

UCUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

**Propagación asexual de la especie nativa *Aulonemia queko* (Duda)
del bosque montano de Molleturo, Provincia del Azuay**

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Agrónomo

Autor:

Brayan Saúl Sanmartín Álvarez

CI: 0106724313

brayansanmartin56@gmail.com

Freddy Gabriel Valdez León

CI: 0302426937

Freddygabriel263@gmail.com

Director:

Ing. Hugo Alberto Cedillo Tapia MSc.

CI:0301482030

Cuenca - Ecuador

17 de mayo de 2022

Resumen:

En la zona tropical existe abundancia en diversidad de especies y recursos naturales, que brindan una serie de servicios ambientales; así mismo estas se ven afectadas por la tala indiscriminada, el incremento de la infraestructura urbana y rural. Entre ellas, la especie *Aulonemia queko*, un tipo de bambú, que por su impacto socio – económico representa una especie importante a estudiar. El objetivo de la presente investigación fue: Identificar el método de propagación asexual óptimo para la especie nativa *Aulonemia queko* (Duda). La investigación fue de tipo experimental de corte descriptivo – inferencial. A través, de ensayos se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), y los tratamientos resultaron de la combinación de los 5 métodos de propagación, y las auxinas enraizantes “ANA e IBA” más las pruebas sin tratamiento (testigo), obteniendo 15 tratamientos a los cuales se realizó 3 repeticiones, en total se contó 45 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: altura, diámetro, número de hojas, porcentaje de supervivencia. Se encontró que en los métodos de propagación ex situ, las estacas y culmos no existió supervivencia y en los rizomas se obtuvo el 0,4% de supervivencia. De las técnicas de propagación in situ, en los acodos aéreos no se obtuvo brotación ni se observó presencia de raíces en ninguno de los tratamientos. Por otro lado, con respecto a la propagación por acodos terrestres sobresale el tratamiento aplicado ANA con 84% de supervivencia, seguido IBA con 76 % y por último el control con 62,67 %. Con lo que se evidencia el efecto positivo de las hormonas sobre el desarrollo de la especie.

Palabras claves: Propagación. Especies nativas. Aulonemia queko.

Abstract:

In tropical regions there is an abundance of species diversity and natural resources, which provide a series of environmental services; they are also affected by indiscriminate logging and the increase of urban and rural infrastructure. Among them, the species *Aulonemia queko*, a type of bamboo, represents an important species to study due to its socio-economic impact. The objective of this research was to identify the optimal asexual propagation method for the native species *Aulonemia queko* (Duda). The research was of a descriptive-inferential experimental type. Through trials, a randomized complete block design (DBCA) was used, and the treatments resulted from the combination of the 5 propagation methods, and the rooting auxins "ANA and IBA" plus the tests without treatment (control), obtaining 15 treatments to which 3 replications were made, in total 45 experimental units were counted. The variables evaluated were: height, diameter, number of leaves, percentage of survival. It was found that in the ex situ propagation methods, cuttings and culms, there was no survival and in the rhizomes 0.4% of survival was obtained. Of the in situ propagation techniques, in the aerial layering, no sprouting was obtained nor was the presence of roots observed in any of the treatments. On the other hand, with respect to propagation by terrestrial layering, the treatment applied ANA stood out with 84% survival, followed by IBA with 76% and finally the control with 62.67%. This shows the positive effect of the hormones on the development of the species.

Keywords: Propagation. Native species. *Aulonemia queko*.

Índice

AGRADECIMIENTOS	9
DEDICATORIA	10
1. Introducción.....	11
2. Objetivos.....	14
2.1 Objetivo general	14
2.2 Objetivos específicos	14
3. Hipótesis	15
4. Revisión bibliográfica.....	16
4.1 Descripción taxonómica de <i>A. queko</i>	16
4.2 Descripción morfológica de <i>Aulonemia</i>	16
4.3 Distribución y hábitat de los bambúes	16
4.4 Métodos de propagación de las <i>Bambuseae</i>	18
4.4.1 Propagación por rizomas	18
4.4.2 Propagación por culmos	18
4.4.3 Propagación por esquejes de ramas	19
4.4.4 Propagación por marcottage o acodo de montículo	19
4.5 Recolección y extracción de material vegetativo	19
4.6 Propagación ex situ en vivero	20
4.6.1 Componentes del vivero	21
4.6.2 Selección del terreno	21
4.6.3 Riego	21
4.6.4 Sustrato	22
4.6.5 Control cultural	22
4.7 Inductores de enraizamiento	23
5. Materiales y métodos.....	24
5.1 Área de estudio	24
5.2 Establecimiento del vivero en la Universidad de Cuenca	25
5.3 Elaboración de sustrato	26

5.4	Selección de fundas y distribución en el vivero	26
5.5	Consideraciones metodológicas para la identificación del bosque y selección del material vegetal in – situ	26
5.6	Selección de bambúes	26
5.7	Tipo de investigación	27
5.8	Metodología para el primer objetivo	28
5.8.1	<i>Extracción y siembra de rizomas</i>	28
5.8.2	<i>Obtención y siembra de culmos y estacas</i>	28
5.9	Metodología para el Segundo objetivo	29
5.9.1	<i>Acodo aéreo</i>	29
5.9.2	<i>Acodo terrestre</i>	30
5.10	Evaluaciones de variables	31
5.11	Factores de estudio	32
5.12	Características del área experimental	32
5.13	Diagrama, distribución de bloques por tratamientos en el vivero	33
5.14	Diagrama, distribución de bloques por tratamientos en el bosque	33
5.15	Análisis de datos	34
6.	Resultados	35
6.1	Número de hojas	37
6.2.	Altura de brotes	38
6.3	Diámetro de brotes	39
6.4	Supervivencia	41
6.5	Número de brotes	42
7.	Discusión	44
8.	Conclusiones y recomendaciones	47
8.1	Conclusiones	47
8.2	Recomendaciones	48
9.	Referencias Bibliográficas	49
10.	Anexos	59

Lista de tablas

Tabla 1. Descripción de espacios del vivero.....	25
Tabla 2. Tratamientos resultados de la combinación de los factores.	27
Tabla 3. Tratamientos con los métodos de propagación y sección vegetativa del <i>Aulonemia queko</i>	32
Tabla 4. Prueba de Shapiro Wilk para la variable supervivencia.....	35
Tabla 5. Prueba de Kolmogorov Smirnov para las variables número de brotes, número de hojas, altura de brotes y diámetro de brotes.	35
Tabla 6. Caracterización de variables.....	36
Tabla 13. Prueba de LEVENE de la variable número de hojas	37
Tabla 14. Test no paramétrico de Kruskal-Wallis para la variable número de hojas.	37
Tabla 15. Valores del número hojas de <i>Aulonemia queko</i> mediante el método de acodo terrestre y sus niveles.	37
Tabla 16. Número de hojas promedio por tratamiento obtenido	38
Tabla 17. Prueba de LEVENE de la variable altura de brotes.	38
Tabla 18. Test no paramétrico de Kruskal-Wallis para la variable altura de brotes.....	38
Tabla 19. Valores de la altura de brotes de <i>Aulonemia queko</i> mediante el método de acodo terrestre y sus niveles.	39
Tabla 20. Número de hojas promedio por tratamiento obtenido.	39
Tabla 21. Análisis estadístico (ANDEVA) de la variable diámetro de brotes	40
Tabla 22. Diámetro de brotes promedio por tratamiento obtenido	40
Tabla 23. Prueba de Tukey para el diámetro de brotes de <i>Aulonemia queko</i> mediante el método de acodo terrestre.....	40
Tabla 7. Análisis estadístico (ANDEVA) de la variable % supervivencia.	41
Tabla 8. Porcentaje de supervivencia promedio por tratamiento obtenido	41
Tabla 9. Prueba de Tukey para porcentaje de supervivencia de <i>Aulonemia queko</i> mediante el método de acodo terrestre.	41
Tabla 10. Análisis estadístico (ANDEVA) de la variable número de brotes	42
Tabla 11. Número de brotes promedio por tratamiento obtenido	42
Tabla 12. Prueba de Tukey para número de brotes de <i>Aulonemia queko</i> mediante el método de acodo terrestre.....	43

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Mapa del lugar de extracción del material vegetativo – Bosque de la parroquia Molleturo – Cuenca.	25
Ilustración 2. Mapa de Distribución de los tratamientos del método de propagación por acodo aéreo y terrestre de la especie nativa <i>aulenemia queko</i> en el bosque de Molleturo.....	30
Ilustración 3. Esquema de la distribución de bloques por tratamientos (<i>ex situ</i>)	33
Ilustración 4. Esquema de la distribución de bloques por tratamientos (<i>in situ</i>)	34

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Brayan Saul Sanmartín Álvarez y Freddy Gabriel Valdez León en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Propagación asexual de la especie nativa *Aulonemia queko* (Duda) del bosque montano de Molleturo, Provincia del Azuay", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconocemos a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizamos a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 17 de mayo de 2022



Brayan Saul Sanmartín Álvarez

C.I: 0106724313



Freddy Gabriel Valdez León

C.I: 0302426937

Cláusula de Propiedad Intelectual

Brayan Saul Sanmartín Álvarez y Freddy Gabriel Valdez León, autores del trabajo de titulación "Propagación asexual de la especie nativa *Aulonemia queko* (Duda) del bosque montano de Molleturo, Provincia del Azuay", certificamos que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Cuenca, 17 de mayo de 2022



Brayan Saul Sanmartín Álvarez

C.I: 0106724313



Freddy Gabriel Valdez León

C.I: 0302426937

AGRADECIMIENTOS

Mediante el presente deseamos agradecer a los directivos de la Universidad de Cuenca (Facultad de Ciencias Agropecuarias), en especial al Ing. Hugo Cedillo por la ayuda y asesoría prestada para realizar el proyecto, como también a todas las personas que de una u otra forma colaboraron para lograr terminar con éxito el proyecto.

Brayan Sanmartín, Freddy Valdez.

DEDICATORIA

A Dios por brindarnos las fuerzas para hacer realidad las metas propuestas, a nuestros padres por su apoyo incondicional en toda nuestra etapa de estudios, a nuestros hermanos por su inmenso apoyo y ser un pilar fundamental para seguir adelante, a nuestros profesores por transmitirnos grandes conocimientos.

Brayan Sanmartín, Freddy Valdez.

1. Introducción

Los países tropicales están caracterizados por una gran variedad de especies, así como también de bosques montanos con uno de los ecosistemas más diversos del mundo (Bussmann, 2005). Estos ecosistemas han venido desapareciendo debido a la expansión de las fronteras agrícolas, el incremento de infraestructura urbana y rural, incendios forestales y; la tala ilegal (Jara, 2015). En el Ecuador dentro del periodo 2008-2012 la deforestación anual fue de 65 880 hectáreas, representando un 15,1 % menos frente al período 2000-2008 que fue de 77 647 hectáreas por año (Ministerio del Ambiente, 2014).

Las áreas forestales ayudan en la regulación del clima, conservación de fuentes, calidad de agua, conservación de suelo y de la biodiversidad, así como la captación de carbono. Debido a la deforestación estos recursos naturales, los insumos y la materia prima se van agotando (Salusso, 2008). Por lo tanto, es indispensable la conservación y repoblación de bosques nativos, además aumentar la cobertura vegetal con el fin de recuperar el ecosistema degradado, dañado o transformados en otros sistemas (Acero & Cortes, 2014).

Gran cantidad de especies nativas se pierden por actividades antrópicas, entre ellas los bambúes que ayudan en el control de la erosión y la restauración de áreas degradadas (Ceccon & Gómez-Ruiz, 2019). De la misma forma, los bambúes aportan con la conservación de los recursos hídricos, la captura de CO₂, la protección de cuencas y de las microcuencas hidrográficas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2004; Cueva & Altamirano, 2011).

