



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

Evaluación de tratamientos físicos, químicos y biológicos para la ruptura de la latencia en semillas de “mortiño” (*Vaccinium floribundum* Kunth)

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGROPECUARIO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales.

AUTOR: ESTEBAN MESSA CLAVIJO

ASESORA: MGS. MARÍA FERNANDA LÓPEZ

IBARRA, AGOSTO – 2021

ÍNDICE

ÍNDICE	II
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE ANEXOS	VII
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO I	3
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO II.....	5
OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo general.....	5
2.2. Objetivos específicos	5
2.3. Hipótesis	5
CAPÍTULO III.....	6
ESTADO DEL ARTE	6
3.1. El “mortiño” <i>Vaccinium floribundum</i> :	6
3.1.1. Dificultades en la reproducción.....	7
3.1.2. Cultivo de mortiño en Ecuador	8
3.2. Latencia de las semillas	9
3.2.1. Ruptura de la latencia de las semillas.....	9
3.2.2. Métodos físicos	10
3.2.3. Métodos químicos	10

3.2.4. Métodos biológicos	10
3.3. Germinación de semillas	11
3.4. Supervivencia de la plántula.....	11
3.5. Factibilidad técnica.....	12
CAPÍTULO IV	13
MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1. Variables	13
4.1.1. Variable/s Independiente/s	13
4.1.2. Variable/s dependiente/s.....	13
4.2. Materiales, equipos e insumos	14
4.2.1. Materiales	14
4.2.2. Equipos	14
4.2.3. Insumos.....	15
4.3. Métodos	16
4.3.1. Diseño experimental.....	16
4.3.2. Descripción de tratamientos	16
4.3.3. Esquema del diseño experimental	16
4.3.4. Análisis de varianza estadística (ANOVA).....	17
4.3.5. Método de selección de semillas:.....	17
4.3.6. Métodos de ruptura de latencia de semillas.....	19
4.3.7. Germinación de las semillas.....	21
4.4. Supervivencia de la plántula posterior a la germinación.....	21
4.5. Factibilidad de uso de las técnicas en la comunidad	22
4.6. Socialización:.....	23

CAPÍTULO V	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.1. Caracterización del fruto y las semillas (resultados adicionales)	24
5.2. Ruptura de Latencia y Germinación:	24
5.3. Supervivencia	28
5.4. Factibilidad	30
5.5. Socialización.....	31
CAPÍTULO VI	33
CONCLUSIONES	33
CAPÍTULO VII.....	34
RECOMENDACIONES.....	34
CAPÍTULO VIII.....	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Esquema del ANOVA	17
Tabla 2: Análisis de factibilidad	22
Tabla 3: Porcentaje de germinación de las semillas de <i>Vaccinium floribundum</i> K. a las 4 semanas, por cada tratamiento.	26
Tabla 4: ANOVA del número de semillas germinadas por tratamiento.....	47
Tabla 5: Supervivencia de las plántulas a las 8 semanas después de haber sido plantadas en el sustrato	29
Tabla 6: Análisis de factibilidad de las técnicas usadas para la germinación de las semillas	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Color y formas de la semilla de mortiño	19
Figura 2: frutos y semillas de mortiño macerados para su fermentación.	20
Figura 3: ubicación de las semillas en las cajas Petri.	21
Figura 4: : semillas de mortiño de diferentes tamaños y formas, a) semillas de un tamaño menor de 600 μ , b) semillas de un tamaño mayor a 600 μ	24
Figura 5: plántulas de mortiño en diferentes estadios del proceso de germinación, a) hendidura de la testa y emergencia de la radícula, b) y c) desarrollo y crecimiento de la radícula, d) primera bifurcación de la radícula, e) dehiscencia parcial de la testa, f) dehiscencia total de la testa.....	25
Figura 6: Diagrama de caja y bigotes de la cantidad de semillas germinadas en cada tratamiento a las 4 semanas.	27
Figura 7: Grupos según los rangos múltiples para la germinación de las semillas	28
Figura 8: a) meristemo apical de la plántula de <i>Vaccinium floribundum</i> Kunth b) plántula de mortiño después de 8 semanas en el sustrato, al fondo se ubicó papel milimetrado como referencia	29
Figura 9: Gráfico circular de la pregunta número 1 de la encuesta	31
Figura 10: Gráfico circular de la pregunta número 2 de la encuesta	31
Figura 11: Gráfico circular de la pregunta número 9 de la encuesta	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Fruto de mortiño, corte transversal	38
Anexo 2: A la izquierda semillas de mortiño sin ningún tratamiento, a la derecha, semillas de mortiño posterior al tratamiento fermentativo	39
Anexo 3: Pántula de mortiño emergiendo de la testa (en la caja Petri sobre papel absorbente)	40
Anexo 4: Tratamiento 6 (Fermentativo) Bloque 3, caja Petri con 68 % de germinación.....	41
Anexo 5: Lista de asistentes a la socialización del proyecto	42
Anexo 6: Socialización del proyecto	43
Anexo 7: Número de semillas germinadas por tratamiento y por bloque	38
Anexo 8: Registro de temperatura y humedad relativa de la cámara de germinación.....	39
Anexo 9: comparación de medias con la prueba Tukey	39

RESUMEN

Debido a la importancia social y ecológica que tiene el *Vaccinium floribundum* Kunth, esta investigación busca la manera de propagar la especie en un ambiente doméstico, y de una manera fácilmente replicable para que se pueden establecer viveros tanto con fines socio-económicos como de reforestación de zonas donde se haya perdido la especie. Se evaluaron 6 técnicas de ruptura de latencia de semillas, utilizando métodos químicos (HClO al 3%, H₂SO₄ al 75%), físicos (abrasión mecánica, agua a temperatura ambiente y agua en ebullición) y biológicos (fermentación del fruto por 10 días). Las semillas fueron separadas por tamaño con la ayuda de tamices, y se utilizó las que tenían un tamaño mayor a 600 μ . Se evaluó el porcentaje de germinación en cajas Petri con papel absorbente (para facilitar la observación) y posteriormente se plantaron los germinados en un sustrato compuesto de tierra negra de páramo y arena fina (relación 4:1) donde fue evaluada la supervivencia y el desarrollo de los germinados. El tratamiento con los mejores resultados fue el fermentativo con un promedio de 50% de germinación y una supervivencia del 85% en el sustrato, y una diferencia significativa con respecto a los otros tratamientos. Esta investigación sienta la base para otros estudios que busquen la propagación ya sea con fines de domesticación de la especie o de reforestación.

Palabras clave: Escarificación, germinación, mortíño, ruptura de latencia, *Vaccinium*.

ABSTRACT

Due the social and ecological relevance that *Vaccinium floribundum* Kunth has, this research finds the way to spread this species in a domestic environment and to be replicate with ease so nursery gardens could be established with socio-economic porpoise and even reforestation y the sites where the species has been lost. Were evaluated 6 different seeds latency breaking of technics, using chemical (3% HCL, 75% H₂SO₄), physical (mechanic abrasion, room temperature water, boiling water) and biological (10 days' fruit fermentation). The seeds were separated by size using sieves, were selected the seeds bigger than 600 µm. The germination rate in Petri dishes (for an easier observation) was evaluated and subsequently se germinated were planted in seed germination trays with a soil substrate compound by black paramo soil and sand in a 4 to 1 relation were the growth and survival rate were evaluated. The treatment whit the better results was the fermentative whit a 50% of seed germination and 85 % of survival in soil and significantly different from the other treatment. This research lays the groundwork for other that search the propagation of this species either domestication purposes or the reforestation.

Keywords: Germination, latency breaking down, mortiño, scarification, Vaccinium

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Hasta la fecha, se han realizado múltiples estudios que buscan propagar el mortiño *Vaccinium floribundum* por diferentes métodos, la mayoría de ellos In Vitro, con resultados bastante variables (Torres, Trujillo, y Arahana, 2010), e intentos de germinación con resultados insatisfactorios (Caranqui, 2017), siendo hasta el momento el único método eficiente de propagación el cultivo de tejidos (Meneses, Dueñas, Recto, y Morillo, 2018), intentos que han quedado en el laboratorio, sin llegar a establecerse en un cultivo, por eso esta investigación plantea buscar otros métodos para la propagación de la especie, es aquí donde la escarificación de semilla resulta una opción a evaluar, puesto que es una técnica más fácil de llevar a cabo y con resultados comprobados en otros cultivos como la mora en la cual con agentes químicos escarificantes presenta casi un 60% de escarificación y sin estos 0%, a los 45 días de la siembra (Pupiales, 2016).

En el Ecuador el mortiño, *Vaccinium floribundum*, es una de las especies nativas más representativas en las zonas altoandinas, esta se ha arraigado fuertemente a la cultura de tal manera que su consumo se relaciona con ritos tanto kichwas como católicos, el mejor ejemplo es su gran consumo en los meses de octubre y noviembre, cercano al día de difuntos, coincidentalmente estas son las épocas de mayor producción de la planta (Coba et al., 2012). Además, el mortiño, posee propiedades nutritivas bastante importantes, contiene minerales como Fe, Cu, Zn, Ca, Mg, K; vitamina C, A y varias vitaminas del complejo B, también es considerado como de bajo contenido de grasas y con propiedades antioxidantes (Coba et al., 2012).

Debido a que el *Vaccinium floribundum* es una especie que no se ha logrado domesticar en el país, la cantidad que es consumida proviene exclusivamente del medio silvestre, por lo cual se hace necesario encontrar una manera eficiente para que se pueda establecer un cultivo de mortiño *Vaccinium floribundum*, caso contrario los habitantes del Cantón Cotacachi, y de otros sectores del país, seguirían viéndose forzados al actual método de explotación, que es

la recolección de los frutos, disminuyendo así las oportunidades de mejorar sus ingresos o establecer un sistema eficiente de exportación (Riera, 2011).

Además, existe competencia entre los animales y los seres humanos, puesto que se llega a recolectar casi la mitad de los frutos (Tituaña, 2013), disminuyendo así sus oportunidades de reproducción, si a esto le añadimos la reducción de los ecosistemas debido a incendios forestales y la expansión de la frontera agrícola junto con los intentos fallidos de propagación de la especie, se justifica entonces la importancia de conseguir un medio propagar el mortño y que pueda ser utilizado tanto en la reforestación de áreas silvestres como en cultivos de la especie.

