



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**COMPORTAMIENTO DE ACODOS AÉREOS DE MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*)
COMO UNA ALTERNATIVA DE PROPAGACIÓN VEGETATIVA.**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
Título de Ingeniero Agropecuario**

AUTOR: JAIME VINICIO SOPALO SOPALO

TUTOR: Nelson Janss Beltrán Gallardo

Quito-Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jaime Vinicio Sopalo Sopalo con documento de identificación N° 1727729871 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 25 de enero del año 2024

Atentamente,



Jaime Vinicio Sopalo

Sopalo

1727729871

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Jaime Vinicio Sopalo Sopalo con documento de identificación No. 1727729871 expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo experimental: Comportamiento de acodos aéreos de Mortiño (*Vaccinium floribundum*) como una alternativa de propagación vegetativa, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Agropecuario, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 25 de enero del año 2024

Atentamente,



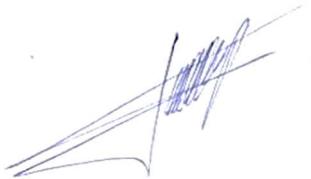
Jaime Vinicio Sopalo Sopalo
1227729871

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Nelson Janss Beltrán Gallardo con documento de identificación N° 1708521867, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Comportamiento de acodos aéreos de Mortiño (*Vaccinium floribundum*) como una alternativa de propagación vegetativa, realizado por Jaime Vinicio Sopalo con documento de identificación N° 1727729871 obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 25 de enero del año 2024

Atentamente,



Nelson Janss Beltrán Gallardo

1708521867

DEDICATORIA

El trabajo de titulación realizado está dedicado principalmente a Dios, ya que gracias a él he tenido salud y vida para seguir preparándome con mis estudios y me ha preparado el camino a seguir.

A mi madre Regina Sopalo Aigaje quien ha estado siempre para apoyarme y ha creído en mí. Gracias por su gran amor que ha tenido hacia mí. También por su sacrificio y esfuerzo por enseñarme a seguir con dinero o sin dinero y hacerme comprender que la meta que traces tienes que realizar, y este logro es parte ti madre.

A mi Pareja Quishpe Sopalo Marlene Mishel por estar en los malos y buenos momentos apoyándome moralmente e impulsándome a seguir estudiando y preparándome para un futuro. Por darme la inspiración para seguir luchando en días ya rendido. Gracias por ese apoyo que me has dado.

A mi padre José Rafael Sopalo Lamchimba que me ayudó en su debido tiempo y ahora que eres mi ángel de la guardia.

A mis hermanos Lorenzo Sopalo, Milton Sopalo quienes han sido mi motor para seguir con mis estudios académicos.

A mis hermanas Carmen Sopalo, Valentina Sopalo, Virginia Sopalo y Fernanda Sopalo que han estado apoyándome en los momentos más valiosos de mi vida quienes me inspiraron a seguir preparándome.

A mi tutor Ingeniero Janss Beltrán, por tener la paciencia y apoyo en dar sus ideas, también por su apoyo profesional en los tiempos de los ensayos, planteamientos, planificaciones y estar pendiente en todo momento.

AGRADECIMIENTO

A mi Pareja

Siempre fuiste un impulso para seguir con mis estudios y gracias por tener esa confianza y ánimo a seguir a mi lado, aunque hubo días muy duros. Pero lo logramos gracias por estar siempre pendiente en todo momento.

A mi familia

Siempre ustedes fueron la guía de mi vida, el motor principal que me impulsó a seguir mis sueños. Estuvieron siempre a mi lado en los momentos difíciles y buenos momentos. Hoy cuando concluyo mis estudios (meta cumplida) este agradecimiento hacia ustedes lo hago desde el fondo de mi corazón a mi madre, hermanos y hermanas. Estoy realmente orgulloso de tenerlos a mi lado mi querida familia.

A mi Padre

Aunque ya no te encuentres conmigo, quiero agradecerte por todo el esfuerzo que existe en los momentos de mi infancia y apoyarme incondicionalmente todo el tiempo que pasamos juntos. Tu presencia siempre fue la luz en mi vida, y sé que desde el cielo me estarás guiando en la vida que tengo por delante. Siempre estarás conmigo porque estás presente en mi corazón, tus palabras sabias que realmente me llenaban de aliento para seguir adelante, tus enseñanzas y consejos que me diste.

A mi tutor

Ingeniero Nelson Janss Beltrán Gallardo, usted ha sido parte de mi estando pendiente para que se realice esta investigación. También con sus aportaciones profesionales. Gracias por sus

palabras de aliento e ideas cuando uno estaba estancado. Usted fue la guía y la orientación para llevar este trabajo de titulación de la mejor forma.

A mis compañeros

Amigos y compañeros, hoy culminamos este camino, quizá el más esperado, el que todos anhelábamos, por el que luchamos en esos días de desvelos, risas, apoyándonos en los buenos y malos momentos, pero llegamos al final, a cumplir la meta que nos propusimos.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.1.1. Objetivos Específicos	16
2. MARCO CONCEPTUAL	17
2.1. Dificultades en la reproducción.....	17
2.2. Acodos.....	18
2.3. Formación de raíces adventicias	18
2.4. Factores que influyen en la formación de raíces adventicias	18
2.5. Condición fisiológica de la planta madre	19
2.6. Relación entre callo y raíces adventicias.....	19
2.7. Formación de raíces adventicias en acodos.....	20
2.8. Acodos aéreos	20
2.9. Reguladores de crecimiento	21
2.9.1. <i>Aloe vera</i>	21
2.9.2. Ácido indolbutírico (IBA).....	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Ubicación	23
3.2. Tratamientos.....	23
3.3. Análisis Estadístico	24
3.4. Material Experimental.....	24
3.5. Variables.....	24
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
5. CONCLUSIONES	31
6. BIBLIOGRAFÍA.....	32

