

UCUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

Propagación *ex situ* de *Aulonemia queko* con diferentes concentraciones de ácido indolbutírico y tres sustratos en Cuenca – Provincia del Azuay

*Trabajo de titulación
previo a la obtención del título
de Ingeniera Agrónoma*

Autores:

Jessica Paola Cabrera Cabrera

CI: 0107236960

Correo electrónico: jessi.brujis.pa@hotmail.com

Carla Lucila Piña Matute

CI: 1400937205

Correo electrónico: luci.pimatute@gmail.com

Director:

Ing. Hugo Alberto Cedillo Tapia

CI: 0301482030

Cuenca, Ecuador

27-enero-2023

RESUMEN

En la actualidad *Aulonemia queko* se considera como una alternativa ecológica, ya que esta brinda un servicio ambiental como protección de fuentes de agua, puesto que la deforestación a nivel mundial y la degradación forestal han provocado una pérdida masiva de biodiversidad y una disminución de los servicios ecosistémicos. Ante ello el presente estudio tuvo por objeto propagar *Aulonemia queko* evaluando el efecto del ácido indolbutírico a diferentes concentraciones (1 ppm, 3 ppm, 5 ppm), distintos sustratos (sustrato, mantillo, y turba), en brotes con rizoma y sin rizoma a nivel de vivero en el cantón Cuenca, provincia del Azuay, para ello se utilizó un DCA, con arreglo factorial (2a x 3b x 4c), con 24 tratamientos y tres repeticiones conformadas por 6 subunidades de observación. Para el análisis de los resultados se realizó a través de la prueba de hipótesis marginales Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC). ($P < 0,05$), obteniendo la variable de sobrevivencia como el mejor sustrato el mantillo con una dosis de AIB 1 ppm con el 86,11 % de sobrevivencia, en relación al diámetro, longitud, número de hojas, y número de entrenudos, se obtuvo mejores resultados con el mantillo como sustrato y 1-3 ppm como dosis de AIB. Para la longitud y número de raíces se logró buenos resultados con la utilización de mantillo y una dosis de 1 ppm de AIB, sin embargo, en la interacción propágulo x sustrato x dosis los mejores tratamientos fueron los propágulos con rizoma x turba x 1 ppm, y por último los propágulos con rizoma x mantillo x 3 ppm arrojaron mayores valores en biomasa subterránea. Con este estudio contribuimos a establecer un método de propagación eficiente, para obtener plántulas de calidad, que permitan ser implementadas en varios ecosistemas en el país, y con ello fomentar en la población del uso de la especie para emprender procesos de reforestación en bosques.

PALABRAS CLAVE: *Aulonemia queko*. Propagación. Propágulos. Ácido indobutírico (AIB). Sustratos.

ABSTRACT

Currently, *Aulonemia queko* is considered an ecological alternative. It provides an environmental service that protects water sources since worldwide deforestation and forest degradation have caused a massive loss of biodiversity and a decrease in services systemic echoes. The present study has the objective of propagating *Aulonemia queko*, evaluating the effect of indolebutyric acid at different concentrations (1 ppm, 3 ppm, 5 ppm), different substrates (substrate, mulch, and peat), in shoots with rhizome and without rhizome at the level of a nursery in the Cuenca canton, Azuay province, for which a DCA was used, with a factorial arrangement (2a x 3b x 4c) with 24 treatments and three repetitions made up of 6 observation subunits. The analysis of the results was carried out through the Di Rienzo, Guzman, and Casanoves (DGC) marginal hypothesis test. ($P < 0.05$) obtaining in the survival variable as the best substrate the mulch with a dose of AIB 1 ppm with 86.11 % survival, concerning the diameter, length, number of leaves, and number of internodes. Better results were obtained with the mulch as a substrate and 1-3 ppm as a dose of AIB. For the length and number of roots, good results were achieved with the use of mulch and a dose of 1 ppm of AIB. However, in the propagule-substrate-dose interaction, the best treatments were the propagules with rhizome-peat-1 ppm. The propagules with rhizome x mulch x 3 ppm yielded higher values in underground biomass. With this study, we contribute to establishing an efficient propagation method, to obtain quality seedlings, which allow them to be implemented in various ecosystems in the country, and thereby encourage the population to use the species to undertake reforestation processes in forests.

KEYWORDS: *Aulonemia queko*. Propagation. Propagule. Indolebutyric acid (IAB). Substrates

Índice

RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA	10
AGRADECIMIENTOS.....	15
DEDICATORIA.....	17
1. INTRODUCCIÓN.....	19
2. OBJETIVOS.....	21
2.1 Objetivo general del proyecto.....	21
2.2 Objetivos específicos	21
3. HIPÓTESIS (PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN).....	21
4. REVISIÓN DE LITERATURA	22
4.1 Distribución de la especie <i>Aulonemia queko</i>	22
4.2 Descripción taxonómica de <i>Aulonemia queko</i>	22
4.3 Vías de propagación	23
4.3.1 Propagación sexual.....	23
4.4 Métodos de propagación vegetativa	24
4.5 Sustancias promotoras de propagación	25
4.6 Sustratos.....	25
5. MATERIALES Y MÉTODOS	26
5.1 Materiales	26
5.2 Área de estudio	27
5.3 Ubicación de la parroquia Molleturo recolección de la especie	28
<i>Aulonemia queko</i>	28
Fase de adaptación	29

5.4 Establecimiento del área del experimento.....	29
5.1 Descripción de los insumos	30
5.6 Cuidados culturales	31
6. TIPO DE INVESTIGACIÓN	31
6.1 Factores y niveles de estudio.....	33
7. METODOLOGÍA	35
7.1 Metodología para el primer objetivo: Determinar el porcentaje de prendimiento de propágulo con rizoma y propágulo sin rizoma de la especie Duda (<i>Aulonemia queko</i>).....	35
7.2 Metodología para el segundo objetivo: Evaluar el efecto de las dosis del ácido indolbutírico (AIB), así como de sustratos, en el desarrollo morfológico de la Duda (<i>Aulonemia queko</i>).....	35
7.3 Metodología para el tercer objetivo: Evaluar el efecto y dosis del ácido indobutírico (AIB), y de sustratos, sobre el desarrollo radicular de la Duda	37
(<i>Aulonemia queko</i>).....	37
8. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	37
9. RESULTADOS	39
9.1 Porcentaje de sobrevivencia de <i>Aulonemia queko</i>	39
9.2 Desarrollo fisiológico de <i>Aulonemia queko</i>	43
9.2.1 Desarrollo del diámetro de la especie <i>Aulonemia queko</i>	43
9.2.3 Desarrollo de hojas de <i>Aulonemia queko</i>	48
9.2.4 Desarrollo de entrenudos de <i>Aulonemia queko</i>	52
9.3 Desarrollo radicular de <i>Aulonemia queko</i>	55
9.3.1 Desarrollo de la longitud de la raíz principal de la especie <i>Aulonemia</i>	55
<i>queko</i>	55

9.3.2 Desarrollo de las raíces secundarias de <i>Aulonemia queko</i>	59
9.3.3 Biomasa subterránea de <i>Aulonemia queko</i>	63
10. DISCUSIÓN.....	67
10.1 Porcentaje de sobrevivencia de <i>Aulonemia queko</i>	67
10.2 Desarrollo fisiológico de <i>Aulonemia queko</i>	67
10.2.1 Diámetro- longitud.....	67
10.2.3 Hojas- entrenudos	68
10.3 Desarrollo radicular de <i>Aulonemia queko</i>	69
10.3.1 Número y longitud de raíces	69
10.3.2 Biomasa subterránea de <i>Aulonemia queko</i>	70
11. CONCLUSIONES	71
12. RECOMENDACIONES.....	72
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
14. ANEXOS	78

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de ubicación del Campus Yanuncay.	27
Figura 2. Mapa base de los puntos de recolección de la especie <i>Aulonemia queko</i> en la parroquia Molleturo.	28
Figura 3. Diseño y distribución de los tratamientos en la siembra. Letra T significa tratamientos, R significa la réplica de cada tratamiento. El número que persigue el número del tratamiento.	30
Figura 4. Porcentaje de sobrevivencia de <i>Aulonemia queko</i> , evaluada durante siete meses en veinte y cuatro diferentes interacciones entre propágulo x sustrato x dosis de AIB. Letras diferentes indican que los valores son estadísticamente diferentes. Barras verticales indican el error estándar $p < 0.05$	40
Figura 5. Porcentaje de sobrevivencia de <i>Aulonemia queko</i> evaluada durante siete meses.	42
Figura 6. Desarrollo de <i>Aulonemia queko</i> evaluado durante siete meses.	44
Figura 7. Desarrollo de la longitud de <i>Aulonemia queko</i> evaluado durante siete meses.	47
Figura 8. Desarrollo de las hojas de <i>Aulonemia queko</i> evaluado durante siete meses.	50
Figura 9. Desarrollo de las hojas de <i>Aulonemia queko</i> evaluada durante siete meses en la interacción propágulo x sustrato x dosis.	52
Figura 10. El desarrollo de los entrenudos de <i>Aulonemia queko</i> evaluado durante siete meses.	54
Figura 11. Desarrollo de la longitud de la raíz principal de <i>Aulonemia queko</i> evaluado durante siete meses.	57
Figura 12. El número de raíces secundarias desarrolladas de <i>Aulonemia queko</i> evaluado durante siete meses.	61
Figura 13. Biomasa de <i>Aulonemia queko</i> evaluada luego de siete meses bajo diferentes factores. Barras verticales indican el error estándar ($p < 0.05$). Letras diferentes significan que son estadísticamente diferentes.	65

Índice de Tablas

Tabla 1. Materiales y equipos utilizados en la investigación	26
Tabla 2. Factores y Niveles Utilizados en el Diseño Estadístico.	33
Tabla 3. Descripción de los tratamientos a emplearse para el estudio mediante un diseño completo al azar (DCA).	33
Tabla 4. Prueba de Normalidad según el test de Shapiro Wilk	38
Tabla 5. Prueba de hipótesis marginales con la prueba DGC, $p < 0,05$ en el porcentaje de sobrevivencia de <i>Aulonemia queko</i>	39
Tabla 6. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas(DGC) ($p < 0,05$) en el desarrollo Fisiológico en la especie <i>Aulonemia queko</i>	43
Tabla 7. Desarrollo del Diámetro para la interacción propágulo x sustrato x dosis.	45
Tabla 8. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas (DGC) ($p < 0,05$) desarrollo de la longitud de <i>Aulonemia queko</i>	46
Tabla 9. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas (DGC) ($p < 0,05$), desarrollo de las hojas de <i>Aulonemia queko</i>	48
Tabla 10. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas (DGC) ($p < 0,05$) en el desarrollo de entrenudos de <i>Aulonemia queko</i>	53
Tabla 11. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas (DGC) ($p < 0,05$) en el desarrollo radicular en <i>Aulonemia queko</i>	55
Tabla 12. Desarrollo de la longitud de la raíz principal de <i>Aulonemia queko</i> para la interacción de los Factores propágulo x sustrato x dosis.	58
Tabla 13. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas (DGC) ($p < 0,05$) en el desarrollo de las raíces secundarias de <i>Aulonemia queko</i> . .	59
Tabla 14. El desarrollo del número de raíces secundarias en la interacción de los factores propágulo x sustrato x dosis.	62
Tabla 15. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas (DGC) ($p < 0,05$) de la biomasa de <i>Aulonemia queko</i>	63
Tabla 16. Biomasa subterránea de <i>Aulonemia queko</i> para la interacción de los factores propágulos x sustratos x dosis.	65

Lista de Anexos

Anexos 1. Tabla de registro del desarrollo de <i>Aulonemia queko</i>	78
Anexos 2. Tabla de registro del Desarrollo radicular.	79
Anexos 3. Llenado de fundas con sustrato, Propágulo con rizoma.	79
Anexos 4. Etiquetado de los tratamientos en estudio.....	80
Anexos 5. Limpieza de malezas presentes dentro del proyecto.	80
Anexos 6. Medición de las variables: número de hojas, entrenudos y raíces, diámetro de tallo, longitud de raíz y altura de planta.	81
Anexos 7. Etiquetado de muestras para el cálculo de la biomasa	82
Anexos 8. Análisis del sustrato Mantillo.	83
Anexos 9. Análisis de suelo retención de humedad Mantillo.	84

Lista de Imágenes

Imagen 1. Propágulo con rizoma <i>Aulonemia queko</i>	32
Imagen 2. Propágulo con rizoma <i>Aulonemia queko</i>	32

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA.

AIB: Ácido indolbutírico

M: Mantillo

TN: Tierra negra T:

Turba ppm: Partes por

millón mg/L: Miligramos

por litro g: Gramos

B: Biomasa

CR: Con rizoma

SR: Sin rizoma

MLG: Modelos lineales generalizados

DGC: Di Rienzo, Guzmán y Casanoves

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Jessica Paola Cabrera Cabrera, en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación " Propagación *ex situ* de *Aulonemia queko* con diferentes concentraciones de ácido indolbutírico y tres sustratos en Cuenca – Provincia del Azuay", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco 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, autorizo 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, 27 de enero del 2023.



Jessica Paola Cabrera Cabrera

C.I: 0107236960

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Carla Lucila Piña Matute, en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación " Propagación *ex situ* de *Aulonemia queko* con diferentes concentraciones de ácido indolbutírico y tres sustratos en Cuenca – Provincia del Azuay", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco 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, autorizo 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, 27 de enero del 2023.



Carla Lucila Piña Matute

C.I: 1400937205

Cláusula de Propiedad Intelectual

Jessica Paola Cabrera Cabrera, autora del trabajo de titulación “ Propagación *ex situ* de *Aulonemia queko* con diferentes concentraciones de ácido indolbutírico y tres sustratos en Cuenca – Provincia del Azuay”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 27 de enero del 2023



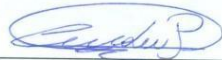
Jessica Paola Cabrera Cabrera

C.I: 0107236960

Cláusula de Propiedad Intelectual

Carla Lucila Piña Matute, autora del trabajo de titulación “ Propagación *ex situ* de *Aulonemia queko* con diferentes concentraciones de ácido indolbutírico y tres sustratos en Cuenca – Provincia del Azuay”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 27 de enero del 2023



Carla Lucila Piña Matute

C.I: 1400937205

AGRADECIMIENTOS

Sencillo no ha sido el proceso, pero agradezco en primera instancia a Dios por acompañarme y siempre levantarme en mi continuo tropiezo. A mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto. Por ser ese pilar en mi formación, por darme todo lo que soy como persona, valores principios, perseverancia y empeño, todo ello de manera desinteresada y llena de amor.

A mis compañeros de clase y amigos por compartir tantos momentos especiales que han pasado a lo largo de mi trayectoria universitaria.

Finalmente, gracias a mis formadores, quienes me han brindado sus conocimientos y enseñanzas que las aplicó día a día. En especial al ing. Hugo Cedillo e ing. Oswaldo Jadán quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

A todos ellos gracias de todo corazón.

Carla Lucila Piña.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por haberme guiado estos años, en mi paso por la universidad, por haberme dado sabiduría, paciencia, y fortaleza para poder enfrentar los retos y obstáculos que se presentaron a lo largo de todos estos años de estudio. y con ello poder culminarlos.

Agradezco al Ing. Hugo Cedillo, quien fue asesor del presente trabajo gracias por haberme guiado y asesorado en este proceso de investigación, quien con su conocimiento y dedicación constante se convirtió en un pilar fundamental para la culminación de esta investigación.

A la Universidad de Cuenca por haberme permitido formarme profesionalmente dentro de sus aulas, de manera especial al Ing. Oswaldo Jadán, y al Ing., Segundo Maita, como asesores en la investigación, gracias por sus sabias contribuciones para el cumplimiento de los objetivos de la tesis.

A mis padres Homero y Narcisa, no existen palabras para agradecerles por todo su apoyo incondicional y sobre todo por darme la herencia más valiosa: La Educación.

Jessica Paola Cabrera

DEDICATORIA

Mi tesis se la dedico con todo el corazón a mi madre Elvia Matute, quien con todo su esfuerzo y sacrificio hizo que mi sueño de convertirme en una profesional se volviera realidad. Su afecto, su cariño, su amor y su valentía fueron los detonantes de mi esfuerzo y mis ganas de buscar lo mejor para ella.

Durante mucho tiempo me pregunté por mi padre, por si él se acordaba de su hija. Quería sentir su amor, su compañía y ayuda en todo momento mientras yo crecía. Pese a ello creía que nunca iba a tener uno, pero mis abuelitos María Villa y Celio Matute, siempre estuvieron ahí como si hubiese sido él. Por esta razón, de igual manera les ofrezco mi trabajo de tesis, a ustedes mis viejitos. Quienes fueron esas personas que siempre se preocuparon por mí, por su amor y cariño incondicional y sin restricciones. Su canitas son ese reflejo de sabiduría que han hecho que me forje en el camino del bien y que hoy ese logro se me cumpla.

Carla Lucila Piña.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este paso importante en mi vida a la persona más importante, mi madre Narcisa, eres sin duda mi gran ejemplo a seguir, me has llenado de valores y fuerzas para luchar por todos y cada uno de mis sueños, me has apoyado y guiado por el buen camino, no habría llegado hasta este punto si no fuese por ti, te amo y nunca me alcanzara la vida para agradecerte por cada uno de tus sacrificios para que hoy yo puedo cumplir una meta en mi vida, espero de ahora en adelante poder retribuir no solo tu amor incondicional si no todo lo que has dado por mí, nunca me cansare de darte las gracias, este y absolutamente todos mis logros son y serán en tu honor.

A mi padre Homero, quien me enseñó a valorar los resultados de un gran esfuerzo y a conocer el precio de tener una gota de sudor en la frente, y que con esfuerzo y trabajo se cumplen los sueños.

A mi hermano Darío por tu apoyo incondicional y por ser un ejemplo de dedicación trabajo y constancia, a mi hermana, Lupe por el apoyo moral, y cariño durante este proceso de formación académica.

Jessica Paola Cabrera.

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo existen alrededor de 1500 especies de bambú distribuidos en distintos continentes: 63 % en Asia, 32 % en América y 5 % en África y Oceanía (Cobos & Rodríguez, 2007). El continente americano es el segundo en tener mayor porcentaje de especies de bambú con 440 especies (Yacelga, 2018). En Ecuador, existen diferentes géneros de bambú distribuidos en cuatro regiones naturales: Costa, Sierra, Amazonía y Galápagos (Añazco & Rojas, 2018). Se ha registrado 44 especies de bambúes distribuidas en 7 géneros: *Arthrostylidium* con tres especies, *Aulonemia*, con cinco especies siendo esta un género nativo del Ecuador (Londoño, 2002); *Chusquea* con dieciocho especies, *Guadua* con 5 especies, *Neuropolis* con once especies, *Phipidocladum* y *Rhipidocladum* una especie, de las cuales 11 de ellas son endémicas (Yacelga, 2018).

El género *Aulonemia*, habita sobre los 2000 msnm (Londoño, 2002), y es considerado de importancia económica y cultural en localidades andinas, debido a que representa una alta densidad de individuos y por lo tanto es utilizada para obtener diferentes beneficios (Japón & Mendoza, 2009). En la zona austral esta especie es conocida vernáculamente como Duda y crece en Molleturo, parroquia de Cuenca (Londoño, 2002). Esta especie es utilizada como materia prima para la elaboración de canastas, instrumentos musicales y para la alimentación de animales menores como cuyes y conejos (Mendoza, 2008).