Por otro lado, en el mundo existe un mercado que demanda el “Arándano”, o sea, frutos del género *Vaccinium*, para el año 2009 las importaciones de estos frutos llegaron a ser casi de 200 000 toneladas, mostrando un crecimiento del 50% con respecto a los 5 años anteriores (Riera, 2011).

Este estudio tuvo como objetivo evaluar diferentes métodos de ruptura de latencia de semillas con métodos químico, físicos y biológicos, para determinar cuál de ellos tenía mejores resultados en la germinación de las semillas, la supervivencia de las plántulas y la factibilidad de replicar la técnica para contribuir con el desarrollo de las comunidades que explotan esta especie, disminuir su presión sobre el ambiente, la competencia con la fauna y dar inicio al proceso de domesticación de esta planta.

Se logró identificar a uno de los tratamientos analizados como significativamente mejor que los demás, el tratamiento fermentativo tuvo un promedio de 50% de germinación, y una supervivencia del 85% de las plántulas después de 8 semanas de ser llevadas al sustrato, además de ser uno de los tratamientos más factibles para ser replicados.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la técnica de ruptura de latencia de semillas en la especie *Vaccinium floribundum* Kunth, por medio de métodos físicos, químicos y biológicos para el establecimiento de semilleros y su posterior domesticación.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el método de ruptura de latencia, físico, químico o biológico más eficiente para la germinación de semillas de mortiño, a través de una prueba comparada entre los métodos.
- Analizar cuál de los tratamientos de ruptura de latencia presenta un mayor porcentaje de supervivencia posterior a la germinación.
- Realizar un estudio de factibilidad de los métodos de ruptura de latencia, buscando el que sea más apropiado para ser usado por la comunidad.

2.3. Hipótesis

- Hipótesis nula: no existe diferencia en la germinación de las semillas de *Vaccinium floribundum* en relación a aplicar métodos para romper la latencia o no aplicarlos.
- Hipótesis alternativa: existe diferencia en la germinación de las semillas de *Vaccinium floribundum* en relación a aplicar métodos para romper la latencia.

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1. El “mortiño” *Vaccinium floribundum*:

La taxonomía del *Vaccinium floribundum* Kunth es (Macbride, 1959):

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Orden:** Ericales
- **Familia:** Ericaceae
- **Género:** Vacciniuem

Es una planta de tipo arbustivo que alcanza hasta 3 m de altura, sus ramas llegan a tener unos 30 cm de largo con hojas agrupadas más o menos en dos filas, de forma elíptica más angostas en el ápice y la base, con un borde tenuemente aserrado, sus flores dispuestas en tetrámeros y de un tamaño de 5 a 8 mm (Macbride, 1959). Los frutos son drupas de estructura simple, de un color verdoso cuando son se encuentran inmaduros, y se tornan violáceos al madurar, alcanza un diámetro de 10-12 mm aunque se pueden encontrar muchos frutos maduros de 7 mm (Chaparro y Becerra, 1999).

El mortino, *Vaccinium floribundum* Kunth es una especie arbustiva que se encuentra como nativa en la Sierra y Amazonía ecuatoriana, con reportes desde los 1400 a los 4400 msnm (Jorgensen y Ulloa, 1999), posee muchos potenciales para el consumo humano, su uso está relacionado con las fiestas religiosas en especial la de día de difuntos en Ecuador, para preparar algunos platos tradicionales como la colada morada (Coba *et al.*, 2012).

En la provincia de Imbabura la principal forma de explotación de la especie es la recolección de los frutos en áreas silvestres, se estima que un aproximado de 180 familias se benefician de esta planta y la gran mayoría son familias campesinas de la etnia

Kichwa, especialmente quienes están ubicados en la zona norte y sur del volcán Cotacachi, de quienes se estima recolectan más de 1000 toneladas al año (Tituaña, 2013), y esto sólo para consumo casi exclusivamente local. Cabe recalcar que esta fruta también tiene un gran potencial de exportación, porque se han demostrado sus altos valores nutricionales en especial por su gran contenido de antioxidantes y de vitamina C (Coba et al., 2012), además de un bajo contenido de almidones (Chaparro y Becerra, 1999), características que buscan muchas personas en dietas modernas.

3.1.1. Dificultades en la reproducción

El *Vaccinium floribundum* “mortiño”, es una especie de alto potencial agrícola que no ha logrado ser domesticada adecuadamente, los estudios de la germinación de las semillas han resultado no satisfactorios, incluso aplicando ácidos giberélicos, llegando a tener 0% de germinación, sugiriendo que estos resultados pueden deberse a la latencia o inviabilidad de la semilla (Caranqui, 2017), debido a esto se han realizado algunos estudios In Vitro de propagación de semillas en medios inertes o a través de material vegetativo, dando como resultado, en el caso de las semillas se ha conseguido hasta el 60,7 % de germinación In Vitro (Torres et al., 2010), y en cuanto a la propagación por material vegetativo se han obtenido resultados muy variables, desde algunos muy ineficientes como relata Muñoz (2010), quien hizo ensayos con estacas, microestacas y cultivo de tejidos In Vitro del cual no obtuvo resultados concluyentes. Sin embargo, hay quienes afirman haber tenido éxito con el cultivo de tejidos *in vitro*, por ejemplo Meneses et al. (2018), quienes obtuvieron cantidades considerables de brotes utilizando la citoquininas ZEA, junto con algunos procedimientos para la desinfección y evitando la oxidación de los brotes, al igual que Medina et al. (2015), quienes tuvieron éxito en la propagación asexual, pero de una especie de la misma familia el *Vaccinium meridionale* Swart.

La dificultad en la germinación de las semillas es causada porque la mayoría de estas no alcanzan “el desarrollo completo”, por consiguiente, a pesar de que cada fruto tiene un

gran número de semillas, muy pocas son aptas para germinar (Chaparro y Becerra, 1999).

Se hace evidente que hasta el momento no se ha logrado una forma de reproducción doméstica de la planta que tenga éxito. Si bien ya existen muchos ensayos que han logrado la reproducción In Vitro, ninguno ha alcanzado a establecer un cultivo, sólo Torres et al. (2010), menciona un intento por aclimatar el material vegetal reproducido, lográndolo a través de germinación In Vitro, un intento que podría considerarse parcialmente exitoso, porque a pesar de que la parte aérea de la planta era muy vigorosa, el sistema radicular era bastante débil, y no lograba asirse adecuadamente a los sustratos. La planta de mortiño es consumida de manera estacional por los seres humanos, pero esta sólo se recolecta del entorno silvestre lo que ejerce fuertes presiones sobre el ambiente y puede generar una competencia con la fauna silvestre, las tasas de mortalidad y natalidad son difíciles de estimar debido a los cambios en las zonas donde se encuentra la especie las presiones humanas y los patrones de migración de la fauna (Tituaña, 2013), esto evidencia una situación mucho más grave en cuanto a la reproducción de la especie.

3.1.2. Cultivo de mortiño en Ecuador

Pese a que en el país se han hecho múltiples intentos para la propagación de mortiño *Vaccinium floribundum* K. hasta el momento no se ha registrado que alguno de estos tenga éxito, como nos menciona Muñoz (2010), en su ensayo de propagación por micro estacas y quien, en una investigación previa, probó una diversidad de métodos de propagación, como estacas, micro estacas, germinación In Vitro, de ninguno de estos logró obtener una planta de mortiño. Logró que las semillas germinaran In Vitro, pero el crecimiento de estas se detuvo y no llegaron a la fase de aclimatación (Muñoz, 2004). Se reportan otros resultados, pero sólo In Vitro como nos mencionan Torres et al. (2010), quienes sí lograron una germinación, pero sin supervivencia de las plantas al igual que Muñoz (2004). Por parte del INIAP también se han hecho intentos de propagación, pero hasta ahora los esfuerzos se han basado en la micropropagación y la germinación de semillas In Vitro, del cual describen “un avance”, pero como los autores antes mencionados no logran pasar de la fase In Vitro puesto que los brotes que obtienen son

de poca vitalidad (Meneses et al., 2018), por lo tanto sería importante realizar un intento con técnicas que aparentemente no han sido utilizadas, como lo es la ruptura de latencia de las semillas.

3.2. Latencia de las semillas

La latencia de la semilla, es una condición propia de este que impide su desarrollo o germinación a pesar que la semilla sea completamente viable, una vez que se elimine esta latencia, la semilla podrá germinar (Varela y Arana, 2011).

Existen diferentes tipos de latencias, a) exógenas, en las cuales intervienen factores físicos, químicos y mecánicos, b) endógenas, fisiológicas y morfológicas, c) combinada, una mezcla de cualquiera de los factores previamente mencionados (Willan, 1991).

En un entorno silvestre, la latencia no supone ser un problema, porque la planta que evoluciona ahí, encuentra los medios para romper la latencia, pero al momento de querer domesticar una especie, se hace necesario buscar la manera de emular estas condiciones naturales, esto es más frecuentes en especies forestales, como el género *Tectona*, que tienen pericarpios bastante duros, o en leguminosas, como las Acacias (Willan, 1991).

3.2.1. Ruptura de la latencia de las semillas

Los viveristas han desarrollado algunas técnicas para romper la latencia de las semillas, basadas en las características de estas y las condiciones que llevan a la semilla a germinar, por ejemplo en el caso del *Vaccinium floribundum*, Chaparro y Becerra (1999), mencionan que tiene un cuesco bastante duro, por otro lado, es una especie que tiene una estrecha relación con otras en especial de las aves, dependiendo de estas para lograr su reproducción, llegando a sincronizar su floración y fructificación con la llegada de algunas especies de aves migratorias (Tituaña, 2013), considerando estos dos factores, se hace posible un enfoque hacia la latencia exógena, para lo cual Willan (1991), ya ha descrito diferentes técnicas básicas: métodos físicos, químicos y biológicos .

3.2.2. Métodos físicos

Estos consisten en someter a fuerzas físicas, o abrasiones mecánicas a las semillas para así romper o disminuir la dureza del pericarpio, hay métodos muy creativos y diversos, que dependerán de las características de las semillas, como tamaño, forma o cantidad, si las semillas son grandes, a veces se perforan o lijan de manera individual, pero si la cantidad de semillas es muy alta se busca ayuda de máquinas o herramientas, por ejemplo, mezcladoras de cemento, donde se introducen las semillas con materiales abrasivos como arena o grava y se ponen en marcha, el movimiento conjunto de las semillas y el material abrasivo genera una escarificación; otro método físico es el uso del agua, dejar en remojo las semillas por algún tiempo, (por lo general 24 horas) lo cual ayuda a que se ablande el cuscote, el uso del agua caliente también es frecuente, siendo a veces más efectivo (Willan, 1991).