INDICE DE TABLAS

Tabla .1. Tratamientos en el Comportamiento de acodos aéreos de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i>) como una alternativa de propagación vegetativa	23
Tabla .2. Respuesta de los tratamientos en el comportamiento de acodos aéreos de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i>) como una alternativa de propagación vegetativa.....	26
Tabla .3. Respuesta de los tratamientos en porcentaje, en el comportamiento de acodos aéreos de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i>) como una alternativa de propagación vegetativa	27
Tabla .4. Diferencias de las respuestas de los acodos entre el testigo (no contienen ningún promotor de crecimiento) y los tratamientos Ácido Indolbutírico (AIB) y Sábila (<i>Aloe vera</i>) en la determinación del comportamiento de acodos aéreos de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i>) como una alternativa de propagación vegetativa	28

INDICE DE FIGURAS

Figura .1. Respuesta de los tratamientos en porcentaje para el Comportamiento de los acodos aéreos de mortiño (*Vaccinium floribundum*) como una alternativa de propagación vegetativa.
..... 28

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Generación de raíces en el comportamiento de acodos aéreos de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i>) como una alternativa de propagación vegetativa	29
Imagen 2. Presencia de callos en el comportamiento de acodos aéreos de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i>) como una alternativa de propagación vegetativa	30
Imagen 3. Elaboración de acodos en Mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i>).....	36
Imagen 4. Acodos aéreos en Mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i>)	36
Imagen 5. Evaluación de acodo después de 12 semanas.....	37

RESUMEN

Vaccinium floribundum es una especie frutal conocida como mortiño o uva del monte la cual es de gran importancia ecológica y económica para el Ecuador, y constituye uno de los principales ingredientes para la elaboración del plato tradicional conocido como “colada morada”. Esta especie normalmente no se cultiva, ya que no es fácil su propagación, de ahí la necesidad de plantear esta investigación cuyo objetivo fue identificar el comportamiento de acodos aéreos de mortiño (*Vaccinium floribundum*) bajo el efecto de promotores de crecimiento sintéticos y naturales, en la búsqueda de alternativas de propagación vegetativa. Para ello se evaluaron tres tratamientos: Acido Indolbutírico al 99.9% (AIB), sábila al 100% y un testigo sin ningún promotor de crecimiento. Al finalizar el proceso experimental se encontró 3 respuestas en los acodos: no hubo ningun cambio, generación de raíces y generación de callos. El tratamiento AIB y sábila (*Aloe vera*) mostraron la mejor respuesta para enraizamiento y el AIB y el testigo para generación de callo. Las diferencias poco marcadas entre el testigo y el AIB y la sábila, no permiten concluir en forma definitiva cuál fue el mejor tratamiento.

PALABRAS CLAVE: Mortiño (*Vaccinium floribundum*), Ácido Indolbutírico, Sábila (*Aloe vera*), regulador de crecimiento, propagación vegetativa, acodo.

ABSTRACT

The (*Vaccinium floribundum*) is a fruit species known as mortiño or mountain grape which is of great ecological and economic importance for Ecuador, and is one of the main ingredients for the preparation of the traditional dish known as "colada morada". This species is not normally cultivated, since it is not easy to propagate, hence the need for this research whose objective was to identify the behavior of aerial layering of mortiño (*Vaccinium floribundum*) under the effect of synthetic and natural growth promoters, in the search for alternatives for vegetative propagation. Three treatments were evaluated: Indolbutyric acid at 99.9% (IBA), aloe at 100% and a control without any growth promoter. At the end of the experimental process, three responses were found in the layering: no change, root generation and callus generation. The AIB and aloe vera treatment showed the best response for rooting and the AIB and the control for callus generation. The small differences between the control and the AIB and aloe vera do not allow a definitive conclusion as to which was the best treatment.

KEY WORDS: Mullein (*Vaccinium floribundum*), Indolbutyric acid, *Aloe (Aloe vera)*, growth regulator, vegetative propagation, acodo.

1. INTRODUCCIÓN

Vaccinium floribundum es una especie vegetal de la familia Ericaceae (Llvisaca et al., 2022) y es conocida comúnmente como mortiño (Chamorro, 2019) o como arándano andino (Guevara et al., 2022). Es una planta con valor social, cultural, ecológico, productivo y comercial, y constituye una alternativa para mejorar la sostenibilidad de los páramos en el Ecuador (Noboa, 2010).

Su fruto es una baya silvestre que crece de forma espontánea en los páramos andinos de Ecuador (Baenas et al., 2020) desde los 1400 hasta 4350 m.s.n.m. (Maria et al., 2010), encontrándose desde la ciudad de El Ángel en la provincia del Carchi hasta el cantón El Tambo en la provincia del Cañar (Muñoz, 2004). Es un alimento que ha sido consumido por las comunidades locales durante siglos y es muy reconocida por su uso como ingrediente de la tradicional colada morada (Chamorro, 2019).

Esta planta crece de manera estacional, su crecimiento y extracción se lo hace en los meses de agosto a noviembre (Chamorro, 2019).

Esta especie se encuentra en peligro de extinción debido a la complejidad de su propagación natural (Egas, 2019), lo cual ha impedido el establecimiento de cultivos comerciales (Muñoz, 2004). (Moposita, 2020). En el Ecuador se han realizado diversos estudios con esta especie andina, tratando de propagarla y aclimatarla, es así que en 2023 Noboa evaluó el efecto de diferentes tipos de sustratos combinándolos con diferentes dosis de ácido naftalenacético (ANA) en su propagación vegetativa utilizando como material vegetal estacas, donde el mejor tratamiento fue ANA 0,1g/cm³ + sustrato con 50% de paja y 50% de tierra del lugar, con un porcentaje de prendimiento del 86.67% (Noboa, 2010). Narváez (2023) evaluó también la propagación vegetativa de mortiño mediante estacas, utilizando diferentes tratamientos hormonales, pero a los 60 días las estacas murieron. En la línea de la biotecnología vegetal a través del cultivo in vitro se ha evaluado la callogénesis como una alternativa para propagar

esta especie, determinándose que el mejor medio para producción de callos fue WPM (Wood plant médium) con la hormona Thidiazuron-TDZ en dosis de 1,5 ppm (Egas, 2019), sin embargo los resultados aún no fueron satisfactorios. De igual forma Chamorro (2019) evaluó el comportamiento de métodos de propagación sexual y asexual del mortiño en condiciones de cultivo in vitro usando como explantes semillas y yemas de esta especie, donde el mejor tratamiento (semillas con murashige skoog al 50%) obtuvo el 56,66% de germinación de semillas a la octava semana de evaluación y 0% de desarrollo de yemas.

