

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE ESCARIFICACIÓN PARA
INCREMENTAR EL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE
GULUPA (PASSIFLORA EDULIS SIMS F. EDULIS), BADEA
(PASSIFLORA QUADRANGULARIS) Y TAXO (PASSIFLORA
TARMINIANA) BAJO INVERNADERO**

Johana Isabel Ubidia Peralta

Ingeniería en Agroempresas

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero en Agroempresas

Quito, 6 de Agosto de 2021

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE ESCARIFICACIÓN PARA
INCREMENTAR EL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE GULUPA
(PASSIFLORA EDULIS SIMS F. EDULIS), BADEA (PASSIFLORA
QUADRANGULARIS) Y TAXO (PASSIFLORA TARMINIANA) BAJO
INVERNADERO**

Johana Isabel Ubidia Peralta

Nombre del profesor, Título académico

Carlos Ruales, M.Sc.

Quito, 6 de Agosto de 2021

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Johana Isabel Ubidia Peralta

Código: 00137455

Cédula de identidad: 1723401418

Lugar y fecha: Quito, 6 de Agosto de 2021

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

Semillas de pasifloras fueron sometidas a dos diferentes tipos de escarificación, física (inmersión en agua hirviendo) y mecánica (corte de la testa), y comparadas a semillas sin escarificación para determinar el impacto de estos tratamientos en el porcentaje de germinación. Se estudiaron tres especies de pasifloras: Gulupa (*Passiflora edulis sims f. edulis*), Badea (*Passiflora quadrangularis*) y Taxo (*Passiflora tarminiana*). Una prueba de viabilidad (Prueba de Tetrazolio) fue realizada previo a la siembra de las semillas. La disposición de éstas en los semilleros se realizó tomando en cuenta un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 3^2 . Adicionalmente, se midió la longitud y el diámetro de los tallos de las plántulas, a la vez que se determinó la mortalidad de éstas. En la prueba de tetrazolio, las tres especies mostraron viabilidades $\geq 75.0\%$. Las semillas sin escarificación presentaron un porcentaje de germinación más alto que las procesadas, pese a que las diferencias no fueron estadísticamente significativas (valor- $p > 0.05$). El desarrollo de las plántulas fue más dependiente de la especie, siendo los taxos los más desarrollados y las badeas las menos desarrolladas. Las escarificaciones no presentaron diferencias significativas (valor- $p > 0.05$) en los desarrollos de las plántulas; sin embargo, los valores promedio para longitud y diámetro obtenidos en el desarrollo de las plántulas son ligeramente mayores cuando las semillas fueron sometidas a algún tipo de escarificación. Una baja mortalidad (c.a. 0%) fue encontrada, lo que sugeriría la necesidad de un mayor tiempo de observación para mejorar la precisión de las variables de respuesta del experimento.

Palabras clave: badea, escarificación, germinación, gulupa, pasifloras, prueba de tetrazolio, taxo.

ABSTRACT

Passiflora seeds were submitted to two different types of scarification, physical (boiling water immersion) and mechanical (testa seed cut), and compared to seeds with no scarification to determine the impact of these treatments in the germination percentage. Three different species of passiflora seeds were studied: Gulupa (*Passiflora edulis Sims f. edulis*), Badea (*Passiflora quadrangularis*) and Taxo (*Passiflora tarminiana*). A viability test (Tetrazolium test) was performed on the seeds prior to sowing them. The disposition of the different seeds within the seedbeds was assigned based on completely randomized design with a factorial arrangement of 3^2 . Additionally, the length and diameter of the stems on the seedlings was measured, as the mortality of these was also determined. In the Tetrazolium test, the three species showed viabilities $\geq 75.0\%$. Seeds with no scarification presented a higher germination percentage than the ones with scarification, despite the differences not being statistically significant ($p\text{-value} > 0.05$). The development of the seedlings was more dependent on the species, being Taxo the most and the Badea the least developed ones. The scarifications did not present statistically significant differences ($p\text{-value} > 0.05$) in the development of the seedlings; however the average values for length and diameter were slightly higher when the seeds were submitted to some sort of scarification. A low mortality of seedlings (c.a. 0%) was found, which suggests the need for longer observation periods to improve the precision of the output variables of the experiment.

Key words: badea, germination, gulupa, scarification, passiflora, taxo, tetrazolium test.

TABLA DE CONTENIDO

I. Introducción.....	8
1.1. Planteamiento del Problema.....	8
1.2. Justificación.....	11
II. Marco teórico	14
2.1. Clasificación taxonómica.....	14
2.2. Descripción Botánica de las Especies y Morfología.....	14
2.3. Latencia de semillas de pasifloras.....	17
2.4. Germinación de semillas de pasiflora.....	18
2.5. Efecto de la luz y temperatura en la germinación de semillas de pasiflora.....	19
2.6. Importancia de los diferentes pretratamientos para mejorar la germinación	20
2.6.1. Pretratamiento mecánico.....	20
2.6.2. Pretratamiento físico.....	21
2.6.3. Tetrazolio.....	21
III. Objetivos e Hipótesis.....	23
3.1. Objetivos	23
3.1.1. Objetivo General	23
3.1.2. Objetivos Específicos.....	23
3.2. Hipótesis	23
IV. Materiales y Métodos	24
4.1. Colección de Material Vegetal.....	24
4.2. Manejo del Experimento.....	24
4.2.1. Procesamiento de la semilla	24
4.2.2. Tratamientos	25
4.2.3. Prueba de viabilidad.....	25
4.3. Diseño Experimental	26
V. Resultados.....	27
5.1. Tetrazolio y viabilidad de la semilla en las tres pasifloras	27
5.2. Efectividad de las técnicas de escarificación en las 3 pasifloras	28
5.2.1. Porcentaje de germinación.....	28
5.2.2. Crecimiento de plántula.....	29
5.2.3. Mortalidad de las plántulas.....	31
VI. Discusión	32
VII. Conclusiones y Recomendaciones.....	35
7.1. Conclusiones.....	35
7.1.1. Tetrazolio y viabilidad de la semilla en las tres pasifloras	35
7.1.2. Germinación y crecimiento de plántula.....	35
7.1.3. Mortalidad de las plántulas.....	35
7.2. Recomendaciones	35
VIII. Referencias bibliográficas.....	37
IX. Anexo A: Disposición de semillas y pruebas de tetrazolio	40
X. Anexo B: Datos crudos y tablas de anova	41
XI. Anexo C: Análisis de Significancia de Tukey	47
XII. Anexo D: Imágenes de semillas	48

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Las pasifloráceas crecen tanto en zonas tropicales en climas cálidos de baja altitud como en los más fríos de regiones subtropicales (latitud 0° hasta 35°) y altitudes mayores como la zona andina (hasta por encima de los 3000 msnm). Pese a que el Ecuador exporta una cantidad considerable de Maracuyá, no existe diversificación en el mercado de otras Passifloras. La costa del Ecuador es donde existe mayor superficie de hectáreas cultivadas de Maracuyá (*Passiflora edulis L.*). Los Ríos (18,553 ha), Manabí (4,310 ha) y Esmeraldas (1,247 ha), aportan con una producción total de 247,973 toneladas y un rendimiento promedio de 8.6 ton/ha (Haro J.P., Fonseca G., y Zamora P., 2020). En ciertos pisos climáticos de la Sierra se podría diversificar el cultivo de este género incentivando la producción de la gulupa que se desarrolla adecuadamente entre los 1,400-2,200 msnm (Jimenez Y., Carranza C., y Rodríguez M., 2009), Badea de 700 a 1,500 msnm, y el taxo, también llamado “La flor de Quito” desde los 2,350 hasta los 2,850 msnm (Quintero, 2009).

La Gulupa, nativa de Brasil, es considerada en mercados internacionales como un fruto exótico. Es de color púrpura brillante, con forma de baya, de pericarpio grueso, y que dentro posee un arilo que protege su semilla de color anaranjado. Su sabor es ligeramente ácido y aromático. Crece tradicionalmente en las zonas tropicales de América del Sur desde el sur colombiano hasta el norte argentino. Para el cultivo de gulupa, son preferibles los suelos franco-arenosos relativamente profundos, para un correcto desarrollo radicular ya que su profundidad de enraizamiento llega hasta los 45 cm, con pH entre 6.5 y 7.5, con buen drenaje, alto contenido de materia orgánica y muy baja o ausencia de salinidad. Los factores ambientales que deben considerarse son: temperaturas máximas y mínimas entre los 12 a 23 °C, pero su desarrollo óptimo entre 15 y 20 °C; altitud de 1,100 a 2,500 msnm con un rango óptimo entre 1,400 a

2,200 msnm, y humedad relativa promedio entre el 70 al 75% (Jimenez Y., Carranza C., y Rodríguez M., 2009).