3.2.3. Métodos químicos

La abrasión con químicos se utiliza exitosamente en algunos cultivos, por ejemplo, en la mora, que es un fruto de tipo multidrupa (*Rubus glaucus*), la cual posee unas características similares a las semillas del mortiño. Pupiales (2016), realizó un ensayo de escarificación química de las semillas de *Rubus glaucus*, donde destacan resultados exitosos, sometiendo las semillas a tratamientos con Ácido sulfúrico e Hipoclorito de Sodio, siendo este último más efectivo, duplicando la cantidad de plantas germinadas en relación al ácido sulfúrico, una de las razones para ser más recomendado además es su bajo costo y fácil manipulación.

3.2.4. Métodos biológicos

Conociendo que algunas especies vegetales se ayudan de los animales para esparcir su semilla, se considera también el hecho de someter a las semillas a procesos biológicos

para romper la latencia de la cubierta, el más usado en especies forestales y también en la mora es la fermentación, dejando a los frutos por un tiempo prolongado, unas dos semanas, en condiciones que permitan este proceso, cuidando la humedad y la ventilación para evitar que la semilla se dañe (Willan, 1991).

Teniendo en cuenta los factores y las técnicas antes mencionadas, se propone probar su eficiencia como método de reproducción para el *Vaccinium floribundum*, considerando que son métodos más prácticos que los métodos In Vitro.

3.3. Germinación de semillas

La germinación de la semilla de *V. floribundum* K. no ha sido descrita de manera detallada, como la del *V. meridionale* S.; para el cual se describe una semilla de mayor tamaño, (más de 1 mm de diámetro), de formas variadas y un color predominante pardo dorado, aunque en algunos casos se observan de color pardo rojizo, que demoran en germinar entre los 20 y los 45 días con un porcentaje de germinación del 60% para las semillas grandes y del 20% para semillas pequeñas, son de germinación epigea y sus hojas cotiledonarias aparecen posterior al desprendimiento de la testa, la radícula en un comienzo es blanca pero se torna de color rojizo y no hay una diferencia evidente entre el epicotilo y el hipocotilo (Ch de Valencia y Ramírez, 1993).

3.4. Supervivencia de la plántula

La supervivencia de la plántula de *Vaccinium floribundum* Kunth probablemente sea uno de los aspectos más complejos de la investigación, debido a que tanto en el ambiente silvestre, la presión de los animales y el hombre dificultan que las plántulas se desarrollen, las cuales requieren llegar hasta los dos años para comenzar a dar frutos (Tituaña, 2013), en estudios de propagación vegetativa por estacas y microestacas no se ha observado que comienzan a morir a los pocos días de ser plantadas, y con una supervivencia casi nula (Muñoz, 2004), y en los ensayos In Vitro, el proceso de aclimatación no ha sido exitoso, llegando a perderse la totalidad de las plántulas resultantes de estas técnicas (Torres et al., 2010).

3.5. Factibilidad técnica

La factibilidad según Luna y Chaves (2001), se entiende como la capacidad para ejecutar un proyecto y esta integra factores tanto internos como externos que además pueden ser tangible o intangibles; al hablar de la “Factibilidad técnica” se evalúa la capacidad de aplicar, o en este caso replicar, el método planteado y que puede ser valorada por sus fortalezas y debilidades o de manera cuantitativa calificando cada uno de sus puntos críticos o que se deseen analizar.

En el caso del *Vaccinium floribundum*, los primeros interesados en la factibilidad del proceso son las comunidades rurales que recolectan este fruto, que a pesar de ser un ingreso no muy alto y estacional, año tras año se dirigen hacia los páramos en busca del mortiño para luego venderlo en mercados locales, especialmente en los meses de abril, octubre y principios de noviembre (Tituaña, 2013). Se debe tomar a consideración la situación de vulnerabilidad de estas comunidades y los pocos recursos con los que cuentan, por lo cual resulta muy importante el desarrollar técnicas que sean sencilla y aplicables a nivel doméstico.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue llevado a cabo en dos fases, posteriores a la aplicación de los tratamientos, una fase de laboratorio en la cual fueron observadas de manera individual cada una de las semillas, para así apreciar la formación del hipocótilo, y una fase de vivero donde sería evaluada la supervivencia posterior a la germinación.

4.1. Variables

4.1.1. Variable/s Independiente/s

Método de ruptura de latencia

- Abrasión mecánica (físico)
- Agua a temperatura ambiente (físico)
- Agua en ebullición (físico)
- Ácido sulfúrico 75% (químico)
- Hipoclorito de Sodio 3% (químico)
- Fermentación (biológico)

Testigo

4.1.2. Variable/s dependiente/s

- Porcentaje de semillas germinadas por cada tratamiento.
- Supervivencia de las plántulas hasta 8 semanas posterior a la germinación.

4.2. Materiales, equipos e insumos

4.2.1. Materiales

- Fase de laboratorio:
 - Libreta
 - 2 esferos
 - Rotulador
 - Cinta métrica
 - 21 cajas Petri
 - Matraz Erlenmayer de 250 ml
 - 2 Vasos de precipitación de 250 ml
 - 2 vasos de precipitación de 500 ml
 - Pipetas
 - Peras
 - Tamices de 2000, 800, 600, 425, 300, 250 y 180 μ
 - Malla de asbesto
 - Recipiente plástico con tapa de 500 ml
 - Atomizador
 - Pinzas
- Fase de semillero
 - Bolsas plásticas para plántulas
 - Regadora
 - Regla

4.2.2. Equipos

- Data logger (Sensor Push HT1)
- Balanza Analítica
- Microscopio digital USB (1000x)
- Hornilla

- Pie de rey
- Smartphone (que permita la toma de datos GPS y captura de fotos)
- Cámara digital (que permita tomar fotos macro)
- Cámara de germinación (inicialmente se planeaba utilizar las cámaras germinadoras de la PUCESI, pero debido a la pandemia por SARS-CoV-2, las dificultades y riesgos que representa la movilización, se optó por elaborar una cámara donde se pudiera tener un registro de temperatura y humedad) para construirla se utilizará lo siguiente:
 - Estantería con tres niveles de 1,00 x 0,40 m
 - Luces LED, de 60 cm de largo
 - Cinta doble faz
 - Cable calibre 12 (3 metros)
 - Enchufe 110 v
 - Cinta aislante

4.2.3. Insumos

- Toallas de papel absorbente
- Solución Ácido sulfúrico al 75%
- Solución Hipoclorito de sodio al 5%
- Bolsas plásticas
- Arena
- Grava
- Sustrato para la siembra (similar o igual al lugar donde se extrajeron los frutos)
- Papel milimetrado

4.3. Métodos

4.3.1. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA)

- Tratamientos: 7
- Bloques: 3
- Unidades experimentales: 21

Cada unidad experimental consta de una caja Petri con papel absorbente donde fueron ubicadas 50 semillas de mortiño, de un tamaño mayor a 600 μ , cada caja tenía semillas tratadas con un solo tratamiento.

4.3.2. Descripción de tratamientos

Los tratamientos empleados fueron seleccionados de la Guía para manipulación de semillas forestales de Willan (1991), en función de las técnicas que pudieran ser aplicadas a las semillas, tomando en consideración el tamaño, algunas fueron adaptadas para mayor facilidad en el proceso, optando finalmente por 6 tratamientos:

- Tratamiento 1 (T1): Abrasión mecánica
- Tratamiento 2 (T2): Agua a temperatura ambiente
- Tratamiento 3 (T3): Agua en ebullición
- Tratamiento 4 (T4): Ácido sulfúrico 75%
- Tratamiento 5 (T5): Hipoclorito de Sodio 3%
- Tratamiento 6 (T6): Fermentación
- Tratamiento 7 (T7): Testigo (semillas sin ningún tratamiento previo)

4.3.3. Esquema del diseño experimental

Tomando en cuenta el diseño experimental DBCA, se decidió realizar una aleatorización con la ayuda del software estadístico R.

4.3.4. Análisis de varianza estadística (ANOVA)

Los datos obtenidos de las variables dependientes se estudiaron en un ANOVA Y una prueba Tukey con un nivel de significancia del 5%, con la ayuda de los softwares Excel y R.

Tabla 1.

Esquema del ANOVA

Fuentes de Variación	GL (Grados de Libertad)
Total	20
Tratamientos	6
Bloques	2
Error Experimental	12

4.3.5. Método de selección de semillas:

Los frutos y la tierra de páramo fueron provistos por el Ministerio del Ambiente y el Agua, estos fueron extraídos del Parque Nacional Cotacachi Cayapas, por los guardaparques y técnicos del departamento de Patrimonio Ambiental quienes seleccionaron las plantas con las mejores condiciones morfológicas y estructurales idóneas para su propagación de las cuales se obtuvo 1500 g de frutos maduros, que según Chaparro y Becerra (1999), son los frutos de tonalidades rojizas o violáceas y brillantes, que no presentaron tonos verdes hacia el pedúnculo, con un tamaño de unos 6-12 mm.

Se realizó una descripción de las dimensiones del fruto, tomando el diámetro de 20 frutos se determinó que el tamaño promedio era de 6,5 mm, posteriormente se tomaron muestras de 99,96, 99,93 y 100,36 gramos de frutos, y se procedió a contarlos, obteniendo un total de 886 frutos, con lo que se pudo calcular un peso promedio de 0,339 g por fruto.

Después se separaron 200 g de frutos, se realizó el método fermentativo (Willan, 1991), detallado posteriormente, y el resto de los frutos fueron lavados, desinfectados y refrigerados a 4 °C mientras se cumplía el tiempo de la fermentación.

Pasados los 10 días de la fermentación, los frutos que se encontraban en refrigeración fueron macerados y se procedió a separar las semillas con la ayuda de tamices de 2 mm, 800, 600, 450, 300 y 200 μ y agua corriente, separando las semillas en dos grupos, las de un tamaño mayor a 600 μ y la de un tamaño menor a este y luego se dejaron secar durante 2 días sobre papel absorbente a temperatura ambiente, mismo proceso se aplicó de manera separada a las semillas sometidas al proceso de fermentación (Willan, 1991).