Pese a que 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 Ruiz & Mesén (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 (Alvarez, n.d.).

Como se observa, han sido varias las estrategias utilizadas para propagar *Vaccinium floribundum*; sin embargo, se desconoce de investigaciones realizadas por el método de propagación vegetativa conocido como acodo aéreo, tampoco se reporta el uso de hormonas como el ácido indol butírico, ni productos naturales como la sábila (*Aloe vera*), que permitiría

evaluar el comportamiento de este método de propagación en el ambiente natural de esta especie, es decir, en el páramo. En este contexto se planteó la siguiente investigación cuyos objetivos fueron.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar el comportamiento de acodos aéreos de mortiño (*Vaccinium floribundum*) bajo el efecto de reguladores de crecimiento sintéticos y naturales, en la búsqueda de alternativas de propagación vegetativa.

1.1.1. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de la hormona Ácido Indol Butírico en acodos aéreos de mortiño (*Vaccinium floribundum*).
- Determinar el efecto del *Aloe vera* (sábila) en acodos aéreos de mortiño (*Vaccinium floribundum*).

2. MARCO CONCEPTUAL

El mortiño (*Vaccinium floribundum*) es un arbusto que crece en sitios fríos de zonas templadas (Vega et al., 2005). Puede medir entre 0,2 a 2,5 m de altura dependiendo del sector; sus hojas son coriáceas, elípticas, ovaladas u ovaladas -lanceoladas, aserradas; sus inflorescencias axilares presentan racimos de 6 a 10 flores, y los frutos son redondos y de color azulado a negro (Tituaña, 2013), conteniendo cada uno alrededor de 8 semillas, aunque muy pocas son aptas para germinar (Chaparro & Becerra, 1999).

Entre sus propiedades más relevantes están poseer gran cantidad de polifenoles asistida por el contenido de azúcares, fibra, lípidos, minerales, vitaminas, proantocianidinas, antocianinas y flavonoides que se los utiliza como colorantes alimentarios. También posee taninos, ácidos polifenólicos que tienen actividad antioxidante, coadyuvante en la microcirculación retiniana, antiagregación plaquetaria y microcirculación en general, reduciendo la insuficiencia venosa crónica (Coba et al., 2012).

2.1. Dificultades en la reproducción

El *Vaccinium floribundum* “mortiño”, es una especie de alto potencial agrícola que no ha logrado ser todavía domesticada, pues los estudios de germinación de las semillas han resultado poco satisfactorios, sugiriendo que estos resultados pueden deberse a la latencia o inviabilidad de la semilla (Villavicencio, 2017), algo similar ocurre con métodos asexuales con los que también se ha tenido poco éxito (Muñoz, 2004). Con el cultivo in vitro ha habido mejores resultados, sin embargo aún no lo suficientemente satisfactorios (Alvarez, n.d.) (Medina et al., 2015). Si bien ya existen muchos ensayos que han logrado la reproducción In Vitro, ninguno ha alcanzado a establecer un cultivo del mortiño, sólo Torres et al (2010) menciona un intento por aclimatar el material vegetal reproducido, 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 prender adecuadamente en los sustratos (Torres et al., 2010).

La planta de mortiño es consumida de manera estacional por los seres humanos, pero ésta 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.

2.2. Acodos

El acodo es una técnica de reproducción asexual de plantas, que consiste en obtener nuevos individuos a partir de ramas a las cuales se les causa una herida con la finalidad de que emitan raíces adventicias, para luego cortarlas y así reproducir plantas genéticamente idénticas a la planta madre. La formación de las nuevas raíces depende de las condiciones artificiales de calor, humedad y oscuridad que se le entregue al tallo (Masats, 2021).

El enraizado se puede mejorar aplicando hormonas o usando sustratos sueltos y manejando adecuadamente la humedad (Fedegan, 2024).

2.3. Formación de raíces adventicias

Las raíces adventicias se forman a partir de tejidos no radicales como tallos y hojas (Rojas et al., 2004). Estas se forman en respuesta a estímulos externos como estrés abiótico causado por inundaciones (Vidoz et al., 2010), déficits nutricionales (Vega et al., 2005), o después de una herida (Ahkami et al., 2009).

Las auxinas tienen una función importante en la formación de raíces adventicias en muchas especies vegetales (Catherine Bellini, 2014). Una elevada concentración endógena de esta hormona está relacionada con altos porcentajes de enraizamiento adventicio (Carboni et al., 1997).

2.4. Factores que influyen en la formación de raíces adventicias

Los factores que inciden en la formación de raíces son (Hartmann & Kester, 1998):

Edad

Los brotes jóvenes y de la parte basal de plantas jóvenes, enraízan con mayor facilidad, ya que, en plantas adultas, se produce un incremento de inhibidores asociados al incremento de compuestos fenólicos.

2.5. Condición fisiológica de la planta madre

Altas concentraciones de carbohidratos en las estacas influyen en un mejor enraizamiento, lo que está asociado a la firmeza del tallo; es así que, tallos con bajas concentraciones son suaves y flexibles, mientras que los más ricos son firmes y rígidos. Además, un bajo contenido de nitrógeno y elevado de carbohidratos también favorece el enraizamiento, por tanto, es aconsejable usar plantas madre que estén a pleno sol ya que favorece la acumulación de carbohidratos (Ruiz & Mesén, 2010) y (Hartmann & Kester, 1998)

Existe un efecto opuesto entre la parte vegetativa y floral cuando se trata de enraizar. Normalmente, plantas en desarrollo vegetativo enraízan bien, pero cuando la planta madre empieza a florecer, las estacas difícilmente formarán raíces. Entre la base y ápice de una rama existen marcadas diferencias en la composición química, observándose que el mayor enraizamiento se obtiene de la porción basal. En plantas caducifolias, las mejores respuestas al enraizamiento se tienen con ramas apicales, porque pueden contener mayores concentraciones de sustancias endógenas reguladores del enraizamiento originadas de la yema terminal.

2.6. Relación entre callo y raíces adventicias

Las raíces adventicias se originan a partir de células divididas en la proximidad del floema de los tejidos conductores, los cuales forman un “callo” del que se diferencian después las raíces. En la mayor parte de las plantas, la formación del callo y de raíces son independientes entre sí y si ocurre de forma simultánea se deberá a la dependencia de condiciones internas y ambientales similares (Hartmann & Kester, 1998).