La Badea es una pasiflora de color amarillo intenso cuando madura, con forma de baya elipsoidal, cuyo pericarpio no es coriáceo, y que dentro posee una pulpa grisácea anaranjada. Su sabor es más dulce y es considerada como muy aromática (Asturizaga A., Øllgaard B., y Balslev H., 2006). Es una especie que crece en áreas específicas, con muy pocos registros geográficos de localización que van desde el sur colombiano llegando a Ecuador donde se la encuentra en áreas húmedas y cálidas como El Oro. Para el cultivo de Badea son preferibles los suelos con buen drenaje y alta capacidad de intercambio catiónico. Los factores ambientales que deben considerarse son: temperatura entre 17 a 20 °C, elevación entre los 700 a 1,500 msnm y un promedio de humedad relativa del 70% (Marin, 1999).

El Taxo es un fruto típico de la zona Andina, que puede ser cosechado verde pero fisiológicamente maduro, de forma ovalada elongada, con un pericarpio blando y que por dentro posee un arilo anaranjado que protege la semilla. Su sabor es ácido y ligeramente astringente dependiendo de su estado de madurez, y es considerada como una fruta aromática. Crece en Perú, Ecuador y Colombia. Para el cultivo de Taxo se puede utilizar suelos francos y franco arenosos con buen drenaje (Reina, 1995), con pH entre 5.0 y 6.5 como óptimos. Los factores medioambientales que deben considerarse son: temperaturas entre los 12 a 20 °C, altitud entre 1,800 y 3,000 msnm y promedio de humedad relativa del 70% (Quintero, 2009).

Las semillas de pasiflora extraídas del fruto pueden llegar a tener un porcentaje de germinación entre el 50 al 90% pero dependiendo de la especie, variedad y condiciones de producción inferiores al óptimo, puede llegar a ser menos del 44%. La semilla de taxo, por ejemplo, en condiciones de laboratorio empezarán a germinar a los 9 días, con un 50% de germinación en 1 mes, mientras que la gulupa iniciará germinación a los 15 días, pudiendo llegar al 89% a los 22 días (Miranda D., Perea M., y Magnitskiy S., 2009).

Las semillas de pasifloras se caracterizan por su bajo porcentaje germinativo por su cubierta gruesa que causa dificultad en su apertura, y que a su vez no permite el ingreso de agua a la semilla para romper la dormancia, por lo cual es necesario plantar un mayor número de semillas para garantizar un número adecuado de plantas para la producción comercial; las semillas se consideran ortodoxas y tienen latencia exógena una combinación de latencia química y mecánica. Se caracterizan también por tener un arilo conectado al funículo, el cual no permite que el agua ingrese. La semilla es de testa dura y lignificada con 3-5 capas de células (exotesta, mesotesta, exotegmen, células hialinas y células en empalizada), el embrión y el endospermo (Miranda D., Perea M., y Magnitskiy S., 2009).

Las semillas deben extraerse de frutos con madurez fisiológica para ser viable, debe cumplir al menos 48 horas de fermentación y ser despulpadas (Lobo M. y Medina C., 2009), luego, ser sometidas a una prueba de flotación para descartar posibles semillas vanas y finalizar con un secamiento hasta de 48 horas en sombra a temperatura entre 15 a 25 °C. Las condiciones mínimas de almacenamiento incluyen refrigeración a 4 °C y 60% de HR (Jimenez Y., Carranza C., y Rodríguez M., 2009). Estos parámetros pueden variar entre especies y deben ser estudiados más a fondo.

El vigor, la germinación, emergencia y desarrollo de plántulas que provienen de un proceso de extracción de semilla como el referido anteriormente se incrementa en semillas extraídas después de un proceso de fermentación. La capacidad para germinar se reduce con el tiempo y por condiciones de almacenamiento no idóneas. El vigor está ligado a la viabilidad, dado que determina el nivel de actividad y capacidad de la semilla. La viabilidad de las semillas debe ser evaluada con la prueba de Tetrazolio (Miranda D., Perea M., y Magnitskiy S., 2009).

Los frutos de Gulupa, Badea y Taxo tienen una baja productividad en la propagación porque los métodos empleados actualmente en semilla son de plantación simple y directa. Debido a las cubiertas seminales gruesas de estas pasifloras, se necesita evaluar el uso de técnicas pre

germinativas que logren penetrar la cubierta o reducir la dureza de la semilla, llamados escarificación y utilizados en muchos otros cultivos con estructuras similares.

1.2. Justificación

El género *Passiflora* es el más importante de la familia Pasiflorácea, tiene alrededor de 700 especies, en el cual existen especies con usos comerciales como frutales, medicinales y ornamentales (Lobo M. y Medina C., 2009). El principal país productor de esa familia de plantas es Brasil con 150 cultivares nativos. En Colombia el maracuyá, la badea y la gulupa, han adquirido importancia para su exportación. Los principales países importadores de pasifloras en 2012 (International Trade Centre, ITC, 2015) son: China con el 31.6%, Hong Kong con 7%, Indonesia con el 6%, Rusia con el 5.1% y Países Bajos con el 5%.

La Asociación Hortifrutícola de Colombia, ASOHOFRUCOL, (2019) menciona exportaciones de gulupa con un valor comercial alrededor de 32,540,358 dólares (FOB), que es igual al 3% de la participación en la exportación total de 2018 en ese país con destino a Países Bajos, Bélgica, Reino Unido, Italia, Canadá, Francia, Alemania, España, Rusia, Suiza, entre otros. La ASOHOFRUCOL dio a conocer como los principales usos de la gulupa son:

Culinarios: pulpa en zumos, jugos y ensaladas

Industriales: pulpa sin semilla como materia prima de mermeladas, gelatinas, salsas, helados y cocteles.

Medicinal: Hojas y fruto en infusión o jugo; disminuyen la presión arterial, es un antiespasmódico, tranquilizante y relajante (ASOHOFRUCOL, 2019).

La Gulupa presenta una composición (en 100 g de fruta) que contiene 88.9 g de agua, 1.5 g de proteína, 0.5 g de grasa, 11 g de carbohidratos, 0.4 g. de fibra, 0.8 mg de niacina, 21 mg de fósforo, 1.7 mg de hierro, 0.1 mg de tiamina, 0.17 mg de riboflavina, 9 mg de calcio y 20 mg de ácido ascórbico (Orjuela-Baquero et al., 2011).

Según el Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador (SENAE) en el listado de Exportaciones no petroleras, solo en enero de 2,019 el Ecuador exportó 2,327,532.74 dólares (FOB) de fruta fresca y productos a base de maracuyá a países como Alemania, Canadá, Países Bajos, Guatemala, Estados Unidos, Australia, Italia y Tailandia, mientras que hubo una exportación de 98,223.18 dólares (FOB) de Badea hacia Emiratos Árabes, Canadá, Suiza, Alemania, Francia, Hong Kong, Italia, Malasia, Países Bajos y Singapur (SENAE, 2019). En Propiedades físicas, químicas, térmicas y nutricionales de la badea (*passiflora quadrangularis*) en la Universidad Nacional de Trujillo en 2,015 Acurio et al. mostraron la composición de esta fruta en 100 g: 92.5 g de humedad, 0.35 g de proteína, 0.27 g. de ceniza, 0.015 g. de lípidos, 0.53 g de fibra cruda, 6.31 g de carbohidratos (Acurio et al., 2015).

El Taxo en el Ecuador es cultivado en la Sierra, en las provincias de Imbabura, Pichincha y Tungurahua, Chimborazo, Azuay, Cañar y Loja. Tiene propiedades tranquilizantes que han permitido al Ministerio de Cultura y Patrimonio incluir a este producto como patrimonio alimentario de los ecuatorianos (Patrimonio, 2015). También conocido como Curuba, permite que el organismo de las personas asimile mejor la grasa; en un estudio de la Universidad Nacional de Colombia (2,016) se formuló un extracto a base de cáscara de taxo, la que logró reducir la concentración de colesterol y triglicéridos (UN, 2016). En Colombia existen para 2,011 alrededor de 2,111 hectáreas con una producción de 20,614 toneladas al año (Parra, 2012).

La composición en 100 g del Taxo sp. incluye: 92 g de agua, 0.60 g de proteína, 0.10 g de grasa, 6.30 g de carbohidratos, 0.30 g de fibras, 4 mg de calcio, 20 mg de fósforo, 0.40 mg de hierro, 1700 U.I de Vitamina A, 70 mg de ácido ascórbico, 2.5 mg de niacina, 0.03 mg de riboflavina (Cruz, 2000).