De los 1500 g de fruto, se obtuvo un total de 20,167 g de semillas (con impurezas) las semillas de 450-600 μ m pesaban 9,1487g y las de más de 600 μ m pesaban 11,0183g.

Al observar los materiales que iban quedando en los tamices, se notó que la mayoría, tenían un tamaño de entre 450 y 600 μ ; Chaparro y Becerra (1999), afirmaban que la mayoría de las semillas no eran viables, y sólo las que midieran más de 425 μ lo eran, observando los restos que quedaron retenidos en los tamices de 300 y 200 μ , se pudieron observar muy pocas, semillas, indicando una mayor proporción de tamaño mayor a las 450 μ , y una cantidad importante de semillas que superaban las 600 μ .

Se decidió utilizar para la investigación las semillas de mayor tamaño, más de 600 μ , puesto que Chaparro y Becerra (1999), afirmaban que las más grandes eran las más viables, se observaron bajo el estereoscopio y se notó lo que estos autores afirmaban una semilla de forma ovoide y de un color dorado brillante (ver Figura 1), también habían semillas de color violáceo brillante.



Figura 1. Color y formas de las semillas de mortiño. Fuente: el Autor.

Se tomaron 3 muestras de 100 semillas de más de 600 μ y se procedió a pesarlas dando como resultado 0,0163, 0,0152 y 0,0162 g, con un promedio de 0,0158 g, es decir cada semilla pesaba 0,000158 g, con estos datos se podría decir que en promedio cada fruto tenía 13 semillas de un tamaño mayor a las 600 μ .

4.3.6. Métodos de ruptura de latencia de semillas

Métodos físicos:

- Abrasión mecánica: en este caso se emuló la técnica de las semillas forestales en la mezcladora de cemento señalada por Willan (1991), poniendo 250 semillas en un recipiente con grava y se procedió a sacudir el recipiente por unos 5 minutos.
- Agua: se procedió a sumergir 250 semillas en agua a 20°C durante 24 horas, esta técnica se realizó con la finalidad de suavizar el tegumento y hacerlo más permeable (Willan, 1991).
- Agua en ebullición: se procedió a tratar 250 semillas con agua hirviendo durante 30 segundos, agitándolas en agua caliente, luego se retiraron de esta

y se dejaron en remojo en agua a temperatura ambiente durante 18 horas; a pesar de la recomendación sobre las proporciones de agua hirviendo y semillas de 5:1 que recomienda Willan (1991), se usó realizó el procedimiento en 50 ml debido es complicado trabajar con cantidades tan pequeñas de agua.

Métodos químicos:

- **Ácido sulfúrico:** se utilizó una solución de ácido sulfúrico al 75%, donde se sumergieron las semillas durante 30 minutos, para luego ser lavadas con agua destilada (Pupiales, 2016).
- **Hipoclorito de sodio:** se preparó una solución de Hipoclorito de Sodio al 3% donde se sumergieron las semillas por un período de 18 horas, luego se extrajo a las semillas de la solución y se procedió a lavarlas con agua destilada (Pupiales, 2016).

Métodos biológicos:

- **Fermentación:** este método fue preparado 10 días antes que los demás, para poder evaluar todos al mismo tiempo, para ello se maceraron los frutos, y se pusieron en un recipiente cerrado (ver Figura 2) durante 10 días, logrando una fermentación anaerobia y permitiendo que los microorganismos presentes ayuden al debilitamiento del tegumento (Willan, 1991).



Figura 2: frutos y semillas de mortiño macerados para su fermentación. Fuente: el Autor.

4.3.7. Germinación de las semillas

Para observar el momento que las semillas germinaran, fueron ubicadas en cajas Petri, en cada caja 50 semillas, sometidas a uno de los tratamientos sobre una cuadrícula de 7 x 7 cm dibujada en papel absorbente utilizando la técnica Top Paper descrita por ISTA (2016), cada semilla ocupaba un espacio de 1 cm² para así poder individualizarlas y reconocer de manera más fácil si alguna germinaba, (la cuadrícula tenía 49 espacios de 1 cm² por lo que se decidió ubicar dos semillas en el espacio del centro de la cuadrícula, para así completar las 50 semillas por caja, observar la Figura 3), habían 3 cajas por cada tratamiento, las cuales fueron distribuidas en tres bloques, contando con 21 cajas Petri en total.

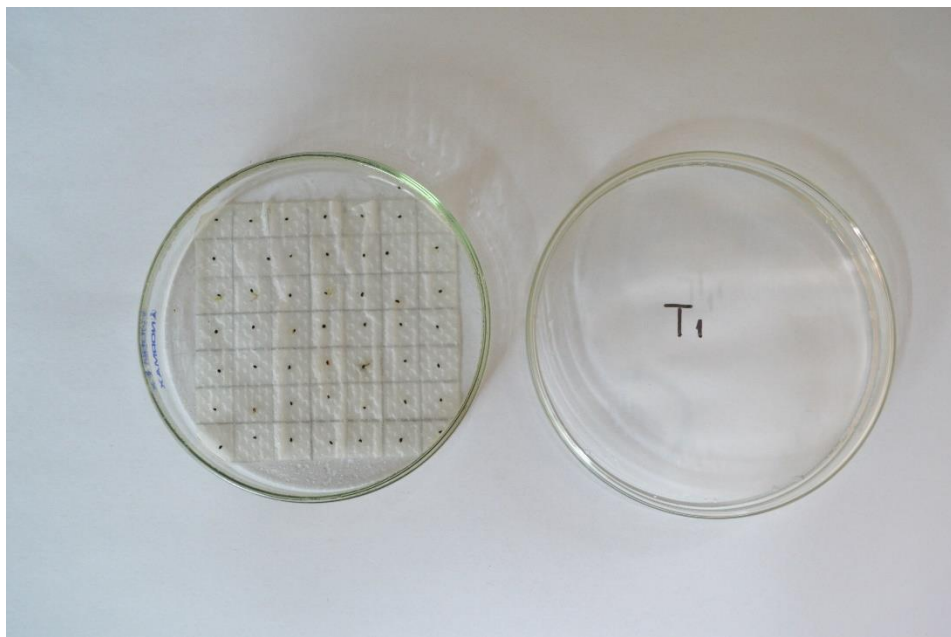


Figura 3: ubicación de las semillas en las cajas Petri. Fuente: el Autor.

4.4. Supervivencia de la plántula posterior a la germinación

Posterior a las 4 semanas en las cajas Petri, las plántulas que germinaron se llevaron a un semillero, con un sustrato similar al suelo del cual fueron colectados los frutos, tierra de páramo a la que se le agrego arena en una proporción de 4:1, para evitar problemas de retención de humedad (OIRSA, 2005).

Se tomó todas las semillas que germinaron y se plantaron en el sustrato, realizando un conteo de las plántulas que emergieron y se mantuvieron vivas después de 8 semanas de haber sido plantadas y se aplicó la siguiente fórmula (ISTA, 2016):

$$\frac{\text{número de plántulas vivas}}{\text{número inicial de pántulas}} \times 100$$

También se tomaron datos como el número de hojas y altura de las plántulas en milímetros, de los cuales se sacaron los promedios.

4.5. Factibilidad de uso de las técnicas en la comunidad

Se realizó un cuadro comparativo como describen Luna y Chaves (2001), en el cual se analizaron los métodos de ruptura de latencia, bajo parámetros que permitieron medir la factibilidad del uso de cada una de las técnicas, los autores mencionan que esta matriz se puede adaptar a cada proyecto por lo tanto se decidió que la calificación de cada uno de los parámetros se realizará en relación a los demás, con un puntaje de 1 a 6, donde 1 es la técnica con mejor desempeño y 6 la de menor desempeño; y al sumar todos los parámetros la técnica que tenga el puntaje más bajo será la más factible (ver Tabla 2), se debe tomar en cuenta que el resultado de la germinación será el parámetro de mayor peso e influirá en qué tratamiento es más factible.

Tabla 2.

Análisis de factibilidad

Técnica	Dificultad de la técnica	Costo	Dificultad para conseguir materiales y reactivos	Riesgo para las personas	Resultado	Total
Abrasión mecánica						
Agua a temperatura ambiente						
Agua a altas temperaturas						
Ácido sulfúrico						
Hipoclorito de sodio						
Fermentación						

4.6. Socialización:

El proyecto fue socializado con una estrategia de acercamiento ante comunidades rurales de la provincia de Imbabura y el MAAE de Imbabura, se presentó en un Stand donde se mostró las plántulas de los diferentes tratamientos en el semillero, se explicó el proyecto, la finalidad y la metodología utilizada, posteriormente se hizo una encuesta que buscaba evaluar la relevancia del proyecto y la manera en que este fue presentado a las comunidades y se realizó una encuesta sobre la estrategia de socialización y la relevancia de del proyecto de investigación.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Caracterización del fruto y las semillas (resultados adicionales)

La caracterización que se realizó durante la investigación demostró que los frutos con los que se contaba eran de 6,5 mm de diámetro, un 40% menos que el señalado por Chaparro y Becerra (1999), pero a diferencia de lo que mencionaban los autores, la mayoría de las semillas presentaban un tamaño mayor a las 450 μ , como se puede observar en la Figura 4, lo que permitió extraer una cantidad importante de semillas para trabajar con comodidad; también se observaron semillas de formas muy variadas, desde casi redondas has muy alargadas y de bordes agudos.