2.7. Formación de raíces adventicias en acodos

Los acodos, siguen recibiendo el agua y sales minerales de la planta madre por el xilema ya que no se corta el tallo, pero se interrumpe la traslocación de nutrientes por el floema, mediante el descortezado, provocando que los carbohidratos, auxinas, cofactores, es decir la savia elaborada por las hojas del brote se acumulen en la zona de corte (Siura, s.f.); la savia queda bloqueada en la parte superior del corte y busca una salida para completar el ciclo circulatorio vegetal, al no encontrar raíces se ve obligada a formarlas a partir del cambium subcortical, que contiene células-madre pluripotenciales (Murdani, 2016).

El crecimiento de la raíz es regulado por señales endógenas que mantienen la actividad del meristemo apical radical, contribuyendo con la generación de nuevas raíces laterales, en este proceso las auxinas juegan un papel fundamental, junto a más hormonas que contribuyen a la formación de la arquitectura total de la raíz (Jovanovic et al., 2008).

En general, los acodos son utilizados en casos muy difíciles donde otros métodos de reproducción no han funcionado y en plantas endémicas, raras o en peligro de extinción (Ruano, 2008).

Según Medina et al. (2015), el periodo aproximado para la emisión de raíces adventicias en estacas de *Vaccinium* es de 60 días y para el desarrollo hasta el trasplante 257 días, es decir se necesita un aproximado de 1 año para tener raíces bien desarrolladas, por ende plántulas listas para el trasplante.

2.8. Acodos aéreos

Existen diferentes tipos de acodos entre ellos el acodo aéreo, recomendados en plantas frutales y ornamentales de tallo leñoso y poco flexibles donde se pueden utilizar brotes del último ciclo o del año anterior.

Según Siura (s.f) para tener éxito en el acodado se debe tener en cuenta algunos factores (Siura, s.f.):

Planta madre en crecimiento

Selección de tallos vigorosos

Corte liso sin lastimar la madera del tallo

Buen contacto entre tallo acodado y sustrato

Sustrato con buena humedad, aireación y temperatura

2.9. Reguladores de crecimiento

2.9.1. *Aloe vera*

La sábila (*Aloe vera* L.) es un vegetal que tiene diversas propiedades principalmente medicinales, pero también tiene efectos que ayudan con el enraizamiento de plantas (Vega et al., 2005). Es una fuente rica en aminoácidos (ácido glutámico y arginina, en particular), lactatos y ácidos orgánicos, componentes también conocidos como materiales hidrofílicos que incrementan la hidratación de los tejidos. También dentro de su constitución se presenta el triptófano, un aminoácido que es el precursor del Ácido Indolacético (AIA), auxina que influye en el enraizamiento (Montes, 2019); (García et al., 2020): de ahí que es ampliamente usada para propagar diferentes especies.

El análisis químico ha demostrado que el *Aloe vera* contiene ácido giberélico (GA3), auxinas (AIA), 20 aminoácidos de los 22 que se conocen, compuestos orgánicos, ácido salicílico, esteroides, carbohidratos como el aceman, enzimas como la catalasa, lipasa, oxidasa, proteínas, azúcares (Hamman, 2008), y entre los minerales contiene Ca, Mg, K, Zn, Na, Cu, Fe, Mn, P y Cr (Suárez, 2021).

Por el contenido de hormonas, ha sido usada en varias investigaciones para propagar plantas, así: para la formación de raíces en *Populus* cultivados en condiciones in vitro, (Sherif, 2017), para la inducción de enraizamiento de acodos aéreos de *Syzygium jambos* (Mirihagalla & Fernando, 2020); para propagación asexual de árboles de *Ficus benjamina* (Aguayo &

Quintana, 2020); en plántulas de *Capsicum chinense* para favorecer el desarrollo radicular (Tucuch et al., 2022); para el enraizamiento de estaquillas de orégano (*Origanum vulgare*), (Boschi et al., 2017); entre otras, investigaciones en las cuales se obtuvo buenos resultados.

2.9.2. Ácido indolbutírico (IBA)

El ácido indol butírico es un compuesto natural, sólido cristalino en condiciones estándar de presión y temperatura (25 °C y 1 atm), de color blanco a amarillo claro, de fórmula molecular $C_{12}H_{13}NO_2$ (Sosa et al., 2019). Es usado con frecuencia para propiciar el enraizamiento de estacas. Esta hormona se considera la auxina más comúnmente utilizada para la formación de raíces (Narváez, 2023), de ahí que igualmente es una de las principales hormonas sintéticas utilizadas en investigaciones para la generación de raíces adventicias en especies forestales (Egas, 2019), para el enraizamiento de estacas en *Vaccinium consanguineum* (Rimachi, 2020), para el enraizamiento de esquejes de hortencia (*Hydrangea macrophylla* T) (Montes, 2019), etc. Muy utilizada como regulador del crecimiento de raíces en plantas ornamentales y frutales, debido a que estimula la formación de raíces laterales con efecto positivo en el desarrollo de las plantas (Moposita, 2020).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El proceso experimental se realizó en el sector denominado Quirochimbana ubicado en la parroquia Cangahua del Cantón Cayambe al norte de la provincia Pichincha. Este sitio se encuentra a aproximadamente 13 km al sureste de la ciudad de Cayambe a una altitud de 3800 msnm.

La parroquia de Cangahua tiene una superficie de 331,43 km², con un clima frío de alta montaña, con temperaturas máximas de 20 °C y mínimas de 0 °C. La temperatura media anual es de entre 4 a 8 °C y la humedad relativa mayor al 80 %, con precipitaciones anuales de 800 a 2000 mm (GADPP, 2012).