Dentro de la familia Poaceae existen varias especies de bambúes que presentan floración gregaria (floración al mismo tiempo cada determinados años). Entre ella, la especie *Aulonemia queko* que florece cada 25 y 30 años según los conocimientos de los campesinos, generando

perjuicios sociales y económicos en zonas donde se aprovecha esta especie (Proyecto Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador, 1997; Ramírez-Narváez et al., 2016).

De forma general, la propagación tradicional de los bambúes está limitada por largos intervalos de florecimiento, la disponibilidad de material vegetal es mínimo y el porcentaje de enraizamiento es bajo (García et al., 2011). A esto se le suma la dificultad de la propagación de las semillas de bambú por la presencia de parasitismo en sus espigas y por larvas de insectos dípteros e himenópteros, a pesar de su alto porcentaje de germinación (95 y 100 %) (Ticona & Mamani, 2019). Además, las semillas de *Aulonemia queko* permanecen latentes de 5 a 7 años aproximadamente, por lo que, la alternativa factible es por medio de la propagación asexual para evitar las condiciones antes mencionadas.

El uso de la *Aulemia queko* es muy variado, por un lado, su importancia en el ámbito económico como: la elaboración de artesanías, cestería, fabricación de instrumentos musicales, y para la alimentación de animales; así como su importancia para el ámbito social y cultural (Proyecto Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador, 1997; Japón, 2009; Londoño, 2011).

En la localidad de Gurudel del cantón Saraguro, la *Aulemia queko* es utilizada para la creación de artesanías, y para la construcción de casa de bareque (Japón, 2009). Así mismo, en la parroquia Molleturo en el cantón Cueca el uso principal de esta especie son las artesanías, potenciando un valor agregado y estableciendo un aprovechamiento sostenido, como contar con un modelo de banco de la especie vegetal en modalidad *ex situ* (Caro, 2015).

La *Aulonemia queko* al ser una especie muy poco estudiada, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el desarrollo vegetativo por cinco métodos de propagación asexual de

Aulenemia queko de los bosques montanos de Molleturo, además de generar información sobre la misma. Por lo que, los resultados que se obtendrán en la presente investigación servirán a las comunidades andinas, para entender la dinámica del bambú dentro el sotobosque y en ecosistemas diferentes. Así mismo, ayudará a contribuir con los procesos de protección, y en la restauración ecológica.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Identificar el método de propagación asexual óptimo para la especie nativa *Aulonemia queko* (Duda).

2.2 Objetivos específicos

- Realizar ensayos de propagación del *Aulonemia queko* mediante rizomas, culmos y esquejes utilizando dos reguladores de crecimiento vegetal.
- Realizar ensayos de propagación del *Aulonemia queko* mediante sistemas de acodo aéreo y terrestre utilizando dos reguladores de crecimiento vegetal.

3. Hipótesis

¿Cuáles de los métodos de propagación asexual muestran mejores resultados, en cuanto a la supervivencia y crecimiento entre las diferentes partes vegetativas de la especie *Aulonemia queko* (Duda)?

4. Revisión bibliográfica

4.1 Descripción taxonómica de *A. queko*

La familia *Poaceae* constituye dos tribus de bambú, los bambúes herbáceos que pertenecen a la tribu *Olyrodae* y los bambúes leñosos al grupo *Bambusodae*. (La - Torre, Cano, & Tovar, 2003; Universidad Nacional de Colombia, 2007; Londoño, 2002). La Duda se involucra en el grupo de bambúes leñosos de la tribu *Bambuseae*, específicamente en la sub tribu americana *Arthrostylidiinae* la cual reúne 11 géneros y alrededor de 150 especies (Judziewicz & Clark, 1993). La Duda forma parte del género *Aulonemia*; con aproximadamente 30 especies, de estas la de mayor importancia económica es la especie *A. queko* (Londoño, 2002).

4.2 Descripción morfológica de *Aulonemia*

Las especies del género *Aulonemia* pueden contener 1 a 20 ramas principales que se originan en la línea nodal. Existen hojas en el culmo y en las ramas, en el género *Aulonemia* a veces no se diferencian claramente entre sí, las hojas pueden ser lineales, o lanceoladas, ovadas o triangulares (Londoño, 2002^a; Viana, 2010; Watson & Macfarlane, 2019). Su inflorescencia es paniculada. Según McClure (1966) la espiguilla se considera la unidad básica estructural en la inflorescencia de los bambúes, además *A. queko* presenta una floración gregaria; es decir, que todos los culmos de una especie florecen al mismo tiempo independiente de su edad y del lugar en que se encuentren. Después de florecer y producir semillas, el culmo se seca, la planta se debilita y muere (Londoño, 2002; Proyecto Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador, 1997).

4.3 Distribución y hábitat de los bambúes

El planeta alberga a 1200 especies y 90 géneros de bambúes que se encuentran distribuidos a lo largo de los cinco continentes, se encuentran asociados generalmente en las

áreas tropicales y subtropicales, En América se han identificado 345 especies, las cuales se encuentran distribuidas en el sur de Estados Unidos, México, Centroamérica, en las Islas del Caribe y en América del Sur hasta el sur de Chile (Ordoñez et al., 2013). En Ecuador se ha determinado que existen bambúes andinos, los mismos que pertenecen a 5 clases de géneros: *Chusquea*, *Neurolepis*, *Arthrostyidium*, *Aulonemia* y *Rhipidocladum*, que en total comprenden alrededor de 39 especies (Cueva & Altamirano, 2011).

Aulonemia queko se puede encontrar distribuida en tres países de Sudamérica, Colombia, Ecuador y Perú (Tropicos.org, 2009), se desarrolla de una forma óptima en bosques andinos primarios y secundarios viejos, ya que estos le proporcionan condiciones de semi-sombra (Proyecto Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador, 1997). Además se conoce que los suelos arenosos y bien drenados, que habitualmente están presente en las orillas de ríos y quebradas, son idóneos para el desarrollo del bambú (Carmioli, 2009).

En el ecosistema los bambúes tienen un papel muy importante, pues se encuentran relacionados con otras especies y se necesitan unas de las otras para subsistir. Los Bambúes propician la sostenibilidad de gran variedad de flora y fauna, pues se reciclan los nutrientes de sus materiales orgánicos en descomposición ayudando en la fertilidad de los suelos (Carmioli, 2009)

La Red Internacional de Bambú y Ratán (INBAR), en su estudio sobre la biodiversidad registra que a los bambúes se asocian con 33 familias de flora y 45 especies; también 4 órdenes de insectos y 32 familias, además 13 órdenes de aves con 25 familias y un orden de anfibios con 2 familias (Carmioli, 2009)

4.4 Métodos de propagación de las *Bambuseae*

La propagación de bambúes puede ser realizada por métodos sexuales y asexuales que se denominan métodos tradicionales; en la cual se ocupa semillas, rizomas, secciones de culmos o ramas, esquejes de tallos tiernos, en algunos casos por acodos y rizomas con brotes o “chusquines” (Ramon, 2006; García et al., 2011). Además, existen métodos biotecnológicos (métodos no tradicionales de propagación), que consiste en propagación mediante a) embriogénesis somática; obtención de plantas en base a diferentes tejidos vegetales, y b) organogénesis; donde se utiliza yemas axilares (García et al., 2011).

4.4.1 *Propagación por rizomas*

La actividad de brotes se da generalmente después del año de sembrado, es un método efectivo con 100% de supervivencia, debido a que es un órgano de almacenamiento de nutrientes. El "chusquin" es un brote delgado que sale de una yema superior del rizoma, estos brotan después de dos meses, cuando el culmo ha sido aprovechado. Los rizomas pueden ser obtenidos con porciones de tallos o yemas (Londoño, 2002; Coto, 1991; Botero, 2001).

4.4.2 *Propagación por culmos*

Método efectivo para propagar bambúes de 8-12 cm de diámetro, para este método se recomienda usar culmos de un año de edad y con uno o dos nudos por segmento. Ya sembrado, los nuevos brotes se pueden observar desde la segunda a cuarta semana. Mediante este método se deben ocupar otros insumos como fungicidas e insecticidas lo que lo hace costoso, además se limita por el uso de culmos de un año (Londoño, 2002).

4.4.3 Propagación por esquejes de ramas

La ventaja de este método depende de las características del culmo y del grosor de la pared, en el caso de bambúes de pared gruesa posee mayor emisión de brotes y mejor enraizamiento, estos tienen una mayor reserva de alimento. A diferencia de especies de pared delgada no tienen mucho éxito en la propagación por este sistema (Londoño, 2002).

4.4.4 Propagación por marcottage o acodo de montículo

Mediante este método se consigue mayor tasa de multiplicación a comparación del acodo simple, sin embargo, las plantas obtenidas mediante marcottage presentan menor calidad. Este método es más utilizado en frutales caducifolios para obtener portainjertos. El marcottage consiste en el recubrimiento de tallos mediante un sustrato o suelo, sin forzarlos a un quiebre como en el caso del acodo simple, de este modo los tallos tienden a generar nuevas raíces y posteriormente los tallos enraizados son extraídos y transportados a viveros para continuar con su desarrollo (Ellena et al., 2018; Duarte et al., 2018).

4.5 Recolección y extracción de material vegetativo

Al momento de realizar una investigación existen varios métodos de muestreo, por los cuales obtener material de calidad para el estudio (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

Para el caso de los bambúes es necesario tener presente la edad de la planta madre, debido a que presentan distintos niveles de madurez, consecuentemente extraer los propágulos en el estado óptimo de madurez requerido, según (Coto, 1991) para la obtención de un rizoma con porción de tallo, la planta madre debe tener como mínimo 1 año y máximo 3, esto para bambúes de rizoma paquimorfo.

Para ello se toma en cuenta el estado de madurez de los tallos.

- Rebrote o renuevo: La parte apical del rizoma emerge y se desarrolla el tallo alcanzando su altura máxima a los 6 o 12 meses.
- Tierno o verde: Elijación de hojas caulinares y aparición de ramas basales y apicales, además el tallo presenta un color verde intenso.
- Hecho o maduro: Tallo adquiere mayor grado de resistencia y se decolora.
- Seco: Los tallos no aprovechados inician un proceso de degradación en pie. El follaje se torna amarillento y posteriormente esta se defolia y el tallo empieza a morir. (Añazco & Rojas, 2015).

4.6 Propagación ex situ en vivero

La propagación de plantas *ex situ* es una forma de conservación de especies en riesgo, generalmente la propagación se realiza en viveros para tener un mayor control del ambiente, permitiendo la reducción de extinción de especies o poblaciones, además es importante para reestablecer poblaciones en el hábitat natural. El sistema de generación de especies vegetales a nivel de vivero, permite analizar los distintos aspectos biológicos o conducta de las especies. Además, es un espacio donde se produce e investiga, dando lugar a la experimentación de diferentes tratamientos germinativos y técnicas de cuidado (Consortio Gtz/Fundeco/Ie, 2001; Vargas et al. 2012).

La propagación de bambú a nivel de viveros ayuda a preservar especies, aumentan la biodiversidad, para la protección de recursos, restauración de ecosistemas, mejora del hábitat de la vida silvestre, rehabilitación de sitios de recreación y salud de los bosques (Landis et al., 1993). En este caso, el bambú tiene alta importancia económica (Embaye et al., 2005), social y cultural (Ramanayake, 2006). Porque se han registrado hasta 1500 subproductos provenientes del bambú (Kibwage et al., 2008). Que van desde papel hasta vivienda (Sood et al., 2002)

4.6.1 Componentes del vivero

Un vivero dependiendo para que está destinado consta de diferentes componentes, por ejemplo en un vivero forestal es común encontrar: un almácigo que es el lugar para germinar las semillas, también se tiene los canteros que son los que más espacio ocupan, ya que es donde se van ubicar las plantas luego de su siembra en las fundas, entre cada cantero existen caminos para revisar el experimento, también existe un área de trasplante o siembra, además se hallará un área para preparar el sustrato, normamente se construye una bodega para las herramientas y dependiendo de las circunstancias cercas alrededor para protección. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2018).