Actualmente se torna importante conservar ecosistemas naturales para que no se vean afectados sus servicios ecosistémicos enlazados con los medios de vida de las comunidades locales (Méndez & Bacon, 2005). Según Ciccarese et al., 2012. La deforestación mundial y la degradación forestal han provocado una pérdida masiva de biodiversidad y una disminución de los servicios de los ecosistemas. La deforestación en la región Sur del Ecuador destruye bosques nativos y por ende especies forestales y productos no maderables (Jadán et al., 2017). Por lo que es indispensable la repoblación, así como también aumentar la cobertura natural con el fin de recuperar los ecosistemas degradados.

Aulonemia queko al ser una especie que se utiliza para la reforestación, es importante identificar sistemas de propagación efectivos para su desarrollo, ya que esta especie, representa una alternativa ecológica, porque brinda diferentes servicios ecosistémicos como: Captura CO₂; conforma el hábitat de biodiversidad de fauna y flora, (Añazco & Rojas, 2018; Yeh et al., 2018). Además, esta especie aporta a la conservación de recursos hídricos, protección de fuentes de agua y restauración de áreas degradadas (reforestación de cuencas hidrográficas) (Cueva & Altamirano, 2011).

En el país no se han desarrollado estudios que demuestran formas de propagación y repoblación. Esto ha provocado que no exista o exista poca información a nivel ecológico, distribución y sistemas de propagación *Aulonemia queko* (Durango & Humanez, 2017). El principal problema que presenta esta especie, es la incertidumbre sobre su multiplicación, periodo de florecimiento, disponibilidad del material vegetal y semillas latentes de 5 a 7 años (García et al., 2011). Uno de los factores limitantes para la propagación de la especie es que presenta una floración gregaria (Ramírez et., al 2004) y esporádica lo cual dificulta su reproducción. Además, las semillas son muy difíciles de obtenerlas para la propagación sexual ya que florecen cada 50, 80 hasta 100 años (Sánchez, 2017).

La propagación tradicional del bambú se torna difícil por el tiempo que se emplea para su desarrollo, por lo cual uno de los métodos para su propagación es la reproducción asexual. Sin embargo, es necesario identificar factores como sustratos, enraizantes o biorreguladores, adecuados para el acelerar el desarrollo de esta especie, lo cual permita obtener una mayor producción en menor tiempo (Durango & Humanez, 2017). Bajo los antecedentes mencionados, en la presente investigación, los resultados obtenidos permitirán conocer un sistema de propagación eficiente a través del uso y aplicación de dosis adecuadas de ácido indolbutírico, así como el tipo de sustrato para el crecimiento inicial de la especie.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general del proyecto

Propagar la especie *Aulonemia queko*, con diferentes concentraciones de ácido indolbutírico y tres sustratos en Cuenca - Provincia del Azuay.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de prendimiento de propágulos con rizoma y propágulos sin rizoma de la especie Duda (*Aulonemia queko*).
- Evaluar el efecto de las dosis de ácido indolbutírico (AIB), así como de sustratos, en el desarrollo morfológico de la Duda (*Aulonemia queko*)
- Evaluar el efecto de las dosis de ácido indolbutírico (AIB), y de sustratos, sobre el desarrollo radicular de la Duda (*Aulonemia queko*).

3. HIPÓTESIS (PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN)

¿El uso del ácido indolbutírico a diferentes concentraciones es un método efectivo para la propagación de la especie “duda” (*Aulonemia queko*)?

¿El tipo de sustrato puede influenciar en el prendimiento de *Aulonemia queko*?

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Distribución de la especie *Aulonemia queko*

La Duda es una especie que crece en bosques siempre verde montano de la Cordillera Occidental y Oriental de los Andes (Catasús, 2003). En Ecuador se registra en las provincias de Azuay, Imbabura, Loja y Napo por lo que es considerada una especie nativa (Londoño, 2002). Esta especie tiene un grado de importancia por los diferentes beneficios que brindan (MAE & FAO, 2015).

4.2 Descripción taxonómica de *Aulonemia queko*

Londoño, (2002) describe aspectos generales de *Aulonemia queko* como su nombre científico, su distribución y una breve descripción botánica de la especie. *Aulonemia queko* pertenece a la familia *Poaceae*, se involucra en el grupo de bambúes leñosos de la tribu *Bambusodae* y forma parte del género *Aulonemia* con aproximadamente 30 especies siendo la más importante *A. queko*.

Nombre científico: *Aulonemia queko*

Nombre vernáculo: Duda, Tunda, Dunda

Descripción botánica: *Aulonemia queko* es un arbusto que puede desarrollarse hasta 3 m, es un tipo de bambú corto a mediano. Su rizoma es paquimorfo, su tallo es débilmente leñoso, cilíndricos, fistulosos (Londoño, 2010). Esta especie puede llegar a tener de 1 a 20 ramas principales una por nudo, frecuentemente gruesas como el tallo principal (Viana, 2010). Las hojas poseen tallo con vainas persistentes, hojas de las ramas seudopeciolas, con lígulas externas e internas, la interna membranacea, láminas anchas generalmente ovadas, a veces lanceoladas o linear-lanceoladas, acuminadas (Giraldo & Sabogal, 2007). La Inflorescencia posee una panícula abierta, tiene una floración monocárpica, simultánea, espiguillas pediceladas, 3 estambres y 2 estigmas. Fruto: cariopsis (MAE & FAO, 2015).

Distribución geográfica: El continente americano es el segundo en tener mayor porcentaje de especies de bambú con 440 especies (Yacelga, 2018), se encuentran distribuidos en el sur de Estados Unidos, México, Centro América, en las islas del Caribe, y en América del Sur hasta el sur de Chile (Ordoñez et al., 2013). En Ecuador se ha identificado que existen bambús andinos, los mismos que pertenecen a cinco clases de géneros *Chusquea*, *Neurolepis*, *Arthrostylidium*, *Aulonemia* y *Rhipidocladum*, que en total comprenden alrededor de 39 especies (Cueva & Altamirano, 2011).

4.3 Vías de propagación

Las especies de bambúes tienen dos diferentes vías de propagación; La propagación sexual o por semilla es muy poco utilizada debido a la dificultad que existe para conseguir las semillas, las mismas que son obtenidas en el florecimiento esporádico o gregario del bambú, siendo imposible predecir con seguridad la época de florecimiento de una determinada especie (Fanego, 2006).

La propagación asexual se emplea por lo general las partes de la planta que contenga yemas o tejidos meristemáticos los cuales en contacto en el suelo genera una nueva planta, las yemas están localizadas en el rizoma y en los nudos del culmo y de las ramas muchas plantas con raíces ya formadas pueden morir antes de la formación de rizomas ósea que las solas raíces no son indicativos del establecimiento de la planta siendo necesario para ello la formación del rizoma (Larraga et al., 2011).

Existe otro tipo de propagación el cual es conocido como método biotecnológico, denominada métodos no tradicionales, la cual consisten en propagación mediante embriogénesis somática; en la cual se obtiene plantas en base a diferentes tejidos vegetales y organogénesis en la cual se utiliza yemas axilares (García et al., 2011).

4.3.1 Propagación sexual

Presentan alto porcentaje de germinación 85-90% (Almaza, 2000 como se citó en López et al., 2008). No obstante, de manera general, la propagación sexual en los bambúes, no es factible ya que no constituye una práctica común convencionalmente

por las dificultades de obtener semillas (Ramírez, 2019). En la especie *Aulonemia queko* prácticamente es imposible debido a un largo ciclo de floración, que puede llegar a durar entre 50, 80 o 100 años (Sánchez, 2017).

4.4 Métodos de propagación vegetativa

A continuación, se describen los principales métodos de propagación vegetativa, Según Arancibia, (2017) existen cinco métodos de propagación entre ellos están por rizoma, rizoma con segmento de tallo, rebrote y trasplante directo.

Propagación por rizoma: La propagación por rizoma, consiste en extraer los rizomas de la periferia de la mata y sembrarlos en sitios preestablecidos, el rizoma es un brote delgado que sale de una yema superior de la planta madre, los mismo que brotan luego de 2 meses, este es un método efectivo con el 100% de supervivencia, ya que se utiliza una parte de la planta que almacena nutrientes (Londoño, 2002).

Rizoma con segmento de tallo: Es un método de propagación en el cual se utiliza el rizoma con la prolongación del tallo de *Aulonemia queko*, para realizar la siembra por este método se corta fracciones de rizoma de prolongaciones del tallo, de plantas jóvenes y saludables, de una medida que oscila entre los 40 - 50 cm tratando de no dañar las yemas (Guerra, 2003).

Rebrote: Este tipo de propagación se realiza utilizando el rebrote que surge del rizoma, el mismo que está compuesto de hojas, tallo, ramas y raíz, y se origina de las yemas adventicias en los rizomas. Cada brote llega a producir de 2 - 12 plántulas a los 4 meses. Sin embargo, esta vía presenta limitaciones debido a la poca disponibilidad de material vegetal (Arancibia, 2017).

Trasplante directo: Para este tipo de propagación se utiliza el tallo completo con ramas, follaje y rizoma, y se requiere que al momento de la siembra se conserve lo más intactas posible las partes vegetativas (Lárraga et al., 2011). Este método de propagación exige que las plantas sean jóvenes de una edad de 2 - 3 años de desarrollo (Catasús, 2003).

4.5 Sustancias promotoras de propagación

Para comenzar con el desarrollo radicular de las raíces secundarias, intervienen diferentes reguladores de crecimiento: auxinas, citoquininas y giberelinas; donde las auxinas tienen el mayor efecto sobre la formación de raíces (Sánchez & Gómez., 2006). Con respecto a las auxinas. Weaver, (1990). Indica que las auxinas estimulan la expansión celular y la división celular, además fomentan el desarrollo de callos de los que se desprenden crecimientos similares a raíces. Gutiérrez et al., (2003) señala que son las más utilizadas para el desarrollo radicular. Entre ellas se destacan los ácidos indol-3-acético (AIA), naftalenacético (ANA), e indol-3-butírico (AIB). El AIB es el más utilizado, por no ser tóxico en altas concentraciones y químicamente es estable porque se desplaza poco y se retiene cerca el sitio de aplicación.

El ácido indolbutírico, pertenece al grupo de las auxinas naturales. Se caracteriza por su estabilidad en el sustrato, es sólido y cristalino en condiciones estándar de presión y temperatura. Es de color blanco a amarillo claro y también es eficiente para la estimulación de brote, tallo y hojas (Ramírez, 2019). Castrillón et al., (2016), manifiesta que el ácido indolbutírico (AIB), es una auxina estimulante para el crecimiento vigoroso de las plantas, y es la más utilizada ya que no es tóxica en un amplio rango de concentración es químicamente estable al contacto con el sustrato de propagación.

4.6 Sustratos

Los elementos usados por lo general para la propagación son materiales orgánicos dentro de los cuales, los sustratos son los más utilizados para la propagación de especies, los mismos que consisten en una combinación de componentes orgánicos e inorgánicos, y permiten el anclaje del sistema de raíces (López et al., 2008). Además, deben suministrar humedad y aireación adecuadas, ser de fácil obtención y que no libere sustancias tóxicas (Moreno et al., 2009).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

La ejecución de la investigación se realizó con diferentes materiales (Tabla 1): El material vegetal que se utilizó fueron propágulos con rizoma y propágulo sin rizoma de Duda *Aulonemia queko*, los mismo que fueron extraídos de la Parroquia de Molleturo (Figura 2). Los materiales y equipos que se utilizaron en campo fueron, tijera de podar, flexómetro cinta métrica, pala, picos, fundas de polietileno de 2 kg las mismas que se utilizaron para la siembra de los propágulos y hojas de campo. En la fase de laboratorio se empleó probetas, recipientes de aluminio, cucharitas, etiquetas balanza digital, alcohol al 90%, AIB al 99%, agua destilada y una estufa en donde se colocó los diferentes tratamientos para el secado de la parte subterránea.

Tabla 1. Materiales y equipos utilizados en la investigación.

Materiales Biológicos	Materiales físicos	Materiales Químicos	Materiales y equipos de oficina e informáticos.
Plántulas y rizomas <i>Aulonemia queko</i> Turba	Flexómetro, Cinta Métrica Pala, Picos, barretas Malla de sarán 80% de cobertura Tela negra	Ácido indolbutírico AIB Alcohol al 90% Agua	Laptop Programas de ArcGIS Libreta de campo Etiquetas
Mantillo Tierra negra	Balanza eléctrica Fundas negras de polietileno de 2 kg Probetas de 1 L y 500 ml	Bromuro de metileno	Sujetadores Excel Cámara Fotográfica Infostat

5.2 Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el vivero instalado en el Campus Yanuncay ubicado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, dentro del Cantón Cuenca, Provincia del Azuay (Figura 1). La Facultad de Ciencias Agropecuarias está ubicada a 2590 m.s.n.m., con temperatura ambiente entre 12-16 °C y una precipitación media de 652 mm, registrada en los años 2017 y 2018 (SIPA, 2018).

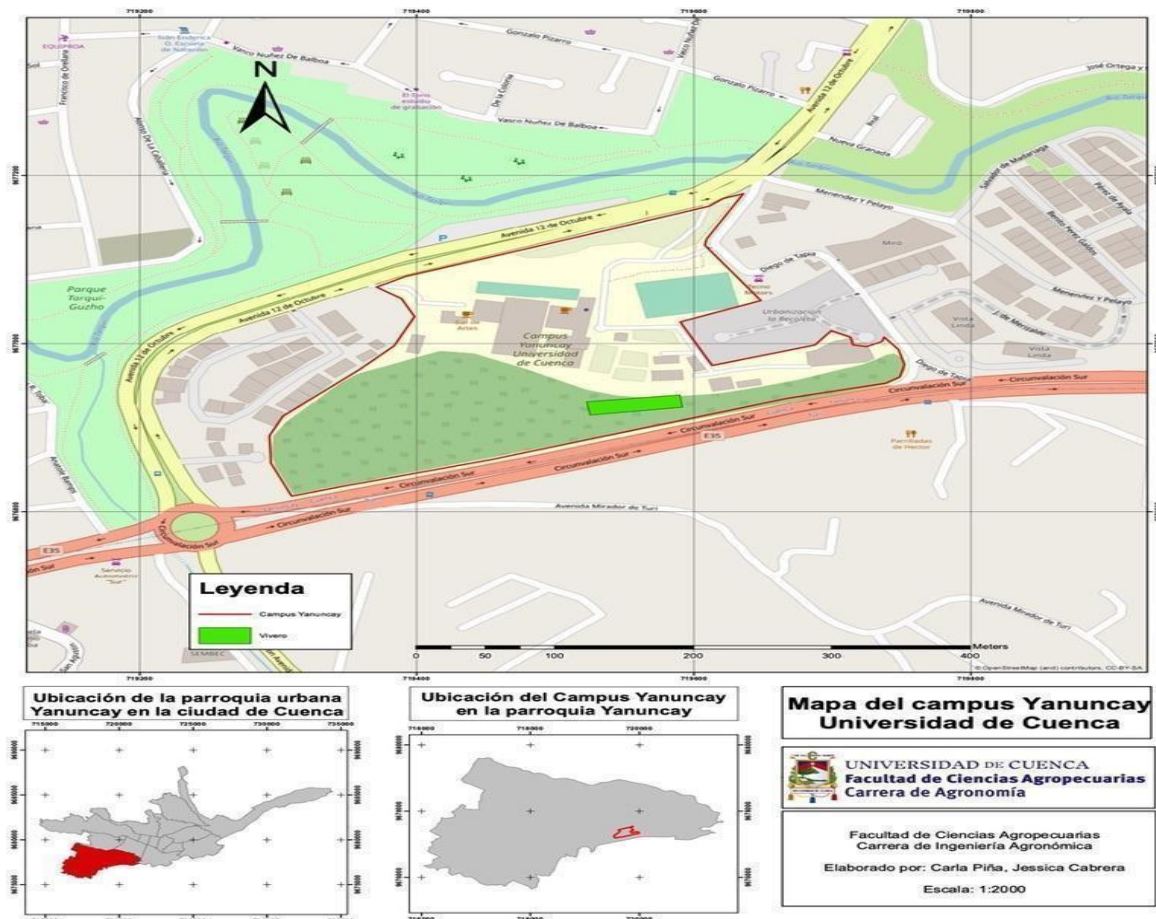


Figura 1. Mapa de ubicación del Campus Yanuncay.

5.3 Ubicación de la parroquia Molleturo recolección de la especie *Aulonemia queko*

Para obtener el material vegetativo de la especie, adaptado al clima de la zona, se recolectó un total de 455 plántulas de *Aulonemia queko* entre 20-40 cm de altura. Estas fueron recolectadas de los bosques secundarios de la parroquia Molleturo del Cantón Cuenca (Figura 2), la misma que tiene un área de 977,1 km² de las cuales los bosques naturales cubren el 68,5 %, y su rango de altitud aproximada 2847 m.s.n.m. (INEC, 2015).

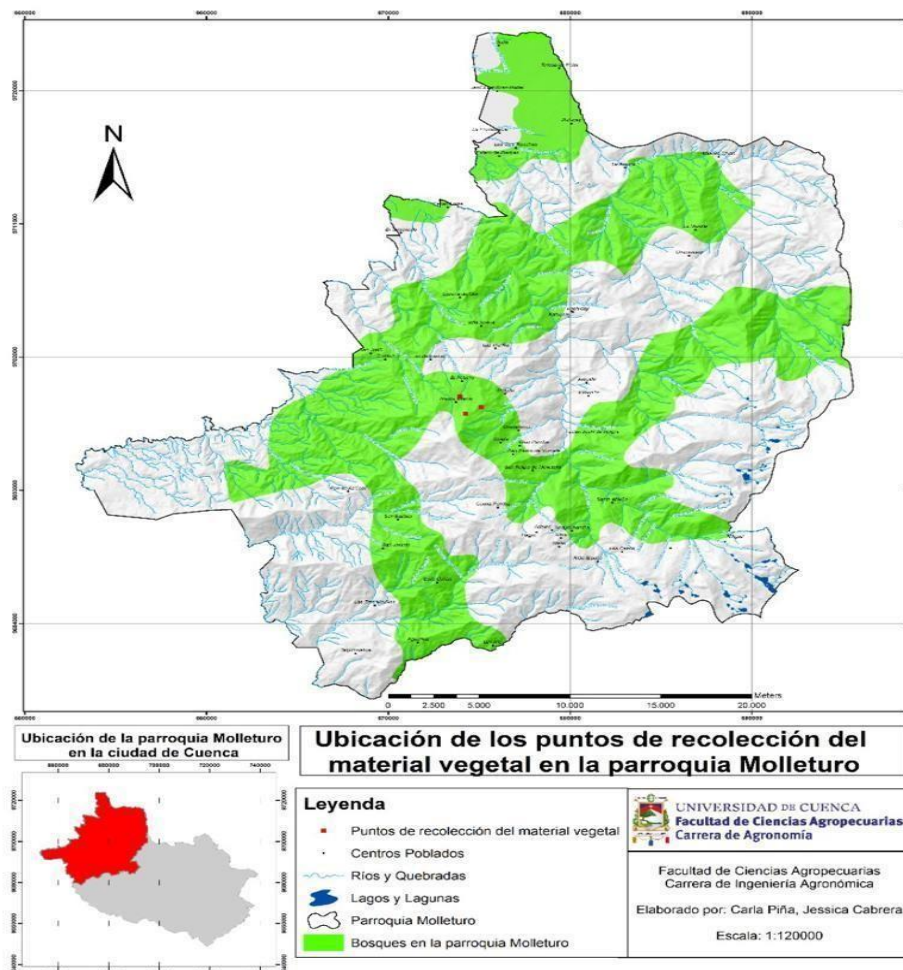


Figura 2. Mapa base de los puntos de recolección de la especie *Aulonemia queko* en la parroquia Molleturo.