3.2. Tratamientos

Los tratamientos se muestran en la tabla a continuación:

Tabla .1. Tratamientos en el Comportamiento de acodos aéreos de mortiño (*Vaccinium floribundum*) como una alternativa de propagación vegetativa

TRAT.	DESCRIPCIÓN	IMPLEMENTACIÓN
T1	Acodo aéreo con adición de Ácido Indol-3- Butírico (AIB)	En la elaboración del acodo aéreo una vez eliminada la corteza se colocó 0,1 gramos de ácido indol-3-butírico (AIB) al 99,9%. Cada 7 días contados a partir de la elaboración del acodo, se aplicó 10 ml de agua de riego al sustrato, con la ayuda de una jeringuilla, por un total de 12 veces, ya que el proceso experimental duró 13 semanas.
T2	Acodo aéreo con adición de <i>Aloe vera</i> (sábila)	En la elaboración del acodo aéreo una vez eliminada la corteza se colocó 2 ml de gel de sábila pura extraída directamente de las hojas de <i>Aloe vera</i> (sábila). Cada 7 días contados a partir de la elaboración del acodo, se aplicó 10 ml de agua de riego al sustrato, con la ayuda de una jeringuilla, por un total de 12 veces, ya que el proceso experimental duró 13 semanas.

T3	Acodo aéreo sin la adición de ninguna sustancia	Cada 7 días contados a partir de la elaboración del acodo, se aplicó 10 ml de agua de riego al sustrato, con la ayuda de una jeringuilla, por un total de 12 veces, ya que el proceso experimental duró 13 semanas.
----	---	---

3.3. Análisis Estadístico

Se planteó el uso de una prueba de “t de Student” al nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0,05$) para observaciones pareadas. La prueba se realizaría entre T1 y T2; T1 y T3 y T2 y T3.

3.4. Material Experimental

En el páramo de la parroquia Cangahua denominado Quirochimbana se identificó un total de 20 plantas de mortiño lo más homogéneas posible. En cada planta se escogió 3 ramas, de igual manera, lo más homogéneas posible y en cada una de ellas se aplicó uno de los tratamientos. De esta manera se tuvo un total de 60 acodos, 20 acodos para cada uno de los tratamientos y cada tratamiento se repitió una sola vez en cada una de las plantas.

En el caso de las plantas la homogeneidad tenía relación con la altura de la planta, que estuvo entre 80 cm a 120 cm, en una superficie aproximada de 300 metros cuadrados, porcentaje de floración que casi fue inexistente y número de tallos secundarios que estuvieron entre 6 y 10. La homogeneidad de las ramas secundarias en las cuales se practicó los acodos tuvo relación con su longitud que fue de alrededor de 100 cm y el diámetro transversal que permaneció entre 0,5 y 0,8 cm., el acodo se realizó cerca a la base de la rama, donde se retiró una porción de corteza de 2cm.

3.5. Variables

Las variables propuestas fueron las siguientes:

- Biomasa de raíces emitidas por los acodos

La unidad de medida fue gramos de materia seca por acodo. Se determinó a las 13 semanas contadas a partir de la elaboración de los acodos.

- Prendimiento de acodos

A las 13 semanas contadas a partir de la elaboración de los acodos, se tenía planificado tomar 10 acodos enraizados por tratamiento para colocarlos en fundas negras con suelo de páramo para evaluar su prendimiento. Esto no fue posible realizar porque los acodos no enraizaron adecuadamente.

- Mortalidad de acodos

Se determinó en porcentaje y correspondió al número de acodos muertos con respecto al total de acodos realizados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A las 12 semanas de evaluación muy pocos acodos generaron raíz (Imagen 1), también hubo acodos que generaron callos (Imagen 2) y otros que no sufrieron ningún cambio en cada uno de los tratamientos. Debido a esta situación el análisis de los resultados se basó en estadísticos descriptivos y no a través de una prueba de “t de Student” como se había planificado inicialmente.

La tabla 2 muestra la respuesta de cada uno de los 20 acodos realizados por tratamiento.

Tabla 2. Respuesta de los tratamientos en el comportamiento de acodos aéreos de mortiño (*Vaccinium floribundum*) como una alternativa de propagación vegetativa

PLANT A	TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 2			TRATAMIENTO 3		
	ACODO + AIB			ACODO + <i>Aloe vera</i> (sábila)			ACODO SIN NINGUNA SUSTANCIA ADICIONAL		
	NO SUCEDI Ó NADA	GENERACIÓ N DE CALLO	GENERACIÓ N DE RAICES	NO SUCEDI Ó NADA	GENERACIÓ N DE CALLO	GENERACIÓ N DE RAICES	NO SUCEDI Ó NADA	GENERACIÓ N DE CALLO	GENERACIÓ N DE RAICES
1		+			+			+	
2			+		+		+		
3		+			+		+		
4		+			+			+	
5		+		+				+	
6	+				+			+	
7		+		+				+	
8		+		+			+		
9			+	+			+		
10			+		+		+		
11	+					+	+		
12	+			+			+		
13		+		+				+	
14	+			+			+		
15		+		+				+	
16	+			+				+	
17		+		+				+	
18	+					+	+		
19		+			+		+		
20	+			+			+		

+ indica el comportamiento del acodo

La tabla 3 y la figura 1 muestran que para enraizamiento fue el tratamiento a base de AIB el que mejor respuesta tuvo logrando enraizar el 15% de los acodos, seguido del tratamiento con sábila con 10% y finalmente el testigo con un 5%. Para generación de callos el AIB siguió

liderando con el 50% de los acodos, seguido de los acodos que no recibieron ningún regulador de crecimiento (testigo) con el 40% y finalmente la sábila con el 35% de los acodos.

El 35% de los acodos tratados con AIB, el 55% de los tratados con sábila y el 55% de los que no recibieron ningún regulador de crecimiento, no mostraron ninguna respuesta. Es decir, que los acodos se mantuvieron en las mismas condiciones en los que quedaron 12 semanas atrás, sin presentar raíces y formación de callo (tabla 3 y figura 1)

Tabla .3. Respuesta de los tratamientos en porcentaje, en el comportamiento de acodos aéreos de mortiño (*Vaccinium floribundum*) como una alternativa de propagación vegetativa

TRATAMIENTO	NO SUCEDIÓ NADA		GENERACIÓN DE CALLO		GENERACIÓN DE RAICES	
	NÚMERO DE ACODOS	PORCENTAJE	NÚMERO DE ACODOS	PORCENTAJE	NÚMERO DE ACODOS	PORCENTAJE
T1: ACODO + AIB	7	35	10	50	3	15
T2: ACODO + <i>Aloe vera</i> (sábila)	11	55	7	35	2	10
T3: ACODO SIN NINGUNA SUSTANCIA ADICIONAL	11	55	8	40	1	5