4.6.2 Selección del terreno

El terreno debe reunir ciertas características para considerarse apto para instalar un vivero, lo primero que se debe tomar en cuenta es las condiciones climáticas las cuales deben intentar ser semejantes a las de la plantación. Una característica muy importante es que debe ser lo más plano posible y contar con sistemas de drenaje. Se debe considerar las fuentes de agua cercanas o el medio de dotar del recurso hídrico, elemento fundamental para la propagación y por último se debe considerar la sombra presente. (Piñuela et al., 2013).

4.6.3 Riego

El riego es uno de los factores clave y que actualmente va innovando de una forma acelerada, pues dentro de propagación y cultivos bajo cobertura un mal diseño puede llevar al fracaso de las plantas. El primer punto es definir el sistema de riego idóneo para la especie que se está trabajando, aquí dependerá de las características y requerimientos de la especie, los sistemas de riego más comúnmente encontrados en vivero son: por goteo, aspersión, microaspersión, nebulización, hidropónico. (Piñuela et al., 2013).

4.6.4 Sustrato

Existen tres características fundamentales que debe cumplir el sustrato para que el proceso de propagación sea exitoso: sujetar los esquejes, mantener la humedad y permitir el intercambio de gases (Hartmann y Kester, 1996; Botti, 1999). Los elementos usados comúnmente para propagación son materiales orgánicos, compost, fibras y productos agroindustriales (Lárraga-Sánchez et al., 2011).

Los componentes del sustrato deben contar con ciertas características físicas como la aireación, drenaje, retención de agua y densidad. Para lo cual se debe conocer datos de la densidad aparente, distribución granulométrica, permeabilidad, estabilidad estructural, entre los más importantes. (Pastor Sáez, 1999).

Las características Químicas se definen en referencia de la composición elemental de los materiales, son las encargadas de las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del mismo. Aquí destacan: la capacidad de intercambio catiónico, pH, relación C/N, conductividad eléctrica entre las principales. (Pastor Sáez, 1999).

Cuando se hace mención a las características biológicas del sustrato, se refieren a las propiedades que entregan los materiales orgánicos, si éstos no son de síntesis son susceptibles de degradación mediante reacciones químicas o de microorganismos, aquí destacan como principales: contenido de materia orgánica, estado y velocidad de descomposición. (Burés, 1999)

4.6.5 Control cultural

Se considera como labores culturales al manejo que se le da a las plantas durante su desarrollo, se sintetiza en tres prácticas generales. La primera se denomina control de malezas, es importante debido a que las denominadas malas hierbas van a competir por recursos y nutrientes con las

plantas propagadas. La fertilización es otra de las prácticas culturales que se aplica a las plantas en el vivero, pues en ciertas ocasiones necesita de ayuda para poder desarrollarse más rápido. Y por último se presenta el control de plagas y enfermedades, esto se da cuando ha existido un mal manejo o por diversas condiciones del ambiente y medio. (Jimenez Peris, 2002)

4.7 Inductores de enraizamiento

Existen compuestos sintéticos que son introducidos en la planta para producir resultados similares a aquellos generados por hormonas que los desarrollan naturalmente. Estos compuestos han sido denominados “reguladores de crecimiento vegetal” o fitorreguladores (Fanego, 2006). Hay varios grupos de estos compuestos, entre ellos las auxinas, las citoquininas y las giberelinas. De éstas, las auxinas son las de mayor interés por la formación de raíces (Macedo, 2015). Ya que tiene una participación directa en la división celular, así como también en un aumento en el transporte de carbohidratos a la base del esqueje donde se llega a influir el desarrollo y formación del primordio inicial (Nuñez, 1997).

De las auxinas que más se utilizan para el desarrollo de raíces se tiene: ácidos indol-3-acético (AIA), naftalen acético (ANA) e indol-3- butírico (AIB), el AIB es más utilizado, pues no es tóxico en un amplio rango de dosis para un gran número de especies, al contacto con el sustrato se desplaza muy poco, se mantiene cerca del sitio de aplicación y no se degrada fácilmente por la luz o microorganismos (Ramírez, 2019). ANA tiene las mismas ventajas del AIB, solo que su desventaja principal es que bajo concentraciones similares al AIB resulta ser más tóxica (Mesén, 1998).

5. Materiales y métodos

5.1 Área de estudio

La investigación se desarrolló en dos lugares del cantón Cuenca. El primer sitio de investigación fue en los bosques de la parroquia Molleturo que se encuentra ubicado al Noroeste de la provincia del Azuay. Esta parroquia tiene un área de 977,1 km² de las cuales los bosques naturales cubren el 68,5% y sus rangos de altitud van desde los 50 hasta los 4520,4 ms.n.m (Semplades et al., 2011). Teniendo en cuenta que los rangos altitudinales en donde se realizó parte del estudio fueron centrados en los bosques montanos que van desde 2000 a 3000 ms.n.m. La investigación se desarrolló en los remanentes de bosques nativos de esta parroquia en donde se recolectó el material vegetal del *Aulonemia queko*, mapa N°1 (ubicación de bosques en Molleturo). El segundo escenario de investigación fue a nivel de vivero, en el campus Yanuncay de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, en donde se utilizó todo el material vegetal recolectado para la propagación. Este campus está ubicado a 2596 ms.n.m. de altitud, posee temperatura promedio que oscila entre los 13°C y los 19°C y pluviosidad constante todo el año (Ilustre Municipalidad del Cantón Cuenca, 2011).

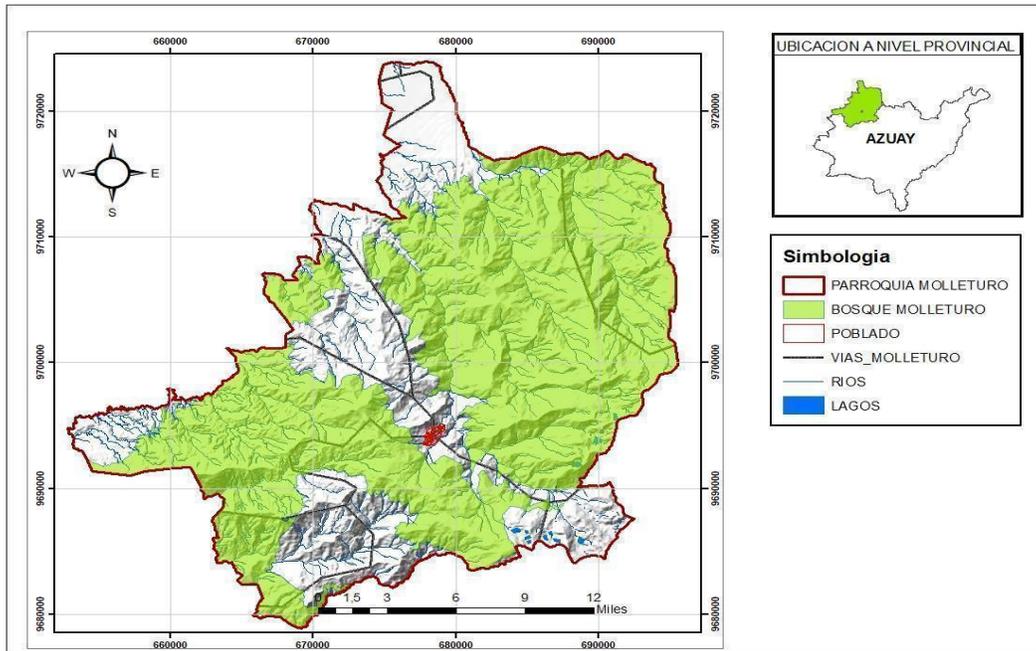


Ilustración 1. Mapa del lugar de extracción del material vegetativo – Bosque de la parroquia Molleturo – Cuenca.

Fuente: Valdez F, Sanmartín B.

5.2 Establecimiento del vivero en la Universidad de Cuenca

Para realizar la investigación sobre los métodos de propagación del *Aulonemia queko* se construyó un vivero forestal en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca. Este vivero consta de:

Tabla 1. Descripción de espacios del vivero

	Umbráculo	27,7 m ²
1	Bodega	13,79 m ²
1	Zona de trabajo	13,98 m ²
	Plaza de trabajo	86,165 m ²
15	Cama	4,5 m ²

Nota. m² = metro al cuadrado

Un boceto más detallado se puede observar en el gráfico del Anexo 1.

5.3 Elaboración de sustrato

De acuerdo a lo recomendado por Oliva et al., (2017) el sustrato usado para la propagación se basó en la combinación de tierra negra, arena y materia orgánica en proporciones de 2:1:1/3 (Tierra Negra: Arena: Humus).

5.4 Selección de fundas y distribución en el vivero

Las fundas usadas según lo recomendado por Oliva et al. (2017) fueron de polietileno de 20 x 40 cm (0,003140 m³). Las bolsas fueron acomodadas en las camas en hileras rectas; cada cama midió 1,5 metros de ancho y 3 de largo. Entre cama y cama existía un espacio de 50 cm de separación para poder caminar con facilidad y dar el respectivo mantenimiento.

5.5 Consideraciones metodológicas para la identificación del bosque y selección del material vegetal in – situ

En la parroquia Molleturo se identificó aquellos remanentes de bosques que tienen la especie nativa *Aulonemia queko*. Para la recolección y extracción primeramente se estableció contacto con los dueños de los bosques donde existe mencionada especie. Una vez que se tomó el contacto con los dueños, se procedió a dar un recorrido *in – situ*. También se gestionó todos los trámites y permisos con el MAE para la extracción del material vegetal.

5.6 Selección de bambúes

Una vez seleccionado los parches o remanentes de bosques se procedió a ubicar los sitios para extraer el material vegetal. Los bambúes seleccionados para la propagación, de acuerdo a lo recomendado por Minchala-Patiño et al., (2013) contaban con las siguientes características:

libres de plagas y enfermedades, vigorosos con buenas características morfológicas y fitosanitarias, además un fuste limpio, distribución adecuada de las ramas, altura, accesibilidad y distribución uniforme de la copa.

5.7 Tipo de investigación

La investigación desarrollada fue de tipo experimental de nivel aplicado, el análisis de la información de acuerdo a la naturaleza de la investigación fue “descriptivo – inferencial. Se buscó identificar qué sistema de propagación vegetativa tiene los mejores resultados para propagar “*Aulonemia queko*”.

En el ensayo se utilizó un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA), El factor de bloqueo para la parte de propagación ex situ fue la incidencia de luz solar, pues el vivero se encontró situado al pie de un talud, donde cierta área recibía menos horas de luz al día. Para lo referente el estudio in situ, el factor de bloqueo fue la gradiente altitudinal, ya que, en el área delimitada de estudio, la especie se encontraba distribuida en diferentes rangos de altura. Los tratamientos resultaron de la combinación de factores como: material vegetal para la propagación e inductores de enraizamiento: Ácido indolbutírico (AIB), Ácido naftalenacético (ANA) y las pruebas sin tratamiento (testigo). Resultando un experimento con 15 tratamientos; de los cuales se realizó 3 repeticiones, en total se dispuso de 45 unidades experimentales.

