

Evaluación de Tratamientos Pregerminativos y Evaluación de la Fase Inicial de Crecimiento para
Prunus serotina, en Condiciones Bajo Invernadero

Andres Leonardo Niño Niño

Proyecto de grado Optar el Título

de Ingeniero(a) Forestal

Director

Rubén Carvajal Caballero

Agrónomo

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional de Educación a Distancia - IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Bucaramanga

2021

Agradecimiento

En especial a Dios por su amor y su bondad que no tienen fin, me permite sonreír ante todos mis logros que son resultado de su ayuda, y cuando caigo y me pone a prueba, aprendo de mis errores y me doy cuenta que los pones en frente mío para que mejore como ser humano, y crezca de diversas maneras. A mis padres Mario Niño Guarín y Fanny Lucila Niño, por acompañarme y darme el apoyo en mi proyecto de vida, a mi tía Omaira Niño por darme la fuerza de levantarme cada día para realizarme como ser humano y profesional, a mi hermano Maikol Niño y por último y de manera especial a el Ingeniero Mauricio Oviedo jurado y la Ingeniera Andrea Lizcano por apoyarme y guiarme en este proceso educativo de entrega de mi proyecto de grado.

Tabla de contenido

Introducción	11
1. Antecedentes	12
2. Objetivos	14
2.1.Objetivo General	14
2.2.Objetivos Específicos.....	14
3.Marco referencial	15
3.1.Marco teórico	15
3.1.1.Distribución ecología	16
3.1.2.Importancia ecológica.....	17
3.1.3.Escala BBCH	17
3.2.Marco conceptual.....	19
3.3.Marco legal	20
4.Método	21
4.1.Área de trabajo	21
4.2.Germinación.....	22
4.3.Diseño experimental	22
4.4.Determinación de estados fenológicos.....	23
5.Resultados	23
5.1.Germinación.....	23
5.2.Altura (cm).....	28
5.3.Número de hojas	33
5.4.Diámetros promedio.....	34

5.5.Análisis de varianza (ANOVA).....	34
6.Discusión.....	36
7.Conclusiones.....	37
8.Recomendaciones	37
Referencias Bibliográficas	38

Lista de Tablas

Tabla 1 Escala BBCH	17
Tabla 2 Porcentaje de germinación.....	23
Tabla 3 Estadio principal de crecimiento 0:	24
Tabla 4 Tratamiento (P1).....	29
Tabla 5 Tratamiento (P2).....	29
Tabla 6 Tratamiento (P3).....	30
Tabla 7 Tratamiento (P4).....	30
Tabla 8 Tratamiento (P5).....	31
Tabla 9 Tratamiento (P6).....	31
Tabla 10 Tratamiento (P7).....	32
Tabla 11 Tratamiento (P8).....	32
Tabla 12 Tratamiento (P9).....	33
Tabla 13 ANOVA altura.....	35
Tabla 14 ANOVA número de hojas.....	35
Tabla 15 ANOVA DAP	36

Lista de Figuras

Figura 1 Mapa localización proyecto.....	21
Figura 2 Grafico número de hojas promedio	33
Figura 3 Diámetros promedios (cm)	34

Lista de Apéndices

Apéndice A Proceso mecánico de lijado	41
Apéndice B Tratamiento 1: inmersión de la semilla en agua fría por 24 horas.....	41
Apéndice C tratamiento 2 de Inmersión de semillas en agua caliente entre 80 a 90°C por 20 segundos y dejar reposar en la misma agua por 24 horas	42
Apéndice D. tratamiento 3 Escarificación o raspado.....	42
Apéndice E Tratamiento 4 Semilla sin tratamiento	43
Apéndice F.tratamiento 5 Inmersión de semillas en agua fría por 24 horas – Escarificación o raspado	43
Apéndice G. tratamiento 6 Inmersión de semillas en agua fría por 24.....	44
Apéndice H Tratamiento 7 Inmersión de semillas en agua caliente entre 80 a 90°C por 20 segundos y dejar reposar en la misma agua por 24 horas – Escarificación o raspado.....	44
Apéndice I Tratamiento 8 Inmersión de semillas con escarificación en H ₂ O fría más ácido cíberelico	45
Apéndice J. Tratamiento 9 Inmersión de semillas con escarificación en H ₂ O fría más Nitrato de Potasio.....	45
Apéndice K. Arreglo de germinadores y siembra de semillas.....	46
Apéndice L. Organización de germinadores por bloques y tratamientos	46
Apéndice M identificación de cada germinador por bloque y tratamiento.....	47
Apéndice N Germinación de semillas.....	47
Apéndice O Primer toma de datos a plántulas	48
Apéndice P Embolsado de sustratos	48
Apéndice Q Organización de plántulas por cajones según sustratos y tratamientos	49
Apéndice R Medición de altura y diámetro a plántulas desarrolladas.....	49

Apéndice S. Determinación visual de afectaciones a plántulas	50
--	----

Resumen

Título: Evaluación de Tratamientos Pregerminativos y Evaluación de la Fase Inicial de Crecimiento para *Prunus serotina*, en Condiciones Bajo Invernadero*

Autor: Andrés Leonardo Niño Niño**

Palabras Claves: Escala BBCH, Escarificación, Inmersión.

Descripción:

En este estudio se realizó la siembra de semillas del cerezo de clima frío (*Prunus serotina*) que se sometieron a 9 tratamientos pre germinativos que fueron: P1 inmersión de la semilla en agua fría por 24 horas, P2 Inmersión de semillas en agua caliente entre 80 a 90°C por 20 segundos y dejar reposar en la misma agua por 24 horas, P3 Escarificación o raspado, P4 Semilla sin tratamiento, P5 Inmersión de semillas en agua fría por 24 horas – Escarificación o raspado, P6 Inmersión de semillas en agua fría por 24 horas – Inmersión de semillas en agua caliente entre 80 a 90°C por 20 segundos y dejar reposar en la misma agua por 24 horas, P7 Inmersión de semillas en agua caliente entre 80 a 90°C por 20 segundos y dejar reposar en la misma agua por 24 horas – Escarificación o raspado, P8 Inmersión de semillas con escarificación en H₂O fría más ácido cítrico y P9 Inmersión de semillas con escarificación en H₂O fría más Nitrato de Potasio, luego de aplicar el tratamiento pre germinativo, las semillas se sembraron en el sustrato turba luego se trasplantaron y sembraron en 7 sustratos los cuales fueron: S1 tierra negra, S2 Lombrinaza, S3 Compost, S4 Arena (50%)- Císcico (50%), S5 tierra negra (50%)- compost (50%), S6 Tierra negra (50%)- Lombrinaza (50%) y finalmente S7 Tierra negra (50%) - arena (25) - císcico (25%), se tomaron medidas de las variables germinación, altura, número de hojas y diámetro durante 90 días, las primeras tres mediciones se realizaron cada ocho días y las cuatro últimas cada quince días para un total de 7 mediciones por tratamiento. Los resultados obtenidos arrojaron un porcentaje de germinación de 38,6%, los sustratos con resultados altos en la variable altura fueron el S3 y S5 respectivamente y el tratamiento más óptimo es fue el P5 con alturas mayores a 10 cm en todos los sustratos de la medición siete.

* Trabajo de grado

**Instituto de Proyección Regional de Educación a Distancia- IPRED. Programa Ingeniería Forestal. Director: Rubén Carvajal Caballero - Agrónomo.