La presente investigación se enfocará en las pasifloras, Gulupa, Badea y Taxo, todas con un bajo porcentaje de germinación y cuyo crecimiento como frutales de exportación depende del

mejoramiento de sus sistemas de producción, incluyendo la producción de plántulas para usos comerciales.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Clasificación taxonómica

Las especies del género *Passiflora* son originarias de la cuenca hidrográfica del río Amazonas, pero su distribución regional abarca todos los países costeros y andinos de Sudamérica. Actualmente muchas especies de pasifloras se utilizan con fines comerciales alrededor del mundo y el género ha sido introducido a los cinco continentes. El presente estudio utiliza tres pasifloras: *Gulupa*, *Passiflora edulis* f. *edulis*; *Badea Passiflora quadrangularis* L.; y *Taxo Passiflora tarminiana*, todas con la siguiente clasificación taxonómica

Clase: Equisetopsida.

Sub clase: Magnoliidae.

Super orden: Rosanae.

Orden: Malpighiales.

Familia: Passifloraceae.

(Tropicos.org, 2021)

2.2. Descripción Botánica de las Especies y Morfología

El género *Passiflora* está compuesto por especies de enredaderas leñosas, con zarcillos además de: Lianas, arbustos y pequeños árboles. En general, las *Passifloras* son plantas trepadoras perennes y se las puede encontrar asociadas con árboles, aferradas a sus troncos mediante zarcillos. Tanto *Passiflora quadrangularis* L, *Passiflora edulis* f. *edulis*. como *Passiflora tarminiana*, son enredaderas perennes y se distinguen una de otra por las características, colores y formas de sus hojas, tricomas, glándulas, flores, inflorescencias y semillas (Bonilla Morales M., Aguirre Morales A., y Agudelo Varela O., 2015).

La disposición de sus hojas es alterna, con una lámina foliar desarrollada que puede ser membranácea (*Badea* y *Taxo*) o coriácea (*Gulupa*) al igual que esta característica y la longitud

de las hojas dependerá de la especie. En el caso de *Passiflora quadrangularis*, su hoja es simple o unilobulada, mientras que *Passiflora edulis* f. *edulis*. y *Passiflora tarminiana* son trilobuladas. En la súper sección Tacsonia, por otra parte, se han encontrado plantas con polimorfismo foliar; esto quiere decir que pueden encontrarse hojas bilobuladas y trilobuladas en la misma planta (Bonilla Morales M., Aguirre Morales A., y Agudelo Varela O., 2015). En muchas especies de *Passiflora*, incluyendo la *Gulupa*), se produce un fenómeno foliar llamado Heteroblastia donde la hoja de la planta joven es diferente a la hoja de una planta madura (Ángel-Coca, Nates-Parra, Ospina-Torres, y Melo Ortiz, 2011).

Las especies de *Passifloras* pueden tener o no tricomas y su forma o cantidad son características de cada especie. Se pueden dividir estos grupos de pasifloras de acuerdo con su cantidad de tricomas en: Glabro, glabrescente, piloso pubescente o densamente pubescente. De acuerdo con su forma: piloso, lanado, crispolano y (Bonilla Morales M., Aguirre Morales A., y Agudelo Varela O., 2015). La *Passiflora quadrangularis* tiene sus pubescencias en las hendiduras del ápice de la hoja. La *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*. tiene el tallo glabro, al igual que las hojas. En *Passiflora tarminiana* se pueden ver pubescencias en tallos, hojas y flores, pero puede darse casos donde solo se encuentre en los ovarios y cubriendo la fruta (Checa-Coral O., Rosero E., y Eraso I., 2011).

Las glándulas o también llamados nectarios extra florales se pueden encontrar en la lámina foliar, peciolo, brácteas y estípulas. Los peciolo, algunas veces presentan dos o mas nectarios. De haber glándulas peciolares, se tendrá también glándulas marginales en la hoja (Bonilla Morales M., Aguirre Morales A., y Agudelo Varela O., 2015). En *Passiflora quadrangularis* las estípulas lineares no presentan glándulas peciolares; esto la separa de la *Passiflora laurifolia* (Killip, 1922). La *Passiflora edulis* f. *edulis*. tiene dos nectarios en el ápice del peciolo, mientras que en la súper sección Tacsonia las glándulas nacientes en el margen de la hoja se convierten en peciolares, pero en *Passiflora tarminiana* pueden presentarse de 1 a 4 pares de glándulas

adaxiales. Las glándulas producen una secreción dulce que atrae hormigas y repele lepidópteros de la familia Heliconidae (Coppens y Barney, 2001)

Las flores individuales o en pares son características de las Passifloras Normalmente con inflorescencias encima, pseudo racimos y muy pocas en racimos. Las inflorescencias se dan por la unión de la flor al tallo por medio del pedúnculo y pedicelo (Bonilla Morales M., Aguirre Morales A., y Agudelo Varela O., 2015). Las flores de *Passiflora quadrangularis* son vistosas, fragantes, y de hasta de 15 cm. de diámetro; el tubo floral de 1.2 cm de largo; sépalos de color rojo profundo, oblongos, de 3 a 3.5 cm. de largo, de 1.5 a 2 cm de ancho, ligeramente cóncavos, de amplia extensión cuando se desarrollan son obtusos, aquillado en la superficie exterior, la quilla terminando en una cúspide de 3 mm de largo; pétalos blancos, lineales-oblongos, de 3 a 3.5 cm de largo, con un promedio de 1 cm de ancho, los filamentos de corona planos, levemente reflejados; partidos en 4 series, las 2 externas en el tubo, blanco, con bandas azul violáceo, las 2 interiores de 3 mm. y 2 mm. desde la garganta, los filamentos de la serie más externa filiforme, 1.5 cm de largo, 1.0 mm en grosor de la base y brácteas distintas (Killip, 1922). La flor de la *Passiflora edulis* f. *edulis* en su ápice tiene tres brácteas de color verde con nectarios marginales similares a las hojas, sin formar un involucre de brácteas, flor axilar en pares, pedúnculo de 10 mm. de largo, pétalos color verde pálido, oblongos y largos como sépalos, ginóforo de 2 mm. de largo y tubular, 5 estambres, ovario claviforme, estilos recurvos y estigmas capitados (Deginani, 2001). La flor de la *Passiflora tarminiana* tiene bracteas que unidas son la mitad del largo de la flor, un pedúnculo variable en tamaño con una flor pendiente, su corola es de color rosa pálido, muy pocas veces blancas, con un tubo floral de proporción 1.3-1.6, su cámara nectarífera de un tamaño mayor que su tubo floral (Coppens y Barney, 2001).

Las semillas de *Passiflora* se caracterizan por el arilo, contenedor gelatinoso que cubre la semilla que se encuentra conectado al fonículo apéndice conectora del mesocarpo. Suelen ser

numerosas, planas, de testa dura, compuesta de entre 3 y 5 capas, que también tiene formas distintas de labrado entre especies, su color igual varía entre en café y el negro, con un cuerno apical que puede o no ser alargado. Se dividen en su interior en cotiledón, hipocotilo, plúmula y radícula, estos tres últimos forman el eje embrionario que se encuentra contrario al ápice, en la base de la semilla (Miranda D., Perea M., y Magnitskiy S., 2009).

La semilla de *Passiflora quadrangularis* mide alrededor de 7 mm de largo y 5 mm de ancho, con margen levemente estriado con un cuerno central de 1 mm, base redondeada, labrado de testa retículo alveolado y de forma elíptica acorazonada. La semilla de *Passiflora edulis* f. *edulis* mide 5 mm de largo y 3 mm de ancho, tiene un margen entero con un cuerno central húngido y delgado de aproximadamente 1 mm, base aguda, testa reticulada y es de forma elíptica. La semilla de *Passiflora tarminiana* mide 6 mm de largo y 3 mm de ancho, tiene un margen entero con un cuerno central de aproximadamente 2 mm, base obtusa, testa retículo alveolada (Pérez-Cortéz, 2002).

2.3. Latencia de semillas de passifloras

Latencia es la condición de la semilla que mantiene a ésta en un periodo de “hibernación” e impide que germine, aunque esta sea viable y en el caso de las pasifloras está ligada a la dureza y condición de la semilla (testa). La viabilidad es la capacidad de la semilla para germinar en condiciones favorables de temperatura, humedad y ambiente. La latencia puede ser vista como un seguro para no perder viabilidad durante transporte y procesos en condiciones ambientales no ideales (Varela y Arana, 2011).

