejandra, Granados-García, María Elena, García-Magaña, J. Jesús, Salgado-Garciglia, Rafael, & Sánchez-Vargas, Nahum M. (2014). Establecimiento de un método eficiente de germinación in vitro y micropropagación del cirimo (*Tilia mexicana* Schlecht.) (Tiliaceae). *Polibotánica*, (38), 129-144.

13. ANEXOS

Anexo 1. Zona de recolección y monitoreo de semillas *Eugenia sp.*



1a. Remanente de bosque Vereda Cajete con presencia de individuos de *Eugenia sp.*; **1b.** Individuos adultos de *Eugenia sp.*



1c. Salidas de monitoreo mensual; **1d.** Conteo y registro de fruto inmaduro

Anexo 2. Recolección, limpieza, pesaje y adecuación de semillas para la administración de tratamientos.

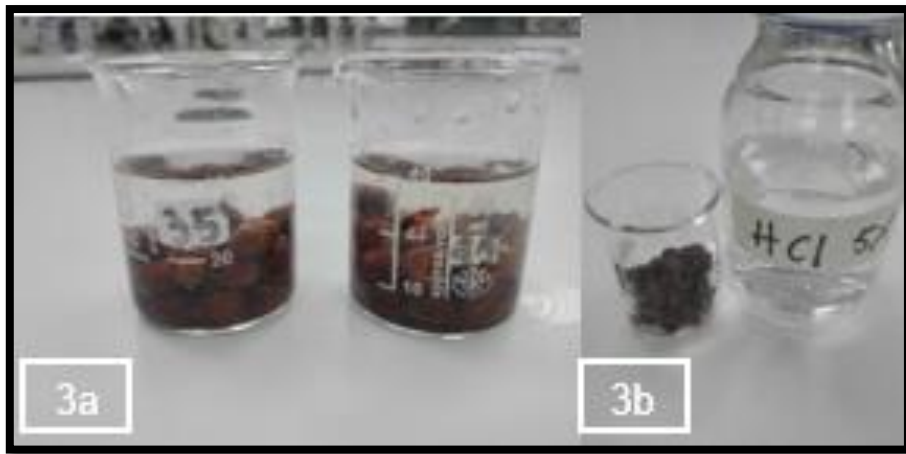


2a. Recolección de fruto maduro; **2b.** Limpieza de semillas.

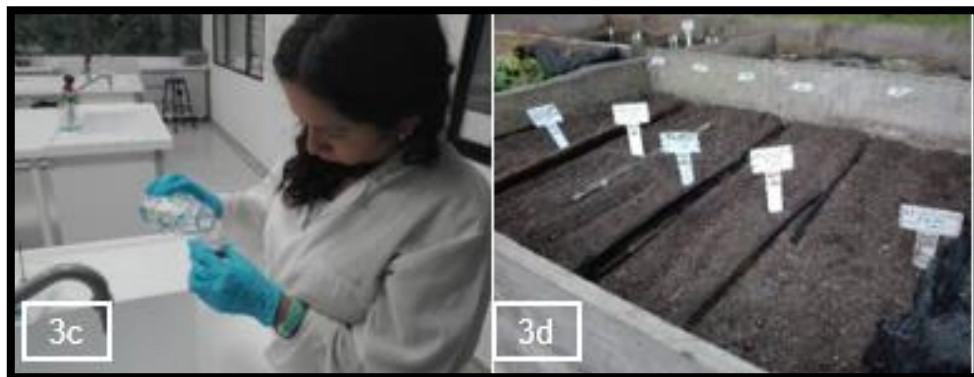


2c. Semillas en remojo, **2d.** Peso de semillas

Anexo 3. Aplicación de tratamientos pregerminativos y siembra de semillas *Eugenia sp.*



3a. Pretratamiento de semillas con temperatura; **3b.** Pretratamiento de semillas con HCL 5%



3c. Pretratamiento de semillas con HCL 10%; **3d.** Cama de germinación.

Anexo 4. Registro de datos y seguimiento de la germinación en las semillas *Eugenia sp.* con pretratamiento.



4a. Inicio de germinación y toma de datos; **4b.** Desarrollo de plántula.



4c. Seguimiento crecimiento; **4d.** Estado individuos al final de seguimiento.