Abstract

Title: Evaluation of Pregerminative Treatments and Evaluation of the Initial Growth Phase for *Prunus serotina*, Under Greenhouse Conditions**

Author: Andrés Leonardo Niño Niño**

Keys Word: BBCH Scale, Scarification, Immersion

Description:

This study carried out the sowing of cold-climate cherry seeds (*Prunus serotin*) that underwent 9 pre-germination treatments that were: P1 seed immersion in cold water for 24 hours, P2 Seed immersion in hot water between 80 to 90oC for 20 seconds and let stand in the same water for 24 hours, P3 Scarification or scraping, P4 Seed unin treatment, P5 Seed immersion in cold water for 24 hours – Scarification or scraping, P6 Seed immersion in cold water for 24 hours – Seed immersion in hot water between 80 and 90oC for 20 seconds and let stand in the same water for 24 hours, P7 Immersion of seeds in hot water between 80 to 90oC for 20 seconds and let stand in the same water for 24 hours – Scarification or scraping, P8 Seed immersion with cold H2O scarification plus cyberelic acid and P9 Seed immersion with cold H2O scarification plus Potassium nitrate after applying the pre-germination treatment, the seeds were sown in the peat substrate then transplanted and and planted on 7 substrates which were: S1 black earth, S2 Lombrinaza, S3 Compost, S4 Arena (50%)- Cisco (50%), S5 black earth (50%)- compost (50%), S6 Black earth (50%)- Lombrinaza (50%) and finally S7 Black Earth (50%) - sand (25) - cisco (25%), measurements were taken of the variables germination, height, number of leaves and diamer for 90 days, the first three measurements were made every eight days and the last four every fortnight for a total of 7 measurements per treatment. The results yielded a germination rate of 38.6%, the substrates with high results in the variable height were S3 and S5 respectively and the most optimal treatment is P5 with heights greater than 10 cm on all substrates of measurement seven.

* Degree work

** Institute for Regional Projection of Distance Education - IPRED. Forest Engineering Program. Director: Rubén Carvajal Caballero – Agronomist.

Introducción

El *Prunus serotina* (cerezo) es un árbol introducido en los climas fríos de Colombia entre los 2650 y 4000 m.s.n.m., catalogado como una especie pionera dado que puede desarrollarse en los claros donde se establece por su intolerancia a la sombra. El cerezo tiene la capacidad de adaptarse rápidamente en sitios donde se han presentado incendios forestales y sobrevivir, es dominante en la sucesión secundaria y los árboles nunca llegan a la parte alta del dosel de bosques en estadios sucesionales tardíos, pero si hay plántulas en el sotobosque que pueden sobrevivir hasta 5 años (Prunus serótina, s.f)

Sus semillas son rodeadas por un endocarpio (almendra) sabor amargo, las cuales en condiciones naturales de germinación ocurre al primer año después de haber caído la semilla al suelo; con tratamientos pregerminativos y a temperaturas que oscilan entre 18 y 22 °C, germina aproximadamente a los 14 días. (Ordaz, et.al. 1999). Y dado su tamaño, alcanzan grandes distancias de dispersión ya que sus principales distribuidores son las aves permitiéndole establecerse en sitios abiertos abandonados.

Sus raíces son utilizadas en la fabricación de artesanías y sus hojas en bebida diúreticas y expectorantes (El semillero, 2014), posee frutos comestibles, corteza con propiedades astringentes y de sus semillas se extrae un tipo de aceite utilizado en cosmética (Infante, Jara y Rivera, 2008)

Dada la importancia multipropósito (semilla, fruto y corteza) del cerezo se debería fomentar el cultivo del mismo como frutal para transformarlo y/ o comercializarlo y como árbol para cercas vivas, ornamentales, prevención de heladas, control de erosión del suelo, rehabilitación de sitios degradados y/o donde ha habido explotación minera.

1. Antecedentes

Camacho (1990), realizó siembras de cerezo en papel secante y tardaron en germinar más de 20 días alcanzando una germinación menor del 70%. La latencia se eliminó completamente al quitar la cubierta externa, ya que prácticamente todas las semillas emitieron sus radículas.

Moncada (2018) Evaluó las primeras fases de crecimiento en vivero sembradas en tres épocas septiembre 1992 y enero 1993 de dos especies forestales molle y cerezo (*Prunus serotina*), sometió las semillas del molle a tratamientos pre-germinativos como remojo en agua una semana, remojo 72 horas, remojo 24 horas y testigo, y las de cerezo se les agregó la estratificación mecánica, remojo 48 horas, en agua y sin tratamiento. En su estudio evaluó la energía germinativa, porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de mortandad, altura de plantas y diámetro de tallo. Los resultados obtenidos fueron: para el molle la energía germinativa con tratamiento pre germinativo remojo en agua 72hrs es mayor para siembra en noviembre, el porcentaje mayor de mortandad se dio en la primera época con el tratamiento pre-germinativo de remojo en agua 1 semana, el crecimiento en altura de planta mostró mayor rapidez por la siembra en septiembre, en la segunda siembra el diámetro del tallo es mayor con el testigo; y para el cerezo se dio la mayor energía germinativa en la segunda época con el tratamiento escarificación mecánica, el porcentaje de mortandad se tiene en la tercera época en el tratamiento testigo, el crecimiento en altura de planta fue mayor en la segunda época de siembra y el diámetro de tallo fue mayor en la segunda época de siembra con el tratamiento remojo en agua 48 horas.

Pilco (2018) Evaluó cuatro métodos de escarificación: 1 (horas frío a 4°C por 60 días), 2 (agua fría a 4 °C por 5 días), 3 (zumo de limón al 100% por 48 horas), 4 (agua hervida por 5 minutos) y dos sustratos: S1 (70% arena de río + 30% cascarilla de arroz), S2 (70% tierra negra +

30% pomina); utilizo el diseño experimental completo al azar bifactorial de 8 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables analizadas dieron como resultado óptimo en el método 1 un porcentaje de germinación (46,17%), diámetro del tallo (1,04 mm), altura del tallo (16,82 cm), longitud de raíz (17,18 cm), y masa radicular (36,12 gr). En el sustrato S1 se obtuvieron los mejores resultados en todos los parámetros: porcentaje de germinación (40,33 %), diámetro del tallo (1,04 mm), altura del tallo (13,11 cm), longitud de raíz (15,48 cm), y masa radicular (29,13 gr). Por lo tanto, el método 1 y el sustrato S1 son los más adecuados para obtener plántulas de cerezo, al presentar los mejores resultados en todos los parámetros analizados.

Pantoja (2015) Realizo la investigación en la especie arbórea *Prunus serotina* aplicándole a las semillas dos tipos de fitohormonas a siete eco tipos de cerezo con diseño experimental completamente al azar. Los parámetros a evaluar fueron: % de germinación Altura de planta a los cuatro meses y longitud de raíz principal. Se procedió a lavar la arena efectuando la mezcla de hipoclorito de sodio cubriéndola con un plástico para esterilizar el sustrato y luego se embolso con volumen de 1kg entre tierra, humus y arena, se sembró una semilla por bolsa luego de estar en agua por 24 horas y tratadas con las fitohormonas (AIB, ANA) con una concentración del 10% durante 3 minutos. Los resultados obtenidos fueron: para el % de germinación la germinación alcanzó un porcentaje de 80. 71 % con un coeficiente de variabilidad de 4.5 %, para altura de la planta alcanzo un promedio de 7 .21 con un coeficiente de variabilidad de 10.4 % y para la longitud de la raíz principal alcanzo un promedio de 4 .181 cm, con un coeficiente de variabilidad de 0.24 %.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Evaluar diferentes tratamientos pre germinativos y sustratos en la fase inicial de crecimiento del *Prunus serotina* bajo condiciones de invernadero.

2.2. Objetivos Específicos

Determinar el tratamiento pre-germinativo más óptimo para la germinación de plántulas de *Prunus serotina*.