Fase de adaptación

Una vez recolectadas las plantas, fueron llevadas al invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca. La extracción del material vegetal se realizó sin afectar el sistema radicular y evitando la deshidratación. Para ello el material fue colocado directamente en las fundas de polietileno de 2 kg con sustrato de hojas descompuestas “Mantillo” y tierra del mismo sitio. Dentro del vivero se adecuó un espacio y se dispuso dichas fundas en platabandas y fueron cubiertas con malla de sarán al 80 % de cobertura, colocado a una altura de 2,5 m y provistos de los cuidados fitosanitarios y riego constante.

Una vez realizada la fase de adaptación fuera de su nicho ecológico; el experimento se ejecutó en dos fases. La primera fase consistió en la propagación mediante la técnica de propágulos con rizoma y propágulos sin rizoma. La segunda fase de evaluación como resultado de la aplicación del ácido indobutírico y sustratos para sobrevivencia y enraizamiento de *Aulonemia queko*.

5.4 Establecimiento del área del experimento

El área del experimento fue de 45,5 m², con un área efectiva de trabajo total de 86,16 m² distribuida en camas donde se ubicó los distintos tratamientos. Para ello se utilizó un total de 9 camas; cada una tuvo 1,5 cm de ancho y 300 cm de largo y con espacio entre ellas de 0,75 cm (Figura 3).



T1	T1= Brote con rizoma – Turba – 0 ppm AIB	T7	T7= Brote con rizoma – Mantillo - 3 ppm AIB
T2	T2= Brote con rizoma – Turba – 1 ppm AIB	T8	T8= Brote con rizoma – Mantillo – 5 ppm AIB
T3	T3 = Brote con rizoma – Turba – 3 ppm AIB	T9	T9= Brote con rizoma - Tierra Negra – 0 ppm AIB
T4	T4 = Brote con rizoma – Turba – 5 ppm AIB	T10	T10= Brote con rizoma - Tierra Negra – 1 ppm AIB
T5	T5= Brote con rizoma - Mantillo – 0 ppm AIB	T11	T11= Brote con rizoma – Tierra Negra – 3 ppm AIB
T6	T6= Brote con rizoma- Mantillo – 1 ppm AIB	T12	T12= Brote con rizomas – Tierra Negra – 5 ppm AIB
T13	T13= Brote sin rizoma - Turba – 0 ppm AIB	T19	T19 = Brote sin rizoma – Mantillo – 3 ppm AIB
T14	T14=Brote sin rizoma – Turba – 1 ppm AIB	T20	T20= Brote sin rizoma – Mantillo – 5 ppm AIB
T15	T15= Brote sin rizoma – Turba – 3 ppm AIB	T21	T21= Brote sin rizoma – Tierra Negra – 0 ppm AIB
T16	T16= Brote sin rizoma – Turba – 5 ppm AIB	T22	T22= Brote sin rizoma – Tierra Negra – 1 ppm AIB
T17	T17= Brote sin rizoma – Mantillo – 0 ppm AIB	T23	T23= Brote sin rizoma – Tierra Negra – 3 ppm AIB
T18	T18=Brote sin rizoma – Mantillo – 1 ppm AIB	T24	T24= Brote sin rizoma – Tierra Negra – 5 ppm AIB

Figura 3. Diseño y distribución de los tratamientos en la siembra. Letra T significa tratamientos, R significa la réplica de cada tratamiento. El número que persigue el número del tratamiento.

5.1 Descripción de los insumos

Los insumos que se utilizaron fueron tres sustratos Turba, Tierra Negra y Mantillo (control). La tierra negra es un sustrato formado por la combinación 2:1:1/3 de tierra negra, arena y materia orgánica, en proporciones de: dos carretillas de tierra negra, una de arena y un tercio de materia orgánica. Previo a la utilización del sustrato estos fueron zarandeados por componente de manera separada, a fin de eliminar piedras y/o elementos ajenos al componente.

Con el fin de prevenir el ataque de enfermedades, eliminar semillas de malas hierbas, larvas de insectos y huevecillos se realizó una desinfección o esterilización del sustrato, utilizando un producto químico (bromuro de metileno), en una dosis de una libra por metro cúbico de sustrato. La aplicación se realizó en una pila de 4 m³ con espesor de 30 cm y con el sustrato húmedo. Luego se cubrió con plástico y se dejó por un lapso de dos días. Luego de un lapso de 8 días se quitó la cubierta plástica y se dejó orear la pila sin moverla para su posterior uso.

Otro de los sustratos utilizados fue el mantillo, el mismo que fue recogido y extraído de los bosques de Molleturo y están constituidos por hojarasca de las hojas de las diferentes especies de plantas y hojas de planta de la especie duda ya descompuestas que se encuentran en el suelo dentro de los bosques nativos. Este sustrato fue utilizado como control ya que es un sustrato donde generalmente se desarrolla la especie *Aulonemia*.

La turba que se usó para el estudio fue de la marca kekkila profesional, la misma que es de color claro (marrón), tiene contenido elevado de materia orgánica, un buen nivel de retención de agua y aireación y presentan un pH que oscila entre 5 y 7.

Las fundas que se utilizaron para la siembra de la especie, fueron de polietileno, con medidas de 40 x 40 cm, de 2 kg, una vez que se sembró con el material vegetal y se añadió los diferentes sustratos, estas fueron colocadas en las platabandas en hileras de dos fundas de ancho y tres de largo; dando como resultado un área de 0,15 m².

5.6 Cuidados culturales

Los cuidados culturales son necesarios para el desarrollo óptimo de los propágulos por lo cual en cada tratamiento se realizó controles de malezas quincenales, donde se eliminó de forma manual cada maleza para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes a fin de obtener un óptimo desarrollo. El suministro del recurso hídrico se realizó manualmente, cada dos o tres días, dependiendo del requerimiento y las condiciones climáticas de la época, para ello se utilizó una regadera de 5 L, suministrando 2,5 L por cada funda con el propágulo, ya que es una especie que requería de mucha humedad.

6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo experimental de nivel aplicativo, con un análisis descriptivo inferencial. Esto se lo realizo debido a que se buscó identificar un sistema de propagación vegetativa, con una dosis adecuada para el desarrollo y crecimiento de *Aulonemia queko*. Se utilizó un Diseño completamente al azar (DCA), en arreglo

UCUENCA

factorial asimétrico; los tratamientos resultaron de la combinación de los niveles de tres factores: 1) tipos de propágulos con dos niveles o tipos de propágulo de la especie (con rizoma y sin rizoma, 2) sustrato con tres niveles: turba, tierra negra y control y; 3) Concentraciones de ácido indolbutírico (Tabla 2). Se obtuvo una combinación factorial de $2a \times 3b \times 4c$ (Tabla 3), obteniendo así 24 tratamientos con 3 repeticiones lo que implicó un total de 72 unidades experimentales. Cada unidad experimental tuvo 6 propágulos de *Aulonemia queko*, distribuidos como sub – unidades que en total sumaron 432 propágulos con rizoma (Imagen 1) y sin rizoma. (Imagen 2).



Imagen 1. Propágulo con rizoma *Aulonemia queko*



Imagen 2. Propágulo con rizoma *Aulonemia queko*.

6.1 Factores y niveles de estudio.

Tabla 2. Factores y Niveles Utilizados en el Diseño Estadístico.

Factores	Niveles
Factor A: Tipos de propágulos	a1= brote con rizomas a2= brote sin rizoma
Factor B: Sustratos	b1= Turba b2= mantillo b3= 2:1:1/3 (Tierra Negra: Arena: Materia Orgánica) (control)
Factor C: Concentraciones de ácido indobutírico	c1 = 0.0 mg/L = 0 ppm c2 = 1.0 mg/L = 1 ppm c3= 3.0 mg/L = 3 ppm c4 = 4.0 mg/L = 4 ppm

Tabla 3. Descripción de los tratamientos a emplearse para el estudio mediante un diseño completo al azar (DCA).

Factor A: propágulo	Factor B: Sustratos	Factor C: (AIB) Niveles	Interacción A x B x C niveles: factor a x factor b x factor c:	Tratamie ntos
	b1= Turba	c1 = 0.0 mg/L = 0 ppm c2 = 1.0 mg/L = 100 ppm c3 = 3.0 mg/L = 300 ppm c4 = 5.0 mg/L = 500 ppm	a1xb1xc1	T1
			a1xb1xc2	T2
			a1xb1xc3	T3
			a1xb1xc4	T4
		c1 = 0.0 mg/L = 0 ppm	a1xb2xc1	T5
		c2 = 1.0 mg/L = 100 ppm	a1xb2xc2	T6

a1= Brotes con rizoma	b2=Mantillo	c3 = 3.0 mg/L = 300 ppm c4 = 5.0 mg/L = 500 ppm	a1xb2xc3	T7
			a1xb2xc4	T8
	b3= Tierra negra	c1 = 0.0 mg/L = 0 ppm c2 = 1.0 mg/L = 100 ppm c3 = 3.0 mg/L = 300 ppm c4 = 5.0 mg/L = 500 ppm	a1xb3xc1	T9
			a1xb3xc2	T10
			a1xb3xc3	T11
			a1xb3xc4	T12
	b1= Turba	c1 = 0.0 mg/L = 0 ppm c2 = 1.0 mg/L = 100 ppm c3 = 3.0 mg/L = 300 ppm c4 = 5.0 mg/L = 500 ppm	a2xb1xc1	T13
			a2xb1xc2	T14
			a2xb1xc3	T15
			a2xb1xc4	T16
	b2=Mantillo	c1 = 0.0 mg/L = 0 ppm c2 = 1.0 mg/L = 100 ppm c3 = 3.0 mg/L = 300 ppm c4 = 5.0 mg/L = 500 ppm	a2xb2xc1	T17
			a2xb2xc2	T18
			a2xb2xc3	T19
			a2xb2xc4	T20
a2= Brotes sin rizoma	b3= Tierra negra	c1 = 0.0 mg/L = 0 ppm c2 = 1.0 mg/L = 100 ppm c3 = 3.0 mg/L = 300 ppm	a2xb1xc1	T21
			a2xb2xc2	T22
			a2xb3xc3	T23
		c4 = 5.0 mg/L = 500 ppm	a2xb4xc4	T24

7. METODOLOGÍA

7.1 Metodología para el primer objetivo: Determinar el porcentaje de prendimiento de propágulo con rizoma y propágulo sin rizoma de la especie Duda (*Aulonemia queko*)

Para esta fase a partir de una planta madre, se extrajo plántulas de donde se obtuvo propágulos con rizomas y sin rizoma. Estos rizomas fueron obtenidos de una superficie de 30 cm x 30 cm, la cual fue humedecida para obtener el material vegetal manteniendo el cuidado respectivo para no afectar a su sistema radicular.

Los propágulos tuvieron una altura entre 6 a 8 cm. Se escogió propágulos con rizomas y sin rizomas, que presentaron características homogéneas en longitud, diámetro, número de hojas y número de entrenudos. Para establecer el experimento a cada funda con los propágulos con rizoma y sin rizoma, se les quitó la tierra y se realizó una poda del 30 % de las raíces. Luego se humedeció el área circundante al rizoma con el fin de facilitar la extracción del mismo sin dañar el material vegetal y en otro caso dejar el propágulo con el rizoma y se sometió a los respectivos tratamientos.

Para evaluar la sobrevivencia de los propágulos se consideraron siete meses de evaluación. Al final de los siete meses se contabilizó los propágulos vivos y los muertos. El porcentaje de sobrevivencia fue calculado aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de prendimiento} = \frac{\text{Número de plantas enraizadas}}{\text{Número total de plantas}} * 100$$

7.2 Metodología para el segundo objetivo: Evaluar el efecto de las dosis del ácido indolbutírico (AIB), así como de sustratos, en el desarrollo morfológico de la Duda (*Aulonemia queko*)

Una vez obtenidos los diferentes propágulos, se procedió a sumergir en AIB, para ello se preparó un diluido con agua más alcohol y diferentes concentraciones de

AIB, las mismas que se realizaron mediante el siguiente procedimiento: en una probeta con capacidad de 1000 mL, se midió agua pura, posteriormente, se midió 50 mL de alcohol al 97 %, y en una balanza eléctrica se pesó diferentes dosis de AIB, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm, finalmente se diluyó cada dosis con 1050 mL entre agua más alcohol al 97 %.

Los propágulos fueron sumergidos 5 cm desde la base del rizoma en una solución de AIB al 99%, en las diferentes concentraciones (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm, 5 ppm) según el protocolo propuesto por Moreno et al., (2009), por un tiempo de 5 minutos. Luego de ello se procedió a realizar la siembra de los propágulos en los diferentes sustratos, para la siembra de los propágulos se realizó el llenado de fundas de polietileno con sus respectivos sustratos hasta la mitad de las fundas de polietileno, luego se introdujo el material vegetal a una profundidad de 3 a 4 cm, cuidando de no estropear las raíces, y por último se completó el llenado con su respectivo sustrato, para asegurar que la raíz no se enrede en la tierra se jaló la plántula hacia la parte de arriba y se realizó una poda de las hojas de $\frac{2}{3}$. en el tratamiento testigo no se realizó ninguna inmersión, únicamente se procedió a realizar la siembra directa en los diferentes sustratos.

Para la evaluación de variables se tomó datos cada mes a partir de la siembra por un periodo de 7 meses y se evaluó, el diámetro del tallo, longitud del propágulo, número de hojas y numero de entrenudos. Para evaluar el diámetro del tallo, se utilizó el calibrador: de la marca cooksongold, modelo Vernier del país de origen China, y se midió el grosor de cada propágulo. La longitud, se midió desde la base de entrenudo que está en contacto con el sustrato hasta el ápice del propágulo, para ello se utilizó una cinta métrica. La variable de número de hojas se evaluó contando el número de hojas verdaderas, Y el número de entrenudos, se contabilizo todos los entrenudos nuevos que se originaron a partir de la siembra del propágulo.

7.3 Metodología para el tercer objetivo: Evaluar el efecto y dosis del ácido indobutírico (AIB), y de sustratos, sobre el desarrollo radicular de la Duda (*Aulonemia queko*)

Para la evaluación del desarrollo radicular de la especie en estudio, se consideraron dos fases. En la primera, se midió la longitud de la raíz y número de raíces, y en una segunda fase se calculó el peso de la biomasa subterránea al final del experimento, es decir una vez transcurrido 7 meses, luego de la siembra de la especie. Para ello se seleccionaron 6 propágulos de duda al azar por cada tratamiento (144 en total).

Para la evaluación de la longitud y el número de raíces se utilizó la metodología sugerida por Chirino & Arcos, (2015), , donde se aplicó un método destructivo, el mismo que consistió en un lavado de todos los residuos de sustratos que pudieran estar presentes. Para ello los propágulos fueron cortados a nivel del cuello del tallo y así separar la parte aérea (tallos y hojas) de la parte subterránea, y las raicillas crecidas fuera del cepellón de los segmentos de raíces. Luego, con ayuda de una cinta métrica se obtuvo el dato de la longitud de las raíces, mientras que para el conteo del número de raíces se consideró únicamente aquellas que sean representativas (más largas). Una vez obtenido los datos de la longitud y número de raíces se etiquetaron de acuerdo a cada tratamiento lo cual fue realizado previo al secado de las muestras para poder determinar la biomasa de las raíces.

8. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis estadístico se realizó en el Programa estadístico InfoStat (InfoStat, 2018). Para evaluar las variables porcentaje de sobrevivencia del primer objetivo, diámetro, longitud, número de hojas y número de entrenudos del segundo objetivo, longitud de la raíz principal, número de raíces secundarias y biomasa radicular del tercer objetivo, se realizó el análisis de normalidad para lo cual se utilizó la prueba de Shapiro Wilk para verificar la presencia o ausencia de normalidad en los datos obtenidos de las variables que fueron evaluadas. Todas las variables presentaron datos normales (Tabla. 5). Para comparar las variables evaluadas a nivel de tipo de

propágulo (Factor1), sustratos (Factor 2) y dosis de AIB (Factor 3). Se aplicó un análisis de medias a través de análisis de varianza (ANDEVA) con la prueba DGC, nivel de significancia $p < 0,05$ desde la opción de Modelos lineales mixtos (MLG) en el programa Infostat (Di Rienzo et al. 2017).

En la **Tabla 4**, se muestra la prueba de normalidad para cada variable de respuesta estudiada tanto de Supervivencia, Desarrollo fisiológico y Desarrollo radicular.

Tabla 4. Prueba de Normalidad según el test de Shapiro Wilk

Variable	N	D.E.	W *	p(Unilateral D)
Sobrevivencia (%)	72	14,06	0,98	0,7830
Diámetro (cm)	72	0,05	0,95	0,0572
Longitud (cm)	72	4,53	0,98	0,7926
Número de hojas (cm)	72	0,81	0,96	0,1727
Número de entrenudos (cm)	72	0,89	0,97	0,4713
Longitud de la raíz principal (cm)	72	12,00	0,96	0,1270
Número de raíces secundarias (#)	72	12,62	0,96	0,1106
Biomasa radicular (g)	72	0,09	0,97	0,2732

9. RESULTADOS

9.1 Porcentaje de sobrevivencia de *Aulonemia queko*

Las combinaciones o interacciones entre los factores: tipo de propágulo, sustratos y dosis con sus diferentes niveles, a excepción de la combinación entre propágulo x dosis, presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba de hipótesis marginales con la prueba DGC, $p < 0,05$ en el porcentaje de sobrevivencia de *Aulonemia queko*.

Interacción	Valor -F	P < 0.05
Propágulos x sustrato x dosis	3,60	0,0050
Sustratos x dosis	5,11	0,0004
Propágulos x dosis	0,37	0,7740
Propágulos x sustratos	41,72	< 0,0001
Dosis	9,17	0,0001
Sustrato	35,88	< 0,0001
Propágulos	913,93	< 0,0001

La sobrevivencia, bajo la interacción de: tipo de propágulo x sustratos x dosis, presentó diferencias estadísticas ($p = 0,0050$) en donde se obtuvo el 100% de sobrevivencia de la especie *Aulonemia queko*, en seis tratamientos (Figura 4). (CR :T :0 ppm AIB); propágulo con rizoma x turba y 0 ppm de AIB; (CR :T :1 ppm AIB); propágulo con rizoma x turba y 1 ppm de AIB; (CR :M :1 ppm AIB); propágulo con rizoma x mantillo y 1 ppm de AIB; (CR :T :3 ppm de AIB); propágulo con rizoma x turba y 3 ppm de AIB; (CR :TN :1 ppm de AIB); propágulo con rizoma x tierra negra y 1 ppm de AIB; (CR :M :3 ppm de AIB) propágulo con rizoma x mantillo y 3 ppm de AIB. Los menores valores de sobrevivencia, se registraron para diez tratamientos (SR :M :5 ppm AIB); propágulo sin rizoma x mantillo y 5 ppm de AIB; (SR :TN :1 ppm AIB); propágulo sin rizoma x turba y 1 ppm de AIB; (SR :T :5 ppm AIB): propágulo sin rizoma

× turba y 5 ppm de AIB; (SR :T :3 ppm AIB); propágulo sin rizoma × turba y 3 ppm de AIB; (SR :M :0 ppm AIB); propágulo sin rizoma × mantillo y 0 ppm de AIB; (SR :TN :3 ppm AIB); propágulo sin rizoma × tierra negra y 3 ppm de AIB; (SR :T :0 ppm AIB); propágulo sin rizoma × turba y 0 ppm de AIB; (SR :TN :0 ppm AIB): propágulo sin rizoma × tierra negra y 0 ppm de AIB; (SR :T :1 ppm AIB); propágulo sin rizoma × turba y 1 ppm de AIB; y (SR :TN :1 ppm AIB); propágulo sin rizoma × tierra negra y 1 ppm de AIB. En estos tratamientos la sobrevivencia fue inferior al 33 % (Figura 4).