Anexo 5. Datos obtenidos del proceso germinación *Eugenia sp.* en mm

5.1 Tratamiento control seguimiento longitud planta total.

SEGUIMIENTO LONGITUD PLANTA TOTAL														
	planta													
Se ma na	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	20,6 7	12,9 5	5,4											
2	38,0 8	24,2 5	18,2 5	11,6 3	14,3 3	3,33	1,8							
3	58,3 5	32,3 7	41,8 8	14,8 2	35,3 3	13,5 9	7,82	12,9 9	8,55	2,48				
4	60,8 1	35,1 1	65,0 8	22,4 1	47,6	33,9	12,9 9	30,0 9	31,6	12,4 3				
5	62,6 7	37,7 2	67,2 1	30,2 1	47,9 6	46,7 7	27,3 7	48,2 5	41,2 1	30,2 3	26,4 1	20,7 5		
6	67,7 9	38,5 5	67,6 6	31,3 5	54,8	48,2 4	41,8 9	48,4 9	54,3 3	56,4 1	43,4 8	49,2 2	14,3	
7	69,3 9	39,2 5	69,7 9	31,7 9	56,7	51,2 6	45,6 9	50,3 9	65,3 9	62,1	46,5 6	56,1 9	28,8 1	
8	74,9 1	45,8 6	75,2 1	37,8 7	61,2	62,8 7	45,7 2	55,8 7	71,3 8	65,7 1	49,3 8	60,3	55,2 4	19 ,7 1

5.2. Tratamiento control: Seguimiento grosor de la planta total.

SEGUIMIENTO GROSOR DE LA PLANTA TOTAL														
	planta													
Seman a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1,15	1,0 6	0,9 2											
2	1,16	1,1 3	1,1 1	0,9 7	0,9 7	0,7 3	0,6 4							
3	1,19	1,1 5	1,1 6	1,1 1	1,0 9	1,0 5	1,0 3	0,9 8	0,9	0,8 1				

4	1,21	1,17	1,19	1,13	1,11	1,09	1,05	1,13	1,12	0,89	0,84			
5	1,36	1,26	1,23	1,35	1,21	1,18	1,12	1,15	1,12	1,11	1,07	1,02		
6	2,27	2,3	1,46	2,27	1,58	1,27	1,28	1,31	1,15	1,13	1,11	1,08	0,89	
7	2,28	2,36	2,23	2,27	1,6	1,36	1,31	1,37	1,25	1,16	1,26	2,23	1,37	
8	2,36	2,4	2,25	2,34	1,67	1,42	1,45	1,38	1,44	1,45	1,32	2,26	1,28	1,16

5.3 Tratamiento control: Seguimiento longitud de la hoja

SEGUIMIENTO LONGITUD DE LA HOJA														
	planta													
semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2	5,4	5,8												
3	19,9	22,64	5,83											
4	39,36	33,23	24,83		20,76	5,32								
5	38,02	33,72	34,98	21,4	37,14	25,03	6,37	23,12	5,28					
6	38,05	33,71	34,88	32,34	37,16	33,78	33,89	41,11	33,06	17,56	17,22	8,77		
7	38,22	33,87	39,47	32,43	37,01	35,33	40,84	41,01	34,26	42,22	37,77	22,5		
8	38,24	33,28	39,43	32,43	37,05	35,34	40,84	39,93	33,61	45,12	40,1	36,71	24,34	

5.4 Tratamiento control: Seguimiento ancho de la hoja

SEGUIMIENTO ANCHO DE LA HOJA														
	planta													

semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2	3,8	3,74												
3	13,49	15,29	2,49											
4	26,38	24,83	16,09		12,46	2,73								
5	27,01	25,1	27,27	6,68	26,03	16,69	3,05	14,26	2,16					
6	27,08	25,12	27,37	21,07	26,12	24,47	22,19	17,41	13,88	9,56	10,2	6,94		
7	26,78	25,1	27,4	21,17	26,22	24,31	30,72	28,41	24,45	27,2	22,72	17,74		
8	26,65	25,32	27,42	20,17	27,02	24,4	29,07	29,01	24,54	30,09	25,65	28,05	21,61	