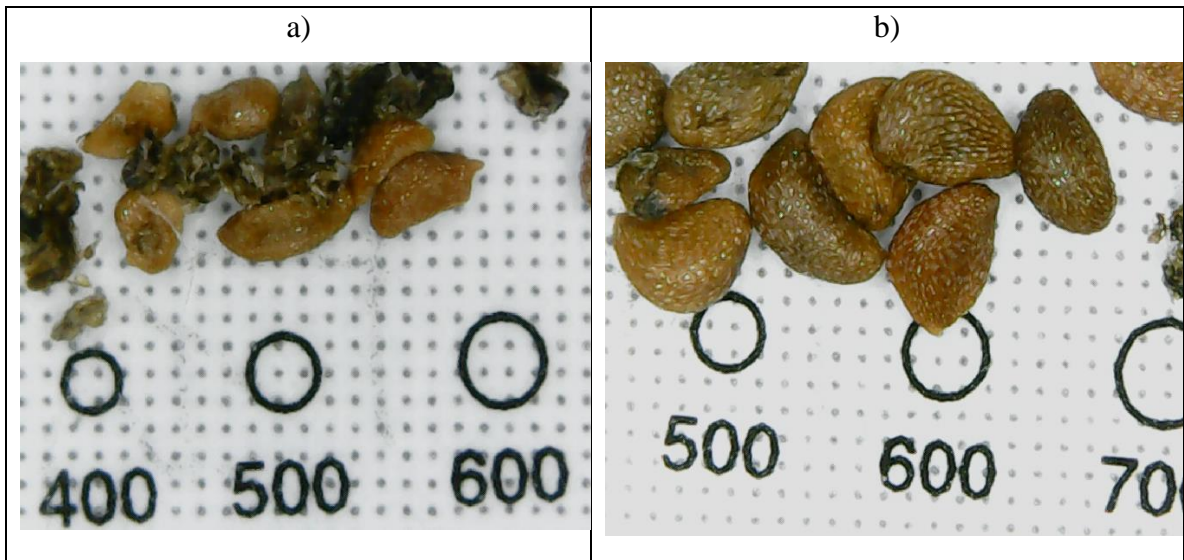


Figura 4: semillas de mortiño de diferentes tamaños y formas, a) semillas de un tamaño menor de 600 μ , b) semillas de un tamaño mayor a 600 μ . Fuente: el Autor.

Nota: las circunferencias que se observan en la foto representan una referencia de tamaño en μ .

5.2. Ruptura de Latencia y Germinación:

Durante la etapa de germinación que tuvo una duración de 4 semanas, en 3 de los tratamientos y en el testigo se observaron plántulas en diferentes estadios desarrollo, desde una radícula que apenas visible, hasta plántulas con 2 hojas germinales como se aprecia en la Figura 5.



Figura 5: plántulas de mortiño en diferentes estadios del proceso de germinación, a) hendidura de la testa y emergencia de la radícula, b) y c) desarrollo y crecimiento de la radícula, d) primera bifurcación de la radícula, e) dehiscencia parcial de la testa, f) dehiscencia total de la testa. Fuente: el Autor.

El tratamiento que obtuvo un mayor porcentaje de germinación fue el T6, correspondiente al método fermentativo, con una germinación promedio de 50%, en los tres bloques, y en uno estos, se llegó hasta el 64% de germinación como se muestra en la Tabla 3, este resultado llega a ser similar al que obtuvieron Meneses et al. (2018), quienes lograron una germinación del 61%, pero cabe recalcar que se realizó en medios de cultivo y bajo condiciones estrictamente controlados de iluminación, humedad y temperatura, lo que dificulta la replicabilidad de la técnica, además de no informarse sobre la supervivencia posterior o la aclimatación del cultivo. Aguirre (2020), también logró porcentajes similares de germinación (cercaos al 68%), usando igualmente técnicas In vitro, con medios de cultivo y condiciones controladas.

Tabla 3.

Porcentaje de germinación de las semillas de Vaccinium floribundum Kunth. a las 4 semanas, por cada tratamiento.

Tratamiento	I	II	III	Sumatoria	Promedio	Germinación
						(%)
T1	4	8	17	29	9,67	19,33
T2	8	2	0	10	3,33	6,67
T3	0	0	0	0	0,00	0,00
T4	0	0	0	0	0,00	0,00
T5	0	0	0	0	0,00	0,00
T6	25	16	34	75	25,00	50,00
T7	17	7	8	32	10,67	21,33

El ANOVA arroja un nivel de significancia menor al 0,001, lo cual indica que existen diferencias muy significativas entre los tratamientos que fueron probados, esto se puede apreciar en la Tabla 4.

Tabla 4.

ANOVA del número de semillas germinadas por tratamiento.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F0	F0.05	F0.01	Significancia
TOTAL	20	1860,95					
TRATAMIENTO	6	1514,95	252,49	10,39	1,17	1,24	**
BLOQUES	2	54,38	27,19	1,12	1,38	1,58	NS
ERROR	12	291,62	24,30				

CV = 70,91%. No significativo: "NS"; Diferencia significativa: "**"; Diferencia altamente significativa: "***".

En este caso tenemos un Coeficiente de Variación del 70,91%, se debe tomar en cuenta que, al trabajar con semillas silvestres, que presentan dormancia, el tiempo en que estas semillas germinen será bastante disperso, pues es una de las estrategias que tienen las plantas para

mejorar la posibilidad de que por los menos un parte de sus semillas germine en condiciones medioambientales favorables, de no ser por estos mecanismos, existe la posibilidad que toda la descendencia de un individuo se pierda por un cambio en el ambiente (Snyder, 2006).(Hernández, Lobo, Medina, Cartagena, y Delgado, 2009), quienes estudiaron la germinación de *Vaccinium meridionale* Swartz, por un tiempo de 30 días y con condiciones de luz y temperatura controladas, señalan la presencia de una dormancia en la semilla, en su estudio, el 63% de las semillas germinaron en este rango de tiempo y el 21% de semillas seguían viables pero no germinaban pese a tener las mismas condiciones ambientales de las que sí germinaron, es decir, estas semillas viables no germinadas requerían de más tiempo para germinar que otras, situación que pudo haberse dado en este estudio, que incluso aplicando tratamientos para romper la latencia, de los cuales el T6 (Fermentación) fue significativamente diferente a los demás, las semillas pudieron verse afectadas por la dormancia.

En la Figura 6, se puede observar de manera gráfica cuáles fueron los tratamientos que obtuvieron resultados positivos, T1, T2, T6, T7

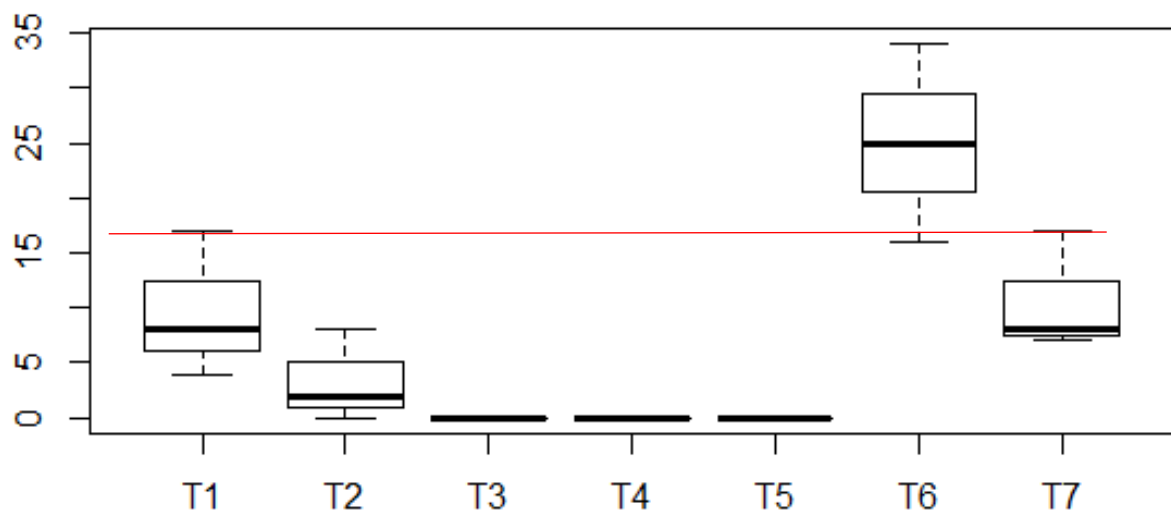


Figura 6: Diagrama de caja y bigotes de la cantidad de semillas germinadas en cada tratamiento a las 4 semanas, Elaboración propia (2021).

Pese a que algunos de los resultados de T1 (abrasión mecánica) y el T7 (testigo), llegaron a ser superiores que el menor de los resultados del T6 como se puede observar en la Figura 6, de manera más apreciable por la línea roja, al llevarse a cabo una comparación de rango

múltiple para establecer las diferencias significativas entre los tratamientos, se observa que T6 (Tratamiento fermentativo) sí es diferente a los demás como podemos observar en la Figura 7 donde se realizan comparaciones de manera gráfica con la prueba de rango múltiple de Tukey (para observar los datos de la prueba, ver Anexo 9).

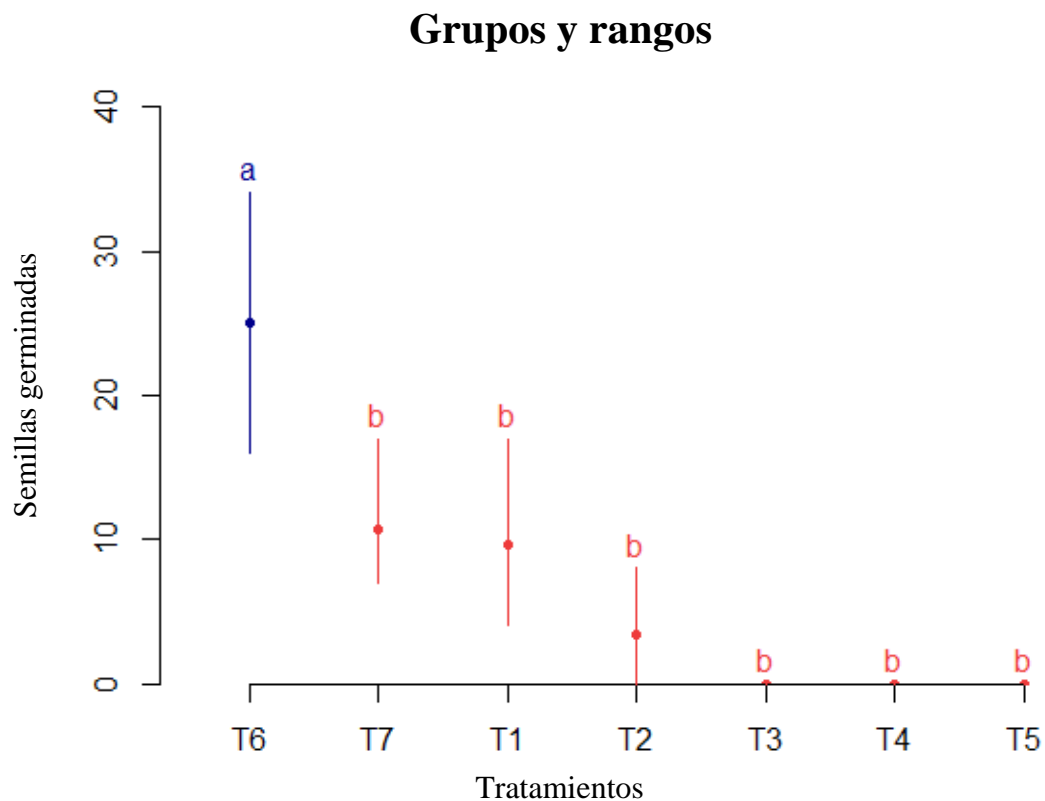


Figura 7: Grupos según los rangos múltiples para la germinación de las semillas, Elaboración propia (2021).