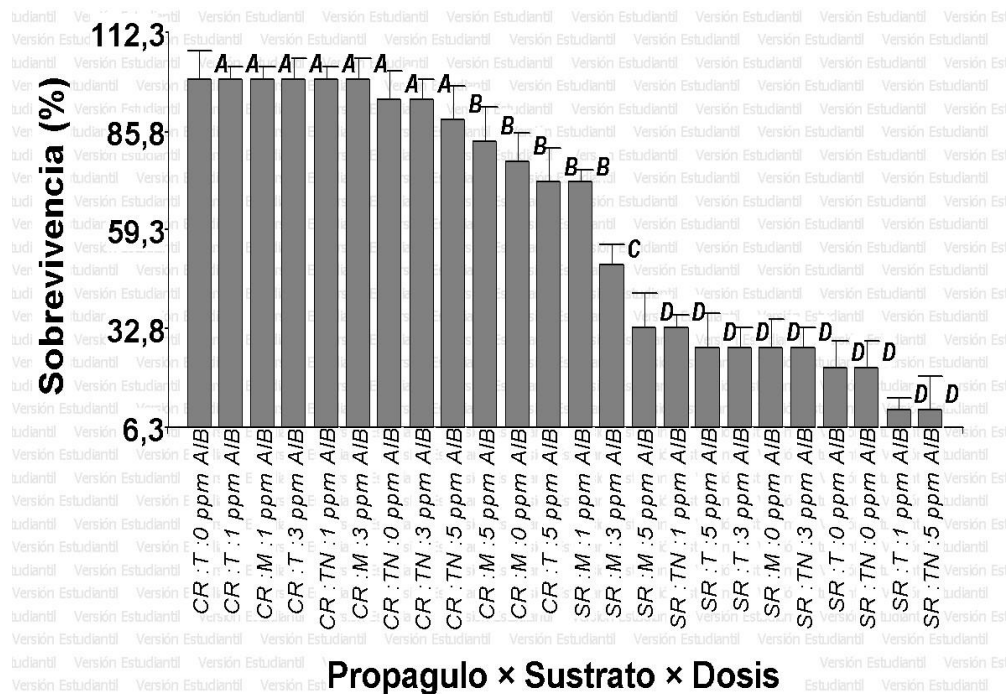
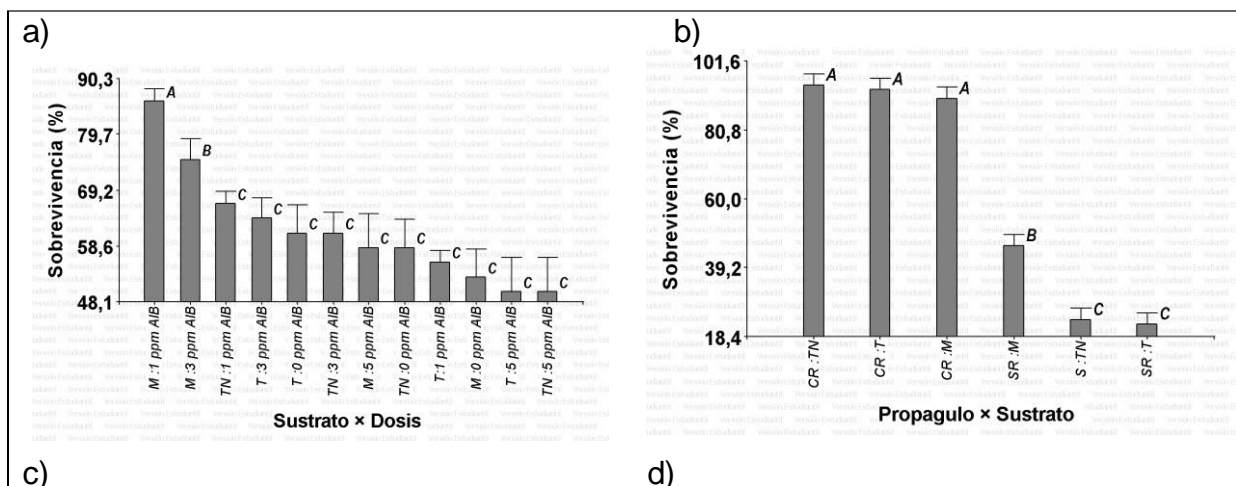


Figura 4. Porcentaje de sobrevivencia de *Aulonemia queko*, evaluada durante siete meses en veinte y cuatro diferentes interacciones entre propágulo × sustrato × dosis de AIB. Letras diferentes indican que los valores son estadísticamente diferentes. Barras verticales indican el error estándar $p < 0.05$.

CR: propágulo con rizoma; SR: propágulo sin rizoma; T: turba; TN: tierra negra; M: mantillo; Dosis de Ácido indolbutírico: 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm.

La supervivencia bajo la interacción de factores de sustratos × dosis, presentó diferencias estadísticas ($p=0,0004$), el mejor tratamiento fue (M :1 ppm AIB) Mantillo × 1 ppm de AIB con un valor de 86,11 %. Los menores valores de sobrevivencia se registraron en diez tratamientos en los cuales la sobrevivencia fue inferior a 67 %

(Figura 5.a). La supervivencia bajo la interacción de los factores Propágulo x sustrato presentó diferencias estadísticas ($p= 0,0001$) se obtuvo los mayores valores para tres tratamientos: (CR :TN) Propágulo con rizoma: Tierra negra, con un valor de 94,44 %, (CR :T) Propágulo con rizoma: Turba con un valor de 93,06 % y (CR :M) Propágulo con rizoma: Mantillo con un valor de 90,28 %. Los menores valores tuvieron los tratamientos (SR :TN) Propágulo sin rizoma: Tierra negra y (SR :T) Propágulo sin rizoma: Turba, en los cuales el porcentaje de supervivencia fue menor a 24 % (Figura 5. b). La supervivencia comparada entre dosis de AIB presentó diferencias estadísticas ($p= 0,0004$), en donde se obtuvo los mejores tratamientos para las dosis, 1 ppm AIB con un valor de 69,44 % y la dosis 3 ppm AIB con un valor de 66,67 %. Los menores valores fueron para la dosis de AIB de 0 ppm y 5 ppm con un porcentaje menor al 58 % (Figura 5. c). La supervivencia comparada en el factor sustrato se obtuvo que el mejor tratamiento es el mantillo (Figura 5. d). La supervivencia comparada entre los tipos de propágulo registró los mayores valores significativamente para los propágulos con rizoma $92,59 \% \pm 0,01$; $p < 0,0001$, a diferencia de los sin rizoma $30,56 \pm 0,01\%$. (Figura 5. e).



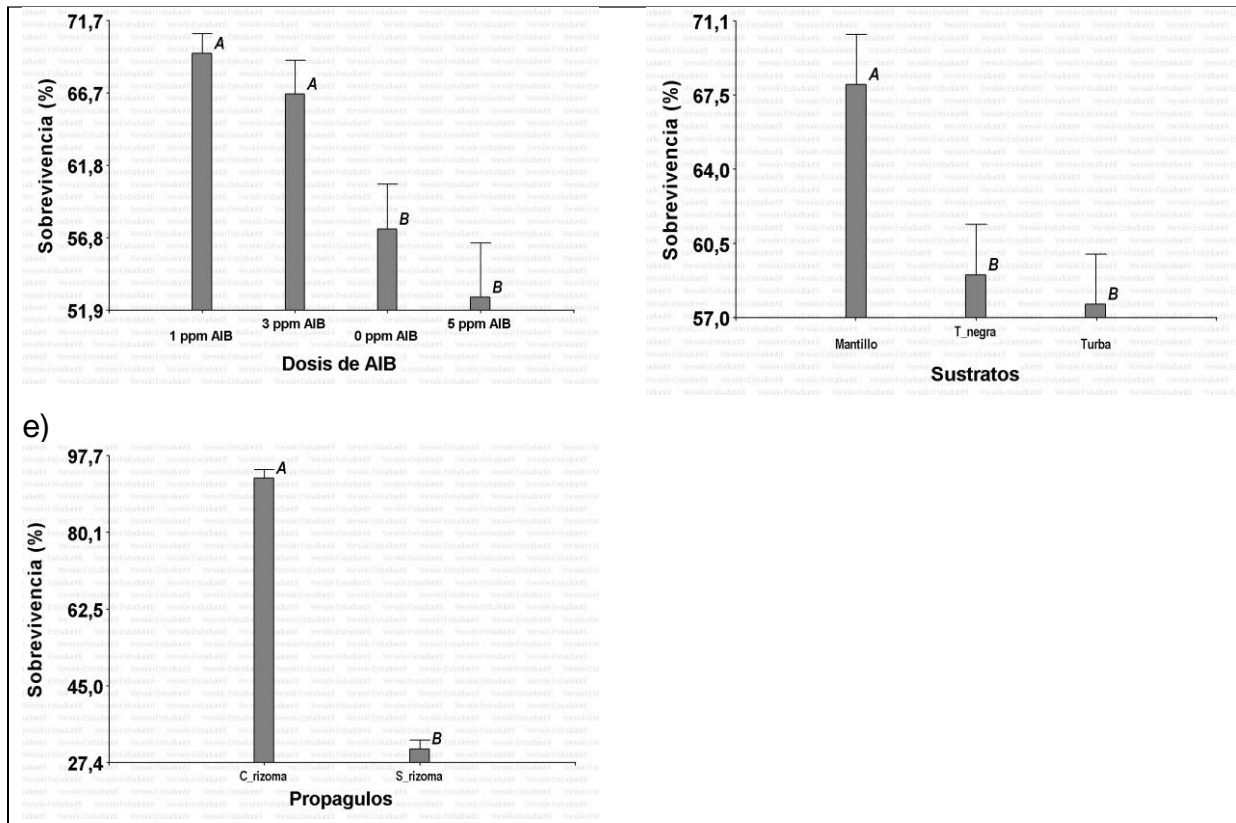


Figura 5. Porcentaje de sobrevivencia de *Aulonemia queko* evaluada durante siete meses.

En la **Figura 5.a)**, se observa el porcentaje de sobrevivencia de *Aulonemia queko* evaluada durante siete meses, bajo el efecto de diferentes tratamientos con AIB y sustratos: en doce diferentes interacciones entre sustratos x dosis AIB. ((M), (T), y (TN) x Dosis de AIB (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm). **Figura 5.b)** Porcentaje de sobrevivencia de *Aulonemia queko* evaluada durante siete meses en seis diferentes interacciones entre propágulos x sustratos (CR y SR) x ((M), (T) y (TN)). **Figura 5.c)** Porcentaje de sobrevivencia de *Aulonemia queko* evaluada durante siete meses en cuatro niveles de dosis de AIB 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm, 5 ppm. **Figura 5. d)** Porcentaje de sobrevivencia de *Aulonemia queko* evaluada durante siete meses en tres niveles de sustratos (M, T, y TN). **Figura 5.e)** Porcentaje de sobrevivencia de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en dos Tipos de propágulos (CR y SR). Barras verticales indican el error estándar $P < 0,05$. Letras diferentes significan que los valores son estadísticamente diferentes. CR: propágulo con rizoma; SR: propágulo

sin rizoma; T: turba; TN: tierra negra; M: mantillo; Dosis de Ácido indolbutirico: 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm.

9.2 Desarrollo fisiológico de *Aulonemia queko*

9.2.1 Desarrollo del diámetro de la especie *Aulonemia queko*

Todas las combinaciones o interacciones entre los factores tipo de Propágulo × sustrato × dosis de AIB con sus diferentes niveles presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) a excepción de las interacciones sustratos × dosis ($p = 0,2467$), propágulo × dosis ($p = 0,7299$) y propágulos × sustratos ($p = 0,1150$) (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas (DGC) ($p < 0,05$) en el desarrollo Fisiológico en la especie *Aulonemia queko*.

Interacción	Valor -F	Valor -P < 0.05
Propágulo × sustrato × dosis	2,84	0,0190
Sustratos × dosis	1,37	0,2467
Propágulo × dosis	0,43	0,7299
Propágulos × sustratos	2,26	0,1150
Dosis	3,87	0,0147
Sustrato	3,59	0,0352
Propágulos	90,23	< 0,0001

El diámetro presentó mayores valores significativamente para los propágulos con rizoma $0,14 \pm 0,01$ cm; $p < 0,0001$, a diferencia de los sin rizoma $0,03 \pm 0,01$ cm (**Figura 6.a**). También presentó diferencias significativas ($p = 0,0352$) para el factor sustrato con mayores valores para el mantillo a diferencia de la turba y la tierra negra que presentaron el menor valor (**Figura 6. b**). El mismo diámetro también presentó diferencias significativas ($p = 0,0147$) para el factor dosis con mayores valores para

la dosis de 1 ppm de AIB, a diferencia de las dosis de AIB de 3 ppm, 5 ppm y 0 ppm que fueron las que presentaron el menor valor (**Figura 6. C**).

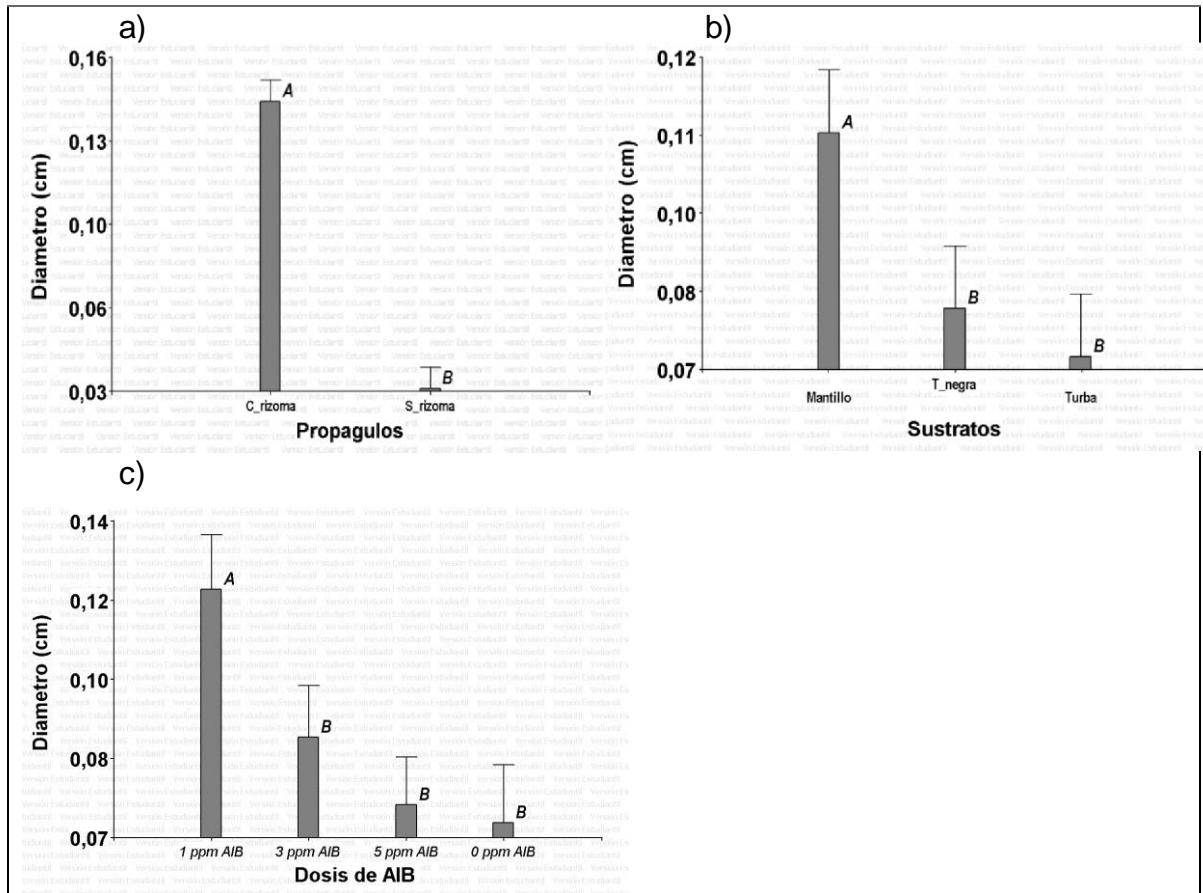


Figura 6. Desarrollo de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses.

En la **Figura 6**. Se observa el desarrollo de diámetro de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses, bajo el efecto de diferentes tratamientos con AIB y sustratos, en dos tipos de propágulos (CR y SR), tres sustratos (T, M y TN) y cuatro dosis de AIB (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm). Barras verticales indican el error estándar ($p < 0,05$). Letras diferentes significan que son estadísticamente diferentes. CR: propágulo con rizoma; SR: propágulo sin rizoma; T: turba; TN: tierra negra; M: mantillo; Dosis de Ácido indolbutirico: 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm.

El diámetro evaluado bajo los factores: propágulos x sustrato x dosis, presento diferencias significativas ($p= 0,0190$) en donde se presentó los mayores valores para: para todos los tratamientos: propágulos con rizoma y dos tratamientos Sin rizoma con

sustrato de Mantillo de las dosis 1 y 3 ppm de AIB. Los menores valores de desarrollo de diámetro se dieron en los tratamientos: Propágulos sin rizomas y propágulo con rizoma del sustrato turba de la dosis 5 ppm AIB cuyos valores fueron inferior a 0.04 cm (Tabla 7).

Tabla 7. Desarrollo del Diámetro para la interacción propágulo x sustrato x dosis.

Propágulos	Sustratos	Dosis	Medias	E. E	
C_rizoma	Turba	1 ppm	0,22	0,03	A
C_rizoma	T_negra	1 ppm	0,20	0,03	A
C_rizoma	Mantillo	3 ppm	0,20	0,03	A
C_rizoma	Mantillo	5 ppm	0,16	0,03	A
S_rizoma	Mantillo	1 ppm	0,15	0,03	A
C_rizoma	T_negra	0 ppm	0,15	0,03	A
C_rizoma	Mantillo	1 ppm	0,14	0,03	A
C_rizoma	T_negra	5 ppm	0,13	0,03	A
C_rizoma	Turba	0 ppm	0,12	0,03	A
C_rizoma	T_negra	3 ppm	0,12	0,03	A
C_rizoma	Mantillo	0 ppm	0,10	0,03	A
C_rizoma	Turba	5 ppm	0,09	0,03	A
C_rizoma	Turba	3 ppm	0,09	0,03	A
S_rizoma	Mantillo	3 ppm	0,08	0,03	A
S_rizoma	Mantillo	5 ppm	0,04	0,03	
S_rizoma	T_negra	0 ppm	0,03	0,03	B
S_rizoma	Turba	3 ppm	0,03	0,03	B
C_rizoma	Turba	5 ppm	0,01	0,03	B
S_rizoma	Mantillo	0 ppm	0,01	0,03	B
S_rizoma	T_negra	5 ppm	0,01	0,03	B
S_rizoma	T_negra	1 ppm	0,01	0,03	B
					B
					B

S_rizoma	T_negra	3 ppm	0,01	0,03	B
S_rizoma	Turba	0 ppm	3,3E-03	0,03	B
S_rizoma	Turba	1 ppm	3,3E-03	0,03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

9.2.2 Desarrollo de la longitud de *Aulonemia queko*

Todas las combinaciones o interacciones entre los factores: tipo de propágulo: sustrato: dosis de AIB con sus diferentes niveles presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) a excepción de las interacciones: propágulo \times sustrato \times dosis ($p=0,155$) y propágulo \times dosis ($p=0,5168$) (**Tabla 8**).