Identificar el tipo de sustrato que genere las mejores condiciones de crecimiento de plántulas de *Prunus serotina*

Establecer la fenología de acuerdo a la escala BBCH

3. Marco referencial

3.1. Marco teórico

La germinación de la semilla es el desarrollo del embrión hasta la formación de la planta en condiciones normales de ambiente como luz, humedad, oxígeno, temperatura, y sustratos. El agua es el factor determinante para el inicio y desarrollo normal de la germinación en condiciones de vivero y es suministrada por medio de riego (Navarrete, 2000)

La latencia o letargo es la incapacidad de una semilla intacta y viable para germinar en condiciones normales de ambiente; esta se establece durante el proceso de formación de la semilla y restringe la germinación en la planta madre antes de ser dispersada en campo. El rango de intensidad de latencia va desde la latencia absoluta (germinación no se produce bajo ninguna condición), intermedias (ejemplo cuando se incuban a cierta temperatura), hasta el extremo donde no hay latencia, y las semillas pueden germinar en un amplio rango de condiciones ambientales. (Varela & Arana, 2010).

Los tratamientos pre germinativos tienen como objetivo romper la latencia inducida por la testa al ablandar, perforar, rasgar o abrirla para hacerla permeable sin dañar el endospermo y el embrión. Existen diferentes tratamientos como los mecánico – físicos aplicados a especies con testa dura y/o impermeables que impiden la penetración del agua y el intercambio de gases; escarificado o raspado utilizado para raspar la semilla con lija u otro elemento abrasivo; tratamientos con agua fría, caliente o en condiciones normales de ambiente para la penetración de la misma y de oxígeno al interior de la semilla; tratamientos químicos usando ácidos debilitando la permeabilidad de la cubierta y por último la combinación de diferentes tratamientos para optimizar el proceso de germinación. Sin embargo, no todos son eficientes para cualquier especie, por lo que se debe definir el indicado para cada una. (Trujillo, 2013).

Taxonomía del *Prunus serotina*

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Amygdaloideae

Género: *Prunus*

Subgénero: *Padus*

Especie: *P. serotina*

3.1.1. Distribución ecológica

El cerezo *Prunus serotina* se desarrolla en alturas de 1800 a 3100 m.s.n.m y en algunas ocasiones florece hasta los 3400 m.s.n.m Estepa Espinosa Montano Bajo (Hodridge); y en formaciones arbustivas hasta los 3900 m.s.n.m.

Según Urcuango (2014) a mayor altura se reduce su tamaño y pierde la capacidad de producción de frutos y por ende su reduce su reproducción.

3.1.2. *Importancia ecológica*

Es una especie doble propósito ya que se aprovecha como frutal y como árbol; se ha empleado para recuperación de suelos degradados, reforestar suelos sódicos, aumenta la capacidad de retención de agua, conserva el suelo y controla la erosión; sus frutos son comestibles y pueden ser industrialmente transformados y luego comercializados. La semilla al ser cubierta por un embrión (almendra) alcanza grandes distancias ya que las aves son un medio para su dispersión lo que le permite establecerse en campos abiertos. (Moncada, 2018).

3.1.3. *Escala BBCH*

Dichas escalas determinan los estadios fenológicos de la planta, con lo cual se establece el desarrollo de la planta. Describiendo el tipo de planta y sus características tomando en cuenta su significado y el desarrollo de las especies. Se toma en cuenta que esta base convierte la combinación de números y letras, dividiendo en si en 10 los diferentes estadios fenológicos de las plantas. Tomando una representación gráfica que va desde 0 hasta 9 correspondiendo a territorios largos de la planta (Enz, Dachler, & Norvartis, 1998)

Tabla 1

Escala BBCH

ESTADO	DESCRIPCIÓN
0	Germinación, brotación de la yema
1	Desarrollo de las hojas (brote y tallo principal)

2	Formación de brotes laterales, macoliamiento (ahijamiento)
	Crecimiento longitudinal del tallo o crecimiento en roseta
3	Desarrollo de brotes
4	Desarrollo de las partes vegetativas cosechadas de las plantas
5	Emergencia de la inflorescencia
6	Floración
7	Desarrollo del fruto
8	Coloración o maduración de frutos
9	Senescencia, comienzo de la dormancia

Cubriendo el mayor número de especies de plantas posibles con una codificación uniforme, para lo cual se utilizaron criterios fenológicos y no siempre estadios de desarrollo análogos. Por ejemplo, para el caso de germinación de una planta y su brotación a partir de una yema se estableció una unidad en el estadio 0, aunque fisiológicamente son procesos fisiológicos. La escala BBCH, la descripción de un estadio de crecimiento basada en las características de la planta a nivel morfológico y fisiológico. La descripción debe al menos interpretar el 50% de la población de las plantas, si se utiliza para interpretar las características de una población de especies en estudio, tomando en cuenta que dichas características se ofrecen diferentes definiciones para un estadio específico. Debe existir una correspondencia entre la definición de un estadio fenológico y el grupo

de plantas a la cual se le refiere, por ello se distingue una abreviatura para todo el desarrollo de la misma, pero si esta es uniforme en características se omite abreviaciones adicionales.

Tomando en cuenta que estas características generales de la escala toman mucho tiempo en algunos casos existe la posibilidad de subdividir cada uno de dichos estadios fenológicos en 10 subunidades donde se permite una descripción más precisa de las diferentes fases más cortas de la planta, estos estadios secundarios se les asigna las mismas escalas en cada una de las especies presentes tanto para plantas gramíneas o dicotiledóneas. Estas características son esenciales y constituyen la manera más fácil de generar divisiones en cada una de las especies que se estudian mediante este método. (Enz, Dachler & Norvartis, 1998).

3.2. Marco conceptual

Tratamiento pre germinativo: son procesos que se le realizan a la semilla para eliminar bloqueos que le impidan germinar en un periodo de tiempo corto (Trujillo,2013)

Germinación: Proceso mediante el cual se reanuda el crecimiento activo de un embrión cuyo resultado es que este surge de la semilla y adquiere las estructuras esenciales para el desarrollo normal de la planta (Suarez y Melgarejo,2010)

Semilla: Cualquier parte vegetal que se utilice para reproducir una especie forestal, ya sea de origen sexual (óvulo fecundado y maduro) o de origen asexual (esqueje) (Biblioteca digital, S.f)

Latencia: Es un estado fisiológico en que la semilla no puede germinar por condiciones externas e internas de la semilla, así tenga las condiciones ambientales favorables. (Trujillo,2013)

Sustrato: es la mezcla de distintos materiales utilizados en un vivero, entre los que se encuentran la tierra negra, arenilla, lama, compost, tierra del Lugar, aserrín, entre otros. Es el medio por el cual germinarán las semillas (InfoAgro, S.f)

Escarificación: proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases (Trujillo,2013)

Vivero: Lugar que ha sido escogido con base en criterios técnicos para producir a partir de semilla forestal plántulas para diferentes fines (FAO, S.f)

3.3. Marco legal

Resolución 002457 del 21 Julio 2010 por medio de la cual establece los requisitos para el registro de las personas dedicadas a la producción y comercialización de semillas para siembra y plántulas forestales de especies forestales. (ICA, 2010)

Ley 30 del 26 julio 2006: El empleo de semillas y plantas de vivero es un factor básico para la actividad agraria, mediante las semillas y plantas de vivero se logra, además, una transferencia plena de tecnología de vanguardia desde el laboratorio de investigación al campo de cultivo.

Reglamento general técnico y certificación de semillas y plantas de vivero es un compilado de reales decretos y modificaciones que contiene definiciones, variedades objeto de certificación, producción de semillas y plantas de vivero, precintado de semillas y plantas de vivero, proveedores de semillas y plantas de vivero, comercialización de semillas y plantas de vivero.