Las semillas de *Passiflora* son consideradas ortodoxas, esto quiere decir que toleran una desecación que las mantiene con 6-8% de humedad para poder ser almacenadas. Las semillas extraídas de plantas con poco tiempo de haber sido sembradas (menos de un año) muestran casos de latencia difíciles para la reproducción sexual del cultivo (Miranda D., Perea M., y

Magnitskiy S., 2009). Al ser consumidas por animales frugívoros, la semilla se dispersa en sus heces y después de tener contacto con los ácidos de su sistema digestivo, se produce el ablandamiento de la testa. Es así como la zarigüeya (*Dedelphis*) con un tracto digestivo como el de los mamíferos con estómagos ácidos y pH menor a 2 dado que no tienen glándulas de Brunner; dispersan la semilla escarificada en su intestino de forma natural (de Oliveira et al., 2018). Por esta razón varios estudios han utilizado ácidos como método artificial de escarificación para pasifloras.

Passiflora sp. tiene latencia exógena (mezcla de mecánica y química), esto quiere decir que la composición de su cubierta seminal es muy fuerte y posee inhibidores para el crecimiento de la radícula y el embrión. La dureza de la cubierta impide el crecimiento de embrión y la germinación se trunca (Miranda D., Perea M., y Magnitskiy S., 2009).

2.4. Germinación de semillas de pasiflora

La germinación es el proceso de desarrollo en el cual la semilla rompe su latencia y se transforma hasta convertirse en plántula, favorecida por condiciones climáticas; agua, oxígeno y temperatura. La semilla, en sustrato, absorbe el agua e inicia la división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrientes del endospermo y los cotiledones. Emerge la radícula que se convertirá en raíz principal y el hipocotilo se estira hasta que los cotiledones estén a nivel del suelo. Se inicia la germinación con la imbibición que es el ingreso de agua a la semilla que estuvo seca y esto dependerá de la permeabilidad de la cubierta seminal y de las condiciones externas. El proceso causa una pérdida de azúcares, ácidos orgánicos, iones, aminoácidos, péptidos e inhibidores de germinación y auxinas, pero reanudando como consecuencia la actividad metabólica. La respiración inicia de manera anaeróbica y se vuelve aeróbica cuando la radícula atraviesa la cubierta seminal. La hidrólisis de fitohormonas (giberelina, auxina y etileno) conjugadas las vuelve libres e inicia el desarrollo. Las giberelinas

actúan en la pérdida de dormancia en interacción con ácido abscísico (ABA). La emergencia de la radícula es consecuencia de la elongación y los tejidos que la cubren sufren de ablandamiento (Mantilla, 2016).

2.5. Efecto de la luz y temperatura en la germinación de semillas de pasiflora

El Ecuador presenta una gran variedad de climas en todo su territorio en el cual existen dos ‘estacionalidades’ marcadas principalmente por el cambio en precipitación: invierno y verano, mas no por el cambio drástico en temperatura y horas de luz como en países temperados de 4 estaciones, debido a la ubicación del país en la línea ecuatorial. En los Andes, el ‘invierno’ inicia en octubre y puede seguir hasta mayo, mientras que el ‘verano’ va de junio a septiembre. El clima, en parte, esta influenciado por la topografía que genera una amplia gama de temperaturas, por encima de los 0 °C, llegando hasta los 26 °C en promedio al año. Existe una relación entre elevación y temperatura. La posición de una plantación de pasifloras con respecto al aire y al agua también va a influenciar en su microclima. En el Ecuador, la intensa radiación solar evapora las masas de aire que ascienden y luego caen al enfriarse. Las montañas andinas son barreras de las masas de aire, además, la sombra pluviométrica hace que los valles interandinos sean secos y soleados (Varela y Ron, 2019). El número de horas luz durante todo el año en el país, se produce por su ubicación geográfica, donde un cultivo puede recibir 12 horas de luz con radiación constante de 4.2 kWh/m² (Velasco y Cabrera, 2010). Esto favorece al crecimiento de ciertas especies frutales, que se vuelven dulces y de gran tamaño. Las passifloras se distribuyen por el trópico en las diferentes altitudes de los pisos climáticos, con temperaturas calientes o frescas según la necesidad de la especie. Crecen adecuadamente en un rango entre latitud 0 a 35°, su cultivo se da desde el nivel del mar hasta los 3,200 msnm. Todas las passifloras necesitan humedad moderada y según la especie se desarrollan mejor en distintos rangos de temperatura. Por ejemplo, de las tres pasifloras utilizadas en este estudio,

la badea (*Passiflora quadrangularis*) es una planta que se desarrolla óptimamente en altitudes bajas con temperatura y humedad mayor como la costa y la región amazónica. En el Ecuador, se presentan pocos cambios de radiación, pero grandes cambios en temperatura y precipitación. La luz puede tener efectos distintos en la germinación de las semillas de *Passiflora* sp. Por ejemplo, a niveles de luz bajos como los de bosque tropical la germinación de *Taxo* puede ser inhibida, por ello es considerado un frutal típico de la sierra. Por otra parte, una *passiflora* típica de la costa, el Maracuyá tiene comportamiento fotoblástico negativo, esto quiere decir que germina en menor cantidad cuando se exponen a luz natural (fluorescente, azul y rojo lejano). Las temperaturas para germinación de semillas de *pasifloras* tienen un rango entre los 20 °C y los 30 °C (Fischer G., Casierra-Posada F., y Piedrahíta W., 2009).

2.6. Importancia de los diferentes pretratamientos para mejorar la germinación

Las condiciones naturales de humedad y temperatura necesarias para la germinación, en ocasiones no son suficientes para que ocurra. Cuando la latencia es invulnerable, la semilla necesitará de un pretratamiento para lograr una mejor y mas rápida germinación. Las técnicas que reducen la cantidad de semilla no viable y entregan consistentemente germinación más uniforme del cultivo, pueden tener un alto costo y adicionalmente pueden ser más complicadas y con un mal manejo, podrían terminar dañando la semilla (principalmente utilización de ácidos para escarificación). Hay que tener en consideración el tiempo y la forma de almacenaje de la semilla que se quiere tratar, como también su especie. Para el presente estudio se eligió dos formas de rompimiento de latencia, que no tienen un costo elevado y que prometen acelerar la germinación (Willan, 1991).

2.6.1. Pretratamiento mecánico

Dada la resistencia mecánica de la cubierta de la semilla frente a el crecimiento del eje embrionario, se puede recurrir a la técnica de escarificación que remueve la testa, o parte de

esta, para agilizar el ingreso de agua, crecimiento del embrión e intercambio de gases. Para este experimento la técnica consiste en un micro corte del cuerno apical después de haber remojado las semillas por 48 horas seguido de su respectivo secado (Willan, 1991).

2.6.2. Pretratamiento físico

En distintas pasifloras se ha supuesto que existe una impermeabilidad de la cubierta de la semilla al agua y al aire. Para reducir estas limitantes se puede recurrir a la técnica de escarificación que rompe la testa por medio de agua hirviendo (100 °C). Al alcanzar el punto de ebullición, un litro de agua se verterá sobre un tazón que contenga las semillas y durante los cinco primeros minutos las testas se cuarteán liberando un sonido muy leve. En este estudio las semillas sometidas a este tratamiento fueron las primeras en ser sembradas en la turba y no fueron remojadas con anticipación (Varela y Arana, 2011).

2.6.3. Tetrazolio

Para poder realizar una prueba de germinación se necesita un tiempo definido por el cultivo, el cual no se logrará inmediatamente. El posible porcentaje de germinación depende del procesamiento, almacenamiento y siembra de la semilla. Una de las formas de determinar la calidad fisiológica de la semilla es la prueba de Tetrazolio (Ruiz, 2009).

Esta prueba permite diagnosticar problemas que afectan la calidad de la semilla. La prueba esta basada en la actividad de las enzimas que catalizan reacciones respiratorias en la mitocondria en el ciclo de Krebs; la deshidrogenasa del ácido málico reduce el cloruro de 2,3,5-trifeniltetrazolio en los tejidos vivos (Velásquez y Araujo, 2020).

La actividad de la enzima deshidrogenasa diferencia el material vivo del muerto, mientras que el color definirá su viabilidad. Una vez aumentada la actividad de la deshidrogenasa, se liberan iones hidrógeno y producen el compuesto formazán que tiñe las células vivas de color rosa-

rojo mientras que las muertas permanecerán sin color. El patrón de tinción y la intensidad del mismo determinan la viabilidad de la semilla.

La semilla viable, teñida en su eje embrionario, indica la capacidad de germinar mas no su dormancia. La interpretación debe ser realizada por un profesional de larga experiencia, que realiza los analisis de forma rutinaria para determinar la viabilidad, garantizando de esta manera la calidad fisiológica de la semilla, manteniendo su calidad (Moore, 1985).

III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1. Objetivos

3.1.1. Objetivo General

Determinar el efecto de dos tipos de escarificación para mejorar la germinación de tres especies de Passifloras con potencial comercial de exportación.