Tabla 8. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas (DGC) ($p < 0,05$) desarrollo de la longitud de *Aulonemia queko*.

Interacción	Valor -F	Valor -P < 0.05
Propágulo \times sustrato \times dosis	1,64	0,1555
Sustratos \times dosis	3,93	0,0028
Propágulo \times dosis	0,77	0,5168
Propágulos \times sustratos	4,13	0,0221
Dosis	8,16	0,0002
Sustrato	9,14	0,0004
Propágulos	265,76	< 0,0001

El desarrollo de la longitud presentó mayores valores significativamente para los propágulos con rizoma $18,79 \pm 0,01$ cm; $p < 0,0001$, a diferencia de propágulos sin rizoma $3,35 \pm 0,01$ cm (**Figura 7. a**). También presentó diferencias significativas ($p = 0,0004$) para el factor sustrato con mayores valores para el mantillo a diferencia de la turba y la tierra negra que presentaron el menor valor (**Figura 7. b**). La misma longitud también presentó diferencias significativas ($p = 0,0002$) para el factor dosis

con mayores valores para la dosis de 1 ppm y 3 ppm de AIB, a diferencia de las dosis 5 ppm y 0 ppm que fueron las que presentaron el menor valor (**Figura 7.c**). La interacción entre el factor propágulo x sustrato presentó diferencias significativas ($p=0,0221$) Los mayores valores fueron para los tratamientos: (CR :M) Propágulo con rizoma: Mantillo, con un valor de 19,89 cm, (CR :TN) Propágulo con rizoma: Tierra negra, con un valor de 19,80 cm y (CR :T) Propágulo con rizoma: Turba, con 16,69 cm. Se registraron los menores valores para dos tratamientos (SR :T) Propágulo sin rizoma: Turba y (SR :TN) Propágulo sin rizoma: Tierra negra, en cuyos tratamientos el valor de la longitud fue menor 1,50 cm (**Figura 7. d**). La interacción entre el factor: sustrato x dosis, presentó diferencias significativas ($p= 0,0028$), en donde el mejor tratamiento fue (M: 1 ppm), con un valor de 21,07 cm. Los menores valores de longitud se registraron en diez tratamientos en los cuales el valor de la longitud fue inferior a 12 cm (**Figura 8. e**).

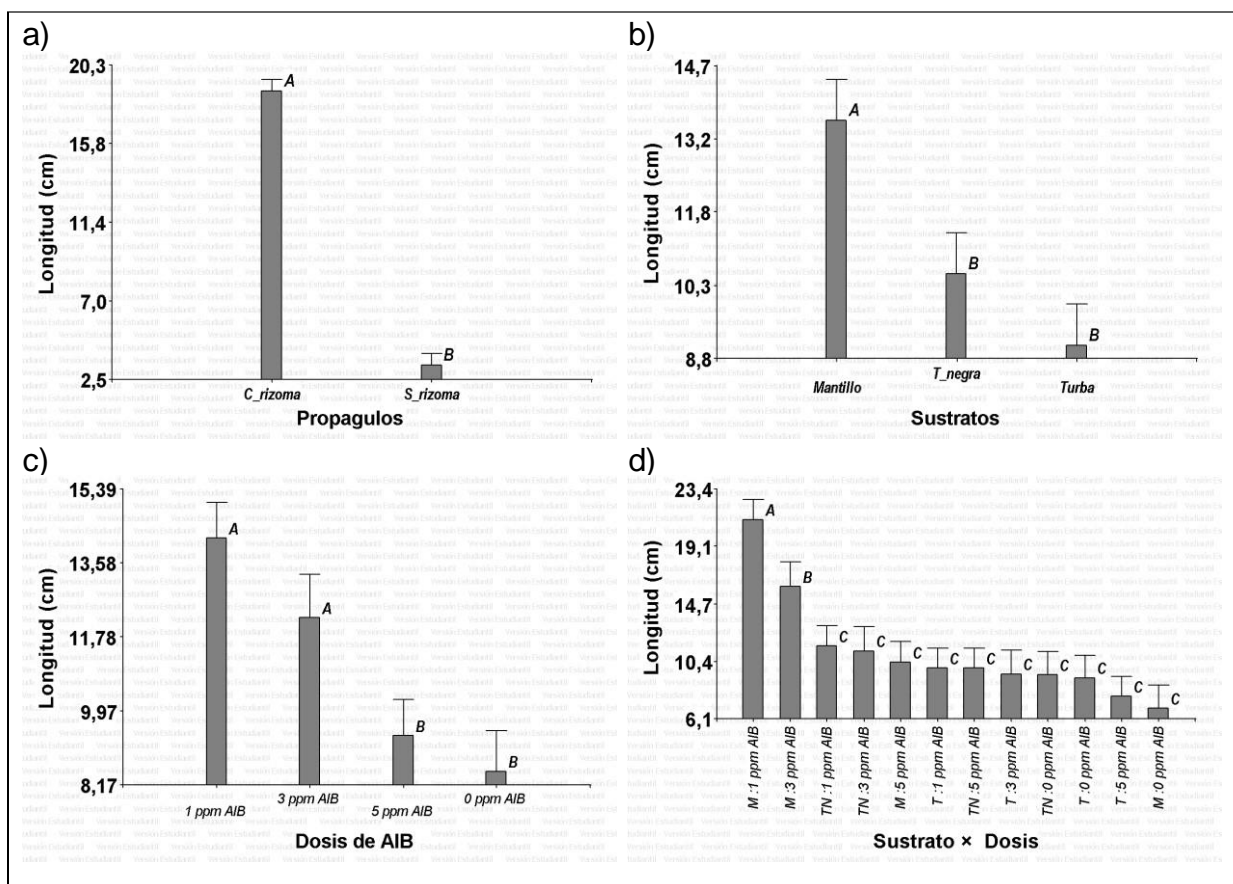


Figura 7. Desarrollo de la longitud de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses.

En la **Figura 7. a)** Se observa el Desarrollo de la longitud de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses, bajo el efecto de diferentes tratamientos con AIB y sustratos, en dos tipos de propágulos (CR y SR). **Figura 7. b)** Desarrollo de la longitud de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en tres sustratos (T, M y TN). **Figura 7.c)** Desarrollo de la longitud de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en cuatro dosis de AIB (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm). **Figura 7.d)** Desarrollo de la longitud de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en la interacción: propágulo x sustrato con seis niveles (CR Y SR x M: T: TN. **Figura 7.e)** Desarrollo de la longitud de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en la interacción: Sustrato x Dosis con doce niveles; Sustratos (M: T: TN). Dosis AIB (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm). Barras verticales indican el error estándar ($p < 0.05$). Letras diferentes significan que son estadísticamente diferentes. CR: propágulo con rizoma; SR: propágulo sin rizoma; T: turba; TN: tierra negra; M: mantillo; Dosis de Ácido indolbutirico: 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm.

9.2.3 Desarrollo de hojas de *Aulonemia queko*

Todas las combinaciones o interacciones entre los factores: tipo de propágulo: sustrato: dosis de AIB, con sus diferentes niveles presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) a excepción de la interacción: propágulo x dosis ($p=0,8627$) (Tabla 9).

Tabla 9. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas (DGC) ($p < 0,05$), desarrollo de las hojas de *Aulonemia queko*.

Interacción	Valor -F	Valor -P < 0.05
Propágulo x sustrato x dosis	3,10	0,0121
Sustratos x dosis	2,56	0,0315
Propágulo x dosis	0,25	0,8627
Propágulos x sustratos	6,35	0,0036
Dosis	5,25	0,0032

Sustrato	7,39	0,0016
Propágulos	265,80	< 0,0001

El desarrollo de las hojas presentó mayores valores significativamente para los propágulos con rizoma $3,24 \pm 0,01$ U; $p < 0,0001$, a diferencia de los sin rizoma $0,62 \pm 0,01$ U (**Figura 8. a**). También presentó diferencias significativas ($p = 0,0016$) para el factor sustrato con mayores valores para el mantillo a diferencia de la turba y la tierra negra que presentaron el menor valor (**Figura 8. b**). También presentó diferencias significativas ($p = 0,0032$) para el factor dosis con mayores valores para la dosis de AIB 1 ppm y 3 ppm a diferencia de las dosis 5 ppm y 0 ppm que fueron las que presentaron el menor valor (**Figura 8. c**). En la interacción de los factores propágulos \times sustratos presentó diferencias significativas ($p=0,0036$) los mayores valores se dieron en tres tratamientos: (CR :TN) propágulo con rizoma: tierra negra, con una valor de 3,54 hojas, (CR :M) Propágulo con rizoma: Mantillo y (CR :T) Propágulo con rizoma: Turba, con 3,24 y 2,95 respectivamente, los menores valores de desarrollo de la hoja se registraron en dos tratamientos (SR :T) Propágulo sin rizoma: Turba y (SR :TN) Propágulo sin rizoma: Tierra negra (**Figura 8.d**). En la interacción de los factores: sustrato \times dosis presentó diferencias significativas ($p=0,0315$) los valores se presentaron en dos tratamientos, (M :1 ppm) Mantillo: AIB 1 ppm y (M:3 ppm) Mantillo: AIB 3 ppm, con una media de 3,29 y 2,69 respectivamente. Los menores valores de desarrollo de hojas se registraron en diez tratamientos en los cuales el desarrollo fue menor a 2,08 (**Figura 8. e**).

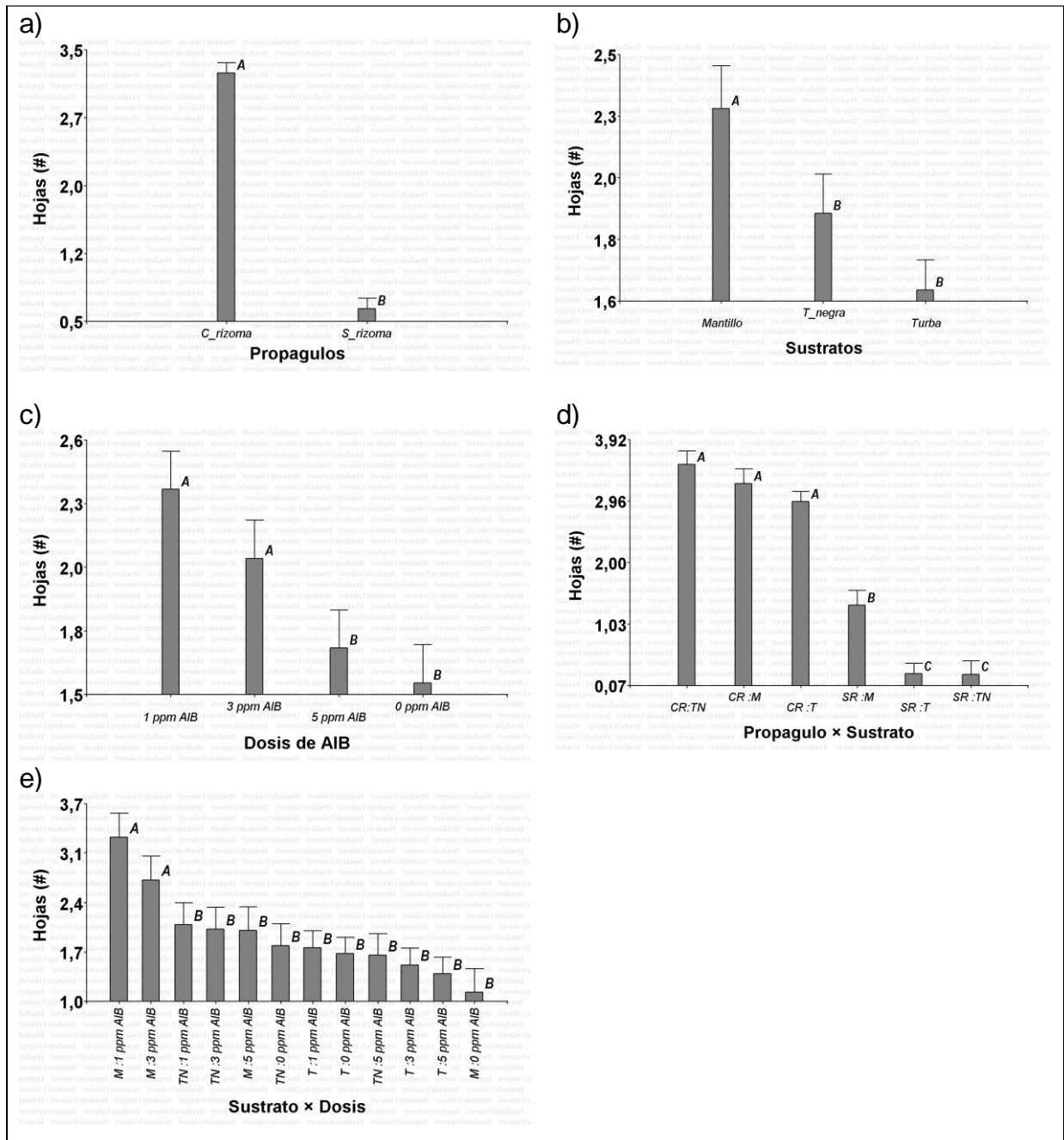


Figura 8. Desarrollo de las hojas de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses.

En la **Figura 8. a)** Se observa el desarrollo de las hojas de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses, bajo el efecto de diferentes tratamientos con AIB y sustratos, en dos Tipos de propágulos (CR y SR). **Figura 8. b)** Desarrollo de la longitud de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en tres sustratos (T, M y TN). **Figura 8. c)** Desarrollo de la longitud de *Aulonemia queko* evaluado durante siete

meses en cuatro dosis de AIB (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm). **Figura 8. d)** Desarrollo de la longitud de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en la interacción propágulo x sustrato con seis niveles (CR :M) Propágulo con rizoma: Mantillo, (CR: T) Propágulo con rizoma: Turba, (CR :TN) Propágulo con rizoma: Tierra negra. **Figura 8. e)** Desarrollo de la longitud de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en la interacción sustrato x dosis con doce niveles; sustratos (M: T: TN). Dosis AIB (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm) Barras verticales indican el error estándar ($p < 0.05$). Letras diferentes significan que son estadísticamente diferentes. CR: propágulo con rizoma; SR: propágulo sin rizoma; T: turba; TN: tierra negra; M: mantillo; Dosis de Ácido indolbutirico: 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm.

El desarrollo de las hojas evaluado bajo los factores: propágulos x sustrato x Dosis presentó diferencias significativas ($p= 0,0121$) en donde se presentó los mayores valores para trece tratamientos en donde el tratamiento (CR :M :1 ppm AIB) Propágulo con rizoma: Mantillo: 1 ppm AIB, tuvo un valor de 4,05 fue el que obtuvo el mayor valor. Los menores valores se registran en once tratamientos de los cuales, cuatro están formados por el sustrato de turba, en estos tratamientos el desarrollo de las hojas tuvo un valor inferior a 1,33 (**Figura 9**).

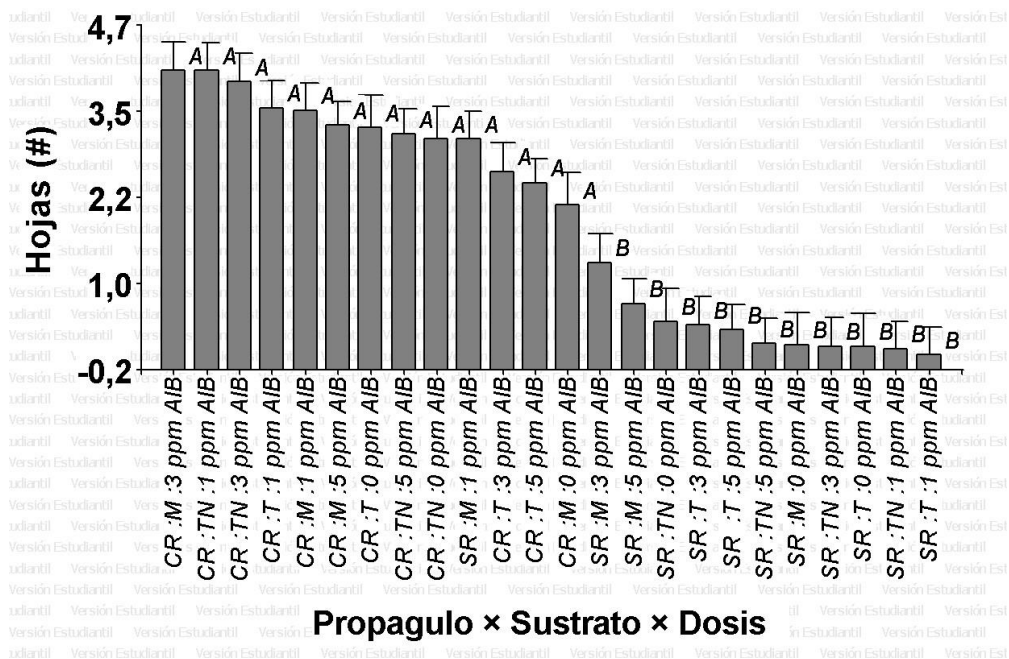


Figura 9. Desarrollo de las hojas de *Aulonemia queko* evaluada durante siete meses en la interacción propágulo x sustrato x dosis.

CR: propágulo con rizoma; SR: propágulo sin rizoma; T: turba; TN: tierra negra; M: mantillo; Dosis de Ácido indolbutirico: 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm.

En la **Figura 9**, se observa el desarrollo de las hojas de *Aulonemia queko* evaluada durante siete meses, bajo el efecto de diferentes tratamientos con AIB y sustratos, en veinte y cuatro diferentes interacciones entre propágulo x sustratos x dosis. Barras verticales indican el error estándar $P < 0.05$. Letras diferentes significan que los valores son estadísticamente diferentes.

9.2.4 Desarrollo de entrenudos de *Aulonemia queko*

Todas las combinaciones o interacciones entre los factores: tipo de propágulo: sustrato: dosis de AIB, con sus diferentes niveles presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) a excepción de las interacciones: propágulo x sustrato x dosis ($p=0,2491$) y propágulo x dosis ($p=0,6826$) (Tabla 10).

Tabla 10. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas (DGC) ($p < 0,05$) en el desarrollo de entrenudos de *Aulonemia queko*.

Interacción	Valor -F	Valor -P < 0.05
Propágulo x sustrato x dosis	1,36	0,2491
Sustratos x dosis	2,89	0,0174
Propágulo x dosis	0,50	0,6826
Propágulos x sustratos	5,50	0,0071
Dosis	6,80	0,0007
Sustrato	8,37	0,0008
Propágulos	245,06	< 0,0001

El desarrollo de los entrenudos presentó mayores valores significativamente para los propágulos con rizoma $3,67 \pm 0,01$ U; $p < 0,0001$, a diferencia de los sin rizoma $0,69 \pm 0,01$ U (**Figura 10. a**). También presentó diferencias significativas ($p = 0,0008$) para el factor sustrato con mayores valores para el mantillo a diferencia de la turba y la tierra negra que presentaron el menor valor (**Figura 10. b**). Se presentó diferencias significativas ($p = 0,0007$) para el factor dosis de AIB, con mayores valores para la dosis de 1 ppm y 3 ppm de AIB a diferencia de las dosis 5 ppm y 0 ppm que fueron las que presentaron el menor valor (**Figura 10. c**). En la interacción de los factores propágulos x sustratos presentó diferencias significativas ($p=0,0071$) los mayores valores se dieron en tres tratamientos: (CR :TN) Propágulo con rizoma: Tierra negra, (CR :M) Propágulo con rizoma: Mantillo, y (CR :T) Propágulo con rizoma: Turba, con un valor de 3,88; 3,74 y 3,38 respectivamente. Los menores valores de desarrollo de entrenudos se registraron en dos tratamientos (SR :T) Propágulo sin rizoma: Turba y (SR :TN) Propágulo sin rizoma: Tierra negra (**Figura 10. d**). En la interacción de los factores: sustrato x dosis presentó diferencias significativas ($p=0,0174$) los valores se presentaron en dos tratamientos, (M :1 ppm AIB) Mantillo: 1 ppm AIB y (M :3 ppm AIB) Mantillo: 3 ppm AIB, con 4 y 3 entrenudos

respectivamente. Los menores valores de desarrollo de entrenudos se registraron en diez tratamientos en los cuales el desarrollo fue menor a 2 entrenudos (Figura 10. e).