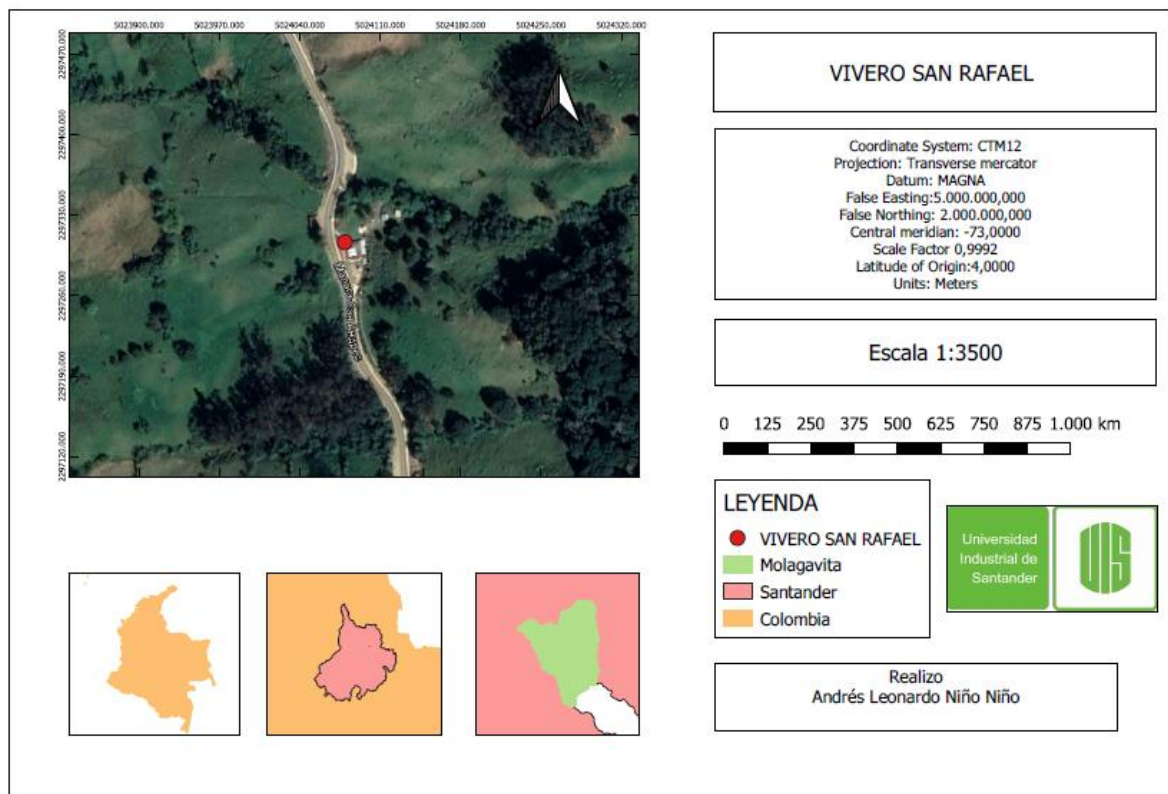
4. Método

4.1. Área de trabajo

El trabajo se desarrolló departamento de Santander en el Municipio de Molagavita en la vereda Potrero de Rodríguez km 17+790 en el vivero San Rafael propiedad del ing. Forestal José Mauricio Oviedo Jurado.

Figura 1

Mapa localización proyecto



4.2. Germinación

Las semillas del cerezo se sometieron a 9 tratamientos pre germinativos que fueron: P1 inmersión de la semilla en agua fría por 24 horas, P2 Inmersión de semillas en agua caliente entre 80 a 90°C por 20 segundos y dejar reposar en la misma agua por 24 horas, P3 Escarificación o raspado, P4 Semilla sin tratamiento, P5 Inmersión de semillas en agua fría por 24 horas – Escarificación o raspado, P6 Inmersión de semillas en agua fría por 24 horas – Inmersión de semillas en agua caliente entre 80 a 90°C por 20 segundos y dejar reposar en la misma agua por 24 horas, P7 Inmersión de semillas en agua caliente entre 80 a 90°C por 20 segundos y dejar reposar en la misma agua por 24 horas – Escarificación o raspado, P8 Inmersión de semillas con escarificación en H₂O fría más ácido cítrico y P9 Inmersión de semillas con escarificación en H₂O fría más Nitrato de Potasio, luego de aplicar el tratamiento pre germinativo se procedió a sembrar en 7 sustratos los cuales fueron: S1 tierra negra, S2 Lombrinaza, S3 Compost, S4 Arena (50%)- Cisco (50%), S5 tierra negra (50%)- compost (50%), S6 Tierranegra (50%)- Lombrinaza (50%) y finalmente S7 Tierra negra (50%) - arena (25) - cisco (25%).

4.3. Diseño experimental

Se sembraron 1260 semillas en el sustrato turba, 140 semillas por tratamiento, luego de la germinación la cantidad de plantas germinadas de cada tratamiento se dividieron en los 7 sustratos, a estas plantas se les tomo las variables altura, número de hojas y diámetros.

La toma de datos se realizó en siete mediciones las tres primeras mediciones cada 8 días y las 4 mediciones restantes cada 15 días.

4.4. Determinación de estados fenológicos

Mediante el documento “compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas” se establece los diferentes sudestadios de la escala BBCH para el *Prunus Serotina*, tomando en cuenta el tiempo de germinación y el tiempo de recolección de medidas de las variables propuestas. Mediante fotografías se estableció cada uno de estas características de forma general en cada uno de los sustratos, tomando en cuenta cada uno de los tratamientos. Ya que el estudio propuesto el porcentaje de germinación de dichas semillas no fue superior al 40%, dichas fotografías muestran de forma general cada uno de estos puntos secundarios de la escala desde el estadio 0 hasta el estadio 1. Debido a que el estudio realizado no superó los 120 días, también tomando en cuenta que se realizaron 7 medidas para la recolección de la información.

5. Resultados

5.1. Germinación

El porcentaje de germinación del cerezo con mayor valor se encontró en el tratamiento P1 con un valor de 55%. ve en la tabla 1

Tabla 2

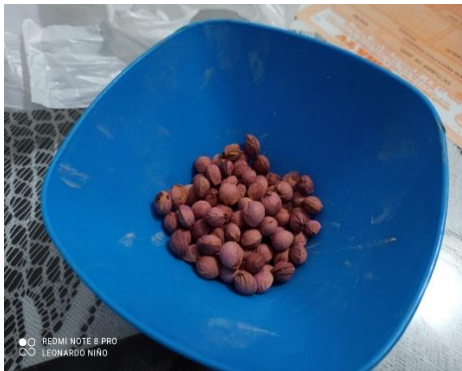
Porcentaje de germinación

Tratamientos	N° de semillas sembradas	N° de semillas germinadas	Porcentaje de germinación
P1	140	77	55,0

P2	140	56	40,0
P3	140	56	40,0
P4	140	56	40,0
P5	140	79	56,4
P6	140	1	0,7
P7	140	35	25,0
P8	140	70	50,0
P9	140	56	40,0

Tabla 3

Estadio principal de crecimiento 0: germinación, brotación, desarrollo de la yema

ID	CODIGO	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS	IMAGEN
00	P, V	Semilla seca Dormancia invernala o período de reposo	En este punto se reciben las semillas y se realizan los procesos mecánicos de adecuación, según los tratamientos establecidos en el estudio.	
01	P, V	Comienza la hinchazón de la yema Imbibición completa	En este proceso se implementa el tratamiento de hidratación de la semilla, para ello se Toma en cuenta el tiempo de recolección y las características generales de la semilla.	