5.5 Tratamiento HCL 10 %. Seguimiento longitud de la planta total.

SEGUIMIENTO LONGITUD PLANTA TOTAL													
	planta												
semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	20.24	8.91											
2	32.64	22.80	6.92	12.83	8.52	6.30	3.25						
3	39.38	37.16	25.36	33.12	10.87	9.73	14.85	10.58	5.30				
4	42.36	50.61	40.78	44.66	11.43	13.60	28.11	39.09	17.80	11.24	8.37	5.32	2.38
5	42.89	52.02	54.12	48.06	6.38	27.61	44.10	59.32	40.12	26.19	19.82	15.87	10.84
6	43.91	53.19	55.09	52.74	8.54	33.93	46.71	62.17	44.98	44.34	46.15	36.52	39.82
7	53.28	56.33	57.21	53.53	4.53	35.82	47.11	63.71	49.98	49.51	53.73	48.00	56.34

8	55.6 3	57.3 0	57.7 0	60.2 6	seca	36.0 8	47.6 6	64.3 6	57.0 4	57.5 8	54.6 5	56.0 2	60.8 8
---	-----------	-----------	-----------	-----------	------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

5.6 Tratamiento HCL 10 %. Seguimiento grosor de la planta total.

SEGUIMIENTO GROSOR DE LA PLANTA TOTAL													
	planta												
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1.09	0.79											
2	1.11	1.10	0.78	1.03	0.91	0.89	0.83						
3	1.13	1.12	1.05	1.07	1.01	0.91	0.92	0.81	0.86				
4	1.18	1.16	1.12	1.11	1.06	1.04	1.09	1.12	0.92	0.75	0.73	0.76	0.71
5	1.23	1.18	1.15	1.19	1.09	1.07	1.12	1.16	1.13	1.11	1.03	0.92	0.81
6	1.31	1.24	1.28	1.23	1.10	1.20	1.27	1.42	1,16	1,22	1.26	1.12	1.14
7	1.42	1.26	1.29	1.26	0.50	1.24	1.29	1.44	1.27	1.33	1.31	1.25	1.32
8	1.46	1.35	1.31	1.36	seca	1.35	1.29	1.46	1.36	1.36	1.37	1.26	1.37

5.7 Tratamiento HCL 10 %. Seguimiento longitud de la hoja.

SEGUIMIENTO LONGITUD DE LA HOJA													
	plant a												
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1													
2	13.67												
3	34.00	6.21											
4	35.59	27,2 8	9.88	18.5 4				4.25					
5	36.59	37,0 3	30.5 3	46.1 2		15.8 6	21.8 6	19.7 6	11.1 4				
6	36.62	37,3 9	37.5 8	46.3 4		35.0 9	41.3 7	34.4 8	39.0 2	18.6 6	9.42	6.87	
7	36.92	37,6 2	38.1 1	47.2 8		36.4 4	42.6 0	34.7 8	39.5 3	25.9 3	24.6 1	18.4 5	12.2 0

8	48.29	37,87	39.76	47.94		36.89	42.32	52.04	42.11	25.93	28.79	26.56	25.91
---	-------	-------	-------	-------	--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

5.8 Tratamiento HCL 10 %. Seguimiento ancho de la hoja.

SEGUIMIENTO ANCHO DE LA HOJA													
	planta												
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1													
2	9.42												
3	24.12	3.72											
4	25.80	18.74	5.99	12.54				2.10					
5	25.43	25.08	23.71	29.51		10.13	12.54	14.92	7.62				
6	25.30	25.52	25.36	29.46		24.14	27.01	26.28	25.23	11.38	4.56	4.88	
7	24.91	25.99	26.55	29.34		24.57	29.33	26.28	27.38	18.01	16.04	11.11	8.93
8	25.03	25.47	26.34	29.67		24.15	28.31	26.81	27.46	18.01	17.41	17.65	13.31

5.9 Tratamiento HCl 5%. Seguimiento longitud de la hoja.

SEGUIMIENTO LONGITUD PLANTA TOTAL														
	planta													
semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	24.61	8.91	4.47											
2	43.33	25.66	12.83	19.81	14.22	9.93								
3	53.20	44.54	14.35	41.56	31.75	23.71	6.12	7.72						