3.1.2. Objetivos Específicos

Determinar el porcentaje de viabilidad de semilla en base a la prueba de Tetrazolio.

Comparar la respuesta de los dos tipos de escarificación: física y térmica en las tres especies de pasifloras y determinar el método más efectivo para incrementar su porcentaje de germinación.

Determinar el método más efectivo para incrementar el porcentaje de germinación de las tres especies.

3.2. Hipótesis

Los tratamientos pre-germinativos de escarificación pueden incrementar el porcentaje de germinación de las tres especies de Passifloras.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Colección de Material Vegetal

El proceso de colecta de semillas se inició con la identificación de plantas sanas y la selección de frutos maduros con buen tamaño y peso. *Passiflora quadrangularis* fue colectada en la parroquia Moromoro, Piñas, El Oro, en la parte occidental de la Cordillera de los Andes a 980 msnm, el 24 de enero de 2021. *Passiflora edulis* f. *edulis* se colectó en el barrio El Dorado de la parroquia Puyo, ciudad de Puyo, Pastaza, a 940 msnm, el 2 de febrero de 2021. *Passiflora tarminiana* se colectó en la parroquia Los Chillos, Sangolquí, Pichincha, a 2,500 msnm, el 16 de febrero de 2021.

4.2. Manejo del Experimento

4.2.1. Procesamiento de la semilla

Todas las especies recibieron un tratamiento de fermentación similar; 5 días de fermentación en frascos de vidrio, después se realizó un lavado con agua potable y se retiró el mucílago que cubría las semillas, a continuación, se dejó secar las semillas por dos días a la sombra sobre papel periódico. Se almacenó a 5 °C con una humedad relativa de 60% dentro de bolsas auto sellables por 45 días. A los 45 días se lavaron las semillas con agua potable y jabón, se las colocó por 3 minutos en 400 mL de alcohol al 70%, luego se las enjuagó con agua destilada, y se las transfirió por 20 minutos a una solución de agua con hipoclorito de sodio al 5% con 4 gotas de jabón líquido para platos para romper la tensión superficial. Se realizó 5 lavados en agua destilada las semillas húmedas fueron colocadas en 10 g de Pentacloronitrobenzeno puro dentro de un recipiente de vidrio con tapa y se las agitó hasta que estén cubiertas de solución. De las semillas obtenidas, 30 se utilizaron para la prueba de viabilidad y el resto para el experimento evaluando tratamientos de escarificación. Las semillas del experimento fueron sembradas en semilleros de espumaflex de 72 celdas con una profundidad de 10 cm, de los que

se llenaron 2/3 partes con un sustrato natural (19% turba de sphagnum, 10% de perlita, 70% de materia orgánica, 0.23% de nitrógeno, 50 mS/m de conductividad eléctrica, pH de 6.1) se colocó la semilla y se tapó el tercio restante con el mismo sustrato.

4.2.2. Tratamientos

Las semillas plantadas se sometieron a dos tipos de escarificación: mecánica y física, mientras que otras no recibieron escarificación alguna. La escarificación mecánica consistió en la remoción de testa a través de un corte en el cuerno apical con un cortaúñas y la física en una inmersión en un baño de agua hirviendo c.a 100 °C por 5 minutos.

4.2.3. Prueba de viabilidad

Simultáneamente se realizó esta prueba para determinar el vigor de las semillas, considerando que en el campo las condiciones para la germinación pueden variar. Para obtener un número adecuado de plantas en condiciones de producción comercial se debe utilizar semilla de alta calidad, con buena estructura física, genética conocida y óptima, además de condiciones sanitarias adecuadas. Para conocer si la semilla tiene el vigor necesario, y por ende viabilidad para germinar, se realiza la prueba de cloruro de 2,3,5-trifeniltetrazolio ($C_{19}H_{15}ClN_4$, “tetrazolio”).

La solución de tinción consiste en la sal de tetrazolio y agua destilada (10 g de tetrazolio en 1 litro de agua) que se coloca en un frasco opaco cubierto de papel aluminio hasta el momento de utilizarlo. Las semillas de las tres Passifloras a ser evaluadas se colocaron en cajas petri, que se llenaron de solución de tetrazolio al 1% en un cuarto oscuro. La solución penetró en los tejidos de la semilla, dentro de una cámara de calor oscura, por 1 hora y 30 minutos a 40 °C, formando como resultado un color rojo estable producido por el compuesto trifenil-formazan, el cual sirve como indicador de que existe actividad respiratoria ya que tejidos muertos no toman el color rosa-rojo. La evaluación de las semillas se basó en el aspecto general de los

tejidos; estableciéndose la capacidad de las funciones de cada una de sus partes por medio del color. Un tejido sano es aquel que se tiñe de forma gradual y uniforme. Los tejidos débiles pero viables se tiñen en su totalidad de color rosa que aumentará hacia rojo o hacia blanco dependiendo de los daños que pueda tener. Los tejidos débiles y no viables pueden estar rodeados de tejido sano y aun así no teñirse. Los tejidos no teñidos muestran la muerte de la semilla (Moore, 1985).

4.3. Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial de 32 con tres repeticiones. Donde el primer factor (A) es la especie de pasiflora y el segundo factor (B) es el tipo de escarificación; resultando nueve combinaciones aleatorizadas y cada repetición se asignó al azar también con los números del 1 al 9. Al inicio de la prueba y cada diez días se midió el porcentaje de germinación (cada 10 días, ya que puede variar entre especies) y se determinó el promedio de germinación de cada especie, longitud del tallo (LT), diámetro del tallo (DT), además de sobrevivencia de plántula.

V. RESULTADOS

Los resultados del experimento se presentan considerando tres componentes: (a) evaluación de la viabilidad de las semillas de las tres especies de pasiflora (gulupa, badea, taxo) previo al uso de tratamientos de escarificación; (b) evaluación de la efectividad del uso de los dos tratamientos de escarificación de la semilla (agua hirviendo y corte de testa) y manejo convencional de la semilla (fermentación y lavado y secado, sin escarificación) en los tres tipos de pasiflora y su efecto sobre porcentaje de germinación y crecimiento de plántula; y (c) mortalidad de las plántulas.

5.1. Tetrazolio y viabilidad de la semilla en las tres pasifloras

La prueba de evaluación de viabilidad de la semilla encontró que, de las tres pasifloras, la gulupa germino 10% más que la badea y 20% más que el taxo (

Tabla 1). Las diferencias en porcentajes de viabilidad entre las tres especies reflejan la necesidad de evaluaciones adicionales para determinar la confiabilidad de los datos iniciales obtenidos en este experimento.

Tabla 1: Viabilidad de Semillas de pasiflora. Porcentaje de viabilidad promedio para Gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis*, G), Badea (*Passiflora quadrangularis*, Q) y Taxo (*Passiflora tarminiana*, T) con la prueba de Tetrazolium en semilla colectada en 2021 en: a) Puyo, Pastaza, b) Piñas, El Oro, y c) Sangolquí, Pichincha, respectivamente.¹

Especies	Prueba Tetrazolio Viabilidad %
Gulupa (G)	95.0 a ²
Badea (Q)	85.0 b
Taxo (T)	75.0 c
Significancia	0.016 ¹

¹ Se incluye el valor-p para la significancia sólo en el caso que éste sea menor a 0.05. Para casos en los que es mayor, se incluye "ns" que implica que no existe una diferencia significativa con respecto a los tratamientos. El análisis se realizó con un ANOVA de variable simple (Especies) con la ayuda en MS Excel.

Las letras después del promedio indican diferencias significativas entre valores al menos que estas sean las mismas

5.2. Efectividad de las técnicas de escarificación en las 3 pasifloras

5.2.1. Porcentaje de germinación

Al finalizar el período de observación, 45 días, no se encontró diferencias estadísticamente significativas para el porcentaje de germinación con el tipo de tratamiento de escarificación (valor- $p > 0.05$). Por el contrario, la evaluación de germinación de las especies determinó diferencias que significativas (

Tabla 2). Así, la gulupa tiene un mayor grado de germinación con alrededor de 17% más que el taxo, y el de éste a su vez es más del 50% que el de la badea. Este resultado es particular para la badea dado que no pertenecía al piso climático en el que se desarrolló el experimento. Cuando se considera una interacción entre las especies y el procesamiento, tampoco se encontró diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 2: Porcentaje de germinación de las semillas de Pasiflora. Promedio para gulupa, badea y taxo, bajo los tres tipos de procesamiento de semillas (inmersión en agua hirviendo -A-, corte -C- o sin escarificación -NS-)¹.