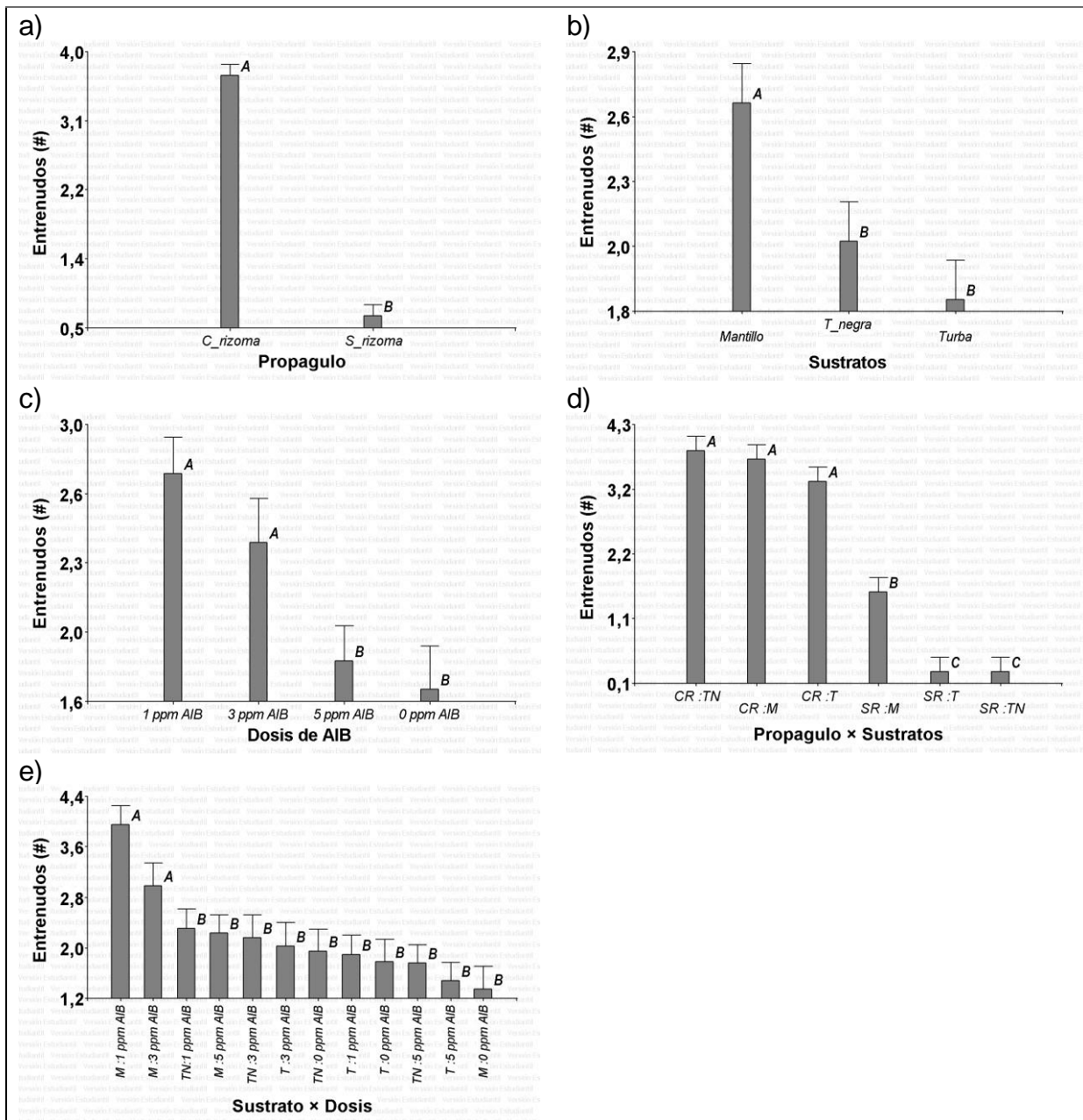


Figura 10. El desarrollo de los entrenudos de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses.

En la **Figura 10. a)**, Se observa el desarrollo de los entrenudos de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses, bajo el efecto de diferentes tratamientos con AIB y sustratos, en dos Tipos de propágulos (CR y SR). **Figura 10. b)** Desarrollo de entrenudos de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en tres sustratos (T, M y TN). **Figura 10. c)** Desarrollo de entrenudos de *Aulonemia queko* evaluado

durante siete meses en cuatro dosis de AIB (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm). **Figura 10. d)** Desarrollo de entrenudos de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en la interacción propágulo x sustrato con seis niveles (CR: M) Propágulo con rizoma: Mantillo, (CR: T) Propágulo con rizoma: Turba, (CR: TN) Propágulo con rizoma: Tierra negra. **Figura 10.e)** Desarrollo de entrenudos de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en la interacción sustrato x dosis con doce niveles; sustratos (M: T: TN). Dosis AIB (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm). Barras verticales indican el error estándar ($p < 0.05$). Letras diferentes significan que son estadísticamente diferentes. CR: propágulo con rizoma; SR: propágulo sin rizoma; T: turba; TN: tierra negra; M: mantillo; Dosis de Ácido indolbutirico: 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm.

9.3 Desarrollo radicular de *Aulonemia queko*

9.3.1 Desarrollo de la longitud de la raíz principal de la especie

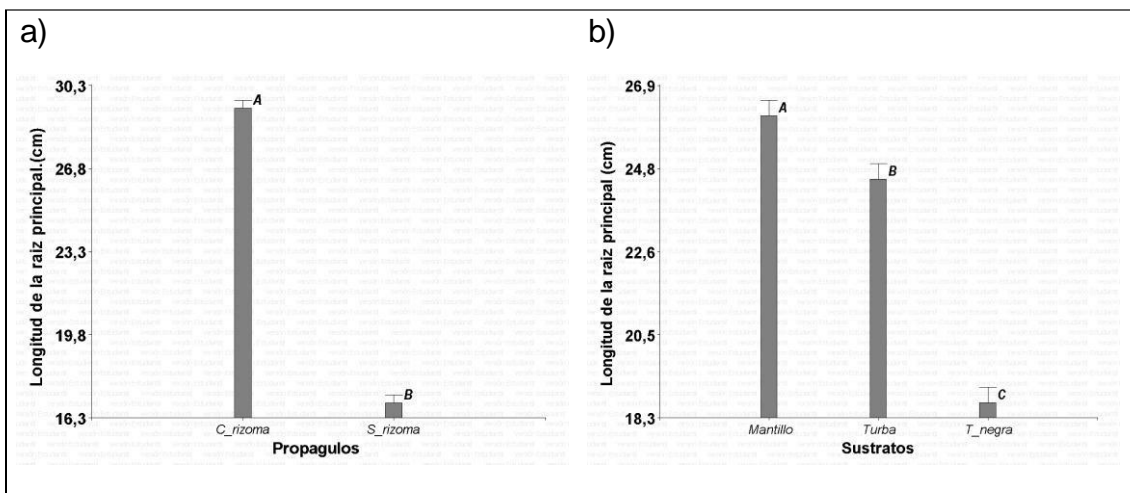
Aulonemia queko

Todas las combinaciones o interacciones entre los factores: tipo de propágulo, sustrato y dosis de AIB, con sus diferentes niveles presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). (Tabla 11).

Tabla 11. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas (DGC) ($p < 0,05$) en el desarrollo radicular en *Aulonemia queko*.

Interacción	Valor -F	Valor -P < 0,05
Propágulo x sustrato x dosis	96,89	< 0,0001
Sustratos x dosis	360,61	< 0,0001
Propágulo x dosis	49,26	< 0,0001
Propáguos x sustratos	671,22	< 0,0001
Dosis	246,57	< 0,0001
Sustrato	1945,84	< 0,0001
Propáguos	1109,74	< 0,0001

El desarrollo de la longitud de la raíz principal presentó mayores valores significativamente para los propágulos con rizoma 29,31, \pm 0,32 cm; $p < 0,0001$, a diferencia de los sin rizoma 16,90, \pm 0,32 cm (**Figura 11. a**). También presentó diferencias significativas ($p < 0,0001$) para el factor sustrato con mayores valores para el mantillo con un valor de 26,13 cm a diferencia de la tierra negra que presentó el menor valor (**Figura 11. b**). En el factor dosis presentó mayores valores significativamente para la dosis de AIB 1 ppm 31,48, \pm 0,35 cm; $p < 0,0001$ a diferencia de 18,32 \pm 0,52 cm, que fue la que obtuvo el menor valor. De igual forma presentó diferencias significativas ($p < 0,0001$) para la interacción entre el factor propágulo \times sustrato, en mayor valor se obtuvo para el tratamiento (CR :T) Propágulo con rizoma: Turba con un valor de 39,48 cm, se registró el menor valor para (SR :T) Propágulo sin rizoma con un valor de 9,49 cm. (**Figura 11. d**). De igual forma presentó diferencias significativas ($p < 0,0001$) para la interacción entre el factor propágulo \times dosis, el mayor valor se obtuvo para el tratamiento (CR: 1 ppm AIB) con un valor de 39,37 cm, se registró el menor valor para (SR: 0 ppm AIB) y (SR: 5 ppm AIB) con un valor de 14 cm (**Figura 11. e**). La interacción entre el factor: sustrato \times dosis, presentó diferencias significativas ($p = 0,0001$), en donde el tratamiento con mayor valor fue (M: 3 ppm AIB), con un valor de 36,74 cm. El menor valor de longitud se registró para el tratamiento (TN: 5 ppm AIB), en donde la longitud fue inferior a 3 cm. (**Figura 11. f**).



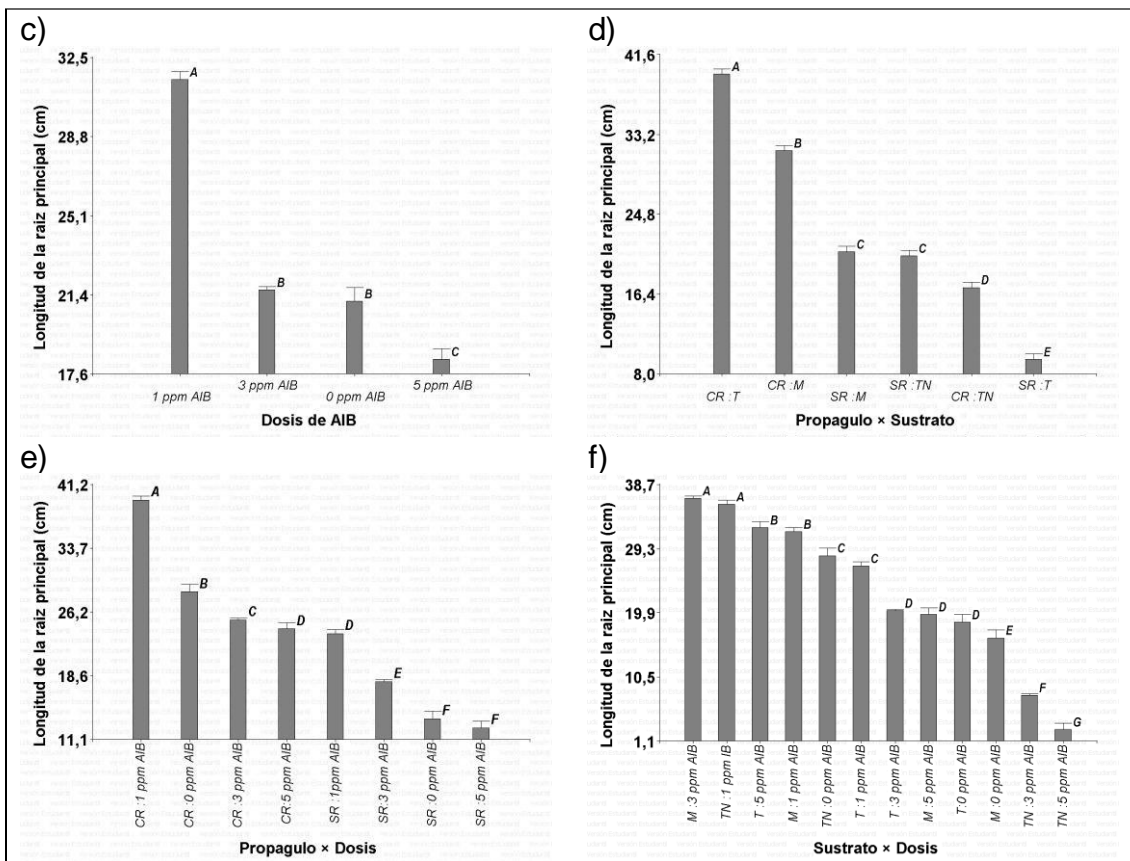


Figura 11. Desarrollo de la longitud de la raíz principal de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses.

En la **Figura 11. a)**, Se observa el desarrollo de la longitud de la raíz principal de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en dos Tipos de propágulos (CR y SR). **Figura 11. b)** Desarrollo de la longitud de la raíz principal de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en tres sustratos (T, M y TN). **Figura 11. c)** Desarrollo de la longitud de la raíz principal de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en cuatro dosis de AIB (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm). **Figura 11. d)** La longitud de la raíz principal de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en la interacción propágulo × sustrato con seis niveles propágulos (CR Y SR) × Sustratos (M: T: TN). **Figura 11. e)** Desarrollo de la longitud de la raíz principal de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en la interacción: propágulo × dosis, con doce niveles (CR Y SR) × (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm). **Figura 11. f)** sustrato × dosis con doce niveles; Sustratos (M: T:TN). Dosis AIB (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm). Barras verticales indican el error estándar ($p < 0.05$). Letras diferentes significan que son estadísticamente diferentes. CR: propágulo con rizoma; SR: propágulo sin rizoma; T:

turba; TN: tierra negra; M: mantillo; Dosis de Ácido indolbutírico: 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm.

El desarrollo de la longitud de la raíz principal, evaluado bajo la interacción de los factores: propágulos × sustrato × dosis presentó diferencias significativas ($p=0,0001$) en donde se presentó el mayor valor para: (CR :T :1 ppm AIB) propágulo con rizoma: Turba: 1 ppm AIB, con un valor de 51,60 cm. Los menores valores se registran en cinco tratamientos el desarrollo de la longitud de la raíz fue inferior a 4,76 cm (Tabla 12).

Tabla 12. Desarrollo de la longitud de la raíz principal de *Aulonemia queko* para la interacción de los Factores propágulo × sustrato × dosis.

Propágulos	Sustratos	Dosis	Medias	E. E	
C_rizoma	Turba	1 ppm	51,60	0,87	A
C_rizoma	Turba	5 ppm	43,33	1,27	B
C_rizoma	Mantillo	3 ppm	38,67	0,40	C
S_rizoma	T_negra	1ppm	36,97	0,87	C
S_rizoma	Mantillo	3 ppm	34,82	0,40	D
C_rizoma	T_negra	1 ppm	34,73	0,87	D
C_rizoma	Turba	0 ppm	34,13	1,58	D
S_rizoma	T_negra	0 ppm	32,95	1,58	D
S_rizoma	Mantillo	1 ppm	31,80	0,87	D
C_rizoma	Mantillo	1 ppm	31,77	0,87	D
C_rizoma	Turba	3 ppm	28,83	0,40	E
C_rizoma	Mantillo	0 ppm	27,80	1,58	E
C_rizoma	Mantillo	5 ppm	27,50	1,27	E
C_rizoma	T_negra	0 ppm	23,63	1,58	F
S_rizoma	Turba	5 ppm	21,50	1,27	F
S_rizoma	Mantillo	5 ppm	11,90	1,27	G
S_rizoma	Turba	3 ppm	11,50	0,40	G

C_rizoma	T_negra	3 ppm	8,11	0,40	H
S_rizoma	T_negra	3 ppm	7,52	0,40	H
S_rizoma	Mantillo	0 ppm	4,76	1,58	I
S_rizoma	T_negra	5 ppm	4,07	1,27	I
S_rizoma	Turba	0 ppm	2,97	1,58	I
S_rizoma	Turba	1 ppm	2,00	0,87	I
Crisola	T_negra	5 ppm	1,63	1,27	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

9.3.2 Desarrollo de las raíces secundarias de *Aulonemia queko*

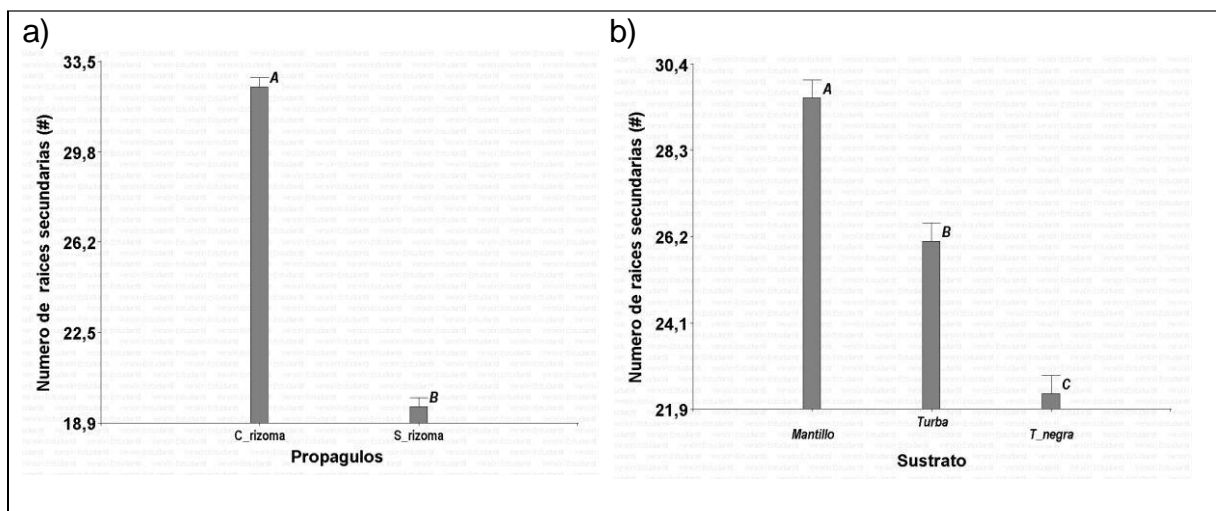
Todas las combinaciones o interacciones entre los factores: tipo de propágulo, sustrato y dosis de AIB, con sus diferentes niveles presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). (Tabla 13).

Tabla 13. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas (DGC) ($p < 0,05$) en el desarrollo de las raíces secundarias de *Aulonemia queko*.