4	57.7 6	56.0 5	14.5 0	49.5 4	44.5 5	39.7 2	15.2 1	26.1 9	7.32	8.29				
5	58.6 7	56.4 3	15.4 3	52.5 1	49.3 8	42.3 6	18.6 5	39.8 8	23.0 4	30.0 4	7.50	8.57	5.87	
6	64.6 7	57.9 9	26.5 6	54.7 7	50.4 2	44.1 5	23.1 3	39.6 8	40.2 1	56.5 0	14.9 8	12.3 6	11.1 6	9.42
	65.9 1	60.1 3	38.9 2	57.7 0	55.8 3	44.7 2	26.3 2	41.6 5	48.4 3	57.2 3	27.5 2	17.3 3	18.5 2	15.5 1
	68.7 6	62.6 9	39.8 3	60.7 7	56.4 7	53.3 0	29.0 1	44.0 5	50.0 7	60.8 2	44.8 8	26.7 6	27.4 5	20.9 6

5.10 Tratamiento HCl 5%. Seguimiento grosor de la planta total.

SEGUIMIENTO GROSOR DE LA PLANTA TOTAL														
	planta													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1.21	1.1 9	1.1 0											
2	1.29	1.2 4	1.3 8	1.1 4	1.1 3	1.0 2								
3	1.32	1.3 4	1.4 1	1.3 3	1.2 3	1.3 4	1.0 5	0.9 3						
4	1.38	1.4 3	1.4 6	1.4 2	1.3 4	1.3 6	1.2 4	1.1 2	0.9 3	1.1 9				
5	1.39	1.4 5	1.4 7	1.4 2	1.3 7	1.4 1	1.2 8	1.2 0	1.1 1	1.2 1	0.8 7	1.0 2	0.9 2	
6	1.43	1.4 8	1.5 1	1.4 3	1.4 8	1.4 5	1.3 0	1.2 5	1.2 1	1.2 4	1.1 4	1.0 5	1.0 1	0.9 4
7	1.43	1.5 4	1.5 3	1.4 8	1.5 0	1.4 6	1.3 6	1.2 8	1.2 4	1.4 2	1.1 7	1.1 2	1.1 1	1.0 9
8	1.51	2.0 0	1.5 3	1.4 9	1.5 2	1.4 8	1.3 9	1.3 2	1.2 8	1.4 7	1.1 8	1.1 5	1.1 4	1.1 2

5.11. Tratamiento HCl 5%. Longitud de la hoja.

SEGUIMIENTO LONGITUD DE LA HOJA														
	planta													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2	5.30													
3	19.62	15.04		7.62										
4	29.38	30.13		18.89	12.61	7.71								
5	34.37	46.38		25.16	34.14	27.75		9.58						
6	35.45	47.38	13.53	33.42	35.09	34.90		25.96	15.51	18.67	14.68			
7	36.94	47.88	35.53	33.37	35.68	40.31		30.52	28.87	29.53	27.21			
8	38.12	47.52	40.33	33.78	35.12	40.16		33.27	31.41	33.22	28.76			

5.12. Tratamiento HCl 5%. Seguimiento ancho de la hoja total.

SEGUIMIENTO ANCHO DE LA HOJA														
	planta													
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2	3.74													
3	10.52	6.94		3.92										
4	18.64	24.65		17.05	9.04	4.63								
5	26.12	25.53		22.86	20.71	17.69		4.81						
6	27.32	27.45	9.28	23.82	25.77	27.71		22,22	10.63	7.94	11.44			

7	28.32	27.43	27.18	26.61	26.01	29.13		22,7	19.61	19.63	21.75			
8	28.31	26.55	27.49	27.01	25.62	28.30		22,91	20.11	23.41	23.15			

5.13 Temperatura 35°C. Seguimiento longitud de la planta total.

SEGUIMIENTO LONGITUD PLANTA TOTAL											
	planta										
semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	25.41	5.15									
2	41.15	2.20	5.15								
3	52.45	2.87	9.29	3.06							
4	53.34	4.36	13.93	9.02	5.12	5.47					
5	55.40	4.42	9.44	10.14	15.88	16.56	10.70	6.67	3.61		
6	56.26	5.67	10.45	11.24	35.01	38.81	17.72	22.25	14.12	8.54	4.29
7	58.15	6.36	7.32	31.85	5.90	65.08	54.82	25.27	40.91	22.87	13.82
8	62.65	6.49	7.83	34.58	68.74	68.31	15.55	47.69	43.37	37.08	15.00