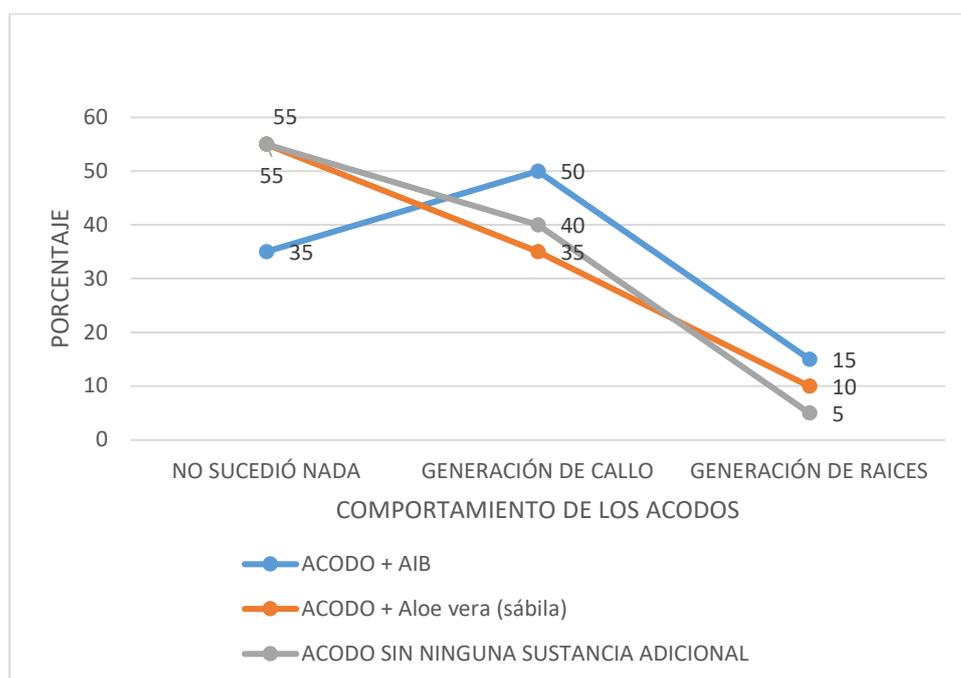


Figura 1. Respuesta de los tratamientos en porcentaje en el comportamiento de los acodos aéreos de mortiño (*Vaccinium floribundum*) como una alternativa de propagación vegetativa.

Si comparamos los tratamientos AIB y sábila con el testigo (sin aplicación de regulador de crecimiento) se encuentra que las diferencias no son muy marcadas. Entre el testigo y el AIB y la Sábila para generación de raíces, la diferencia fue de +10% y +5% respectivamente, mientras que para la formación de callos fue de +10% y -5% respectivamente (tabla 4)

Esto no permite concluir de forma definitiva que el AIB y la sábila influyen positivamente en generación de raíces y formación de callo. Lo cual es ratificado con la diferencia del porcentaje de acodos que no mostraron ninguna respuesta, siendo del +20% entre el testigo y el AIB y del 0% ente el testigo y la sábila (tabla 4).

Tabla 4. Diferencias de las respuestas de los acodos entre el testigo (no contienen ningún regulador de crecimiento) y los tratamientos Ácido Indolbutírico (AIB) y Sábila (*Aloe vera*) en la determinación del comportamiento de acodos aéreos de mortiño (*Vaccinium floribundum*) como una alternativa de propagación vegetativa

RESPUESTA DE LOS ACODOS	AIB	Sábila (<i>Aloe vera</i>)
PORCENTAJE DE GENERACIÓN DE RAÍCES	+10%	+5%
PORCENTAJE DE GENERACIÓN DE CALLOS	+10%	-5%
PORCENTAJA DE RSPUESTA (no sucedió nada)	+20%	0%

Estas diferencias no contundentes entre el testigo y los tratamientos con regulador de crecimiento, posiblemente se deban a que no consideraron las condiciones fisiológicas y fenológicos de las plantas utilizadas en el proceso experimental.

Según Ruiz (2013) y Hartmann y Kester (2001) existe un efecto opuesto entre el estado vegetativo y reproductivo en que se encuentra una planta cuando se trata de enraizar. Las plantas que se encuentran en desarrollo vegetativo enraízan de mejor manera que las florecidas y posiblemente este es el motivo de los resultados obtenidos. El 80% de las plantas utilizadas en el proceso experimental estaban en etapa de incremento de biomasa de ovarios, luego de la fecundación. Es decir, se encontraban en el proceso de formación (engrose) de frutos.

En la investigación se realizaron los acodos en la parte media de ramas secundarias, lo que posiblemente no permitió tener una respuesta más clara de los tratamientos. Según Ruiz (2013) y Hartmann y Kester (2001) entre la base y ápice de una rama existen marcadas diferencias en la composición química, observándose que el mayor enraizamiento se obtiene de la porción basal porque puede contener mayores concentraciones de sustancias endógenas reguladores del enraizamiento como son las auxinas, giberelinas y citoquininas (Alcantara et al., 2019).

Si bien hubo formación de raíces, éstas se presentaron con una cantidad de biomasa que no pudo ser detectada por una balanza con precisión de 0,01 gramos (Imagen 1). Es decir, la cantidad generada a las 12 semanas (84 días) fue muy pequeña.



Imagen 1. Generación de raíces en el comportamiento de acodos aéreos de mortiño (*Vaccinium floribundum*) como una alternativa de propagación vegetativa

Con respecto a callos, éstos constituyen una masa irregular de células del tejido parenquimático que se origina de las células del cambium vascular y el floema adyacente, aunque en su formación también pueden colaborar células de la corteza y la médula. Estos callos son lo que

finalmente dan origen a las raíces adventicias, lo que muestra que la formación del callo es esencial para el enraizamiento (Rojas et al., 2004) (Imagen 2).



Imagen 2. Presencia de callos en el comportamiento de acodos aéreos de mortiño (*Vaccinium floribundum*) como una alternativa de propagación vegetativa

Si bien hubo un porcentaje interesante de acodos formando callos y raíces en los 3 tratamientos, finalmente a las 12 semanas (84 días) no hubo un sistema radicular adecuado, que posibilite la obtención nuevas plantas individuales.