02	P, V	Fin del hinchamiento de la yema	Este proceso no se puede observar puesto que la germinación se realiza en separadas a lo cual no es posible identificar.
03	P, V	La radícula (raíz embrional) emerge de la semilla	Según la característica de la especie en este caso la <i>Prunus serotina</i> el tiempo de germinación inicia desde el día 15 y va hasta el día 45. Se diferencia en el momento que la semilla rompe como tal la cascara.
04	P, V	Elongación de la radícula, formación de pelos radiculares y/o raíces laterales	En este punto del estudio se determinó que la elongación de la radícula comenzó días después germinada la semilla.
05	P, V	La yema comienza a abrirse o a brotar	Este proceso se toma en cuenta que dicho subestado inicia desde antes que se inicia el proceso de germinación de la semilla, a lo cual no se identifica de manera fácil por el tipo de germinación y el tipo de sustrato en el que se germina.



06	D	El hipocótilo con los cotiledones crecen, dirigiéndose hacia la superficie del suelo	En este momento se identifica la raíz principal y se muestra como este comienza a emerger desde y hacia la superficie, este proceso se identifica de forma manual, y se vuelve a colocar nuevamente la semilla en el germinador.	
07	D	Los cotiledones salen a través de la superficie del suelo (excepto en la germinación hipogea)	En este momento se comenzó a identificar un tallo de manera superficial, se observa que este proceso se inicia desde el día 14 en adelante en algunos tratamientos.	
08	P	La yema muestra bordes verdes	Se identifica que la el tallo muestra brotes de color verde y establece brotes pequeños, donde van a establecerse con el tiempo las primeras hojas del individuo.	

No se puede identificar el sub estado 9 ya que las características de la población de individuos en este estudio no se identifican de manera rápida, y por lo cual este estado no se tuvo en cuenta según la especie.

ID	CODIGO	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS	IMAGEN
1.0	M	La 1a hoja verdadera emerge del coleóptilo.	Se da como resultado del tiempo después de germinada la semilla 7 días después, aparece en el tallo principal hojas arrugadas.	
1.1	D	Las primeras hojas se separan del brote.	Se empiezan a diferenciar como las hojas se separan y como se presenta una división del tallo principal del individuo.	
1.2	P	Desarrollo de la primera hoja.	en este punto el tallo principal se diferencia la presencia de una hoja formada y desarrollada, de color verde fino.	
1.3	P	Desarrollo de la segunda hoja, o par de hojas verdaderas o verticilio.	Se establece que las características de la especie determina que el tallo inicial de la aparición de este comienza después de 10 días de germinación.	

1.4 P

Desarrollo de la tercera hoja o par de hojas verdaderas o verticilio.

Luego de germinado el individuo muestra como tal el crecimiento de hojas alternas a el tallo principal, en este caso la tercera hoja principal se muestra en el individuo a partir del día 15 de germinado.



1.5 P

Desarrollo de 9 o más hojas verdaderas o pares de hojas o verticilios.

Luego de pasados los 45 días los individuos que germinaron desde el día 15 muestran diferentes hojas organizadas en todo el tallo principal, el incremento de dichas hojas se muestra hasta el día 120 donde se terminó la medición de variables.



5.2. Altura (cm)

Como se observa en la Tabla 4 el tratamiento uno se desarrolló con mejores alturas en el sustrato S4 compuesto por 50% de Arena y 50% de Cisco

Tabla 4*Tratamiento 1 (P1)*

MEDICIONES PROMEDIO DE ALTURA (CM) -TRATAMIENTO P1							
MEDIDAS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	0,57	0,43	0,37	0,40	0,42	0,35	0,33
2	1,30	1,18	1,32	1,35	1,27	1,30	1,26
3	4,09	3,37	4,17	4,55	3,45	4,41	3,89
4	5,68	4,65	5,79	6,33	4,55	5,94	5,42
5	6,51	5,39	6,54	7,03	5,17	6,66	6,07
6	7,55	4,19	7,61	8,45	4,78	6,94	6,85
7	8,86	1,53	9,00	10,76	5,05	7,66	7,77

Se evidencia en la Tabla 5 que los sustratos que obtuvieron valores superiores de altura promedio fueron S1 y S3 en las plántulas con tratamiento P2

Tabla 5*Tratamiento P2*

CUADRO RESUMEN DE MEDICIONES TRATAMIENTO P2-ALTURA PROMEDIO (CM)							
MEDIDAS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	1,41	1,46	1,39	1,45	1,34	1,30	1,36
2	3,71	3,29	3,28	2,56	2,31	2,35	2,36
3	5,21	4,24	4,46	3,16	2,83	2,98	3,04
4	6,98	6,93	6,69	7,25	6,96	5,29	5,06
5	8,06	7,80	7,75	7,95	7,79	6,66	6,06
6	9,13	8,75	8,71	9,00	8,88	7,83	7,38
7	11,15	1,63	9,75	11,48	8,88	9,58	9,03

Como se observa en la Tabla 6 el sustrato que mejor altura promedio tuvieron las plantas fue S3 con una altura promedio de 9,33 cm.

Tabla 6*Tratamiento P3*

CUADRO RESUMEN DE MEDICIONES TRATAMIENTO P3-ALTURA PROMEDIO (CM)							
MEDIDAS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	1,43	1,40	3,89	2,69	2,46	1,79	2,13
2	3,75	3,60	5,34	4,18	3,81	3,40	3,26
3	4,88	4,64	6,30	5,34	4,89	4,23	3,99
4	5,53	5,38	6,94	6,18	5,75	5,08	4,79
5	5,86	5,59	7,29	6,44	6,09	5,48	5,18
6	6,58	6,50	8,14	7,40	7,01	6,30	6,08
7	8,34	7,78	9,33	8,94	8,29	7,48	7,91

Se evidencia en la Tabla 7 que el sustrato con menos desarrollo en altura fue el S2 y el sustrato con mayor altura promedio fue el S3.

Tabla 7*Tratamiento P4*

CUADRO RESUMEN DE MEDICIONES TRATAMIENTO P4-ALTURA PROMEDIO (CM)							
MEDIDAS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	2,39	1,21	3,34	3,73	2,55	2,34	2,95
2	3,10	1,96	4,96	4,93	3,28	3,28	4,50
3	3,79	2,35	5,79	5,78	4,11	4,04	5,33
4	4,53	2,95	6,46	6,66	4,79	4,79	6,04
5	6,36	3,20	7,34	7,53	5,61	5,61	6,93
6	8,28	3,65	9,40	8,88	6,85	6,85	8,09
7	9,31	3,65	10,60	10,14	8,46	8,54	9,86

Como se observa en la Tabla 8 las alturas promedio en los sustratos S1,S3,S4,S5 y S6 tiene valores aproximados de 10cm.

Tabla 8*Tratamiento P5*

CUADRO RESUMEN DE MEDICIONES TRATAMIENTO P5-ALTURA PROMEDIO (CM)							
MEDIDAS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	3,35	3,29	3,36	2,35	3,46	2,30	2,51
2	4,85	4,99	4,49	3,23	4,47	3,46	3,84
3	5,64	5,75	5,17	3,84	5,33	4,30	4,55
4	6,16	6,39	5,69	4,32	5,99	5,00	5,18
5	6,95	7,05	6,33	4,89	6,61	5,57	5,32
6	8,61	9,01	8,51	7,86	8,25	8,27	7,76
7	10,53	11,75	10,99	10,08	10,23	10,61	9,76

En la Tabla 9 los sustratos S2 y S7 tuvieron en la medición 7 el mismo valor en altura con este tratamiento.

Tabla 9*Tratamiento P6*

CUADRO RESUMEN DE MEDICIONES TRATAMIENTO P6-ALTURA PROMEDIO (CM)							
MEDIDAS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	1,7	1,5	2,8	2,3	2,5	2,2	2,2
2	2,5	2,3	4,3	3,2	3,7	3	3
3	3,2	3,2	6,2	4,2	5,2	3,6	3,9
4	4,6	4,8	7,1	5,5	6,5	4,5	4,7
5	5,2	5,7	8,2	6,3	7,3	5,3	5,5
6	6,7	6,6	8,7	6,9	8,2	7	6,7
7	7,2	7,5	9,3	7,4	9,3	8,3	7,5

Se evidencio mejor desarrollo en altura en los sustratos S5 y S7 en comparación con los demás sustratos ver Tabla 10.