5.14 Temperatura 35°C. Grosor de la planta total.

SEGUIMIENTO GROSOR DE LA PLANTA TOTAL											
	planta										
semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.08	0.82									
2	1.24	1.03	0.94								
3	1.41	1.17	1.19	0.87							
4	1.47	1.25	1.25	0.95	0.80	0.78					
5	1.48	1.29	1.30	1.11	0.91	0.83	0.81	0.73	0.70		
6	1.49	1.32	1.31	1.26	1.13	1.13	1.22	1.05	0.92	0.74	0.71
7	1.53	1.37	1.46	1.67	1.32	1.27	1.46	1.32	1.23	1.32	1.29

8	1.61	1.43	1,59	1.67	1.39	1.35	1.50	1.35	1.30	1.47	1.35
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

5.15 Temperatura 35°C. Seguimiento longitud de la hoja.

SEGUIMIENTO LONGITUD DE LA HOJA											
	planta										
semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1											
2	7.49										
3	26.06										
4	27.86										
5	30.21										
6	32.21				10.13						
7	32.37				25.33	12.60					
8	32.89				28.92	24.86		14.56	16.44	16.53	7.84

5.16. Temperatura 35°C. Seguimiento ancho de la hoja.

SEGUIMIENTO ANCHO DE LA HOJA											
	planta										
semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1											
2	6.28										
3	16.74										
4	18.06										
5	21.56										
6	24.56				7.32						
7	25.18				17.87	7.23					
8	25.45				20.97	13.39		8.67	9.53	10.36	5.38

5.17 Temperatura 45°C. Seguimiento longitud de la planta total.

SEGUIMIENTO LONGITUD PLANTA TOTAL																		
	planta																	
semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	12.01	7.17	4.18	4.86	3.24													
2	21.23	17.15	3.53	3.22	5.42	3.14	3.51	3.87	2.01	1.44								
3	23.12	22.20	4.43	4.01	5.65	9.14	3.63	6.33	2.05	1.32	4.78							
4	25.60	23.71	4.65	5.76	5.71	11.84	4.03	6.41	4.04	3.98	14.08							
5	30.03	25.38	2.65	15.23	7.32	13.90	4.05	12.89	4.89	4.64	17.08							
6	32.17	13.84	3.64	29.55	7.53	15.59	4.47	15.02	5.55	5.37	34.49	36.31	4.60	9.46				
7	35.69	17.10	3.79	38.12	7.73	15.71	5.16	24.72	3.49	3.19	36.12	51.22	5.64	8.09	7.07			
8	37.66	18.53	5.04	39.85	6.70	10.20	13.64	38.74	5.33	4.49	45.68	58.38	7.95	9.09	8.83	8.40	7.27	6.45

5.18 Temperatura 45°C. Seguimiento control de la planta total.

SEGUIMIENTO GROSOR DE LA PLANTA TOTAL																		
	planta																	
semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.96	1.44	1.35	1.31	1.53													
2	1.30	1.33	1.41	1.41	1.66	1.45	1.20	1.14	1.26	1.05								
3	1.41	1.34	1.43	1.44	1.68	1.46	1.23	1.16	1.27	1.07	0.91							

4	1.53	1.35	1.47	1.48	1.71	1.57	1.35	1.45	1.31	1.12	1.03							
5	1.54	1.35	1.52	1.72	0.86	1.59	1.37	1.48	1.34	1.15	1.23							
6	1.57	1.02	1.58	1.75	1.01	1.59	1.38	1.52	1.40	1.39	1.17	1.13	1.12	1.10				
7	1.62	1.07	1.59	1.78	1.07	1.65	1.39	1.53	1.44	1.42	1.45	1.42	1.14	1.07	0.92			
8	1.68	1.09	1.62	1.82	1.61	1.43	2.23	1.54	2.02	1.47	1.48	1.47	1.28	1.13	1.22	1.13	1.06	0.97

5.19 Temperatura 45°C. Seguimiento longitud de la hoja.

SEGUIMIENTO LONGITUD DE LA HOJA																		
	planta																	
semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3																		
4																		
5				8.67														
6				23.67														
7	10.45			36.10														
8	20.60			36.94						11.23	14.02	12.04						

5.20 Temperatura 45°C. Seguimiento ancho de la hoja.

SEGUIMIENTO ANCHO DE LA HOJA																		
	planta																	
semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3																		
4																		
5				4.76														
6				16.23														
7	7.24			24.33														
8	12.88			25.09						6.48	24.57	8.23						