Interacción	Valor -F	Valor -P < 0.05
Propágulo x sustrato x dosis	86,26	< 0,0001
Sustratos x dosis	307,79	< 0,0001
Propágulo x dosis	19,02	< 0,0001
Propágulos x sustratos	687,50	< 0,0001
Dosis	211,46	< 0,0001
Sustrato	7956,65	< 0,0001
Propágulos	3137,86	< 0,0001

El desarrollo del número de raíces secundaria presentó mayores valores significativamente para los propágulos con rizoma $32,47 \pm 0,37$; $p < 0,0001$, a diferencia de los sin rizoma $19,55 \pm 0,37$ (**Figura 12. a**). También presentó diferencias

significativas ($p < 0,0001$) para el factor sustrato con mayores valores para el mantillo, con un valor de 29,61 a diferencia de la tierra negra que presentaron el menor valor 22,33 (**Figura 12. b**). En el factor Dosis presentó mayores valores significativamente para la dosis de AIB 1 ppm 36,84; $p < 0,0001$ a diferencia de 19,76 cm que fue la de menor valor (**Figura 12. c**). La interacción entre el factor propágulo \times sustrato presentó diferencias significativas ($p < 0,0001$) el mayor valor fue para: (CR :T) Propágulo con rizoma: Turba, con un valor de 41,40. Se registró el menor valor para (SR :T) Propágulo sin rizoma: Turba cuyo tratamiento el desarrollo del número raíces secundarias fue de 10,78 (**Figura12. d**). La interacción entre el factor: propágulo \times dosis, presentó diferencias significativas ($p < 0,0001$), en donde el mejor tratamiento fue (CR: 1 ppm AIB) Propágulo con rizoma: AIB 1 ppm, con un valor de 44,91. Los menores valores de longitud se registraron en dos tratamientos (SR: 5 ppm AIB) y (SR: 0 ppm AIB) en los cuales el valor fue menor a 14,77 (**Figura 12. e**). En la interacción entre los factores sustrato \times dosis, presentó diferencias estadísticas ($p < 0,0001$) cuyo mejor tratamiento estadísticamente fue (TN: 1 ppm AIB), con 43,17. El menor valor fue tratamiento (TN: 5 ppm AIB), cuyo valor fue 3,63 (**Figura 12. f**).



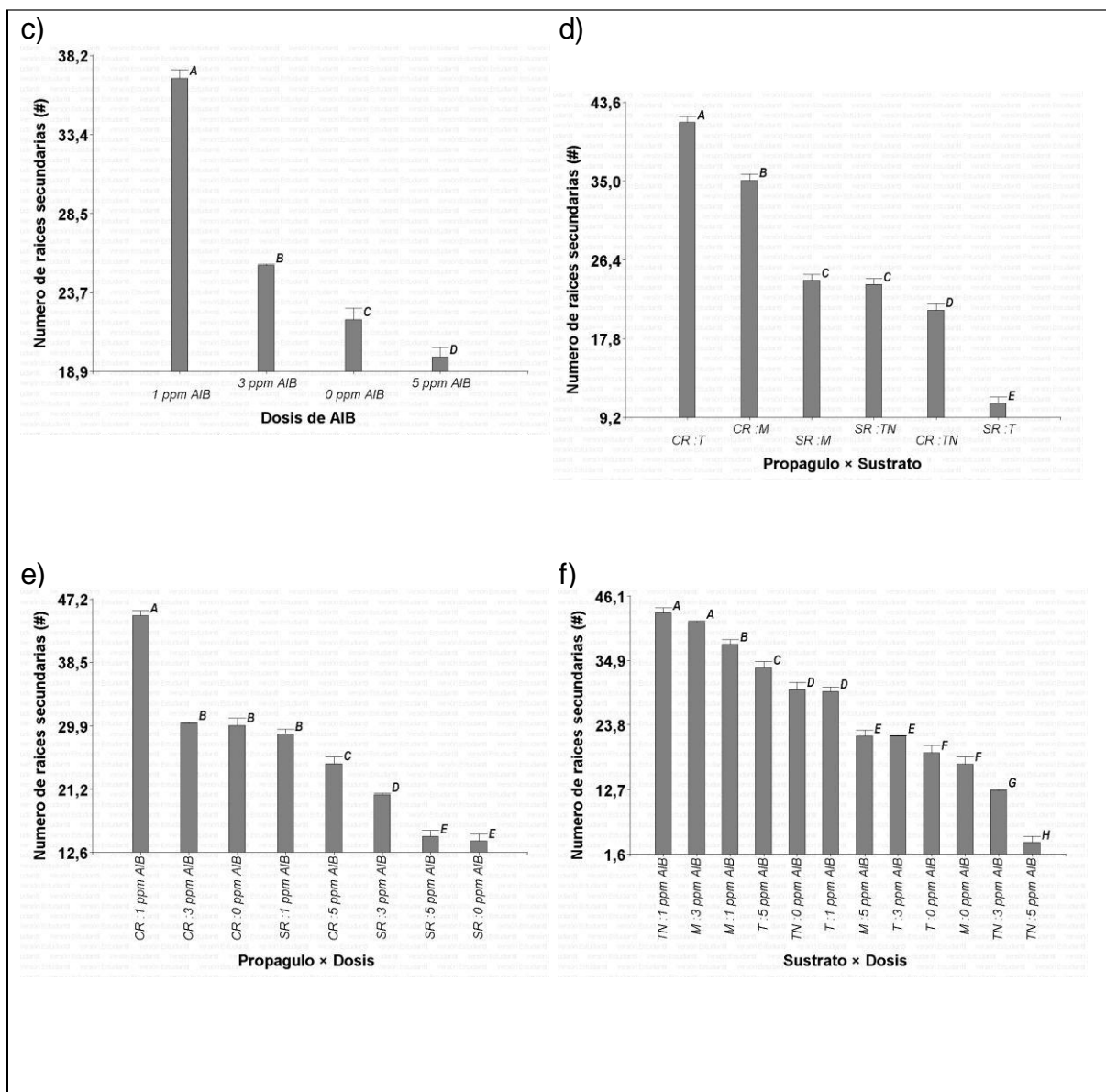


Figura 12. El número de raíces secundarias desarrolladas de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses.

En la **Figura 12. a)** Se puede observar el número de raíces secundarias de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses, bajo el efecto de diferentes tratamientos con AIB y sustratos en dos Tipos de propágulos (CR y SR). **Figura 12. b)** El número de raíces secundarias de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en tres sustratos (T: M: TN). **Figura 12. c)** El número de raíces secundarias de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en cuatro dosis de AIB (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm). **Figura 12. d)** El número de raíces secundarias de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en la interacción: Propágulo x Sustrato con seis

niveles propágulo (CR Y SR) x sustratos (M: T: TN:). **Figura 12. e**). El número de raíces secundarias de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en la interacción: propágulo x dosis con ocho niveles: (CR :0 ppm AIB), (CR :1 ppm AIB), (CR :3 ppm AIB), (CR :5 ppm AIB), (SR :0 ppm AIB), (SR: 1 ppm AIB), (SR: 3 ppm AIB), (SR:5 ppm AIB). **Figura 12.F**). El número de raíces secundarias de *Aulonemia queko* evaluado durante siete meses en la interacción sustrato x dosis con doce niveles; sustratos (M: T: TN). Dosis AIB (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm). Barras verticales indican el error estándar ($p < 0.05$). Letras diferentes significan que son estadísticamente diferentes. CR: propágulo con rizoma; SR: propágulo sin rizoma; T: turba; TN: tierra negra; M: mantillo; Dosis de Ácido indolbutirico: 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm.

El desarrollo del número de raíces secundarias evaluado bajo la interacción de los factores: propágulos x sustrato x dosis presentó diferencias significativas ($p=0,0001$) en donde se presentó el mayor valor para: (CRT: 1 ppm AIB) Propágulo con rizoma: Turba: AIB 1 ppm con un valor de 56,31. Los menores valores se registran en cinco tratamientos, en estos tratamientos el de desarrollo del número de raíces fue inferior a 6 (**Tabla 14**).

Tabla 14. El desarrollo del número de raíces secundarias en la interacción de los factores propágulo x sustrato x dosis.

Propágulos	Sustratos	Dosis	Medias	E. E	
C_rizoma	Turba	1 ppm	56,31	1,23	A
S_rizoma	T_negra	1 ppm	45,71	1,23	B
C_rizoma	Mantillo	3 ppm	45,02	0,23	B
C_rizoma	Turba	5 ppm	43,26	1,43	B
C_rizoma	T_negra	1 ppm	40,62	1,23	C
S_rizoma	Mantillo	3 ppm	38,26	0,23	C
C_rizoma	Mantillo	1 ppm	37,79	1,23	C
S_rizoma	Mantillo	1 ppm	37,65	1,23	C
C_rizoma	Turba	0 ppm	35,18	1,68	C

S_rizoma	T_negra	0 ppm	33,97	1,68	C
C_rizoma	Turba	3 ppm	30,82	0,23	D
C_rizoma	Mantillo	0 ppm	28,77	1,68	D
C_rizoma	Mantillo	5 ppm	28,72	1,43	D
C_rizoma	T_negra	0 ppm	25,95	1,68	E
S_rizoma	Turba	5 ppm	24,14	1,43	E
S_rizoma	Mantillo	5 ppm	15,19	1,43	F
C_rizoma	T_negra	3 ppm	14,87	0,23	F
S_rizoma	Turba	3 ppm	12,97	0,23	G
S_rizoma	T_negra	3 ppm	10,25	0,23	H
S_rizoma	Mantillo	0 ppm	5,51	1,68	I
S_rizoma	T_negra	5 ppm	4,97	1,43	I
S_rizoma	Turba	0 ppm	3,03	1,68	I
S_rizoma	Turba	1 ppm	2,97	1,23	I
Crisola	T_negra	5 ppm	2,29	1,43	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

9.3.3 Biomasa subterránea de *Aulonemia queko*

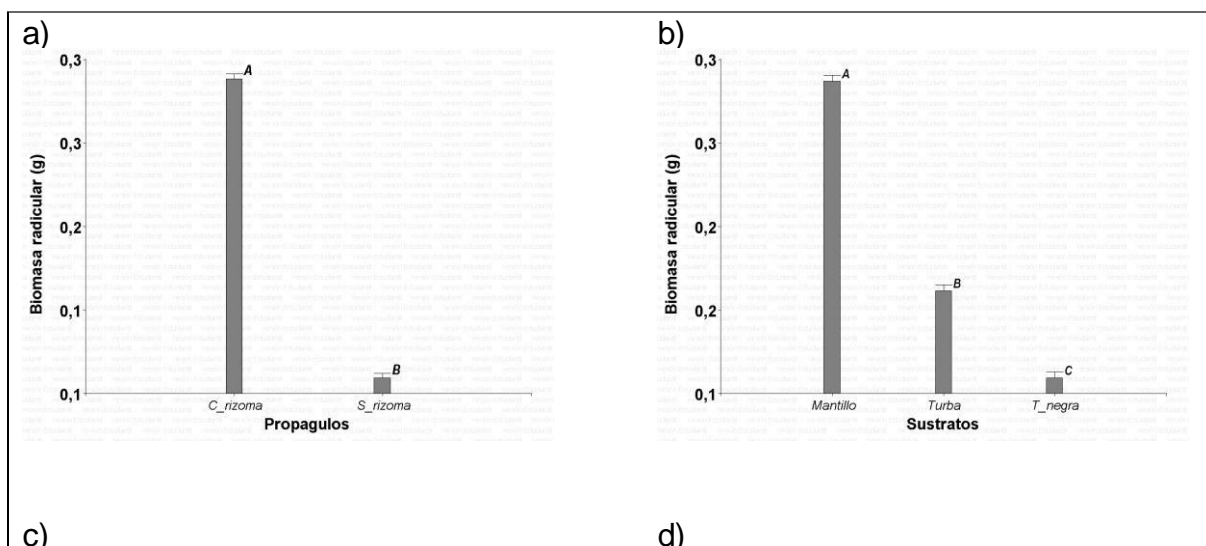
Todas las combinaciones o interacciones entre los factores: tipo de propágulo: sustrato: dosis de AIB, con sus diferentes niveles presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) (Tabla 15).

Tabla 15. Prueba de hipótesis marginales con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanovas (DGC) ($p < 0,05$) de la biomasa de *Aulonemia queko*.

Interacción	Valor -F	Valor -P < 0.05
Propágulo x sustrato x dosis	67,26	< 0,0001
Sustratos x dosis	245,07	< 0,0001
Propágulo x dosis	36,18	< 0,0001
Propágulos x sustratos	1061,88	< 0,0001

Dosis	220,28	< 0,0001
Sustrato	722,15	< 0,0001
Propágulos	3078,38	< 0,0001

La biomasa subterránea presentó mayores valores significativamente para los propágulos con rizoma 0,30 g; $p < 0,0001$, a diferencia de los sin rizoma 0,10 g (**Figura 13. a**). También presentó diferencias significativas para los sustratos con mayores valores significativamente para el mantillo 0,30 g; $p < 0,0001$ a diferencia de la tierra negra cuyo valor es 0,12 g (**Figura 13. b**). También presentó diferencias significativas $p < 0,0001$ para el factor dosis con mayores valores para la dosis de 1 ppm de AIB con el valor de 0,25 g a diferencia de las dosis 0 ppm y 5 ppm que fueron las que presentaron el menor valor (**Figura 13. c**). En la interacción de los factores propágulos x sustratos presentó diferencias significativas $p < 0,0001$ los mayores valores se dieron en el tratamiento (CR :M) Propágulo con rizoma: Mantillo con 0,47 g, el menor valor se registró (SR :T), en donde la biomasa fue 0,05 g (**Figura 13. d**). En la interacción de los factores: propágulo x dosis presentó el mayor valor para CR :100 ppm AIB con 0,45 g. El tratamiento SR: 0 ppm AIB, presentó el menor valor 0,06 g. (**Figura 13. e**). En la interacción sustrato x dosis presentó diferencias significativas $p < 0,0001$ los mayores valores se presentaron (M :3 ppm AIB) con 0,37 g, el menor valor se registró para el tratamiento TN: 5 ppm AIB con 0,01 g (**Figura 13. f**).



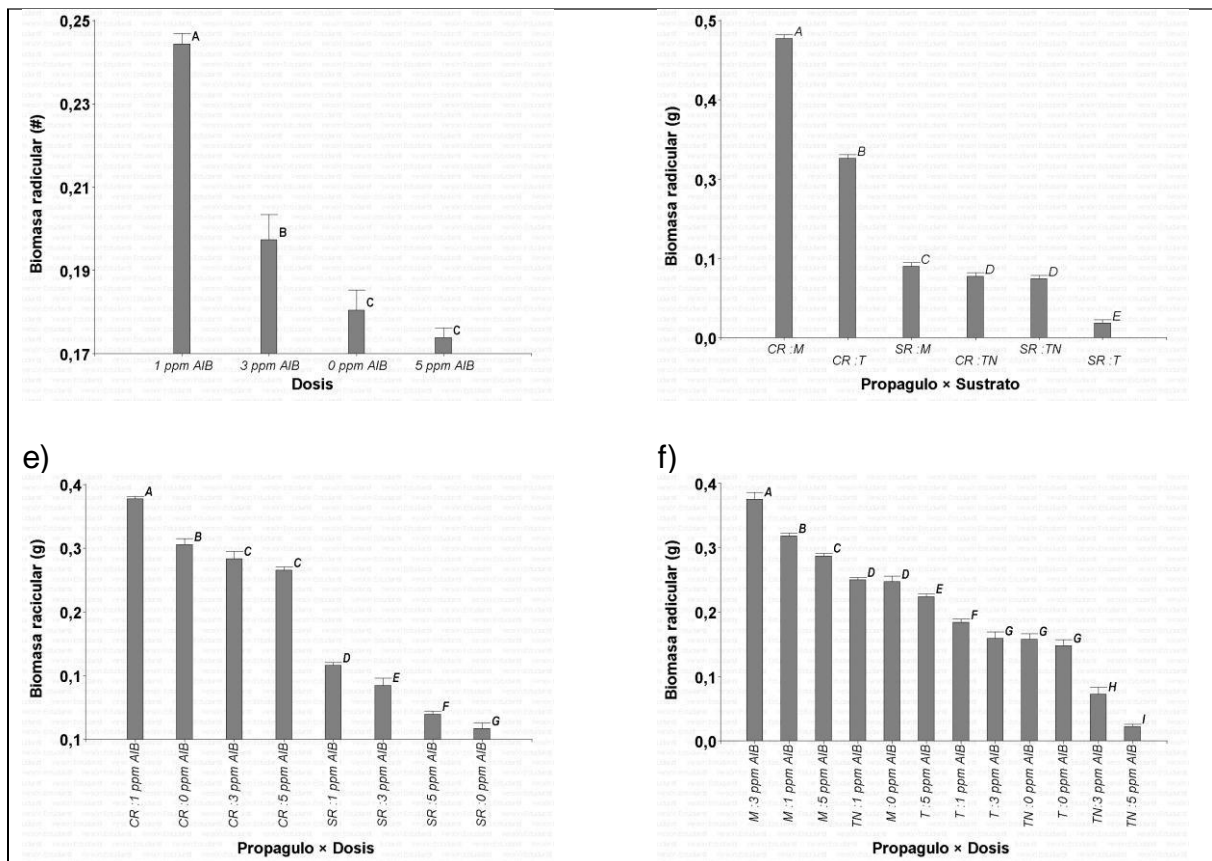


Figura 13. Biomasa de *Aulonemia queko* evaluada luego de siete meses bajo diferentes factores. Barras verticales indican el error estándar ($p < 0.05$). Letras diferentes significan que son estadísticamente diferentes.

La biomasa subterránea, evaluada bajo los factores: propágulos x sustrato x dosis presentó diferencias significativas $p < 0,0001$ en donde se presentó los mayores valores para el tratamiento (CR: M: 3 ppm AIB), con 0,51 g. Los menores valores se registran en diecisiete tratamientos en donde el valor fue 0,12 g (Tabla.16).

Tabla 16. Biomasa subterránea de *Aulonemia queko* para la interacción de los factores propágulos x sustratos x dosis.

Propágulos	Sustratos	Dosis	Medias	E. E	
C_rizoma	Mantillo	3	0,51	0,01	A
C_rizoma	Mantillo	1	0,48	0,01	B
C_rizoma	Mantillo	5	0,46	0,01	B
C_rizoma	Mantillo	0	0,43	0,01	B

C_rizoma	Turba	1	0,36	0,01	C	
C_rizoma	Turba	5	0,33	0,01	D	
C_rizoma	Turba	0	0,28	0,01	E	
S_rizoma	T_negra	1	0,27	0,01	E	
C_rizoma	Turba	3	0,22	0,01	F	
C_rizoma	T_negra	1	0,22	0,01	F	
S_rizoma	Mantillo	3	0,22	0,01	F	
C_rizoma	T_negra	0	0,18	0,01	G	
S_rizoma	Mantillo	1	0,15	0,01	G	
S_rizoma	T_negra	0	0,13	0,01	H	
S_rizoma	Mantillo	5	0,12	0,01	H	
S_rizoma	Turba	5	0,11	0,01	H	
C_rizoma	T_negra	3	0,11	0,01	H	
S_rizoma	Turba	3	0,08	0,01	I	J
S_rizoma	Mantillo	0	0,06	0,01		J
S_rizoma	T_negra	3	0,05	0,01		K
S_rizoma	T_negra	5	0,02	0,01		K
S_rizoma	Turba	0	0,01	0,01		K
C_rizoma	T_negra	5	0,01	0,01		K
S_rizoma	Turba	1	0,00	0,01		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Biomasa de *Aulonemia queko* evaluada luego de siete meses, bajo el efecto de diferentes tratamientos con AIB y sustratos, en veinte y cuatro diferentes interacciones entre: propágulo × sustratos × dosis. (Propágulo con rizoma y Propágulo sin rizoma): (Mantillo, Turba y Tierra negra): Dosis AIB (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm y 5 ppm). Las letras diferentes significan que los valores son estadísticamente diferentes.