Tabla 10*Tratamiento P7*

CUADRO RESUMEN DE MEDICIONES TRATAMIENTO P7-ALTURA (CM)							
MEDIDAS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	1,56	1,48	1,44	1,62	1,46	1,40	1,46
2	4,06	3,90	4,36	5,98	4,54	3,24	4,58
3	5,26	5,10	5,66	7,10	5,66	4,32	5,58
4	6,10	5,94	6,52	8,06	6,60	5,18	6,42
5	6,70	6,66	7,12	8,82	7,26	5,84	7,10
6	7,92	7,94	8,28	9,72	8,52	6,96	8,02
7	9,30	9,06	9,92	11,26	10,20	9,50	10,26

En la Tabla 11 se evidencia una altura promedio de 13,6 en la última medición en el sustrato S5 del tratamiento de escarificación y aplicación de ácido ciberelico.

Tabla 11*Tratamiento P8*

CUADRO RESUMEN DE MEDICIONES TRATAMIENTO P8-ALTURA (CM)							
MEDIDAS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	4,40	1,64	5,11	4,94	6,36	4,39	3,81
2	6,00	2,33	6,69	6,99	8,43	6,30	6,09
3	6,80	2,97	7,93	7,97	10,23	7,36	7,80
4	7,69	3,67	8,80	9,04	11,24	8,29	8,96
5	8,46	3,67	8,80	9,04	11,24	8,29	8,96
6	9,31	3,10	9,71	9,91	12,07	9,03	10,24
7	10,47	1,94	10,64	11,01	13,60	9,87	11,01

En la Tabla 12 se observa que las alturas promedias mayores de 10 cm las encontramos en la última medición de los sustratos S2, S4 y S5 respectivamente.

Tabla 12

Tratamiento P9

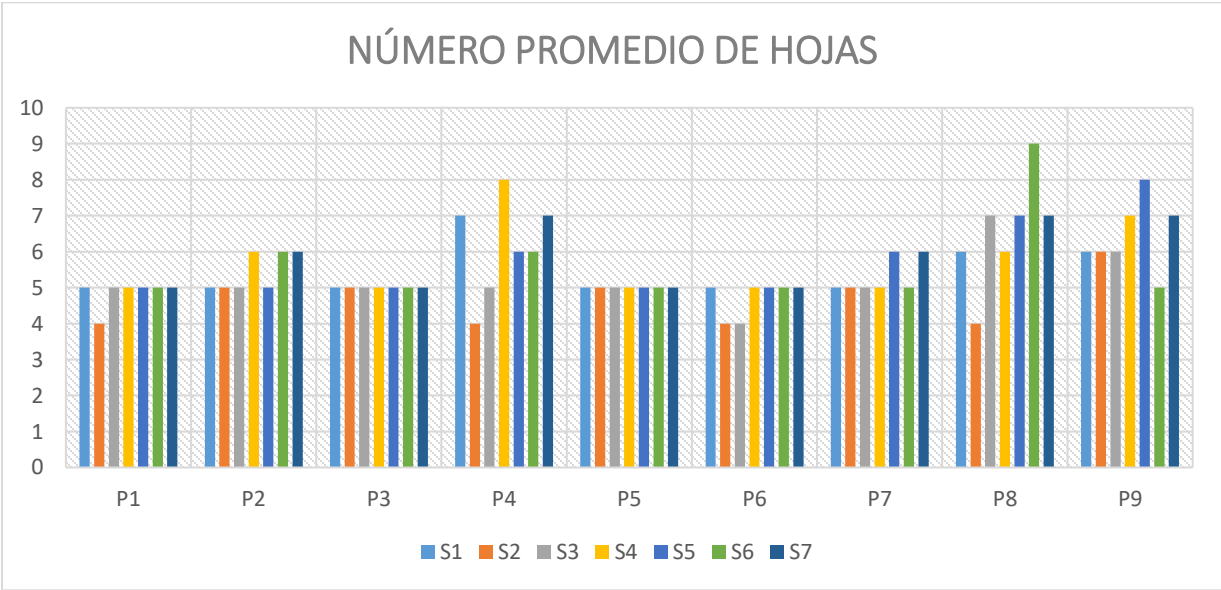
CUADRO RESUMEN DE MEDICIONES TRATAMIENTO P9-ALTURA (CM)							
MEDIDAS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	3,55	4,48	3,63	4,63	4,45	3,40	4,76
2	4,83	6,05	4,95	6,86	6,44	4,61	6,21
3	5,60	7,05	6,04	8,18	7,95	5,38	7,09
4	6,39	7,86	6,81	9,08	8,80	6,13	7,81
5	7,13	8,73	7,53	10,23	9,80	6,31	8,60
6	7,88	9,63	8,59	11,40	11,30	6,38	9,46
7	9,18	10,70	8,90	13,24	12,75	5,85	10,18

5.3. Número de hojas

Como se observa en la figura 2 los tratamientos que más aportaron a la cantidad de hojas son el P4 con sustrato S3 y el P8 con sustrato S6 respectivamente.

Figura 2

Grafico número de hojas promedio

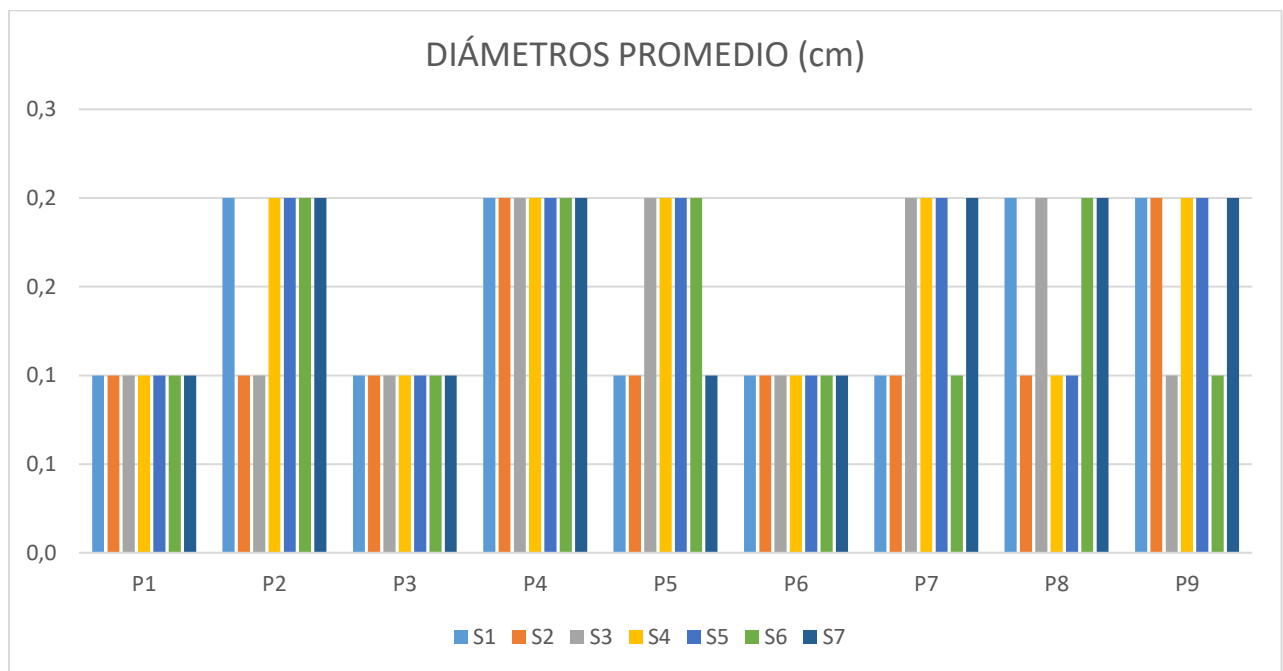


5.4. Diámetros promedio

En la figura 3 se observa que en el tratamiento P4 en todos los sustratos el valor del diámetro fue de 0,2 cm.