Según Medina (2015) la emisión de raíces en mortiño inicia aproximadamente a los 60 días, pero para obtener un tamaño suficiente como para proceder al trasplante requiere de aproximadamente 257 días, es decir 8 meses. Esto permite deducir que, si los acodos que formaron callo hubiesen sido mantenidos por aproximadamente 20 semanas más, hubiesen generado un sistema radicular adecuado

5. CONCLUSIONES

- Una vez concluido el proceso experimenta a las 12 semanas (84 días), en los 3 tratamientos se encontraron acodos sin ningún cambio, formado callos y con un pobre enraizamiento.
- Para enraizamiento fue el tratamiento a base de AIB el que mejor respuesta tuvo logrando enraizar el 15% de los acodos, seguido del tratamiento con sábila con 10% y finalmente el testigo con un 5%.
- Para generación de callos el AIB lideró con el 50% de los acodos, seguido de los acodos que no recibieron ningún regulador de crecimiento (testigo) con el 40% y finalmente la sábila con el 35% de los acodos
- El 35% de los acodos tratados con AIB, el 55% de los tratados con sábila y el 55% de los que no recibieron ningún regulador de crecimiento, no mostraron ninguna respuesta.
- Si comparamos los tratamientos AIB y sábila con el testigo (sin aplicación de regulador de crecimiento) se encuentra que las diferencias no son muy marcadas. Entre el testigo y el AIB y la Sábila para generación de raíces, la diferencia fue de +10% y +5% respectivamente, mientras que para la formación de callos fue de +10% y -5% respectivamente. Esto no permite concluir de forma definitiva que el AIB y la sábila influyen positivamente en la generación de raíces y formación de callo. Lo cual es ratificado con la diferencia del porcentaje de acodos que no mostraron ninguna respuesta, siendo del +20% entre el testigo y el AIB y del 0% ente el testigo y la sábila.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo, A., & Quintana, M. (2020). Evaluación de la efectividad de gel de sábila y agua de coco como enraizantes naturales en diferentes sustratos para propagación asexual de árboles de *ficus benjamina*. *Agronomia Costarricense*, 44(1), 65–77.
- Ahkami, A., Lischewski, S., Haensch, K., Porfirova, S., Hofmann, J., Rolletschek, H., Melzer, M., Franken, P., Hause, B., Druege, U., & Hajirezaei, M. (2009). Molecular physiology of adventitious root formation in *Petunia hybrida* cuttings: Involvement of wound response and primary metabolism. *New Phytologist*, 181(3), 613–625.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02704.x>
- Alcantara, J., Acero, J., Alcántara, J., & Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109–129.
<https://doi.org/10.22490/24629448.3639>
- Alvarez, A. (n.d.). *Facultad de Ingenieria Agronomica el cultivo de arándano (Vaccinium corymbosum) y su proyección en Colombia* [Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA) Facultad de Ingenieria Agronomica].
<https://repository.udca.edu.co/handle/11158/940>
- Baenas, N., Ruales, J., Moreno, D., Barrio, D., Stinco, M., Cifuentes, M., Martinez, M., & Ruiz, G. (2020). Characterization of andean blueberry in bioactive compounds, evaluation of biological properties, and in vitro bioaccessibility. *Foods*, 9(10), 1–16.
<https://doi.org/10.3390/alimentos9101483>
- Boschi, C., Gandolfo, E., & Vence, L. (2017). Evaluación del gel de Aloe vera en el enraizamiento de estaquillas de orégano (*Origanum vulgare*). *Horticultura Argentina*, 36(89), 6–16. <https://www.horticulturara.com.ar/es/articulos/evaluacion-del-gel-de-aloe-vera-en-el-enraizamiento-de-estaquillas-de-oregano-origanum-vulgare-l.html>
- Carboni, E., Tonelli, M. ., Lauri, P., Iacovacci, P., Kevers, C., Damiano, C., & Gaspar, T. (1997). Biochemical aspects of almond microutrtings related to *in vitro* rooting ability. *Biologia Plantarum*, 39(1), 91–97.
- Chamorro, G. (2019). *Determinación de métodos de propagación sexual y asexual del mortiño (Vaccinium floribundum) con fines de conservación de la especie*. Trabajo de Grado -Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Sede Ibarra.
- Chaparro, M., & Becerra, N. (1999). Anatomía del fruto de *Vaccinium floribundum* (ericaceae). *Acta Biológica Colombiana*, 4(1), 14.
- Coba, P., Coronel, D., Verdugo, K., Paredes, M., Yugsi, E., & 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), 5–13.
<https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047400002.pdf>
- Egas, F. (2019). *Evaluación de la callogénesis como alternativa de propagación in vitro del mortiño (Vaccinium floribundum kunth)*. Trabajo de Titulación-Universidad de Las Américas (UDLA).