5.3. Supervivencia

En la fase de campo, llevar las plántulas al sustrato continuaron con su proceso de crecimiento, comenzaron a emerger las hojas verdaderas (ver Figura 8) en la mayoría de las semillas, y los porcentajes de supervivencia fueron considerables (ver Tabla 5), siendo el tratamiento con mayor supervivencia el fermentativo T6, con un 85% de plántulas vivas después de 8 semanas en el sustrato, cabe recalcar que en este tratamiento el número de hojas fue menor y de igual manera la altura de las plántulas, Muñoz, (2004), trató de reproducir el

mortiño de manera vegetativa en tierra de páramo pero la supervivencia (1,6%) fue mínima y el desarrollo casi nulo, Torres et al. (2010), intentaron aclimatar las plántulas obtenidas mediante propagación In vitro, pero al retirarlas de las condiciones controladas y de los medios de cultivo en que se encontraban, las plántulas murieron casi de inmediato.

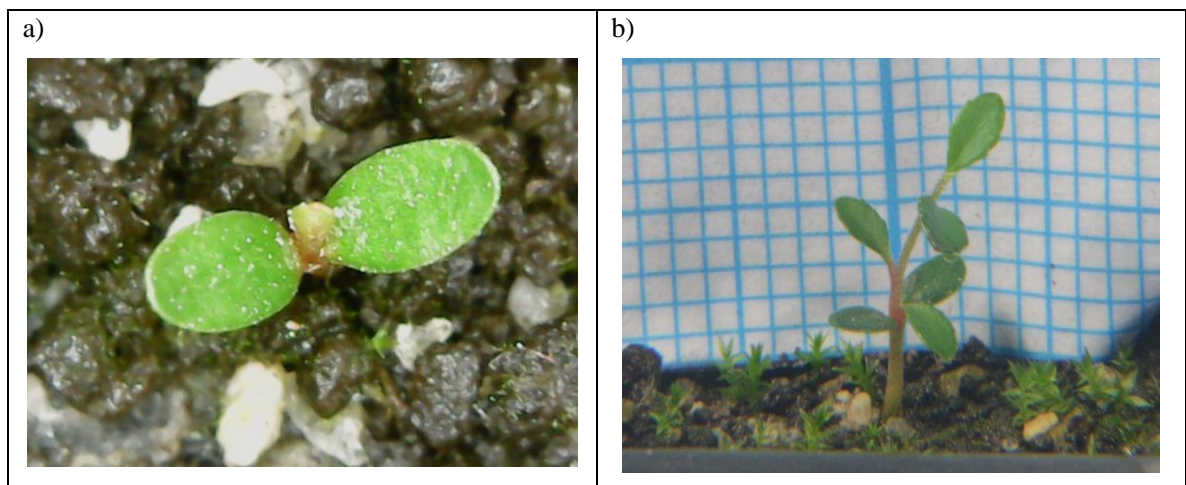


Figura 8: a) meristemo apical de la plántula de *Vaccinium floribundum* Kunth b) plántula de mortiño después de 8 semanas en el sustrato, al fondo se ubicó papel milimetrado como referencia. Fuente: el Autor.

Tabla 5.

Supervivencia de las plántulas a las 8 semanas después de haber sido plantadas en el sustrato

Tratamiento	Número de semillas germinadas (semana 4)	Número de plántulas vivas (semana 12)	Supervivencia (%)	Número de hojas promedio	Altura promedio
T1	29	18	62,07	3,83	4
T2	10	7	70,00	4,43	4,29
T6	75	64	85,33	3,58	3,23
T7	32	25	78,13	3,76	3,44

5.4. Factibilidad

Al realizar la ponderación de la Factibilidad técnica de cada uno de los tratamientos, se definió que, por su complejidad, el método más factible para ser llevado a cabo por comunidades sería el correspondiente al T2 (remojo en agua a temperatura ambiente por 24 horas), pero este presenta un porcentaje de germinación considerablemente más bajo que el Testigo (T7) y el tratamiento fermentativo (T6), que fue significativamente superior a los demás y a la vez es uno de los tratamientos más factibles (Ver Tabla 6).

Tabla 6.

Análisis de factibilidad de las técnicas usadas para la germinación de las semillas de mortiño

Técnica	Dificultad de la técnica	Costo	Dificultad para conseguir materiales y reactivos	Riesgo para las personas	Resultado de la germinación	Total
Abrasión mecánica	2	2	3	3	2	12
Agua a temperatura ambiente	1	1	1	1	3	7
Agua a altas temperaturas	4	4	4	5	4	21
Ácido sulfúrico	6	6	6	6	6	30
Hipoclorito de sodio	5	5	5	4	5	24
Fermentación	3	3	2	2	1	11

Nota: en azul se encuentra la técnica con la mayor factibilidad, en amarillo la técnica con los mejores resultados en la germinación y la supervivencia.

5.5. Socialización

Los resultados de la encuesta realizada a los dirigentes de las comunidades y representantes de las entidades públicas fueron los siguientes:

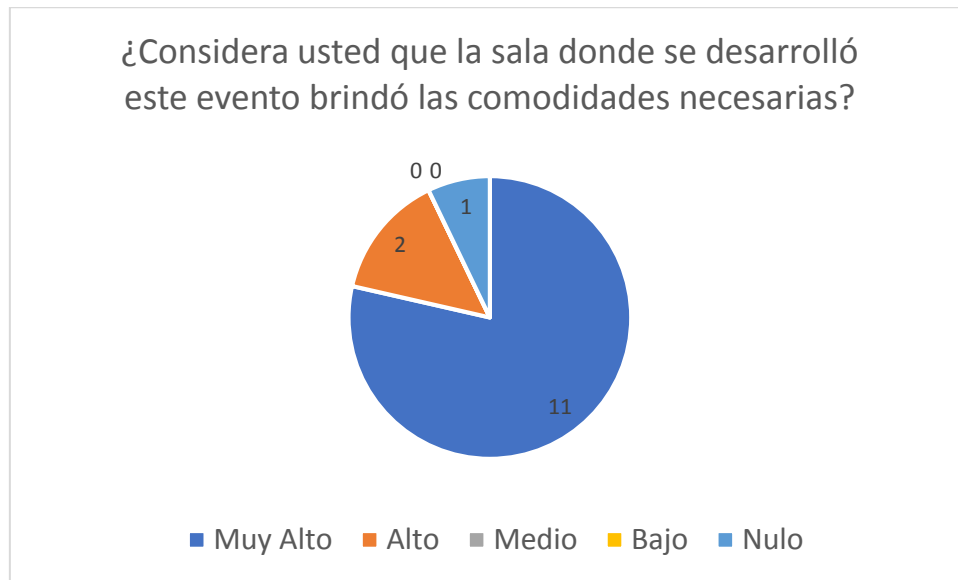


Figura 9: Gráfico circular de la pregunta número 1 de la encuesta. Fuente: el Autor

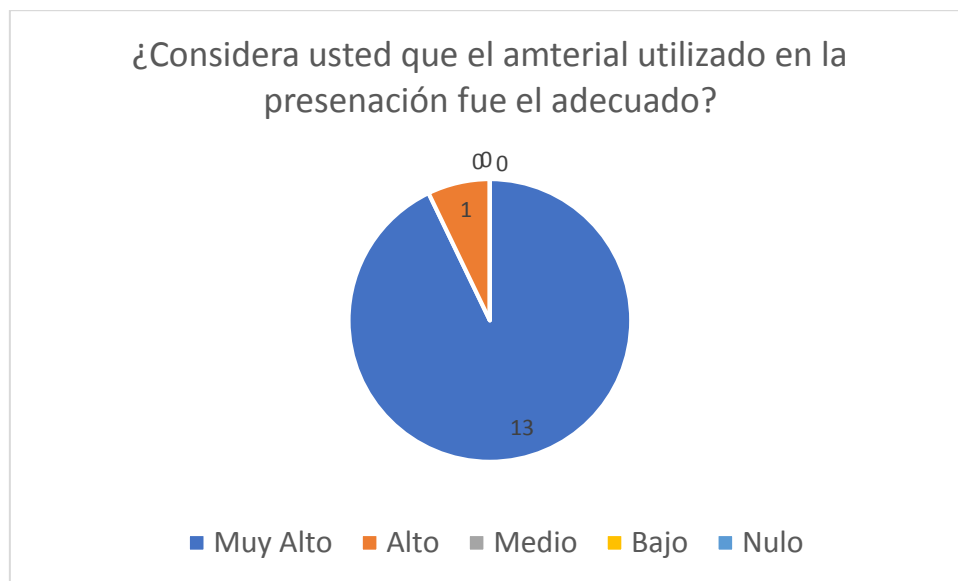


Figura 10: Gráfico circular de la pregunta número 2 de la encuesta. Fuente: el Autor



Figura 11: Gráfico circular de la pregunta número 9 de la encuesta. Fuente: el Autor

Las demás preguntas de la encuesta, mencionadas a continuación tuvieron un resultado del 100% “Muy Alto”:

- 3. ¿Considera usted que el expositor mostró dominio del tema?
- 4. ¿Estima usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?
- 5. ¿Considera usted que el expositor demostró facilidad de expresión?
- 6. ¿Considera usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?
- 7. ¿Considera usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?
- 8. ¿Considera usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución?