Tabla 2. *Tratamientos resultados de la combinación de los factores.*

Factores	ANA	IBA	Sin Aplicación
Rizaomas	T1	T2	T3
Culmos	T4	T5	T6
Esquejes	T7	T8	T9
Acodo aéreo	T10	T11	T12
Acodo terrestre	T13	T14	T15

Nota. T = tratamiento; ANA = ácido naftalenacético; AIB = ácido indolbutírico.

5.8 Metodología para el primer objetivo

“Realizar ensayos de propagación del *Aulonemia queko* mediante rizomas, culmos y esquejes utilizando dos reguladores de crecimiento vegetal”.

5.8.1 Extracción y siembra de rizomas

Según lo recomendado por Campos et al., (2010) alrededor de la planta madre se humedeció una superficie de 30 x 30 cm. Luego con una pala se extrajo una porción de tierra con los respectivos rizomas o chusquines, cuidando de no dañar la planta madre y su sanidad.

Para la siembra de los rizomas se extrajo 150 unidades de las plantas madre, de los cuales 50 se sometieron a un tratamiento con ácido indolbutírico (AIB) (T1). Otros 50 rizomas fueron tratados con ácido naftalenacético (ANA) (T2) y los 50 restantes no se les dio ningún tratamiento para utilizarlo de testigo (T3). Las auxinas fueron usadas en una solución con concentración al 1%. Para sembrarlos se colocó el respectivo sustrato en la funda y se cubrió todo el rizoma.

5.8.2 Obtención y siembra de culmos y estacas

Para la propagación mediante culmos y estacas, se cortó de los bambús segmentos de tallos \geq de 1 cm de diámetro. Estos segmentos se mantuvieron húmedos usando un aspersor manual y luego se colocaron en una bolsa plástica. Las estacas se obtuvieron del tallo principal de la planta y los esquejes de segmentos de ramas secundarias que se cortaron de 15 a 20 cm de longitud, procurando tener el mayor número de yemas activas.

Para la siembra de los culmos, se tomó 150 unidades, de los que 50 se sometieron a un tratamiento con ácido indolbutírico (AIB) (T4). Los otros 50 culmos fueron tratados con ácido naftalenacético (ANA) (T5) y los 50 restantes no se les dio ningún tratamiento para utilizarlo

como testigo (T6). Las auxinas se las uso en una solución con concentración al 1%, como recomienda Arriaga et al., (1994), en donde las bases de los culmos se introdujeron en la solución para que recojan la mayor cantidad de auxinas. Para la siembra se utilizó el respectivo sustrato y funda preparados anteriormente. Para los esquejes se procedió con la misma metodología aplicada en los culmos, resultándonos que los esquejes aplicados (AIB) fueron el (T7), los aplicados (ANA) (T8) y sin aplicación (T9).

5.9 Metodología para el Segundo objetivo

Para el segundo objetivo se realizaron ensayos de propagación del *Aulonemia queko* mediante sistemas de acodo aéreo y terrestre, utilizando dos reguladores de crecimiento vegetal.

5.9.1 Acodo aéreo

Para cada uno de los tratamientos se tomaron 50 plantas de bambú adultas y uniformes. Posteriormente, se ubicó en los entrenudos de cada tallo de bambú, específicamente entre el anillo, el entrenudo, el esqueje y en la región proximal al segundo o tercer esqueje. Para poder aplicar reguladores de crecimiento radicular – hormonas como: ácido indolbutirico (AIB) en el T10; ácido naftalenacético (ANA) en el T11; y para el control T12 no se aplicaron reguladores de crecimiento. Para facilitar la acción de las hormonas se procedió a realizar un corte ligero de la base del esqueje.

Las auxinas se aplicaron en una solución con concentración al 1%. Posteriormente, como recomienda Carmona et al., (2012) se procedió a cubrir con musgo y tierra del lugar, mismo que debe estar humedecido.

Para todo el proceso se utilizaron navajas de campo, plástico transparente y papel aluminio.

5.9.2 Acodo terrestre

De acuerdo a recomendaciones de Reyna & Fernández (2016) se buscó plantas con tendencia a inclinarse al suelo y se las dobló con mucho cuidado, seguidamente se cubrió con tierra. Para mantener la rama en el suelo se sujetó con pequeñas varillas curvadas. Entre los nudos y entrenudos de los tallos curvados donde se encuentran los esquejes se aplicó las hormonas enraizantes (AIB y ANA). Se utilizaron los tallos de bambú que presentaron mayor cantidad de esquejes con buenas características, en las auxinas se aplicaron dentro de una solución con concentración al 1 %. En total, se usó 150 acodos terrestres, de los cuales 50 acodos recibieron el tratamiento con AIB (T13), 50 acodos con ANA (T14) y 50 acodos no recibieron aplicación (T15).



Ilustración 2. Mapa de Distribución de los tratamientos del método de propagación por acodo aéreo y terrestre de la especie nativa *Aulonemia queko* en el bosque de Molleturo.

Fuente: Valdez, F; Sanmartín B.

La propagación se realizó por medio de acodos aéreos y terrestres in situ, la propagación por rizomas, los culmos y estacas de manera ex situ en el vivero de la facultad de Ciencias Agropecuarias.

5.10 Evaluaciones de variables

Para la evaluación de variables en todos los tratamientos se tomó en cuenta: la supervivencia, desarrollo y crecimiento, los datos fueron tomados una vez por mes, en un periodo de 6 meses. A continuación, se detallan las variables que fueron utilizadas:

Supervivencia. El porcentaje de supervivencia se determinó por la relación de plantas vivas y número total de plantas, mismas que se obtuvo dividiendo el número plantas vivas entre el número total, multiplicada por 100.

Numero de brotes. Se contó el número de brotes nuevos presentes en cada tratamiento.

Número de hojas. Se realizó el conteo del número de hojas desarrolladas para cada tratamiento.

Altura de brote (cm). Para los 5 métodos de propagación la altura de brotes se midió desde la base del entre nudo que está en contacto con el sustrato hasta el ápice o punto de crecimiento vegetativo más alto, para esta evaluación se usó una regla.

Diámetro de brotes. Se evaluó el grosor de cada uno de los brotes por cada tratamiento utilizando un calibrador tipo vernier.

5.11 Factores de estudio

Tabla 3. *Tratamientos con los métodos de propagación y sección vegetativa del Aulonemia queko*

Propágulo	Combinaciones	Tratamientos	N° propágulos
Rizomas	Rizomas con tratamiento (AIB)	T1	50
	Rizomas con tratamiento (ANA)	T2	50
	Rizomas sin tratamiento	T3	50
Culmos	Culmos con tratamiento (AIB)	T4	50
	Culmos con tratamiento (ANA)	T5	50
	Culmos sin tratamiento	T6	50
Esquejes	Esquejes con tratamiento (AIB)	T7	50
	Esquejes con tratamiento (ANA)	T8	50
	Esquejes sin tratamiento	T9	50
Acodo aéreo	Acodo aéreo con tratamiento (AIB)	T 10	50
	Acodo aéreo con tratamiento (ANA)	T 11	50
	Acodo aéreo sin tratamiento	T12	50
Acodos terrestres	Acodo terrestre con tratamiento (AIB)	T13	50
	Acodo terrestre con tratamiento (ANA)	14	50
	Acodo sin tratamiento	15	50

Nota: T = tratamiento; ANA = ácido naftalenacético; AIB = ácido indolbutírico.

5.12 Características del área experimental

Se tiene un total de 15 tratamientos, se realizaron 3 repeticiones de cada tratamiento, los tratamientos correspondientes a rizomas, estacas y culmos se realizaron en el vivero de la facultad ex situ, por lo cual el área experimental fue diseñada en tres bloques, cada bloque tuvo los 9 tratamientos, a la vez cada tratamiento contuvo 50 fundas de polietileno, lo cual resultó con un total de 1350 propágulos (Ilustración 3). Para los tratamientos de acodos aéreos y terrestres se lo realizó de manera in situ, distribuidos aleatoriamente en el bosque de Molleturo (Ilustración 2), los 6 tratamientos con sus respectivas repeticiones resultaron en un total de 900 propágulos, que sumadas a las anteriores dio un total de 2250 propágulos.

5.13 Diagrama, distribución de bloques por tratamientos en el vivero

Para la elaboración del diseño se tomó como factor de bloqueo, la incidencia de luz solar, pues el vivero se encontró situado al pie de un talud, donde cierta área recibía menos horas de luz al día. Se estableció 3 bloques, donde cada bloque estuvo conformado por los 9 tratamientos correspondientes a rizomas, culmos y estacas, para la ubicación de los tratamientos se realizó un aleatorio en el programa Excel y así asegurar el cumplimiento del diseño planteado.

Bloque 1	T1	T8	T5	T9	T6	T3	T2	T4	T7
Bloque 2	T5	T1	T9	T3	T7	T4	T6	T2	T8
Bloque 3	T7	T3	T6	T2	T5	T1	T9	T8	T4

Ilustración 3. Esquema de la distribución de bloques por tratamientos (*ex situ*)

Fuente: Valdez, F; Sanmartín B.

5.14 Diagrama, distribución de bloques por tratamientos en el bosque

Para el estudio in situ el diseño tomó como factor de bloqueo, la gradiente altitudinal, ya que, en el área delimitada de estudio, la especie se encontraba distribuida en diferentes rangos de altura. Los 6 tratamientos correspondientes se colocaron aleatoriamente en cada bloque.

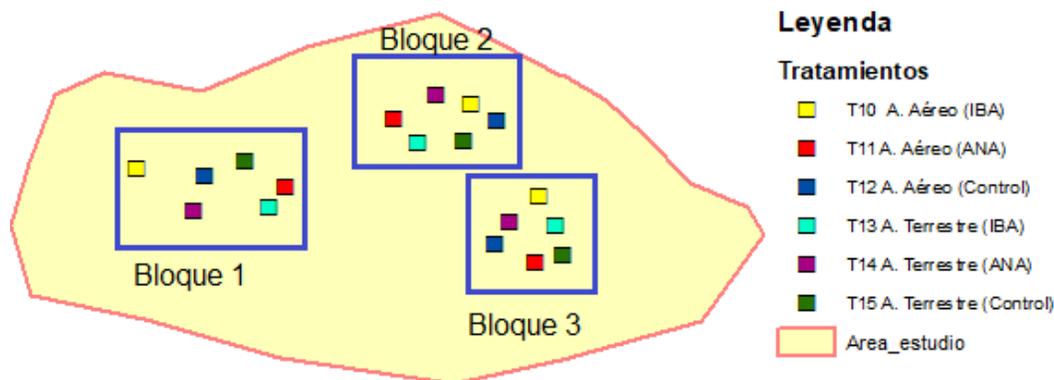


Ilustración 4. Esquema de la distribución de bloques por tratamientos (in situ)

Fuente: Valdez, F; Sanmartín B.

5.15 Análisis de datos

El análisis estadístico se realizó con los datos obtenidos luego de 139 días, la metodología utilizada para el análisis estadístico fue la misma para el objetivo uno como para el objetivo dos, y se la describe a continuación: primero se realizó un análisis exploratorio de datos mediante un diagrama de dispersión y gráfico de cajas (Anexo 2) para cada variable de estudio y así poder evidenciar la presencia de datos atípicos en la muestra. Posterior se realizó una prueba de normalidad de Shapiro Wills para la muestra menor a 50 datos y la prueba de Kolmogorov Smirnov para las muestras superior a 50 datos. Para el caso de las variables que presentaron normalidad se procedió a realizar un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha: 0,05$), en el caso de las variables que no presentaron normalidad, se procedió con una prueba de Levene para ver homogeneidad de varianzas y el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para probar diferencias significativas entre tratamientos.

6. Resultados

Como resultado de las pruebas estadísticas antes mencionadas se obtuvo los siguientes resultados.