Figura 3

Diámetros promedios (cm)



5.5. Análisis de varianza (ANOVA)

En cuanto la variable altura se observa que no hay diferencias significativas ($p < 0.05$) debido a que el valor de F es inferior al valor de la F crítica (Tabla 13)

Tabla 13*ANOVA altura*

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	23,7229507	6	3,95382512	2,00761855	0,07983854	2,26556739
Dentro de los grupos	110,28699	56	1,96941054			
Total	134,009941	62				

Se observa que en cuanto a la variable número de hojas no se encuentra una diferencia significativa ver (Tabla 14)

Tabla 14*ANOVA número de hojas*

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	8,82995856	6	1,47165976	0,91652838	0,49003537	2,26556739
Dentro de los grupos	89,9185973	56	1,60568924			
Total	98,7485558	62				

No se obtuvieron diferencias significativas en la variable DAP como se muestra en la tabla el valor de F es menor que el valor de la F critica.

Tabla 15*ANOVA DAP*

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,0017439	6	0,00029065	0,7000 1582	0,65069 059	2,26556739
Dentro de los grupos	0,02325145	56	0,0004152			
Total	0,02499535	62				

6. Discusión

Camacho (1990) obtuvo un 70% de germinación a los 20 días de sembradas las semillas de *prunus serótina*, en comparación con la investigación este el superior ya que el porcentaje de germinación máxima fue en el tratamiento 1 con valor de 55% a los 15 días respectivamente.

Pilco (2018) obtuvo un porcentaje de germinación de 46.17% en el método 1 de horas frío por 60 días, diámetros de 1,04 mm y alturas de 16,82 cm, en el estudio el valor de diámetro está por encima con un valor de 2 mm, mientras que la altura fue de 13, 6 en el P8 siendo menor a la obtenida por Moncada.

7. Conclusiones

Los sustratos que dieron mejores condiciones de crecimiento en altura fueron S3 compost y S5 tierra negra y compost, ya que tuvieron los valores más altos en el 50% de los tratamientos, el tratamiento que mejor desarrollo obtuvo en todos los sustratos es el P5 que fue inmersión en agua fría por 24 horas y escarificación o raspado.

8. Recomendaciones

Aplicar minerales después de un mes de germinados los árboles con fertilizantes orgánicos, para cuando se vaya a utilizar no sufran debilitamiento en su tallo principal.

Sembrar las semillas directamente en los sustratos que se van a estudiar para evitar una pérdida de plántulas por la adaptación al sustrato.

Cuando se haga uso de la turba como sustrato de ensayo o investigación estar pendiente si varia la temperatura y realizar cambio en los riegos si estos no se realizan se crean hongos y esta puede llegar a pudrir las semillas.

Referencias Bibliográficas

Suárez, Diego y Melgarejo, Luz Marina. (2010). Biología y germinación de las semillas. Obtenido de Biología y germinación de las semillas: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32172810/03_Cap01.pdf?response-content-](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32172810/03_Cap01.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DI._BIOLOGIA_Y_GERMINACION_DE_SEMILLAS.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191017%2Fus-east)

[disposition=inline%3B%20filename%3DI._BIOLOGIA_Y_GERMINACION_DE_SEMILLAS.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32172810/03_Cap01.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DI._BIOLOGIA_Y_GERMINACION_DE_SEMILLAS.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191017%2Fus-east)

[Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191017%2Fus-east](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32172810/03_Cap01.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DI._BIOLOGIA_Y_GERMINACION_DE_SEMILLAS.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191017%2Fus-east)

El semillero. (2014). Obtenido de El semillero: http://elsemillero.net/nuevo/semillas/cerezo_capuli.html).

FAO. (s.f.). Vivero. Obtenido de Vivero: <http://www.fao.org/3/ah645s/AH645S11.htm>

Infante Betancour, J., Jara Muñoz, A., & Rivera Díaz, O. (2008). Árboles y arbustos más frecuentes de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

InfoAgro. (s.f.). Tipo de sustratos para cultivos. Obtenido de Tipo de sustratos para cultivos: https://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm

Moncada, J. G. (2018). Evaluación de dos sustratos y tres tratamientos pregerminativos en semillas de *Prunus serotina* (capulí) con seis procedencias en el vivero de la facultad de recursos naturales. Ríoamba Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Navarrete, T. (2000). Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. En T. Navarrete, Manejo de semillas, viveros y plantación inicial (pág. 33). Centro de estudios del trabajo Cedetrabajo.

Ordaz A, Wesche P, Wrolstad R, Rodriguez L, y Argai A. (1999). Purificación e identificación del *Prunus serotina*. Brittonia.

Pantoja, I. (2015). Evaluación de la germinación de siete ecotipos de Cerezo (*prunus capulí*) con dos fitohormonas en Huaraz-Ancash. . UNASAM, 43 - 64.

Pilco, A. (2018). Evaluación de cuatro métodos de escarificación y dos sustratos para la obtención de plántulas de capulí (*Prunus serotina* Ehrh) en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Espoch, 29 - 68.

Prunus serotina. (s.f.). Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/60-rosac6m.pdf

Trujillo. (2013). Guía de reforestación, tercera edición. Bogotá.

Urcuango, P. (2014). Evaluación de medios de cultivo para la micro propagación "in vitro" de capulí. (Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Central del Ecuador. Recuperado <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3374/1/T-UCE-0004-102.pdf>

Camacho, M. (1990) Observaciones acerca de La germinación Del capulín (*Prunus capulí*)
Resúmenes Del Primer Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias
Hortícolas. México. SOMECH 69 p.

ICA. Resolución 002457. (2010) recuperado de: [https:// www.ica.gov.vo/getattachment/3d1f23f5-1c7c-466a-b3355363a5e0a3b2/2010R2457.aspx](https://www.ica.gov.vo/getattachment/3d1f23f5-1c7c-466a-b3355363a5e0a3b2/2010R2457.aspx)

Ley 30. (2006). Recursos filogenéticos, semillas y plantas de vivero. Recuperado de:
https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/legislacion/ley30_2006_tcm30-72933.pdf

Reglamento general técnico y certificación de semillas y plantas de. Recuperado de:
https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/legislacion/Rglto.%20Gral.%20T%C3%A9cnico%20con%20Anexos_tcm30-72848.pdf

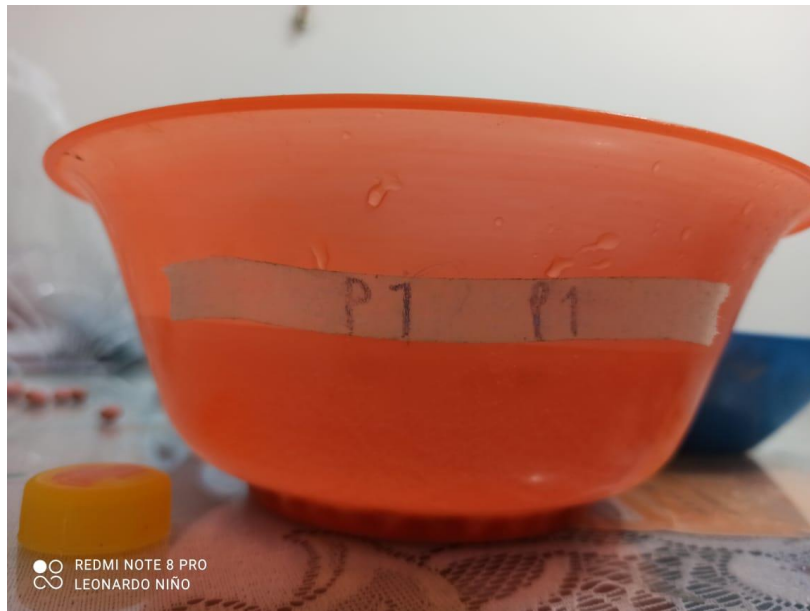
Enz. M, Dachler. Ch, & Norvartis (1998). “compendio para la identificación de los estadios
fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas”
https://www.agro.basf.es/Documents/es_files/pdf_1_files/services_files/descarga.pdf