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- El tratamiento fermentativo (T6) tuvo un 50% de germinación, resultados significativamente diferentes a los demás tratamientos, por lo que se acepta la Hipótesis alternativa, los tratamientos de abrasión mecánica (T1), agua a temperatura ambiente (T2) y el testigo, también mostraron resultados positivos, aunque no tan favorables como el T6.
- Tanto los tratamientos Mecánico abrasivo, el agua a temperatura ambiente, el fermentativo y el testigo terminaron con plántulas vivas después de las 12 semanas, pero el tratamiento fermentativo tuvo un total de 64 plántulas vivas, mientras que el mecánico sólo tenía 18, el de agua a temperatura ambiente, 7 plántulas y el testigo 25 plántulas.
- El tratamiento más factible para ser realizado por la comunidad es el T2 (agua a temperatura ambiente), del cual se destaca la sencillez y la baja inversión que requiere; pero el de mejor porcentaje de germinación es el T6 (tratamiento fermentativo), sólo que requiere 10 días para ser llevado a cabo, a diferencia de las 18 horas del T2.
- Los dirigentes comunitarios y representantes de entidades públicas consideraron que la investigación posee una relevancia ambiental y social muy alta.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones, el método fermentativo puede ser probado con diferente número de días de fermentación, para evaluar si el tiempo de las semillas sometidas a este proceso puede cambiar los porcentajes de germinación.
- Para futuras investigaciones, se recomienda estudiar la acción de Giberelinas cuando las semillas se encuentren en las cajas Petri, con la finalidad de evaluar si tiene algún efecto sobre las semillas y si existe alguna interacción con los métodos que fueron estudiados previamente.
- Para futuras investigaciones, se debe realizar un ensayo de germinación sobre el sustrato, para evitar el estrés que sufren las plántulas del estrés al ser cambiadas de ambiente y evitar posibles daños que se puedan dar en el traslado de la caja Petri al sustrato.
- Para el MAAE, si se busca la reforestación con este método, se debe destinar espacios de viveros permanentes y que se puedan supervisar a diario, puesto que el crecimiento de la planta es muy lento, después de 12 semanas, el promedio está entre 3 y 4 mm de altura.
- Para las comunidades, se recomienda replicar la técnica fermentativa en viveros cercanos a las zonas donde se recolecta el mortiño y de esta manera brindar protección y cuidado a las plántulas debido a su tamaño y susceptibilidad.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, N. (2020). *Evaluación de calidad física y fisiológica de la semilla de mortiño (Vaccinium floribundum) de los Andes Ecuatorianos*. (Tesis de pregrado, Universidad de las Américas.)
- Caranqui, J. (2017). *Fenología y propagación de Vaccinium floribundum en la RPF Chimborazo, Ecuador*. Sevilla: Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Sevilla. Recuperado de https://www.academia.edu/37726443/Fenologia_y_propagación_de_Vaccinium_floribundum_en_la_RPF_Chimborazo_Ecuador
- Ch. de Valencia, M., y Ramírez, F. (1993). Notas sobre la morfología, anatomía y germinación de Agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz). *Agronomía Colombiana*, 10(2), 151–159.
- Chaparro, M. L., y Becerra, N. (1999). Anatomía del fruto de *Vaccinium floribundum* (Ericaceae). *Acta Biológica Colombiana*, 4(1), 47–60.
- Coba, P., Coronel, D., Verdugo, K., Paredes, M. F., Yugsi, E., y Huachi, L. (2012). Estudio etnobotánico del mortiño (*Vaccinium floribundum*) como alimento ancestral y potencial alimento funcional. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de La Vida*, 16(2).
- Hernández, M. I., Lobo, M., Medina, C. I., Cartagena, J. R., y Delgado, Ó. A. (2009). Comportamiento de la germinación y categorización de la latencia en semillas de mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz). *Agronomía Colombiana*, 27(1). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652009000100003#fig1
- International Seeds Testing Association. ISTA, *Reglas internacionales para el análisis de semillas 2016*. Zurich. ISTA.
- Jorgensen, P., y Ulloa, C. (1999). Seed plants of the high andes of Ecuador - A checklist. In

Catalog of the Vascular Plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden.

- Luna, R., y Chaves, D. (2001). *Guía para elaborar estudios de factibilidad de proyectos ecoturísticos*. Guatemala: PROARCA/CAPAS.
- Macbride, J. (1959). *Flora of Peru* (1st ed.). Chicago: Field Museum of Natural History - Chicago (Illinois).
- Medina, C. I., Lobo, M., Colorado, Á. A. C., y Cardona, L. E. (2015). Análisis del desarrollo de plantas de mortiño (*Vaccinium meridionale* Swart.) bajo dos sistemas de propagación: clonal y sexual. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(1), 65–77.
- Meneses, L., Dueñas, F., Recto, L., y Morillo, E. (2018). Establecimiento in vitro de Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunt) y avances en su micropropagación. In I.-E. C. S. Catalina (Ed.), *1er Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria* (p. 60,61). Quito.
- Muñoz, V. (2004). *Determinación de métodos para producción de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth), con fine de propagación y producción comercial*. (Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito).
- Muñoz, V. V. (2010). *Cultivo in vitro del mortiño (Vaccinium floribundum Kunth)*. (Tesis de maestría, Universidad San Francisco de Quito).
- Pupiales, P. (2016). *"Efecto de escarificación química y aplicación de ácido giberélico en la germinación de semillas en tres variedades de mora (Rubus glaucus BENTH)"*. (Tesis de pregrado, Universidad Central de Ecuador).
- Riera, D. (2011). *Proyecto de factibilidad para la puesta en marcha de una empresa comunitaria dedicada a la producción de pulpa de mortiño y su exportación al mercado de los estados unidos ubicada en la parroquia rural de Alóag*. (Tesis de pregrado Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito).
- Snyder, R. (2006). Multiple risk reduction mechanism: can dormancy substitute for

dispersal? *Ecology Letters*, 9, 1106–1114.

Tituaña, M. (2013). *PLAN DE USO Y MANEJO DEL “MORTIÑO” Vaccinium floribundum Kunth Parroquias Apuela, Imantag, Cotacachi y Plaza Gutierrez. Cantón Cotacachi.*

Torres, M., Trujillo, D., y Arahana, V. (2010). Cultivo in vitro del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). *Avances En Ciencias e Ingenierías*, 2, B9–B15.

Varela, S., y Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *Silvicultura En Vivero*, Vol. 3. Bariloche: INTA.

Willan, R. L. (1991). Tratamiento previo de la semilla. In *Guía para la manipulation de semillas forestales* (p. 27). Roma: Organizacion De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentacion.

ANEXOS

Anexo 1.

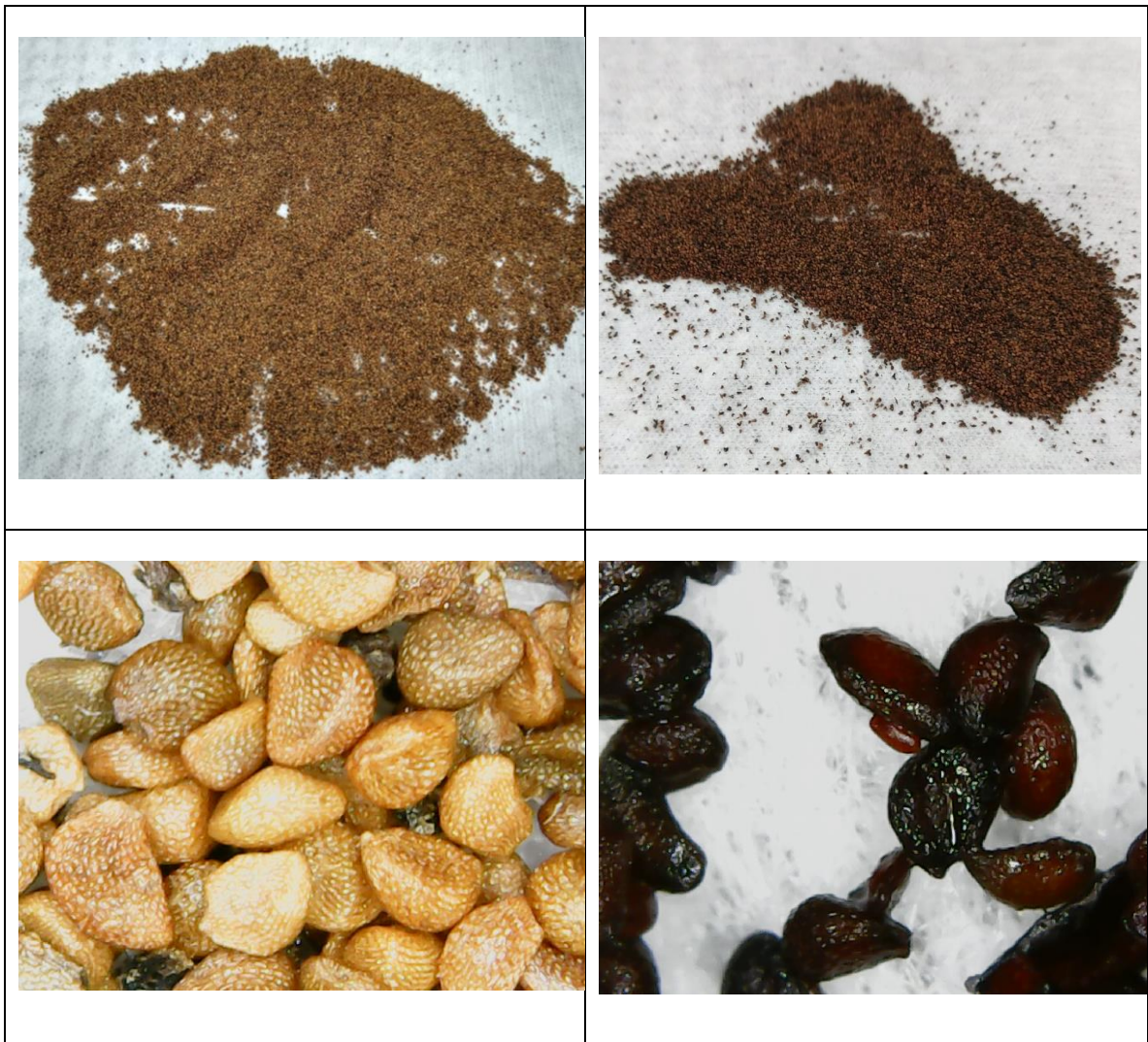
Fruto de mortiño, corte transversal



Fuente: el Autor.

Anexo 2.