Para los métodos de propagación correspondientes a: rizomas (T1, T2, T3) los resultados son insuficientes para realizar un análisis estadístico, pues de los 450 rizomas solo se obtuvo 2 brotes, en lo referente a culmos (T4, T5, T6), estacas (T7, T8, T9) y acodo aéreo (T10, T11, T12) tuvieron resultados de cero, por tal motivo se descarta el proceso de análisis estadístico para los mencionados métodos. A diferencia del método correspondiente al acodo terrestre (T13, T14, T15), del cual se describe a continuación los resultados obtenidos. Se utilizó el software infoStat.

Con el diagrama de dispersión y el gráfico de cajas (Anexo 2), se pudo observar que no se presentan datos atípicos, pero es pertinente proceder con las pruebas de normalidad. Con la prueba de Shapiro Wilk, la variable supervivencia presenta normalidad de sus datos (Tabla 4), con respecto a las variables: número de brotes y diámetro de brotes, la prueba de Kolmogorov Smirnov mostró que los datos presentan normalidad (Tabla 5) y para las variables: número de hojas y altura de brotes, la prueba de Kolmogorov Smirnov mostró que los datos no presentan distribución normal. (Tabla 5), posterior se presentan los resultados de la prueba de Tukey y Levene correspondiente para cada caso.

Tabla 4. Prueba de Shapiro Wilk para la variable supervivencia.

Prueba	Variable	D.E.	Estadístico	P
Shapiro Wilk	% Supervivencia	2	1	>0,9999

Tabla 5. Prueba de Kolmogorov Smirnov para las variables número de brotes, número de hojas,

altura de brotes y diámetro de brotes.

Prueba	Variable	Varianza	Estadístico	P
Kolmogorov Smirnov	N.º de brotes	0,21	0,92	0,4798
Kolmogorov Smirnov	N.º de hojas	0,79	0,27	<0,0001
Kolmogorov Smirnov	Altura de brote	3,01	0,35	<0,0001
Kolmogorov Smirnov	Diámetro de brotes	0,04	0,95	0,4213

A continuación, en la (tabla 6) se muestra una caracterización de las variables, con la cual se hace un resumen de los valores obtenidos por cada variable y tratamiento.

Tabla 6. Caracterización de variables

Cuadro Descripción de variables								
Variable	Tratamiento	Media	D.E.	Var	E.E.	Min	Max	Mediana
% Supervivencia	T13	76	2	2,67	1,15	74	78	76
% Supervivencia	T14	84	2	2,67	1,15	82	86	84
% Supervivencia	T15	62,67	1,15	0,89	0,67	62	64	62
N.º de brotes	T13	0,29	0,48	0,23	0,04	0	2	0
N.º de brotes	T14	0,39	0,54	0,29	0,04	0	2	0
N.º de brotes	T15	0,13	0,33	0,11	0,03	0	1	0
N.º de hojas	T13	0,67	0,82	0,68	0,07	0	3	0
N.º de hojas	T14	1,15	1,09	1,18	0,09	0	4	1
N.º de hojas	T15	0,56	0,71	0,5	0,06	0	2	0
Altura de brote (cm)	T13	1,83	1,96	3,8	0,16	0	7	1
Altura de brote (cm)	T14	1,85	1,79	3,17	0,15	0	7	1
Altura de brote (cm)	T15	1,02	1,44	2,07	0,12	0	6	0
Diámetro de brote	T13	0,22	0,25	0,06	0,02	0	1,4	0,15
Diámetro de brote	T14	0,2	0,19	0,03	0,02	0	0,9	0,2

Diámetro de brote	T15	0,11	0,17	0,03	0,01	0	0,9	0
-------------------	-----	------	------	------	------	---	-----	---

6.1 Número de hojas

En la tabla 13 se muestra la prueba de LEVENE, realizado a la variable número de hojas, donde se obtuvo un Valor de probabilidad $< 0,0001$. Como el valor de p fue menor a 0,05 comprobamos que no hay homogeneidad de varianzas.

Tabla 7. Prueba de LEVENE de la variable número de hojas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,16	2	3,08	15,26	$< 0,0001$
Tratamiento	6,16	2	3,08	15,26	$< 0,0001$
Error	90,22	447	0,20		
Total	96,37	449			

Con el test no paramétrico de Kruskal-Wallis, se obtuvo que para la variable número de hojas existen diferencias significativas entre tratamientos, con un valor de probabilidad de $< 0,0001$ Tabla 14. Además, el T14 es significativamente diferente del T13 y T15, y se presentan en diferentes niveles, como se muestra en la tabla 15.

Tabla 8. Test no paramétrico de Kruskal-Wallis para la variable número de hojas.

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Número de hojas	T13	150	0,67	0,82	0,00	22,97	$< 0,0001$
Número de hojas	T14	150	1,15	1,09	1,00		
Número de hojas	T15	150	0,56	0,71	0,00		

Tabla 9. Valores del número hojas de Aulonemia queko mediante el método de acodo terrestre y sus niveles.

Tratamiento	Medias	E.E
-------------	--------	-----

T15	0,56	0,06	A
T13	0,67	0,07	A
T14	1,15	0.09	B

En la siguiente tabla 16, se puede observar el número de hojas promedio por tratamiento obtenido. El número de hojas fue superior significativamente en el T14 (ANA), con una media de 1,15 hojas, a diferencia de T15 (control) y T13 (IBA) que obtuvieron valores de 0,56 y 0,67 hojas respectivamente.

Tabla 10. Número de hojas promedio por tratamiento obtenido

Tratamiento	Número de repeticiones	Número de hojas promedio
T13	3	0,67
T14	3	1,15
T15	3	0,56

6.2. Altura de brotes

En la tabla 17 se muestra la prueba de LEVENE realizado a la variable de altura de brotes, donde se obtuvo un Valor de probabilidad $< 0,0001$. El valor de probabilidad $< .05$ se comprueba que no existe homogeneidad de varianzas.

Tabla 11. Prueba de LEVENE de la variable altura de brotes.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22,32	2	11,16	11,34	$< 0,0001$
Tratamiento	22,32	2	11,16	11,34	$< 0,0001$
Error	439,9	447	0,98		
Total	462,22	449			

A través del test no paramétrico de Kruskal-Wallis, se obtuvo que para la variable altura de brotes existen diferencias significativas entre tratamientos con un valor de probabilidad de $< 0,0001$. Como se puede observar en la siguiente tabla 18.

Tabla 12. Test no paramétrico de Kruskal-Wallis para la variable altura de brotes

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Altura de brotes	T13	150	1,83	1,96	1,00	21,28	< 0,0001
Altura de brotes	T14	150	1,85	1,79	1,00		
Altura de brotes	T15	150	1,02	1,44	0,00		

Tabla 13. Valores de la altura de brotes de Aulonemia queko mediante el método de acodo terrestre y sus niveles.

Tratamiento	Medias	E.E	
T15	1,02	0,12	A
T13	1,83	0,16	B
T14	1,85	0,15	B

En la Tabla 19 se indica que el T15 es significativamente diferente del T13 y T14, además se presentan en diferentes niveles.

En la siguiente Tabla 20 se puede observar la altura de brotes promedio por tratamiento obtenido. La altura de brotes fue significativamente superior en el T14 (ANA) y T13 (IBA) con una media de 1,85 cm y 1,83 cm respectivamente, a diferencia de T15 (control) que obtuvo el valor de 1,02 cm.

Tabla 14. Número de hojas promedio por tratamiento obtenido.

Tratamiento	Número de repeticiones	Altura de brotes promedio
T13	3	1,83
T14	3	1,85
T15	3	1,02

6.3 Diámetro de brotes

En la tabla 21 se muestra el ANDEVA realizado a la variable diámetro de brotes, donde se obtuvo un Valor de probabilidad < 0,0001. El valor de probabilidad < .05 indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos probados.

Tabla 15. Análisis estadístico (ANDEVA) de la variable diámetro de brotes

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,03	2	0,52	12,33	< 0,0001
Tratamiento	1,03	2	0,52	12,33	< 0,0001
Error	18,75	447	0,04		
Total	19,78	449			

En la siguiente tabla 22 se puede observar el diámetro de brotes promedio por tratamiento obtenido. El diámetro de brotes fue superior significativamente en el T13 (IBA) y T14 (ANA) con una media de 0,22 mm y 0,20 mm respectivamente, a diferencia de T15 (control) que obtuvo el valor de 0,11 mm.

Tabla 16. Diámetro de brotes promedio por tratamiento obtenido

Tratamiento	Número de repeticiones	Diámetro de brotes promedio
T13	3	0,22
T14	3	0,2
T15	3	0,11

A través de la prueba de Tukey para la variable diámetro de brotes, se encontró que el T15 es significativamente diferente del T13 y T14 y se presentan en dos niveles, como se puede observar en la tabla 23 siguiente.

Tabla 17. Prueba de Tukey para el diámetro de brotes de *Aulonemia queko* mediante el método de acodo terrestre.

Tratamiento	Medias	E.E	
T15	0,11	0,01	A
T14	0,20	0,02	B
T13	0,22	0,02	B

6.4 Supervivencia

En la Tabla 7 se muestra el ANDEVA realizado a la variable supervivencia, donde se obtuvo un Valor de probabilidad $< 0,0001$. Como el valor de p fue menor a $0,05$ existe diferencia significativa entre los tratamientos probados.

Tabla 18. Análisis estadístico (ANDEVA) de la variable % supervivencia.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	696,89	2	348,44	112,00	$< 0,0001$
Tratamiento	696,89	2	348,44	112,00	$< 0,0001$
Error	18,67	6	3,11		
Total	715,56	8			

Nota: P-valor = $< .05$

En la Tabla 8 se puede observar el % de supervivencia promedio por tratamiento obtenido. La supervivencia fue significativamente superior en el T14 (ANA) con un 84%, a diferencia de T15 (control) que obtuvo valores de 62,67% y encontramos que T13 (IBA) se sitúa en la mitad con un valor de supervivencia de 76%.

Tabla 19. Porcentaje de supervivencia promedio por tratamiento obtenido

Tratamiento	Número de repeticiones	% de supervivencia promedio
T13	3	76
T14	3	84
T15	3	62,7

Nota: % = porcentaje

En la Tabla 9, mediante la prueba de Tukey para la variable supervivencia, se encontró que los tratamientos son significativamente diferentes y se presentan en tres niveles.

Tabla 20. Prueba de Tukey para porcentaje de supervivencia de Aulonemia queko mediante el método de acodo terrestre.

Tratamiento	Medias	E.E
-------------	--------	-----

T15	62,67	0,67	A
T13	76,00	1,15	B
T14	84,00	1,15	C

6.5 Número de brotes

En la tabla 10 se muestra el ANDEVA realizado a la variable número de brotes, donde se obtuvo un valor de probabilidad $< 0,0001$. Como el valor de p fue menor a $0,05$ existe diferencia significativa entre los tratamientos probados.

Tabla 21. Análisis estadístico (ANDEVA) de la variable número de brotes

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,16	2	2,58	12,16	$< 0,0001^*$
Tratamiento	5,16	2	2,58	12,16	$< 0,0001^*$
Error	94,84	447	0,21		
Total	100,00	449			

Nota: * = p -valor $< .05$

En la Tabla 11 se puede observar el número de brotes promedio por tratamiento obtenido. El número de brotes fue superior significativamente en el T14 (ANA) con una media de 0,39 brotes, a diferencia de T15 (control) que obtuvo valores de 0,13 brotes y encontramos que T13 (IBA), se sitúa intermedio, pero más cercano a T14 con un valor de 0,29 brotes.