Apéndices

Apéndice A Proceso mecánico de lijado de semillas



Apéndice B Tratamiento 1: inmersión de la semilla en agua fría por 24 horas



Apéndice C tratamiento 2 de Inmersión de semillas en agua caliente entre 80 a 90°C por 20 segundos y dejar reposar en la misma agua por 24 horas



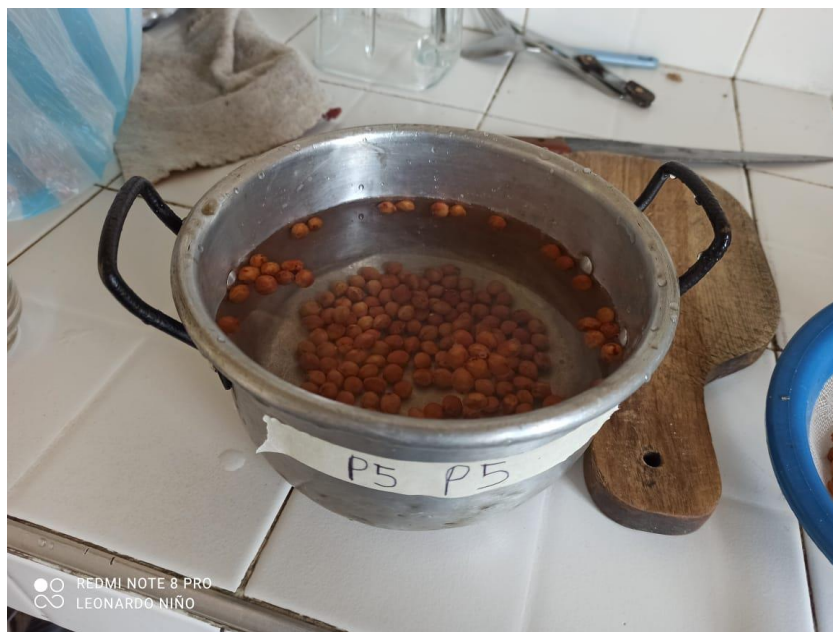
Apéndice D. tratamiento 3 Escarificación o raspado



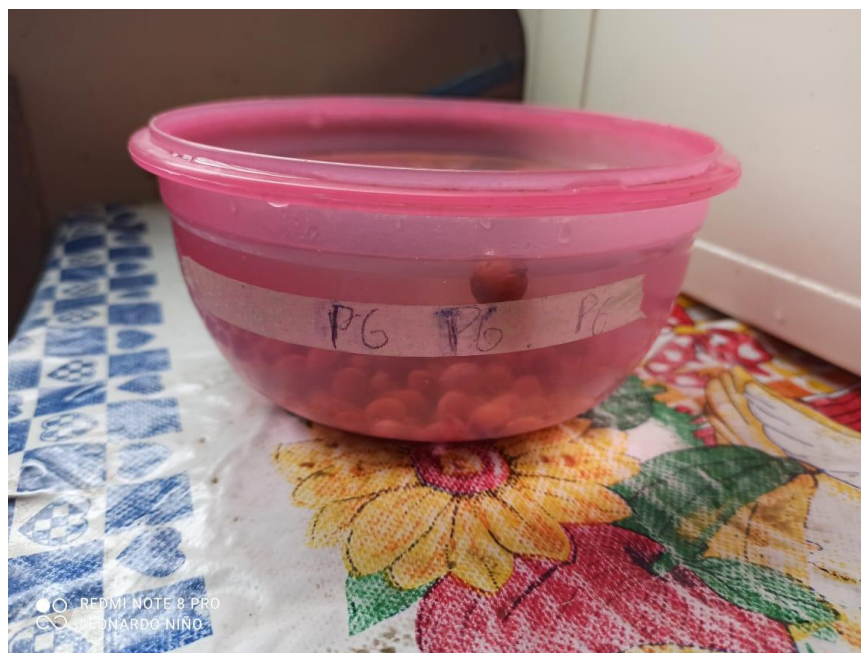
Apéndice E Tratamiento 4 Semilla sin tratamiento



Apéndice F. tratamiento 5 Inmersión de semillas en agua fría por 24 horas – Escarificación o raspado



Apéndice G. tratamiento 6 Inmersión de semillas en agua fría por 24



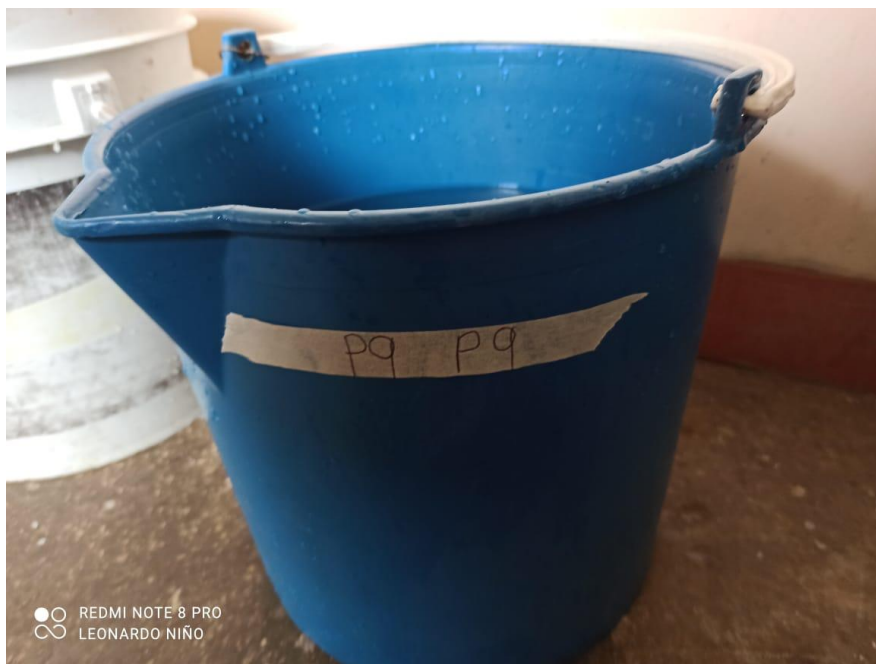
Apéndice H Tratamiento 7 Inmersión de semillas en agua caliente entre 80 a 90°C por 20 segundos y dejar reposar en la misma agua por 24 horas – Escarificación o raspado



Apéndice I Tratamiento 8 Inmersión de semillas con escarificación en H₂O fría más ácido ciberelico



Apéndice J. Tratamiento 9 Inmersión de semillas con escarificación en H₂O fría más Nitrato de Potasio



Apéndice K. Arreglo de germinadores y siembra de semillas



Apéndice L. Organización de germinadores por bloques y tratamientos



Apéndice M identificación de cada germinador por bloque y tratamiento



Apéndice N Germinación de semillas



Apéndice O Primer toma de datos a plántulas



Apéndice P Embolsado de sustratos



Apéndice Q Organización de plántulas por cajones según sustratos y tratamientos



Apéndice R Medición de altura y diámetro a plántulas desarrolladas



Apéndice S. Determinación visual de afectaciones a plántulas