10. DISCUSIÓN

10.1 Porcentaje de sobrevivencia de *Aulonemia queko*

El mayor porcentaje de supervivencia de la especie de *Aulonemia queko* fue registrado en propágulos con rizoma en comparación con propágulos sin rizoma. Esto confirma con lo mencionado por Díaz et al. (2017); que la técnica de propagación mediante chusquines tiene una probabilidad alta de prendimiento dentro de un vivero.

Para el factor propágulos-sustrato se logró mayor sobrevivencia en propágulos con rizoma-tierra negra con un valor del 94,4 % mientras, que un menor valor para el tratamiento: propágulos con rizoma-mantillo con un valor 90.2%. Esto posiblemente pudo deberse a las diferentes concentraciones de ácido indolbutírico aplicado en nuestro estudio. Bajo este concepto González (2012) concuerda que la reproducción asexual por medio del material vegetal, brotes del rizoma de bambú también conocido comúnmente como plántula (chusquín), presenta porcentajes de prendimiento de alrededor de 67.5 % en forma natural y empleando como sustrato tierra del lugar. En cambio, la sobrevivencia comparada entre sustratos: El tratamiento que sobresalió fue el sustrato con Mantillo con 68.06%. Sin embargo, Castrillón et al. (2016), afirma que la supervivencia en los métodos de propagación vegetativa no depende del sustrato que se utilice.

El método más efectivo de propagación es a través de propágulos con rizomas. Puesto que, Lárraga et al. (2011) señala que el método chusquin es la mejor opción para la propagación de bambú, debido a que el chusquin por ser una plántula completa presenta un pequeño rizoma horizontal, que le sirve como órgano de reserva que favorece su propagación

10.2 Desarrollo fisiológico de *Aulonemia queko*

10.2.1 Diámetro- longitud

Para la variable diámetro, los propágulos con rizomas sobresalieron con mayores resultados con un promedio de 0,14 cm de diámetro en los tres sustratos evaluados: tierra negra, mantillo y turba. El mejor tratamiento fue con sustrato mantillo

con 0,11 cm de diámetro. Este resultado no es similar al obtenido por Vizcarra (2021) en chusquines de *Guadua angustifolia*. Este autor demuestra que al aplicar como sustrato tierra negra+ arena del río se alcanzan mayores valores con un valor promedio de 0,26 cm de diámetro luego de 100 días de haber realizado la siembra.

Respecto a la longitud de *Aulonemia queko* presentaron mayores valores los Propágulos con rizomas, utilizando como sustrato el mantillo con un valor de 13,2 cm. No obstante, Vizcarra (2021) en su estudio en relación a la longitud del chusquin de *Guadua angustifolia* afirma que el sustrato más adecuado es el de tierra negra+ arena del río. Pues este sustrato tuvo un buen comportamiento de adaptación por presentar altos promedios de altura (67,80 cm) en dicha especie.

Para el factor dosis, se obtuvo mayores valores de longitud con dosis de 1 ppm y 3 ppm de AIB. Esto corrobora con lo mencionado por Ramírez (2019) en su estudio denominado “Propagación clonal de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) con diferentes dosis de ácido indolbutírico en cámara de invernadero”. Donde el autor alcanzó mayores resultados de longitud en brotes de estacas de bambú al utilizar una dosis de 2 mg/L.

10.2.3 Hojas- entrenudos

Respecto a la variable hojas se obtuvo mayor cantidad para los propágulos con rizoma aplicando el sustrato mantillo a una concentración de 1 ppm de ácido indolbutírico. Estos resultados no coinciden con Moreno et al., (2009) en su estudio realizado en uchuva. Pues dichos autores afirman que la mayor presencia de hojas es producto de un elevado crecimiento del tallo con más cantidad de entrenudos que permite la generación de un alto número de hojas. Proceso que es favorecido tanto por la acción de las concentraciones más altas de AIB como por el sustrato turba.

Para el factor dosis se obtuvo mayor número de hojas a una concentración de 1 ppm y 3 ppm. Ramírez (2019) concuerda que un nivel de dosis de 2,0 mg/L presentan mayor número de hojas con 5,86 a los 90 días después de la propagación, en su estudio realizado en esquejes de *Guadua agustifolia*. También Sánchez, (2017)

afirma que altas concentraciones de hormonas causan toxicidad en los tejidos de la planta, por lo que a bajas concentraciones hay mejores resultados.

10.3 Desarrollo radicular de *Aulonemia queko*

10.3.1 Número y longitud de raíces

Para el factor propágulo x sustrato se obtuvieron mejores resultados de longitud de raíz en los tratamientos de propágulos con rizoma x sustrato turba. Lo que coincide con lo expresado por Moreno et al., (2009) en su estudio realizado en uchuva. Estos autores mencionan que el efecto que causa la aplicación de auxinas en la formación de un sistema radical es mayor cuando los esquejes de uchuva son sembrados en el sustrato turba, pues este le proporciona una mayor aireación a las raíces para que aumenten su crecimiento”.

Moreno et al., (2009) en su estudio en uchuva observó un incremento lineal de la longitud de raíz conforme la concentración de AIB aumentó. Comparando con nuestros resultados no se obtuvo diferencias significativas en cuanto al factor dosis lo cual puede deberse a las bajas concentraciones de ácido indolbutírico aplicadas en nuestro estudio. Esto es consistente con lo mencionado por Taiz & Zeiger (2006) “Altas dosis de auxinas estimulan la síntesis de etileno endógeno, que es un inhibidor de la elongación de la raíz en las plantas”. Además, Alvarenga & Carvalho (1983) afirma que en concentraciones ideales se puede estimular el crecimiento radicular. Por lo contrario, si hay exceso de dosificación puede tornarse inhibitorio, debido a que las raíces son muy sensibles a esas sustancias.

Para el número de raíces los tratamientos propágulos con rizoma x turba presentó mayores valores con 41,4. Por el contrario, en un estudio realizado por Mendoza (2007) se observó que el sustrato tierra + arena + cascarilla de arroz, en la proporción (1:1:1) fue numéricamente superior en el número de raíces por estaca (8,13) en la propagación de cacao. Sin embargo, Ramírez et al., (2016) asegura que la mejor metodología de enraizamiento, es la aplicación de Hormonagro 1 (ácido alfa-naftalenacético al 0,4%), complementado con el trasplante en un sustrato de turba

durante 30 días, con lo que se obtendrá el 96,11% de los esquejes enraizados en la especie: *Solanum phureja*

En cuanto al efecto de la concentración de ácido indolbutírico en el número de raíces, Mendoza (2007) obtuvo mejores resultados a una concentración de 900 ppm, lo que es contradictorio con nuestros resultados, en donde se registró mayores valores con una concentración de 5 ppm. Sin embargo, Sánchez (2017) indica que el AIB es el que produce una mayor cantidad de raíces en comparación con la hormona ANA (ácido naftalenacético) en su estudio realizado en tres especies de bambúes: *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris*. De la misma manera afirma que es importante la aplicación de hormonas para la rizogénesis en bambú en bajas concentraciones y menor tiempo de inmersión.

10.3.2 Biomasa subterránea de *Aulonemia queko*.

La mayor cantidad de biomasa se obtuvo en propágulos con rizoma. Al respecto Díaz et al., (2017) señala que la cantidad de biomasa es favorecida por la velocidad de crecimiento rápido en campo definitivo al utilizar la propagación mediante chusquines. El sustrato utilizado que ayudó a que la cantidad de biomasa sea mayor fue el mantillo, sin embargo, Aguirre (2019) menciona que el uso de arena favorece a obtener mayor biomasa en las plantas de guadua, lo cual pudo atribuirse a ciertas características edáficas que posee esta. Por otro lado, Sánchez (2017) afirma que con la hormona ácido indolbutírico es la que obtuvo mayor biomasa en *Bambusa vulgaris* durante la fase de vivero.

11. CONCLUSIONES

Los resultados demuestran que la sobrevivencia de *Aulonemia queko* fue mayor con un valor significativo de 86.11% al aplicar mantillo como sustrato y una dosis de 1 ppm de ácido indolbutírico.

El desarrollo fisiológico: diámetro, longitud, número de hojas y número de entrenudos de *Aulonemia queko* tuvo mayor alcance al utilizar sustrato mantillo a una concentración de 1 ppm y 3 ppm de AIB.

La longitud y número de raíces fueron superiores al utilizar el sustrato mantillo y aplicar una dosis de 1 ppm de AIB. Sin embargo, en la interacción Propágulo x sustrato x dosis los tratamientos propágulos con rizoma x turba x 1 ppm fueron los que tuvieron más diferencias significativas en comparación a los demás tratamientos.

La biomasa subterránea en la especie *Aulonemia queko* se vio influenciada por tres factores: tipo de propágulo, sustrato y dosis de ácido indolbutírico. Los propágulos con rizoma, sustrato mantillo y dosis: 3 ppm fueron los que arrojaron mayores resultados dentro de este estudio.

Finalmente, el método de propágulos con rizoma, aplicando mantillo como sustrato de 1 a 3 ppm de AIB puede ser usado para la propagación de *Aulonemia queko*. Puesto que, como resultado de este estudio se comprobó que dichos factores darán éxito al momento de multiplicar dicha especie. Por consiguiente, obtendremos plantas con características deseables y útiles para su reproducción.

12. RECOMENDACIONES

Usar malla poli sombra (sarán) al 80% como cubierta en el vivero para que permita el paso de la luz de apenas un 20% y de esta manera asegurar un mayor prendimiento de los propágulos por la sombra generada.

Usar malla poli sombra (sarán) al 80% como cortina rompevientos para evitar el paso brusco del viento y causar muertes del propágulo por el movimiento que ocasiona.

Dotar de la cantidad necesaria de agua al propágulo para evitar problemas de resequedad por falta de agua o sobresaturación por el exceso del mismo.

No realizar mediciones de altura, diámetro, número de hojas, etc. En periodos muy cortos como cada semana, la manipulación constante a la plántula causa problemas por el movimiento y posterior muerte.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, L. (2019). Efecto de dos enraizadores y tres mezclas de sustratos en la propagación vegetativa del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth.) mediante brotes de rizoma en vivero-Aucayacu. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional-Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Alvarenga, L. D., & Carvalho, V. D. (1983). Uso de sustancias promotoras de enraizamiento de estacas frutíferas. Informe Agropecuario, Belo Horizonte, 9(101); 47–55.
- Añazco, M., & Rojas, S. (2018). Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú en Ecuador con énfasis en la especie *Guadua angustifolia* en Ecuador. Quito, Ecuador: INBAR.
- Arancibia, A. (2017). Propagación vegetativa de dos especies de bambú en la selva Nororiental (Tesis de Grado). Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Castrillón, J., Carvajal, E., Ligarreto, G., & Magnitskiy, S. (2016). El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) en diferentes sustratos. *Agronomía colombiana*, 26(1), 16-22.
- Catusus, G. L. (2003). Estudio de los bambúes arborescentes cultivados en Cuba, Ed, ACTAF, *La Habana, Cuba*. 56 p.
- Chirino, E., & Arcos, F. (2015). Vulnerabilidad al cambio climático de especies vegetales nativas en un gradiente climático entre las provincias de Chimborazo y Pastaza. (i) respuesta a eventos de sequía extrema. (VULCRES). *Proyecto Prometeo-ESPOCH*. Riobamba - Ecuador.
- Ciccarese, L., Mattsson, A., & Pettenella, D. (2012). Ecosystem services from forest restoration: thinking ahead. *New Forests* 43, 543–560.

- Cobos, J., & Rodriguez, X. (2007). Propiedades físicas y mecánicas de la *Guadua angustifolia* Kunth y aplicación al diseño de bacterias sanitarias del IASA II. 134.
- Cueva, E., & Altamarino, M. (2011). M 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>.
- Díaz, Y., Mendoza, E., & Charles, I. (2017). Manual Técnico del Bambú para Productores (*Guadua angustifolia* Kunth). Amazonas, Perú. 80 p.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., & Versión, C. R. I. (2017). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Durango, E., & Humanez, A. (2017). Enraizamiento de esquejes de Caña Agría (*Cheilocostus speciosus* . J. Koenig). *Revista Colombiana de 33 Biotecnología*, vol. XIX, núm. 2. Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia. pp. 133-139.
- 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.
- Giraldo, E., & Sabogal, A. (2007). Una alternativa sostenible: la *Guadua* técnicas de cultivo y manejo. *Corporación Autónoma del Quindío C.R.Q.* Tercera edición e impreso en Colombia. 192 p.
- Guerra, L. (2003). Estudio de los Bambúes arborescentes cultivados en Cuba. La Habana- Cuba. ACTAF.

- González, A. (2012). Trabajo de graduación, diagnóstico y proyecto de servicios realizados en apoyo a mejorar las actividades productivas de finca Sabana Grande y evaluación tres concentraciones de ácido indolbutírico y dos sustratos en la propagación de la especie de bambú (*Guadua angustifolia* Kunt), en finca Sabana Grande, aldea El Rodeo, Escuintla, Guatemala, CA. [Trabajo de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. *Repositorio institucional- Universidad de San Carlos de Guatemala*.
- Gutiérrez, R., Navarro, C., & Canino, S. (2003). Influencia de la inoculación de rizobacterias sobre la germinación de semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Centro Agrícola*, 30(2), 56.
- Jadán, O., Cedillo, H., Zea, P., Quichimbo, P., Peralta, Á, & Vaca, C. (2017). Relación entre deforestación y variables topográficas en un contexto agrícola ganadero, cantón Cuenca. *Bosques Latitud Cero*, 6(1).
Recuperado a partir de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/179>
- Japón, P., & Mendoza, Z. (2009). Etnobotánica de cuatro comunidades indígenas de Saraguro. *Universidad Nacional de Loja*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093756>.
- Lárraga, N., Gutiérrez, N., López, H., Pedraza, M., Vargas, J., Santos, G., & Santos, U. (2011). Propagación de tres especies de bambú. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 7 (2), 205-218.
- Londoño, X. (2002). Distribución, Morfología, Taxonomía, Anatomía, Silvicultura y Usos de los Bambúes del Nuevo Mundo. Santafé de Bogotá, CO. Maestría en Construcción Módulo Guadua, *Universidad Nacional de Colombia*.
- Londoño, X. (2010). Identificación taxonómica de los Bambúes de la Región Noroccidental del Perú. ITTO. Ministerio de agricultura. Lima-Perú 61p.

- López, F., Guío, N., & Fischer, M. (2008). Propagación de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía -Medellín*, 61(1), 4347–4357.
- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador); & FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). (2015). Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. Quito. ONU-REDD.
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/142985-opac>
- Méndez, E., & Bacon, C. (2005). Medios de vida y conservación de la biodiversidad arbórea: las experiencias de las cooperativas cafetaleras en El Salvador y Nicaragua. *LEISA Revista de Agroecología*.
- Mendoza, W. (2008). Efecto de dos tipos de sustrato y tres concentraciones de ácido indolbutírico en la propagación por estacas de cultivo de cacao. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. *Repositorio institucional- Universidad Nacional Agraria de la Selva*.
- Moreno, N. H., Álvarez-Herrera, J. G., Balaguera-López, H. E., & Gerhard, F. (2009). Propagación asexual de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en diferentes sustratos ya distintos niveles de auxina. *Agronomía Colombiana*, 27(3), 341-348.
- Ordoñez, V., Mejía, T., Barcenas, G., & INECOL. (2013). Manual para la construcción sustentable con bambú. *Comisión Nacional Forestal*, 98.
- Ramírez, M., Urdaneta, A., & Vargas, G. (2004). Tratamientos con ácido indolbutírico y lesionado sobre el enraizamiento de estacas de icaco (*Chrysobalanus icaco* L.). *Agronomía Tropical*, 54(2), 203–218.
- Ramírez, R. (2019). Propagación clonal de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) con diferentes dosis de ácido indolbutírico en cámara de invernadero, Tingo María. [Tesis, Universidad Nacional Agraria de la Selva].

- Ramírez, L., Zuluaga, C., & Cotes, J. (2016). Evaluación de Metodologías de Enraizamiento de Esquejes de tallo lateral en Genotipos de *Solanum phureja*. *Revista Facultad De Ciencias Básicas*, 7(2), 192-203.
- Sánchez, A. (2017). Propagación vegetativa de *Dendrocalamus asper*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa vulgaris* (bambú), en el vivero Bambú Net del cantón Archidona, provincia de Napo. (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Sánchez, J., & Gomez, V. (2006). Negocios de Bambu, Rev. Emprendedores. Vol. 5(13); pp.5-17.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Fisiología vegetal* (Vol. 10). Universidad Jaime I. Universidad de California - Los Angeles.
- Viana, P.(2010). O Gênero *Aulonemia Goudot* (Poaceae : Bambusoideae : Bambuseae) No Brasil. Universidad Federal de Minas Gerais.
- Vizcarra, C. (2021). Efectos de cuatro sustratos en la propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth mediante el método de chusquines. Jipijapa. UNESUM. Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura. 76pg.
- Weaver, R. (1990). Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Séptima reimpresión. *Editorial Trillas*. México. 622 p.
- Yacelga, J. (2018). Obtención de base de celulosa a partir del bambú para utilizarla como materia prima en la fabricación de fibra textil. Quito, Ecuador: Universidad. Técnica del Norte.
- Yeh, J., Chiy, C., Pilar, I., & Farías, Z. (2018). El bambú (*Guadua Angustifolia* Kunth) como medio de absorción de Co₂ en Guayaquil. *Espirales revista multidisciplinaria de investigación*, 10

14. ANEXOS.

Anexos 1. Tabla de registro del desarrollo de *Aulonemia queko*.

Propagación ex situ y seguimiento al desarrollo inicial de la especie <i>Aulonemia queko</i>																
Fecha:																
TRATAMIENTO _____																
VARIABLES	1		2		3		4		5		6					
Sobrevivencia de los brotes	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2				
Crecimiento aéreo de los brotes vivos	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Retoño 1																
Retoño 2																
Retoño 3																
Retoño 4																
Retoño 5																
Sobrevivencia de los brotes	1		Brotos muertos		2											
Crecimiento aéreo de los brotes vivos	1		Nº hojas		2		Diámetro-tallo			3		Nº de entrenudos			4	

Anexos 2. Tabla de registro del Desarrollo radicular.

Propagación ex situ de <i>Aulonemia queko</i> Desarrollo radicular					
Fecha:					
Tratamiento_____					
Repetición	Longitud	N: Raíces	Peso Fresco	Peso Seco	Biomasa
Retoño 1					
Retoño 2					
Retoño 3					

Anexos 3. Llenado de fundas con sustrato, Propágulo con rizoma.



Anexos 4. Etiquetado de los tratamientos en estudio



Anexos 5. Limpieza de malezas presentes dentro del proyecto.



Anexos 6. Medición de las variables: número de hojas, entrenudos y raíces, diámetro de tallo, longitud de raíz y altura de planta.



Anexos 7. Etiquetado de muestras para el cálculo de la biomasa



Anexos 8. Análisis del sustrato Mantillo.

Sample Id	p43-15cm	Límite de detección del método (LDM)	Método de Análisis
<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
Carbono y Nitrógeno			
% de Carbono	9,59		DIN/ISO 13878
% de Nitrógeno	0,58		DIN/ISO 13878
Relación C/N	16,75		DIN/ISO 13878

Anexos 9. Análisis de suelo retención de humedad Mantillo.

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD					
Métodos: bandejas de saturación y extractores de presión Materia					
Numero	Código	Partículas de		Porcentaje (%) Textura	
		orgánica (%)	suelo		
5	P43-15	24,00	Arcilla <2µm	19,38	Franco limosa
			Limo 2-63µm	69,18	
			Arena 63-2000µm	11,44	
6	P43-30	15,50	Arcilla <2µm	14,64	Franco limosa
			Limo 2-63µm	71,77	
			Arena 63-2000µm	13,59	