Tabla 22. Número de brotes promedio por tratamiento obtenido

Tratamiento	Número de repeticiones	Número de brotes promedio
T13	3	0,29
T14	3	0,39
T15	3	0,13

Con la prueba de Tukey para la variable número de brotes, se encontró que el T15 es significativamente diferente del T13 y T14, y se presentan en dos niveles, como se puede observar en la tabla 12 siguiente.

Tabla 23. Prueba de Tukey para número de brotes de *Aulonemia queko* mediante el método de acodo terrestre

Tratamiento	Medias	E.E	
T15	0,13	0,03	A
T13	0,29	0,04	B
T14	0,39	0,04	B

7. Discusión

Este trabajo de investigación se basa en identificar el método de propagación asexual óptimo para la especie nativa *Aulenemia queko* (Duda). En donde, se encontró que los métodos de propagación realizados mediante estacas, culmos, rizomas y acodo aéreo dieron valores de cero o similares para todas las variables evaluadas.

La temperatura del hábitat donde se extrajo las muestras (Molleturo) se encuentra entre los 11 y 25 °C a diferencia del vivero, donde se trabajó de forma ex situ que la temperatura oscila entre los 10 y 23 °C. Es decir, que el rango de temperatura del hábitat es menor a la del vivero. La temperatura puede ser un factor que no se puede controlar, dado que la temperatura afecta la tasa de desarrollo, en la producción de las hojas y de los tallos (Mahmud, 2002). Así mismo, por lo que se puede asumir que la variación de temperatura afectó negativamente en todo el proceso de propagación de la especie.

Infor & Fondef (2010) encontraron que al propagar especies de bambú por el método de acodo aéreo se podría obtener un 50 % de plantas propagadas. Sin embargo, la especie *Aulenemia queko* suele poseer una floración gregaria, razón por la cual se diferencian de los demás bambúes y su fenología cambia radicalmente. Gonzales (2001) menciona que el período vegetativo se aproxima a los 60-70 años de especie *Chusquea quila*, que es similar a la de nuestro estudio. Además, el período reproductivo lleva aproximadamente 20 meses en total desde la floración hasta la diseminación de frutos. Así mismo, Ely & González (2019) en su estudio sobre ciclo de floración de la especie *Chusquea mollis* L.G. Clark en los Andes Venezolanos, encontraron que la floración de esta especie puede durar entre 1 y 3 años. Por lo cual, se puede evidenciar que debido a los ciclos largos y las etapas fenológicas propias de la especie, los seis meses, son un tiempo relativamente corto para poder observar brotes, o

desarrollo de la especie, y por ende resultados positivos en la propagación. Pues además los dos brotes generados en los rizomas, emergieron a partir del cuarto mes de estudio y en los posteriores dos meses alcanzaron una altura aproximada de 5mm.

Irigoyen & Vela (2005) relacionan el éxito de la propagación con una buena elección de sustrato, sin embargo, el utilizado para el estudio es fundamentado en metodologías comúnmente empleadas en proyectos de propagación de especies forestales. Adicional, Trocino (2009) recomienda el uso de tierra negra o de jardinería para el cultivo de bambú de la especie *B. Oldhamii* y *Phylostachys*. Este elemento fue base en nuestro sustrato a más de tierra del lugar donde se extrajo el material vegetal, lo cual es recomendable en propagación forestal ya que dicho suelo contiene organismos que influyen la simbiosis entre planta y sustrato. Si bien el sustrato se preparó correctamente, se intuye que los resultados nulos podrían atribuirse a las diferencias a nivel químico del sustrato utilizado y del sustrato del bosque donde se desarrollan las plantas.

Como otra posible causa de los resultados negativos, es la manipulación del material vegetal, ya que, si bien se realizó con el mayor cuidado posible, pero la accesibilidad al bosque era complicada, lejana y transcurría varias horas desde la extracción del material hasta su trasplante en vivero, como mencionan Ndiaye et al. (2006) que esta situación está asociada a la necrosis de yemas, provocando con esto en los primeros seis meses su muerte.

Cabe recalcar que por la carencia de información y la falta de estudios de esta especie, los inductores de enraizamiento se utilizaron en dosis probadas en estudios de especies similares, donde se obtuvo buenos resultados, pero como postula Mesén (1998) “La desventaja principal de ANA es que generalmente ha mostrado ser más tóxica que el AIB bajo concentraciones

similares”, las auxinas trabajan en rangos cortos de dosis, fuera de los cuales se convierten en tóxicas y su efecto puede ser contrario e inhibir el enraizamiento, además cada especie tiene características que la vuelven única, por lo cual se intuye que la dosis utilizada de las auxinas no es la favorable para *Aulonemia queko*.

Por otra parte, en los acodos terrestres se encontró en la variable supervivencia que T14 (ANA) obtuvo el mejor resultado con un 84 %; seguido de T13 (IBA) con un 76%; y por último T15 (control) con 62,67%. Con lo cual, se establece que son significativamente diferentes, evidentemente el uso de las hormonas tiene un gran efecto para la propagación de *Aulonemia queko*. Se corrobora con los resultados por Tandalla & Carolina (2010), quienes comentan que el AIB es la auxina más utilizada para enraizamiento ya que posee estabilidad y poca movilidad; y la que le sigue es ANA. Sin embargo, estos resultados difieren de los presentados en el estudio de Sánchez (2017), el cual evaluó la propagación de tres tipos de bambú usando hormonas de enraizamiento, y obtuvo los siguientes resultados: en las tres especies de bambú, ANA presentó una supervivencia de 45,77%, AIB presentó un 50,50%, mientras que el testigo tuvo un mayor efecto en la supervivencia con 60,73%. Claramente para este autor el mejor resultado fue el testigo. De igual forma, White (1948) menciona que la respuesta al aplicar hormonas varía mucho entre especies, por consiguiente, para *Aulonemia queko* la aplicación de ANA tiene una mejor respuesta.

8. Conclusiones y recomendaciones

8.1 Conclusiones

En cuanto a los resultados de la propagación, los métodos mediante rizomas, estacas, culmos y acodos aéreos no dieron resultados positivos. Entre varias razones se intuye puede estar influenciado, por diferencias a nivel químico del sustrato usado en la propagación y el sustrato del bosque donde se extrajo el material vegetal, por lo cual es necesario un análisis químico-microbiológico del sustrato en cuestión.

Como otro factor tenemos que la temperatura tiene un rango de variación más grande en el vivero y que al transportar el material vegetal hacia el vivero existen percances por lo lejano que es el bosque y principalmente por la característica gregaria de la especie, que hace que su ciclo de vida sea de varios años, con lo cual 6 meses que fueron de la toma de datos en el estudio no se considera suficiente para poder observar resultados positivos.

Por otra parte, en lo referente a los acodos terrestres si bien no se observó grandes resultados, pero fue el método que presentó un leve desarrollo, con lo cual se determina que de los métodos probados es el más acertado para la propagación de *Aulonemia queko*.

Haciendo referencia a los enraizadores de este tratamiento se evidencia que el ácido naftalenacético es el que da una mejor respuesta en cuanto a supervivencia, número de brotes, número de hojas y altura de brotes, siendo solamente en la variable diámetro de brotes superior el ácido indolbutírico, sin embargo, claramente el uso de las hormonas genera un efecto positivo en el desarrollo de *Aulonemia queko* pues el control fue el de peores resultados en todas las variables evaluadas.

8.2 Recomendaciones

Se recomienda manipular con el mayor cuidado el material vegetal ya que se observó que es sumamente delicada la especie, además se recomienda probar la propagación de forma in situ, pues existen factores y características del lugar que no se pueden controlar de manera ex situ.

Se recomienda realizar estudios de propagación de *Aulonemia queko* mediante el método de trasplante de plantas jóvenes, ya que conjuntamente al realizar esta investigación se realizaron pruebas de supervivencia de estas plantas, la cual fue extrayendo individuos jóvenes de aproximadamente 20 cm y trasplantándolos en el vivero. Se observó un porcentaje de supervivencia del 35%, por ello es conveniente establecer un diseño experimental e intentar por este medio la propagación.

9. Referencias Bibliográficas

- Acero, A. M., & Cortes, F. (2014). Propagación de especies nativas con potencial para restauración ecológica en la microcuenca río La Vega, Tunja-Boyacá. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 38(147), 195–205.
- Aliaga, J. T., Rodrigo, J., & Mollo, M. (2019). Evaluation of bamboo's propagation (*Guadua angustifolia* kunth and *Guadua angustifolia* bicolor) with different vegetative segments in the Sapecho Experimental Station, 6, 16–23.
- Añazco, M., & Rojas, S. (2015). Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú en Ecuador con énfasis en la especie *Guadua angustifolia*. *Imbar*, 2(Consumo de Bambú), 193. Recuperado de <https://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/GABAR-Cadena-Bambu-Ecuador.pdf>
- Botero, L. F. (2001). Reproducción de la *Guadua Angustifolia* por el método de chusquines. *INBAR*, 30. Recuperado de https://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES_ARBRES/bambou/Propagation-of-Guadua-Angustifolia-using-the-Chusquines-method.pdf
- Botti, C. (1999). Principios de la propagación y técnicas de propagación por esquejes de bambú (*Guadua angustifolia*). En *Manejo tecnificado de invernaderos y propagación de plantas*. Departamento de Producción Agrícola. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. p. 72-82.
- Burés, S. 1999. Introducción a los sustratos: aspectos generales. pp. 19-46. In: *Tecnología de sustratos: aplicación a la producción viverística ornamental, hortícola y forestal*. J.N. Pastor S. (ed.). Universidad de Lleida. España.

- Bussmann, R. W. (2005). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. UNMSM, 12(2), 203–216. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332005000200006
- Campos Roasio, J., Aguirre, A., José, J., Cabrera Perramón, J., González González, M. V., & Pinilla Suárez, J. C. (2010). Guía técnica 2: Propagación de especies de bambú en Chile. *INFOR*, N° 28, 20.
- Carmioli, V. (2009). Bambú Guadua: Un recurso ecológico. *Tecnología en Marcha*, 22(3), 9
- Carmona, S. H., Díaz, G. C., Bello, C. H. Á., & Martínez, G. D. M. (2012). Propagación vegetativa de tres especies de mangle por acodos aéreos en el manglar de sontecomapan, catemaco, veracruz, México. *Polibotánica*, 193–205.
- Caro, B. G. (2015). Conservación de germoplasma *ex situ*: Protocolos y estrategias para la mantención de un banco in vitro. *Ciencia e investigación Forestal* 21 (1): 69-82, 21(April), 69–82.
- Ceccon, E., & Gómez-Ruiz, P. A. (2019). Las funciones ecológicas de los bambúes en la recuperación de servicios ambientales y en la restauración productiva de ecosistemas. *Rev. Biol. Trop.*, 67, 13.
- SEMPLADES, CLIRSEN & SIGAGRO (2011). Gestión de geoinformación en las áreas de influencia de los proyectos estratégicos nacionales. Obtenido de Sistema Nacional de Información:mhttp://app.sni.gob.ec/snlink/sni/PDOT/ZONA6/NIVEL_DEL_PDOT_CA

NTONAL/AZUAY/CUENCA/MOLLETURO/IEE/MEMORIA_TECNICA/mt_san_felipe_de_moleturo.pdf

Consorcio GTZ/FUNDECO/IE. (2001). Estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino. Quito. Recuperado de https://www.unich.edu.mx/wp-content/uploads/2014/01/Exsitu_TrópicoAndino.pdf

Coto, J. (1991). Características generales del bambú y sistemas de cultivo_ (pp. 57–71). Recuperado de [http://documentacion.cidap.gob.ec:8080/bitstream/cidap/1296/1/Características_generales_del_bambú_y_sistemas_de_cultivo_José M. Coto.pdf](http://documentacion.cidap.gob.ec:8080/bitstream/cidap/1296/1/Características_generales_del_bambú_y_sistemas_de_cultivo_José_M._Coto.pdf)

Cueva, E., & Altamirano, M. (2011). Estudio y experimentación de Paneles Estructurales y de revestimiento en Base de la Caña de la Sierra. Universidad de Cuenca. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/587>

Duarte, T., Lagos, H., & Paipa, R. (2018). Portafolio de servicios, Área Agrícola - Granja experimental Tinguavita UPTC. Paipa. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/libros/NR41063.pdf>

Ely, F., & González, J. V. (Noviembre de 2019). Ciclo de floración de *Chusquea mollis* L.G. Clark (Poaceae, Bambusoideae, Bambusae, Chusqueinae) en los Andes Venezolanos. Mérida, Venezuela.