Especies	Germinación %
Gulupa (G)	67.4 a
Badea (Q)	24.4 b
Taxo (T)	50.0 c
Procesamiento de Semilla	
Inmersión en agua hirviendo (A)	45.2
Corte (C)	38.1
Sin escarificación (NS)	58.6
Significancia	
Especies (S)	0.00014
Procesamiento de semilla (P)	ns
SxP	ns

¹ Se incluye el valor-p para la significancia sólo en el caso que éste sea menor a 0.05. Para casos en los que es mayor, se incluye "ns" que implica que no existe una diferencia significativa con respecto a los tratamientos. El análisis se realizó con un ANOVA de dos variables (Especies y Procesamiento) con la ayuda de MS Excel.

5.2.2. Crecimiento de plántula

Las mediciones obtenidas de las longitudes y los diámetros de los tallos de las plántulas de las diferentes especies (gulupa, badea y taxo), al final del período de observación, se encuentran resumidos en la Tabla 3. Se tomaron en consideración las posibles diferencias en las medidas en función del tipo de plántula y del tipo de procesamiento al que fueron sometidos las semillas. Con ello, se puede apreciar que existen diferencias significativas para las longitudes de los tallos a los 45 días siendo más largos los de taxo con 0.66 cm más que la gulupa y 0.67 cm más que los de badea, siendo la diferencia entre los primeros y los otros dos de casi 0.7 cm mientras que entre la badea y gulupa la diferencia es menor a una décima de milímetro. Por su parte, el tipo de procesamiento de las semillas no presentó diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo de los tallos de las tres especies. El análisis de significancia de tukey muestra que la longitud resultante por inmersión en agua hirviendo es significativamente mayor que la del corte de la testa y la sin escarificación.

Además, en la misma Tabla 3 se puede apreciar que los diámetros de los tallos no presentaron diferencias significativas al final del período de observación tanto para el tipo de plántulas, como para el tipo de procesamiento al que fueron sometidas las semillas y para cuando se analiza con los tratamientos, los valores promedio son prácticamente iguales. El análisis de significancia de tukey muestra que las plántulas resultantes de semillas sin escarificación tienen diferencia significativa con las que resultan de semillas con escarificación alguna. En el mismo análisis para las especies, la badea muestra diferencias significativas en promedio con las otras dos especies.

Se incluyen también, en la

Tabla 4, tanto las longitudes como los diámetros de los tallos para los 25, 35 y 45 días.

Como se puede apreciar en la progresión de crecimiento, en el diámetro de tallo períodos

tempranos reflejan diferencias estadísticamente significativas (observar valores-p en cada caso) que desaparecen para el último período de observación.

Tabla 3: Crecimiento de las plántulas por tipo de procesamiento de las semillas y especies. Para la significancia, se incluye valor-p cuando $p < 0.05$; caso contrario se incluye "ns" para $p > 0.05$.²

Especies	Longitud Tallo	Diámetro Tallo
	[cm]	[mm]
Gulupa (G)	3.59 b	2.54
Badea (Q)	3.58 b	2.04
Taxo (T)	4.25 a	2.52
Procesamiento de Semilla		
Inmersión en agua hirviendo (A)	4.23	2.44
Corte (C)	3.89	2.49
Sin escarificación (NS)	3.60	2.54
Significancia		
Especies (S)	0.03730	ns
Procesamiento de semilla (P)	ns	ns
SxP	ns	ns

² Se incluye el valor-p para la significancia sólo en el caso que éste sea menor a 0.05. Para casos en los que es mayor, se incluye "ns" que implica que no existe una diferencia significativa con respecto a los tratamientos. El análisis se realizó con un ANOVA de dos variables (Especies y Procesamiento) con la ayuda de MS Excel.

Tabla 4: Datos del Crecimiento de las Plántulas (longitud y grosor de los tallos) en las diferentes etapas de observación.³

Tratamientos	Especies	días	Longitud Tallo			Diámetro Tallo		
			[cm]	[cm]	[cm]	[mm]	[mm]	[mm]
			25	35	45	25	35	45
	Gulupa (G)		0.98	1.42	3.59	0.154	0.146	2.54
	Granadilla (Q)		1.93	3.01	3.58	0.135	0.181	2.04
	Taxo (T)		1.09	1.40	4.25	0.147	0.140	2.52
Procesamiento de Semilla								
	Inmersión en agua hirviendo (A)		1.06	1.43	4.23	0.152	0.142	2.44
	Corte (C)		1.08	1.53	3.89	0.145	0.147	2.49
	Sin escarificación (NS)		1.25	1.60	3.60	0.151	0.147	2.54
Significancia								
	Especies (S)		2.56E-14	5.90E-53	0.03730	0.008954	4.88E-15	ns
	Procesamiento de semilla (P)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
	SxP		ns	ns	ns	ns	ns	ns

³ Se incluye el valor-p para la significancia sólo en el caso que éste sea menor a 0.05. Para casos en los que es mayor, se incluye "ns" que implica que no existe una diferencia significativa con respecto a los tratamientos. El análisis se realizó con un ANOVA de dos variables (Especies y Procesamiento) con la ayuda de MS Excel.

5.2.3. Mortalidad de las plántulas

Las semillas que germinaron siguieron su crecimiento y no murieron hasta el final del período de observación. Por lo tanto, la mortalidad de las semillas fue de 0% en el período de evaluación.

VI. DISCUSIÓN

La viabilidad con prueba de Tetrazolio, para las tres pasifloras evaluadas en este estudio, es comparable con la viabilidad encontrada por Rodríguez al evaluar cultivares de pasifloras comerciales donde su promedio para todos los cultivares evaluados es del 91% comparado con los resultados de este estudio donde el promedio para las tres pasifloras es del 85% esto indica que la semilla seleccionada se encuentra en un rango adecuado de viabilidad (5% de deferencia) y contrasta que el método de selección de planta/semilla utilizado fue considerablemente adecuado (Rodríguez, 2020).

Los porcentajes de germinación después de un tratamiento de escarificación puede incrementar la dormancia de la semilla de passiflora recién extraída puede ser difícil de romper pero es posible romper la dormancia, llegando a un 89% de germinación. Para la gulupa y el taxo no hubo retraso en la germinación del material que no recibió tratamiento, sin embargo la badea, que no se encontraba en un piso climático propicio para su desarrollo, germinó sin vigor, y esto quiere decir, sin la fuerza necesaria para sobrevivir en un clima distinto al que se ha adaptado la especie ; las semillas de la primera repetición fueron las únicas en desarrollarse a lo largo del experimento, la badea a diferencia de la gulupa y el taxo no esta adaptada a la altura y pese a lo reportado, en esta última la dormancia no se rompió al cambiar las condiciones ambientales que rodean a la semilla (Mabundza, 2010).

Las semillas que no fueron sometidas a procesos de escarificación presentaron un porcentaje de germinación más alto (60%) con respecto a los dos tratamientos a los que fueron sometidas las semillas. Esto resulta interesante pues se había asumido que la escarificación, por inmersión en agua hirviendo o por corte de la testa, podía ayudar a la germinación en función del debilitamiento de la cubierta de la semilla. Sin embargo, de que el análisis de viabilidad de las semillas presentaba semillas viables sin exponerles a tratamiento externo alguno. Aún cuando

el tratamiento de corte de testa aumentó su porcentaje de germinación no fue estadísticamente significativo. (Severin, 2004)

El crecimiento de las plántulas es donde se encontraron resultados con diferencias estadísticamente significativas. Para las diferentes especies, el desarrollo de los tallos de las plántulas presentó diferencia, siendo los taxos los que más se desarrollaron y las badeas las que menos lo hicieron. Estas diferencias también existieron a los 25 y a los 35 días, con un desarrollo de la badea, rápido al inicio y mucho más pausado hacia el final, en contraste con taxo y gulupa que presentaron un desarrollo lento al inicio y acelerado hacia el final.

Las diferencias no fueron significativas al tomar en consideración el procesamiento de las semillas; sin embargo, la inmersión en agua hirviendo presentó una longitud promedio mayor que las del corte, y ambas fueron mayores a las sin escarificación. Este resultado podría señalar que el debilitamiento de la cubierta de la semilla en algo podría ayudar a que la plántula crezca en las primeras etapas.

En lo que respecta al grosor (diámetro) de los tallos, salvo en las etapas tempranas y solo con distinción por especies, no existen diferencias estadísticamente significativas. De hecho, los promedios de diámetro de tallo de gulupa y taxo son casi idénticos (2.54 vs 2.52 mm) y con una relativa diferencia con las badeas (0.5 mm). Algo importante es que la tendencia en el grosor de los tallos de las plántulas en las etapas iniciales sigue un patrón similar al de las longitudes: badeas con un crecimiento rápido inicial y lento al final, en contraste a taxo y gulupa con un crecimiento más lento al inicio y acelerado hacia el final. No se encontraron referencias para el contraste de tamaños de plántulas de 30 días, pero si referencias de plantas de mayor tamaño en Mabundza, 2010.