- GADPP. (2012). Gobierno Autónomo descentralizado Parroquial de Rumipamba. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de La Parroquia Cangahua*, 0–101.
http://www.pumallacta.gob.ec/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=1&Itemid=98
- García, M., Hernández, G., & López, E. (2020). Extracto de *Aloe vera* L. en la adaptación de vitroplantas de plátano. *Avances*, 22(1).
<http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/513/1598>
- Guevara, M., Padilla, K., Beltrán, A., González, A., Giempieri, F., Battino, M., Vásquez, W., Fernández, P., Battino, M., Vásquez, W., Fernández, P., Tejera, E., & Álvarez, J. (2022). Influence of altitudes and Development Stages on the Chemical Composition, Antioxidant, and Antimicrobial Capacity of the Wild Andean Blueberry (*Vaccinium floribundum* Kunth). *Moléculas*, 27(21), 1–23.
- Hamman, J. H. (2008). Composition and applications of *Aloe vera* leaf gel. *Molecules*, 13(8), 1599–1616. <https://doi.org/10.3390/molecules13081599>
- Hartmann, H., & Kester, D. (1998). Propagación de plantas: principios y prácticas. *Plant Propagation: Principles and Practices*, 6, 1–398.
https://jardinbotanico.montevideo.gub.uy/sites/jardinbotanico.montevideo.gub.uy/files/articulos/descargas/propagacion_de_plantas_1_hartman_kester_1.pdf
- Jovanovic, M., Lefebvre, V., Laporte, P., Gonzalez-Rizzo, S., Lelandais-Brière, C., Frugier, F., Hartmann, C., & Crespi, M. (2008). How the Environment Regulates Root Architecture in Dicots. *Advances in Botanical Research*, 46(07), 35–74.
[https://doi.org/10.1016/S0065-2296\(07\)46002-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2296(07)46002-5)
- Lluisaca, S., León, F., Manzano, P., Ruales, J., Naranjo, J., Serrano, L., Chica, E., & Cevallos, J. (2022). Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth): an underutilized superplant from the Andes. *Horticulturae*, 8(5), 2–16.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae8050358>
- Maria, L., Torres, P., Diana, P., & Arahana, B. (2010). Cultivo in vitro del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). *Avances En Ciencias e Ingenierías*, 2(2), 9–15.
<https://doi.org/10.18272/aci.v2i2.27>
- Medina, C., Lobo, M., Castaño, Á., & Cardona, L. (2015). Análisis del desarrollo de plantas de mortiño (*Vaccinium meridionale* Swart.) bajo dos sistemas de propagación: clonal y sexual. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 16(1), 65–77.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num1_art:390
- Mirihagalla, M., & Fernando, K. (2020). Effect of *Aloe vera* gel for inducing rooting of stem cuttings and air layering of plants. *Journal of Dry Zone Agriculture*, 6(1), 13–26.
- Montes, I. (2019). “Comparativo entre el gel de sábila (*Aloe vera* L.) frente a tres dosis de AIB, en el enraizamiento de esquejes de tres variedades de hortensia (*hydrangea macrophylla* T.), bajo condiciones de invernadero, en el distrito de caraz, provincia de [Universidad Nacional “Santiago Antunez de Moyolo” Facultad de Ciencias Agrícolas].
http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2484/T033_45522655_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Moposita, E. (2020). *Efecto de dos dosis de micorrizas y dos tipos de sustratos en la aclimatación de plántulas in vitro de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth)*. Tesis-Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Muñoz, V. (2004). *Determinación de métodos para producción de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth), con fines de propagación y producción comercial*. Proyecto de grado - Universidad San Francisco de Quito.
- Narváez, D. (2023). *Propagación vegetativa de Vaccinium floribundum Kunth (mortiño) en el bosque natural Peribuela, Noroccidente del Ecuador*. Trabajo de Titulación-Universidad Técnica del Norte.
- Noboa, V. (2010). *Efecto de seis tipos de sustratos y tres dosis de ácido α naftalenacético en la propagación vegetativa de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth)*. Tesis de grado-Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Rimachi, E. (2020). *Evaluación de cuatro sustratos para el enraizamiento de estacas de dos ecotipos de "pushgay" (Vaccinium floribundum Kunth) mediante el uso del ácido indol-3-butírico*. Tesis de grado -Universidad Nacional Agraria La Molina-Perú.
- Rojas, S., Alarcón, M., Cipagauta, M., Osorio, V., Trujillo, R., Rivera, E., Cadena, F., García, J., Escobar, C., Solarte, H., Barahona, R., Tróchez, J., & Colorado, G. (2004). *Propagación asexual de plantas*.
<https://ecojardines.files.wordpress.com/2013/12/propagacinasexualdeplantas.pdf>
- Ruano, J. (2008). Viveros forestales: Manual de cultivo y proyectos. *Viveros Forestales*, 285.
<https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484763406/viveros-forestales--manual-de-cultivo-y-proyectos>
- Ruiz, H., & Mesén, F. (2010). Efecto del ácido indolbutírico y tipo de estaquilla en el enraizamiento de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Agronomía Costarricense*, 34(2), 259–267. <https://doi.org/10.15517/rac.v34i2.3636>
- Sherif, F. (2017). *Aloe vera* Leaf Extract as a Potential Growth Enhancer for *Populus* Trees Grown Under *in vitro* Conditions. *American Journal of Plant Biology*, 2(4), 101–105.
<https://doi.org/10.11648/j.ajpb.20170204.11>
- Sosa, C., Mesén, F., & Jiménez, L. (2019). Inoculante biológico sobre el enraizamiento y crecimiento. *Agronomía Costarricense*, 43(2), 177–189. www.mag.go.cr/revagr/index.html
- Suárez, L. (2021). Análisis De Efectividad De Los Diferentes Tipos De Enraizantes Naturales Para La Agricultura [Universidad Estatal Península de Santa Elena Facultad de Ciencias Agrarias Carrera de Agropecuaria]. In *Repositorio DSPACE*.
<https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/2100>
- Tituaña, M. (2013). Plan de uso y manejo del "mortiño" *Vaccinium floribundum kunth* parroquias apuela, imantag, cotacachi y plaza gutierrez. cantón cotacachi. *Programa de Manejo de La Biodiversidad y Biocomercio (PMBB) EcoCiencia*, 80.
- Torres, M., Trujillo, D., & Arahana, V. (2010). Cultivo in vitro del mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*). *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 2(2).

- Tucuch, C., Caamal, J., Kancab, R., & Tucuch, J. (2022). Uso de gel de *Aloe vera* en la producción de plántulas de *Capsicum chinense*. *Biotecnia*, 24(1), 116–121. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v24i1.1542>
- Vega, A., Ampuero, N., Díaz, L., & Lemus, R. (2005). El *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) como componente de alimentos funcionales. *Revista Chilena de Nutrición*, 32(3), 76–89.
- Vidoz, M., Loreti, E., Mensuali, A., Alpi, A., & Perata, P. (2010). Hormonal interplay during adventitious root formation in flooded tomato plants. *The Plant Journal*, 63(4), 551–562. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2010.04262.x>
- Villavicencio, G. (2017). “Diseño Del Sistema De Riego Para El Cultivo De Arándano En La Agrícola Cerro Prieto - Chiclayo.” *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 59. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3271>

7. ANEXOS



Imagen 2. Elaboración de acodos en Mortiño (*Vaccinium floribundum*)



Imagen 3. Acodos aéreos en Mortiño (*Vaccinium floribundum*)



Imagen 4. Evaluación de acodo después de 12 semanas