Ellena, M., González, A., Sandoval, P., Abarzúa, J., & Marchant, F. (2018). Propagación. Santiago de Chile. Recuperado de https://www.hacienda.go.cr/docs/5a0e066d79dae_Estrategia-nacional-sustitucion-

plasticos-un-solo_uso-.pdf

- Embaye, K., Weih, M., Ledin, S., Christersson, L. (2005). Biomass and nutrient distribution in a highland bamboo forest in southwest Ethiopia: implications for management. *For. Ecol. Manag.*, 204: 159–169.
- Fanego, A. (2006). Aportes a la metodología de propagación de *Bougainvillea glabra* Choisy. Tesis presentada en opción del título académico de Master en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de la Habana Fructuoso Rodríguez Pérez. 56 p.
- García, Y., Freire, M., & Hurtado, O. (2011). Propagación in vitro de bambúes. *Biotecnología Vegetal*, 11(3), 131–142.
- Gonzales, M. E. (2001). Fenología de *Chusquea quila* durante su floración gregaria en la zona centro-sur de Chile. doi:10.4206
- Hartmann, T., Kester, E. (1996). Propagación de plantas: principios y prácticas. México, Continental S.A. México. 814 p.
- Ilustre Municipalidad del Cantón Cuenca. (2011). Plan de Desarrollo Y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca. Cuenca: Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca.
- INFOR, FONDEF. (Abril de 2010). Adaptación de especies de bambú de clima templado en Chile. *Propagacion de especies de bambú en Chile*. Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2018). *Manual de Vivero*. Ministerio de Agroindustria. Presidencia de la Nación. Buenos Aires.

- Irigoyen, J. N., & Vela, M. A. (Mayo de 2005). Guía técnica de semilleros y viveros frutales. Santa Tecla, El Salvador: IICA.
- Japón, P. (2009). Etnobotánica de cuatro comunidades indígenas de Saraguro. Universidad Nacional de Loja. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093756>
- Jara, J. (2015). La deforestación de los bosques protectores como un atentado al Derecho al Buen Vivir en la Legislación Ecuatoriana. Universidad Central del Ecuador, Quito. Recuperado de <http://www.pensamientopenal.com.ar/system/files/2015/06/doctrina41389.pdf>
- Jimenez Peris, F. J. (2002). Viveros forestales para la producción de plantas a pie de repoblación. p36. Madrid
- Kibwage, J.K., Oondo, A.J., Momanyi, G.M. (2008). Structure and performance of formal retailmarket for bamboo products in Kenya. Scientific Research and Essay Vol.3 (6): 229-239
- La - Torre, M., Cano, A., & Tovar, O. (2003). Las Poáceas del Parque Nacional Yanachaga-Chemillén, Oxapampa, UNMSM, 10(2), 145–154. Recuperado de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/article/view/2496/2189>
- Landis, T. homas, Lippitt, L., & Evans, M. (1993). Biodiversity and Ecosystem Management - the Role of Forest and Conservation Nurseries. RNGR, 221, 1–17. Recuperado de <https://admin.rngr.net/publications/proceedings/1992/landis.pdf>
- Lárraga-Sánchez, N., Gutiérrez-Rangel, N., López-Sánchez, H., Pedraza-Santos, M. E., Vargas-Hernández, J., Santos-Pérez, G., & Santos-Pérez, U. I. (2011). Propagación vegetativa de tres especies de Bambú. *Ra Ximhai*, 205-218.

<https://doi.org/10.35197/rx.07.02.2011.05.nl>

Londoño, X. (2002). Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y uso de los bambúes del nuevo mundo, 25. Recuperado de <http://www.hof-landlust.de/scb/taller.html>

Mahmud Duwayri. (2002). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s08.htm#bm08.1>

Mamani Mollo, J. R. (2018). Evaluación de la propagación de bambú (*Guadua Angustifolia kunth* y *Guadua Angustifolia Bicolor*) con diferentes segmentos vegetativos en la Estación Experimental de Sapecho provincia Sud Yungas departamento de La Paz.

Macedo, J. C. A. (2015). *Efecto del Ácido Indolbutírico y tipo de estaquilla en el enraizamiento de Plukenetia lorentensis (Ule, 1908), en la provincia de San Martín - Perú*. Universidad Nacional de San Martín.

Mesén, F. (1998). Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales. Turrialba - Costa Rica: IICA/CATIE.

Minchala-Patiño, J., Eras-Guamán, V. H., Muñoz-chamba, L., & Yaguana-Arévalo, M. (2013). Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales nativas y promisorias de la Región Sur del Ecuador. *Revista CEDAMAZ*, 5–17.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2004). *La Competitividad de las Cadenas Agroproductivas en Colombia*. (Rocío Gutiérrez, Ed.). Bogotá. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=niU32tEHs0C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Ministerio del Ambiente. (2014). *Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017*. Quito.

Recuperado de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155383anx.pdf>

Mostacedo, B; Fredericksen, TS. (2000) Manual De Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia :92.

Ndiaye, A., Diallo, M.S., Niang, D., Gassama-Dia, Y. K. (2006). In vitro regeneration of adult trees of *Bambusa vulgaris*. African Journal of Biotechnology. 5 (13), pp. 1245-1248

Núñez, Y. 1997. Propagación vegetativa del cristóbal (*Platymiscium pinnatum*, Benth); pilón (*Hyeronima alchorneoides*, Allemo) y surá (*Terminalia oblonga*, Ruiz & Pavón) mediante el enraizamiento de estacas juveniles. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 172 p

Oliva Valle, M., Vacalla Ochoa, F., Pérez Chuquimez, D., & Tucto Chávez, A. (2017). Vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas-Perú., 1.

Ordoñez, V., Mejía, T., Barcenas, G., & INECOL. (2013). Manual para la construcción sustentable con bambú. *Comisión Nacional Forestal*, 98.

Pastor Sáez, J. Narciso (1999). Utilización de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana*, 17 (3),231-235.[fecha de Consulta 23 de Febrero de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317307>

Piñuela, A.; Guerra, A. y Pérez-Sánchez, E. (2013). Guía para el establecimiento y manejo de viveros agroforestales. San Javier-Yaracuy, Venezuela. Fundación Danac. 38 p.

Proyecto Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador. (1997). Manejo de bosques nativos andinos. Quito. Recuperado de

http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/004583/info/pdf/Bosques_nat.pdf

Ramanayake, S. M. S. D. (2006). Flowering in bamboo: an enigma. *Cey. J. Sci. (Bio. Sci.)* 35 (2): 95-105

Ramírez-Narváez, Perla Natalia, & Velasco-Linares, Patricia. (2016). Características de la floración en poblaciones de *Chusquea scandens kunth*-Bogotá, D.C. (Colombia). *Caldasia*, 38(1), 137-147. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v38n1.57834>

Ramírez, R. (2019). Propagación clonal de bambú (*Guadua angustifolia Kunth*) con diferentes dosis de ácido indolbutírico en cámara de invernadero, tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Ramón, J. (2006). Guía Técnica Cultivo del Bambú. Santo Domingo. Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/46494057/bambu.pdf?response-content-disposition=inline%3B filename%3DGuia_Tecnica_Cultivo_del_Bambu.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190624%2Fus-east-1%2Fs3%2Faw

Reyna, H., & Fernández, O. (2016). Manual de propagación de plantas superiores. México. Recuperado de http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf

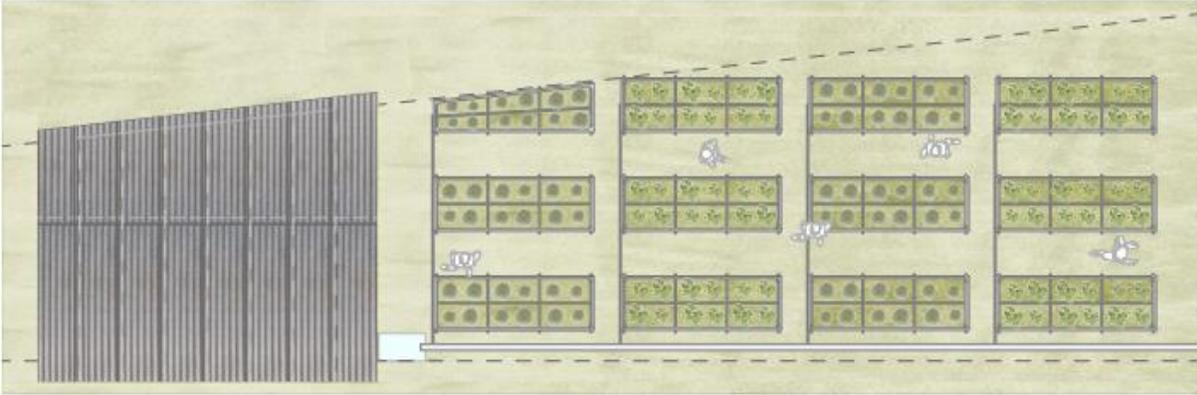
Salusso, M. E. (2008). Regulación Ambiental: Los Bosques Nativos, Una visión Económica. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Belgrano.

- Sánchez Martínez, A. M. (2017). Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (bambú), en el vivero bambunet del cantón archidona, provincia de napo. Riobamba, Ecuador.
- Sood, A., Ahuja, P.S., Sharma, M., Sharma, O.P., Godbole, S. (2002). In vitro protocols and field performance of elites of an important bamboo *Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. Ex Munro. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 71: 55-63
- Tandalla, O., & Carolina, F. (2010). Evaluación de tres tipos de auxinas; ácido idolacetico, ácido naftalenacetico y acido indol butirico para el enraizamiento de esquejes en dos variedades de clavel (*dianthus caryophyllus* l.) En agrorab cia. Ltda. Pujili - Ecuador.
- Ticona Aliaga, Johnny, & Mamani Mollo, Javier Rodrigo. (2019). Evaluación de la propagación de bambú (*Guadua Angustifolia* Kunth y *Guadua angustifolia bicolor*) con diferentes segmentos vegetativos, en la Estación Experimental Sapecho. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(1), 24-29. Recuperado en 08 de octubre de 2020, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182019000100004&lng=es&tlng=es.
- Trocino, M. S. (Noviembre de 2009). Manual para la producción de Bambú y manejo nutricional del panda gigante (*Ailuropoda Melanoleuca*) y panda rojo (*Ailurus Fulgens*) en el zoológico de Chapultepec, Ciudad de México. *Programa de Becas del Centro de Estudios China-México, UNAM y el ICyTGDF*. Mexico.
- Tropicos.org. (2009). *Aulonemia queko* Goudot. Jardín Botánico de Missouri. Recuperado: 6 de noviembre de 2020 <<http://www.tropicos.org/Name/25510507>>

- Vargas, O., Martínez, M., & Díaz, A. (2012). Protocolo de Propagación de Plantas Hidrófilas y Manejo de Viveros para la Rehabilitación Ecológica de los Parques Ecológicos Distritales de Humedal. Bogotá.
- Viana, P. L. (2010). O Gênero *Aulonemia* Goudot (Poaceae : Bambusoideae : Bambuseae) No Brasil. Universidad Federal de Minas Gerais.
- Watson, L., & Macfarlane, T. (2019). The grass genera of the world *Aulonemia* Goudot, 2–4. Recuperado de <http://www.delta-intkey.com/grass/www/avena.htm>
- White, D. G. (1948). Bamboo culture and utilization in Puerto Rico. Circular (Puerto Rico Experiment Station); No. 29.