Las plántulas resultantes de semillas que germinaron presentaron una supervivencia del 100%. Lo que se puede comparar con Franco, Cartagena y Correa, 2014 donde se demuestra que la supervivencia puede ser menor, en el caso del presente experimento; el período de observación

fue corto en comparación con los realizados por el estudio referenciado, por lo que las plántulas tenían aún muchos de los nutrientes disponibles en el endospermo y no requerían de alimentación adicional. En tal virtud, y a partir de que las semillas tenían un alto vigor (prueba de Tetrazolio), se asume que hayan tenido una supervivencia tan alta.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

7.1.1. Tetrazolio y viabilidad de la semilla en las tres pasifloras

La prueba de tetrazolio al igual que en otros estudios, fue acorde con lo esperado y valida la utilización de este método de evaluación para pasifloras.

7.1.2. Germinación y crecimiento de plántula

Los porcentajes de germinación y el crecimiento de las plántulas fueron los esperados como en otros estudios para pasifloras de uso comercial.

Estos porcentajes, indican la necesidad de conducir estudios adicionales para determinar tasas de crecimiento y obtener estándares específicos para variedades de pasifloras en cada especie.

Múltiples repeticiones en años subsecuentes darán mas confiabilidad estadística a los resultados obtenidos.

Otros métodos como el uso de un tratamiento en medio ácido podrían producir resultados más eficientes.

7.1.3. Mortalidad de las plántulas

Fue en este estudio el resultado mas inusual al verse cero mortalidades una vez que la semilla germinó. Usualmente la mortalidad se encuentra entre el 1 y 10%.

7.2. Recomendaciones

Una vez culminado el presente trabajo, se pueden realizar las siguientes recomendaciones para futuros trabajos relacionados:

- En algunos casos es muy complicado trabajar directamente con los semilleros en el suelo, por lo que sería considerar cómo mejorar la infraestructura física de los semilleros.

- Sería importante tener un mejor control de humedad y temperatura interna del invernadero en la Granja Experimental para poder tener datos más precisos.
- La evaluación y comparación de costos de producción de plántula también es una consideración necesaria en futuros estudios.
- Se debería ampliar el alcance del estudio e incrementar el tamaño de la muestra para ver si se logran los mismos resultados comercialmente.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acurio, L., Zamora, A., Salazar, D., Pérez, L., y Valencia, A. (2015). Propiedades físicas, químicas, térmicas y nutricionales de la badea (*Passiflora quadrangularis*). *Agroindustrial Science*, 95-101.
- Ángel-Coca, C., Nates-Parra, G., Ospina-Torres, R., y Melo Ortiz, C. (2011). *BIOLOGÍA FLORAL Y REPRODUCTIVA DE LA GULUPA PASSIFLORA EDULIS SIMS F. EDULIS*. Universidad Nacional de Colombia, Ecología, Caldasia, 433-451.
- ASOHOFrucOL. (31 de julio de 2019). Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola- Balance del Sector Hortifrutícola en 2018. Obtenido de ASOHOFrucOL: http://www.asohofrucol.com.co/imagenes/BALANCE_DEL_SECTOR_HORTIFRUTICULTURA_2018.pdf
- Asturizaga, A. S., Øllgaard, B., y Balslev, H. (2006). Frutos Comestibles. 329-346: *Botánica Económica de los Andes Centrales*.
- Bonilla Morales, M., Aguirre Morales, A., y Agudelo Varela, O. (2015, junio). Morfología de *Passiflora*: una guía para la descripción de las especies. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1), 91-109.
- Checa-Coral, Ó., Rosero, E., y Eraso, I. (2011). Colección y Caracterización Morfoagronómica del Subgénero *Tacsonia* en la Zona Andina del Departamento de Nariño, Colombia. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 893-907.
- Coppens, G., y Barney, V. (2001). *Passiflora tarminiana*, a New cultivated Species of *Passiflora* subgenus *Tacsonia* (*Passifloraceae*). *NOVON*, 8-15.
- Cruz, L. (2000). Cultivos de exportación no tradicionales. Quito: MAGAP.
- de Oliveira, M., Rebouças, A., Hojo, T., Magalhaes, M., Novaes, F. (2018). Endozoochory by *Didelphis albiventris* Lund, 1840 (*Mammalia*, *Didelphimorphia*) in a Semideciduous Seasonal Forest remnant in the South of Brazil. *Biota Neotrópica*, 1-7.
- Deginani, N. (2001). Las especies argentinas del género *Passiflora* (*Passifloraceae*). *DARWINIANA*, 43-129.
- Eljach, S. (2009). Etnobotánica de la granadilla de quijos (*Passiflora popenovii*) en el Municipio de Timbio, departamento del Cauca. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Fischer, G., Casierra-Posada, F., y Piedrahíta, W. (2009). Ecofisiología de las especies *Passifloráceas* cultivadas en Colombia. In S. C. Hortícolas, Cultivo, poscosecha y comercialización de las *Passifloráceas* en Colombia: Maracuya, Granadilla, gulupa y Curuba (pp. 45-67). Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencia Hortícolas.
- Franco, Cartagena, & Correa. (2014). Análisis de crecimiento del fruto de gulupa (*Passiflora edulis* Sims), en las condiciones ecológicas del bosque húmedo montano bajo de Colombia. *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 391-400.

- Haro, J. P., Fonseca, G., y Zamora, P. (2020). Caracterización y Tipificación De La Cadena Agroproductiva Del Cultivo De Maracuyá (*passiflora edulis* L) Pedernales, Manabí, Ecuador. VI Congreso Internacional De La Ciencia, Tecnología, Emprendimiento E Innovación.
- ITC, T. (2015). Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas. Obtenido de ITC: https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c%7c0805%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c%7c1
- Jimenez, Y., Carranza, C., y Rodríguez, M. (2009). Manejo Integrado del cultivo de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Killip. (1922). *Passiflora (Granadilla) popenovii* Killip, sp. nov. *Journal of the Washington Academy of Sciences.*, 323-332.
- Lobo, M., y Medina, C. I. (2009). Recursos Genéticos de pasifloráceas en Colombia. En S. C. Hortícolas, Cultivo, Poscosecha y Comercialización de las Pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, Granadilla, Gulupa, Curuba (págs. 7-15). Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Mabundza, R. (2010). Effect of different Pre germination Treatment Methods on the Germination of Passion (*Passiflora edulis*) seeds. . *Journal of Agriculture & Social Science.*
- Mantilla, Á. J. (2016, 07 05). Desarrollo y germinación de las semillas. *Azcon*, 1-21.
- Marin, F. (1999). Comportamiento floral, desarrollo del fruto y propagación sexual de la badea. Zamorano.
- Miranda, D., Perea, M., y Magnitskiy, S. (2009). Propagación de especies pasifloráceas. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Moore, R. (1985). *Manual de Ensayos al Terazolio*. Zürich: The International seed testing Association.
- Orjuela-Baquero, N. M., Campos, S., Sanchez-Nieves, J., Melgarejo, L. M., y Hernández, M. S. (2011). Manual de manejo poscosecha de la gulupa.
- Ospina, J. (2000). Effects of moisture content on *Passiflora* seed viability after immersion in liquid nitrogen. *Cryoperservation of Tropical plant germoplasm*, 378.
- Parra, M. (2012). Acuerdo de Competitividad de la Cadena Productiva de Pasifloras en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Patrimonio, M. d. (2 de abril de 2015). Cultura y Patrimonio. Obtenido de Patrimonio Alimentario: El poder curativo del taxo en la región andina: <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/patrimonio-alimentario-el-poder-curativo-del-taxo-en-la-region-andina/#:~:text=En%20Ecuador%2C%20el%20taxo%20se,%2C%20Azuay%2C%20>

Ca%C3%B1ar%20y%20Loja.ytext=Las%20cualidades%20curativas%20que%20posee,consumo%20de%20%