A la izquierda semillas de mortiño sin ningún tratamiento, a la derecha, semillas de mortiño posterior al tratamiento fermentativo



Fuente: el Autor.

Anexo 3.

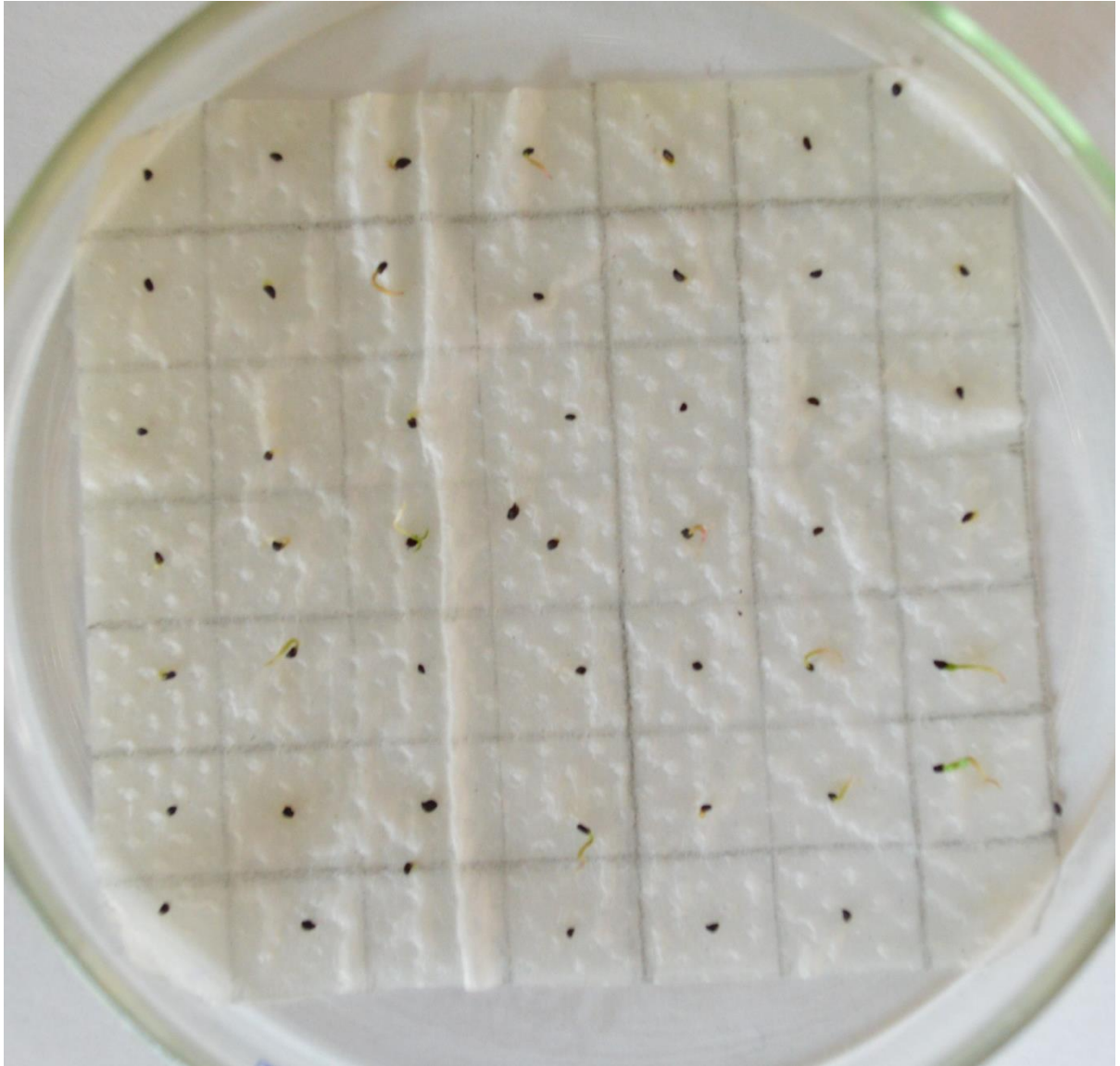
Pántula de mortiño emergiendo de la testa (en la caja Petri sobre papel absorbente)



Fuente: el Autor.

Anexo 4.

Tratamiento 6 (Fermentativo) Bloque 3, caja Petri con 68 % de germinación.



Fuente: el Autor.

Anexo 5.

Lista de asistentes a la socialización del proyecto



LISTA DE ASISTENCIA A SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EXPOSITOR: Esteban Mesa C.
 CARRERA: Ingeniería Agrícola
 FECHA: 11 de septiembre de 2020

NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCION A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
José Cortáez	1704756186	Comuna Magdalena	<i>[Signature]</i>
Prof. el C. ...	1002272930	Justo de ...	<i>[Signature]</i>
Dora Escobar	100208643-2	L. Yagda ...	Karla Dora Escobar
Medicio Fuentes	0409254495	MAAE	<i>[Signature]</i>
Nathan Burbano	0400993038	MAAE	<i>[Signature]</i>
Hugo YEPÉZ	1002545729	CONREAQUI	<i>[Signature]</i>
Leonidas ...	170637380-6	Justo de ...	<i>[Signature]</i>
José Rafael Ibañez	400988875	Comunidad ...	<i>[Signature]</i>
Mara Echebarría	1718619297	Sancta de ...	<i>[Signature]</i>
Verónica Pozo	0401535638	MAAE	<i>[Signature]</i>
Rina Tubango	100213435-9	Comuna Magdalena	<i>[Signature]</i>
Edna ...	1002723022	Comuna ...	<i>[Signature]</i>
Ramiro Flores	100324474-4	MAAE - PVCC	<i>[Signature]</i>
Graciela ...	020195005	MAAE - ...	<i>[Signature]</i>

Anexo 6.

Socialización del proyecto



Fuente: el Autor.

Anexo 7.

Número de semillas germinadas por tratamiento y por bloque

Bloque	Tratamiento	Número de semillas germinadas
1	T1	4
1	T2	8
1	T3	0
1	T4	0
1	T5	0
1	T6	25
1	T7	17
2	T1	8
2	T2	2
2	T3	0
2	T4	0
2	T5	0
2	T6	16
2	T7	7
3	T1	17
3	T2	0
3	T3	0
3	T4	0
3	T5	0
3	T6	34
3	T7	8

Anexo 8:

Registro de Temperatura y Humedad relativa de la Cámara de Gemrinación

Fecha	Hora	Temperatura(C°)	Humedad Relativa(%)
2/08/2020	18:00	22,33	55,13
3/08/2020	6:00	19,51	59,34
3/08/2020	18:00	22,46	54,76
4/08/2020	6:00	19,22	59,03
4/08/2020	18:00	22,35	55,13
5/08/2020	6:00	19,13	58,97
5/08/2020	18:00	21,32	55,04
6/08/2020	6:00	19,53	59,89
6/08/2020	18:00	20,14	59,25
7/08/2020	6:00	19,01	61,11
7/08/2020	18:00	20,77	61,14
8/08/2020	6:00	18,78	61,14
8/08/2020	18:00	21,84	54,61
9/08/2020	6:00	19,02	59,61
9/08/2020	18:00	22,01	55,61
10/08/2020	6:00	19,15	59,19
10/08/2020	18:00	22,39	56,59
11/08/2020	6:00	19,83	59
11/08/2020	18:00	23,18	54,09
12/08/2020	6:00	20,7	59,31
12/08/2020	18:00	22,85	54,36
13/08/2020	6:00	20,53	58,97
13/08/2020	18:00	23,24	55,19
14/08/2020	6:00	21,07	62,08
14/08/2020	18:00	22,77	56,35
15/08/2020	6:00	20,31	60,99
15/08/2020	18:00	22,61	54,24
16/08/2020	6:00	19,8	60,38
16/08/2020	18:00	22,38	55,52
17/08/2020	6:00	19,62	57,63
17/08/2020	18:00	21,42	60,44
18/08/2020	6:00	20,45	60,77
18/08/2020	18:00	23,05	59,95
19/08/2020	6:00	20,55	62,54
19/08/2020	18:00	22,4	59,86

20/08/2020	6:00	19,89	62,88
20/08/2020	18:00	21,69	59,64
21/08/2020	6:00	19,44	62,73
21/08/2020	18:00	20,33	59,98
22/08/2020	6:00	17,58	62,79
22/08/2020	18:00	20,8	59,95
23/08/2020	6:00	19	63,98
23/08/2020	18:00	22,44	60,47
24/08/2020	6:00	19,69	60,99
24/08/2020	18:00	23	58,51
25/08/2020	6:00	19,94	60,25
25/08/2020	18:00	22,95	57,35
26/08/2020	6:00	19,86	59,31
26/08/2020	18:00	23,06	54,82
27/08/2020	6:00	20	60,16
27/08/2020	18:00	22,41	54,27
28/08/2020	6:00	20,07	59,92
28/08/2020	18:00	21,62	57,29
29/08/2020	6:00	19,1	61,84
29/08/2020	18:00	19,53	63,09
30/08/2020	6:00	18,06	63,09
30/08/2020	18:00	21,43	60,16
Promedio		20,83	58,95

Anexo 9.

Comparación de medias con la prueba Tukey

COMPARACIÓN DE TRATAMIENTOS		DIFERENCIA DE	VALOR TUKEY	SIGNIFICANCIA
		LAS MEDIAS		
T6	T7	14,33	14,088	*
T6	T1	15,33	14,088	*
T6	T2	21,67	14,088	*
T6	T3	25,00	14,088	*
T6	T4	25,00	14,088	*
T6	T5	25,00	14,088	*
T7	T1	1,00	14,088	NS
T7	T2	7,33	14,088	NS
T7	T3	10,67	14,088	NS
T7	T4	10,67	14,088	NS
T7	T5	10,67	14,088	NS
T1	T2	6,33	14,088	NS
T1	T3	9,67	14,088	NS
T1	T4	9,67	14,088	NS
T1	T5	9,67	14,088	NS
T2	T3	3,33	14,088	NS
T2	T4	3,33	14,088	NS
T2	T5	3,33	14,088	NS
T3	T4	0,00	14,088	NS
T3	T5	0,00	14,088	NS
T4	T5	0,00	14,088	NS

Nota: “NS” quiere decir que no hay significancia y “*” que hay una significancia de 0,05