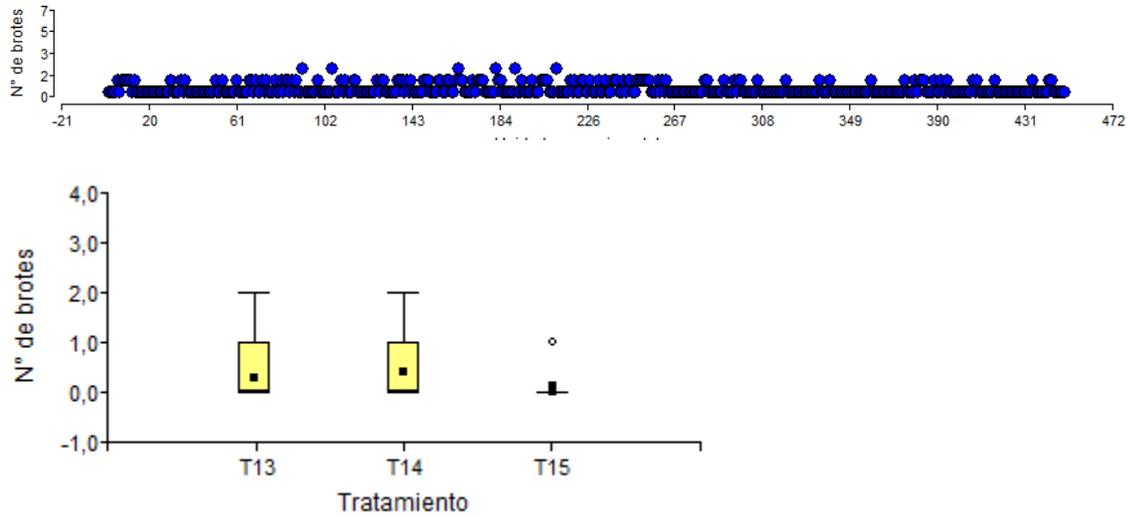
10. Anexos

Anexo 1. Diseño de los espacios de trabajo en el vivero

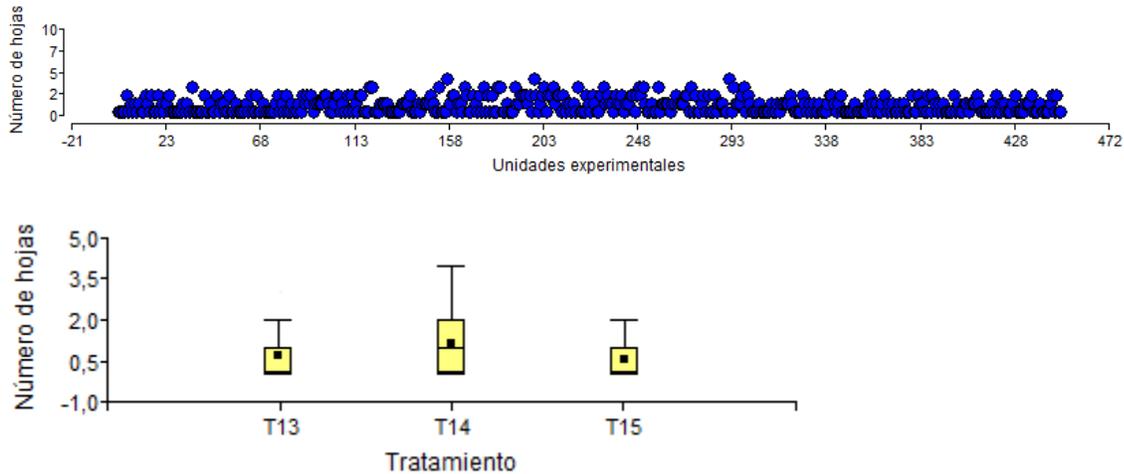


Anexo 2. Diagrama de dispersión de los datos recogidos.

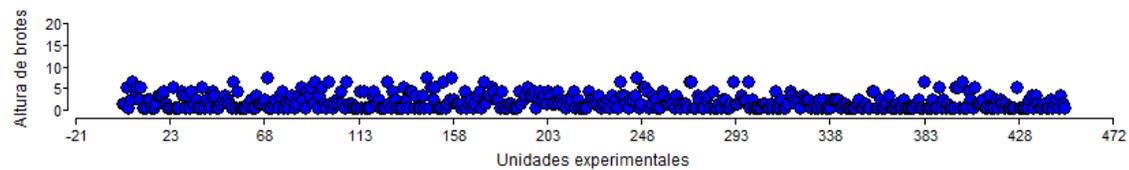
Numero de brotes

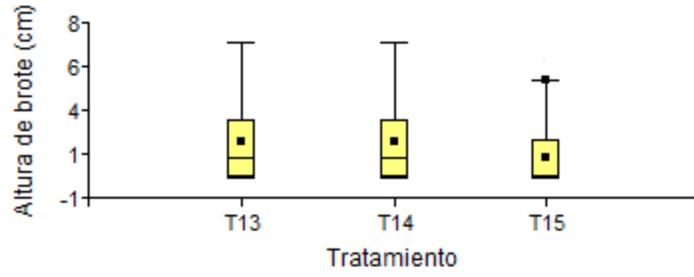


Numero de hojas

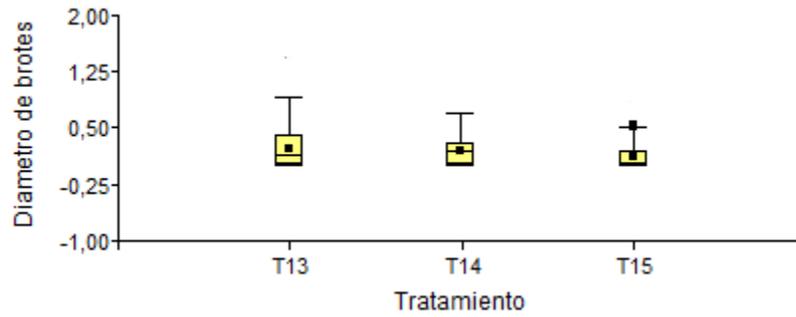
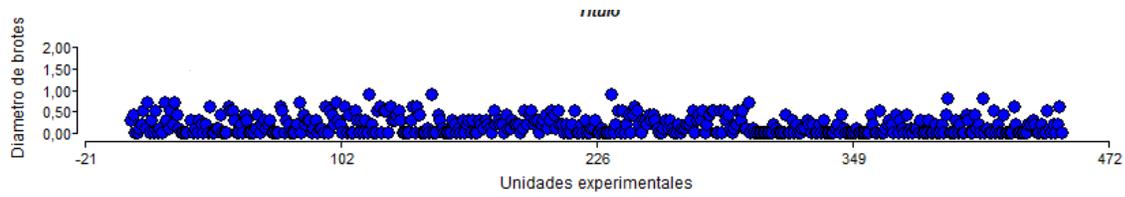


Altura de brotes





Diámetro de brotes



Anexo 3. resultado análisis de suelo del bosque de Molleturo

Sample Id	p43-15cm	Limite de deteccion del método (LDM)	Método de Analisis
<i>Elementos Metálicos y no metálicos</i>			
Ag 107 (mg/g)	0,001528	0,000127	EPA 200.8
Al 27 (mg/g)	79,353228	0,000099	EPA 200.8
As 75 (mg/g)	0,036214	0,000477	EPA 200.8
B 11 (mg/g)	0,035492	0,001030	EPA 200.8
Ba 138 (mg/g)	0,235651	0,000019	EPA 200.8
Be 9 (mg/g)	0,000320	0,000037	EPA 200.8
Ca 43 (mg/g)	0,251699	0,008534	EPA 200.8
Cd 111 (mg/g)	0,000281	0,000351	EPA 200.8
Ce 140 (mg/g)	0,013756	0,000015	EPA 200.8
Co 59 (mg/g)	0,005506	0,000030	EPA 200.8
Cr 52 (mg/g)	0,027471	0,000487	EPA 200.8
Cs 133 (mg/g)	0,008826	0,000023	EPA 200.8
Cu 63 (mg/g)	0,040786	0,000093	EPA 200.8
Dy 164 (mg/g)	0,001003	0,000002	EPA 200.8
Er 166 (mg/g)	0,000401	0,000045	EPA 200.8
Eu 153 (mg/g)	0,000432	0,000011	EPA 200.8
Fe 57 (mg/g)	21,890809	0,007908	EPA 200.8
Ga 69 (mg/g)	0,033828	0,000045	EPA 200.8
Gd 158 (mg/g)	0,001449	0,000177	EPA 200.8
Ho 165 (mg/g)	0,000180	0,000007	EPA 200.8
K 39 (mg/g)	2,545892	0,009723	EPA 200.8
La 139 (mg/g)	0,005953	0,000010	EPA 200.8
Lu 175 (mg/g)	0,000047	0,000042	EPA 200.8
Mg 24 (mg/g)	1,666684	0,000053	EPA 200.8
Mn 55 (mg/g)	0,468724	0,000405	EPA 200.8
Na 23 (mg/g)	0,268448	0,000016	EPA 200.8
Nd 142 (mg/g)	0,006855	0,000054	EPA 200.8
Ni 60 (mg/g)	0,008881	0,000342	EPA 200.8
P 31 (mg/g)	0,041147	0,004291	EPA 200.8
Pb 208 (mg/g)	0,022908	0,000177	EPA 200.8
Pr 141 (mg/g)	0,001545	0,000017	EPA 200.8
Rb 85 (mg/g)	0,022312	0,000098	EPA 200.8
S 32 (mg/g)	2,388976	0,487119	EPA 200.8
Se 82 (mg/g)	<0.004936	0,004936	EPA 200.8
Sm 152 (mg/g)	0,001539	0,000054	EPA 200.8
Sr 88 (mg/g)	0,060150	0,000017	EPA 200.8
Th 232 (mg/g)	0,052418	0,000001	EPA 200.8
Tl 205 (mg/g)	0,000827	0,000034	EPA 200.8
Tm 169 (mg/g)	0,000055	0,000039	EPA 200.8
U 238 (mg/g)	0,000765	0,000001	EPA 200.8
V 51 (mg/g)	0,155092	0,000057	EPA 200.8
Yb 174 (mg/g)	0,000409	0,000057	EPA 200.8
Zn 66 (mg/g)	0,043152	0,000125	EPA 200.8
Mo 98 (mg/g)	0,000321	0,000010	EPA 200.8
Sb 121 (mg/g)	0,000040	0,000006	EPA 200.8
Sn 118 (mg/g)	0,000040	0,000001	EPA 200.8
Ti 47 (mg/g)	0,030800	0,000024	EPA 200.8

Zr 90 (mg/g)	0,000802	0,000007	EPA 200.8
<i>Carbono y Nitrógeno</i>			
% de Carbono	9,59		DIN/ISO 13878
% de Nitrogeno	0,58		DIN/ISO 13878
Relacion C/N	16,75		DIN/ISO 13878

Anexo 4. Instalación de vivero para propagación de *Aulonemia queko*



Anexo 5. Selección de rizomas de *Aulonemia queko*



Anexo 6. Siembra de culmos de *Aulonemia queko*



Anexo 7. Selección de estacas de *Aulonemia queko*



Anexo 8. Aplicación de hormonas para estimular el enraizamiento