- Pérez-Cortéz, S. (2002). *Acta Botánica Venezolana*, 25(1), 67-96.
- Quintero, O. C. (2009). Manejo integrado del cultivo de curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*). Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Reina, C. E. (1995). Manejo Poscosecha y evaluación de la calidad en Curuba. Neiva.
- Rodríguez, N. (2020). Seed structural Variability and Germination Capacity in *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*. *Wild Plants as a Source of new crops*.
- Ruiz, M. d. (2009). El análisis de tetrazolio en el control de calidad de semillas. Caso de estudio: cebadilla chaqueña. INTA, 9-19.
- SENAE. (Enero de 2019). Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador. Obtenido de Exportaciones: <https://www.aduana.gob.ec/exportaciones/>
- Severin, C. (2004). Estimulación de la germinación de semillas de *Passiflora caerulea* L. cultivadas in vitro. Universidad Nacional del Rosario.
- Tropicos. (2021, 04 25). Tropicos.org. Retrieved from Missouri Botanical Garden: <https://tropicos.org/name/50190294>
- UN, N. (18 de abril de 2016). Agencia de noticias UN Ciencia y Tecnología. Obtenido de Cáscara de curuba contrarresta mejor la asimilación de grasa: http://agenciadenoticias.unal.edu.co/index.php?id=1937yL=2ytx_ttnews%5Btt_news%5D=72668ycHash=e3aec575b3c76ef759ab0b1a8340db7d
- Varela, L. A., y Ron, S. R. (2019, 01 31). BIOWEB. Retrieved from Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <https://bioweb.bio/geografiaClima.html>
- Varela, S., y Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. . INTA, 3-4.
- Velasco, G., y Cabrera, E. (2010). Generación solar fotovoltaica dentro del esquema de generación distribuida para la provincia de Imbabura. Escuela Politécnica del Ejército.
- Velásquez, J., y Araujo, A. (2020). Prueba de Tetrazolio, herramienta para determinar la calidad de las semillas. Estación Experimental Santa Catalina INIAP, 1-2.
- Willan, R. L. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales. Centro de Semillas Forestales DANIDA: ESTUDIO FAO.

IX. ANEXO A: DISPOSICIÓN DE SEMILLAS Y PRUEBAS DE TETRAZOLIO

GQA	GPT	TXT	GQA	TXA	GPA	GQA	GQA	TXT	GPC	TXC	GQC	GPC	TXC	GPC	TXC	GQC	GPA	TXA	GQA	GPA	TXA	GPT	TXT	GQT	GPA	TXA	GQA
GQC	GQT	GQC	TXC	TXA	GPT	GQT	GQA	GQC	GPT	TXT	GQT	GPA	TXA	GQA	GQT	GPC	TXC	GQC	GPT	TXT	GQT	GQT	TXT	GPT	TX	GQT	GPT
TXA	GQA	GPT	TXC	GPT	TXC	GQC	GPA	GPC	TXC	GQC	GPA	TXA	GQA	GPT	TXT	GQT	GPA	TXA	GQA	GPC	TXC	GQC	TXT	GPA	GPC	TXT	GPC

Figura 1: Disposición de las semillas en los semilleros. GQ representa a Badea, GP a Gulupa y TX a Taxo. La tercera letra representa el tratamiento: A inmersión en agua hirviendo, C corte y T sin escarificación.



Figura 2: Resultados Prueba Tetrazolio.

X. ANEXO B: DATOS CRUDOS Y TABLAS DE ANOVA

Tabla 5: Porcentajes de germinación de semillas por especie y tratamiento. Se incluyen datos de tres repeticiones por cada especie

	A	C	T
Gulupa	80.0%	46.7%	90.0%
	70.0%	26.7%	73.3%
	53.3%	76.7%	90.0%
Taxo	76.7%	56.7%	73.3%
	60.0%	36.7%	66.7%
	26.7%	30.0%	23.3%
Badea	13.3%	23.3%	36.7%
	0.0%	0.0%	0.0%
	0.0%	0.0%	0.0%

Tabla 8: Tabla de ANOVA de dos variables obtenida con MS Excel para evaluar el efecto de la especie y el tratamiento en la germinación de las semillas

Anova: Two-Factor With Replication

SUMMARY	A	C	T	Total		
<i>Gul</i>						
Count		3	3	3	9	
Sum	2.033333		1.5	2.533333	6.066667	
Average	0.677778		0.5	0.844444	0.674074	
Variance	0.018148	0.063333	0.009259		0.044938	
<i>Tax</i>						
Count		3	3	3	9	
Sum	1.633333	1.233333	1.633333		4.5	
Average	0.544444	0.411111	0.544444		0.5	
Variance	0.064815	0.019259	0.073704		0.043889	
<i>Bad</i>						
Count		3	3	3	9	
Sum	0.4	0.7	1.1		2.2	
Average	0.133333	0.233333	0.366667		0.244444	
Variance	0	1.16E-33	0		0.010278	
<i>Total</i>						
Count		9	9	9		
Sum	4.066667	3.433333	5.266667			
Average	0.451852	0.381481	0.585185			
Variance	0.081142	0.034475	0.064475			
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Sample	0.840576	2	0.420288	15.22057	0.000135	3.554557
Columns	0.192675	2	0.096337	3.488823	0.052419	3.554557
Interaction	0.103128	4	0.025782	0.933681	0.466667	2.927744
Within	0.497037	18	0.027613			
Total	1.633416	26				

Tabla 9: Tabla de ANOVA obtenida con MS Excel para la longitud de los tallos de las plántulas a los 45 días. Análisis hecho por especie.

Anova: Single Factor

SUMMARY					
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>	
Gul	153	549.97	3.59	3.30	
Tax	118	501.34	4.25	4.40	
Bad	22	78.69	3.58	0.35	

ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	30.36	3	10.1203	2.8587	0.0373	2.6358
Within Groups	1023.11	289	3.5402			
Total	1053.47	292				

Tabla 10: Tabla de ANOVA obtenida con MS Excel para la longitud de los tallos de las plántulas a los 45 días. Análisis hecho por tratamiento.

Anova: Single Factor

SUMMARY					
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>	
A	81	342.59	4.23	1.48	
C	83	322.62	3.89	4.24	
T	129	464.79	3.60	4.43	

ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	19.64	2	9.8176	2.7539	0.0653	3.0269
Within Groups	1033.84	290	3.5650			
Total	1053.47	292				

Tabla 11: Tabla de ANOVA obtenida con MS Excel para el diámetro de los tallos de las plántulas a los 45 días. Análisis hecho por especie.

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Gul	151	38.4	0.254305	0.002449
Tax	141	35.47	0.25156	0.002229
Bad	22	4.493	0.204227	0.000847

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	0.049175	2	0.024587	10.96851	2.49E-05	3.024775
Within Groups	0.697147	311	0.002242			
Total	0.746321	313				

Tabla 12: Tabla de ANOVA obtenida con MS Excel para el diámetro de los tallos de las plántulas a los 45 días. Análisis hecho por tratamiento.

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
A	102	24.9100	0.2442	0.0022
C	83	20.6570	0.2489	0.0022
T	129	32.7960	0.2542	0.0027

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	0.005768	2	0.002884	1.211186	0.299245	3.024775
Within Groups	0.740553	311	0.002381			
Total	0.746321	313				

XI. ANEXO C: ANÁLISIS DE SIGNIFICANCIA DE TUKEY

Tabla 13: Tabla de Análisis de Significancia de Tukey para las longitudes de tallos de plántulas por tratamientos.

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Diferencia	n1	n2	SE	q	Tukey q
A	C	0.342554961	81	83	0.023027	14.87593	3.35
C	T	0.283929392	83	129	0.087510	3.244537	3.35
A	T	0.626484353	81	129	0.090489	6.92332	3.35

Tabla 14: Tabla de Análisis de Significancia de Tukey para las longitudes de tallos de plántulas por especies.

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Diferencia	n1	n2	SE	q	Tukey q
Gul	Tax	0.654068904	53	118	0.135636	4.822228	3.35
Bad	Tax	0.671644068	22	118	0.255848	2.625172	3.35
Bad	Gulupa	0.017575163	22	153	0.262468	0.066961	3.35

Tabla 15: Tabla de Análisis de Significancia de Tukey para los diámetros de tallos de plántulas por tratamientos.

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Diferencia	n1	n2	SE	q	Tukey q
A	C	0.004663832	83	102	0.001635	2.853135	3.35
C	T	0.00535304	102	129	0.001563	3.424764	3.35
A	T	0.010016872	83	129	0.002262	4.428985	3.35

Tabla 16: Tabla de Análisis de Significancia de Tukey para los diámetros de tallos de plántulas por especies.

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Diferencia	n1	n2	SE	q	Tukey q
Gul	Tax	0.002744352	53	118	0.003413	0.804073	3.35
Bad	Tax	0.047333011	22	118	0.006438	7.352144	3.35
Bad	Gul	0.050077363	22	153	0.006605	7.582213	3.35

XII. ANEXO D: IMÁGENES DE SEMILLAS

Passiflora quadrangularis “*Badea*”.



Semillas de las tres pasifloras expuestas



Passiflora edulis f. *edulis* “*Gulupa*”



Passiflora tarminiana “*Taxo*”

