

Documento de investigación

Adaptabilidad del bambú e influencia en las propiedades físicas y químicas en suelos degradados por minería aurífera en la comunidad nativa Puerto Luz, Madre de Dios, Perú

Yesenia Areli Trillo Mendoza¹, Santos Raphael Paucar Cárdenas², Pablo Fernando Jácome Estrella³

¹ Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)

^{2 y 3} Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR)

2023



© Organización Internacional del Bambú y el Ratán 2023

Esta publicación tiene licencia para su uso bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-NC-SA 3.0). Para ver esta licencia visite: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Cómo citar

Trillo, Y., Paucar, S., Jácome, P. (2023). Adaptabilidad del bambú e influencia en las propiedades físicas y químicas en suelos degradados por minería aurífera en la comunidad nativa Puerto Luz, Madre de Dios, Perú. INBAR Documento de Trabajo, Documento , Beijing, China.

Acerca de la Organización del Bambú y el Ratán

La Organización Internacional del Bambú y el Ratán, INBAR, es una organización intergubernamental dedicada a la promoción del bambú y el ratán para el desarrollo sostenible. Para más información, por favor visite www.inbar.int.

Acerca de este documento de trabajo

Esta investigación fue realizada por la Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR) como parte del proyecto “Innovación y promoción del bambú a través de procesos de investigación-acción para una agricultura resiliente en Colombia, Ecuador y Perú (CEP)”, financiado por el Fondo Internacional para el Desarrollo de la Agricultura (FIDA) en articulación con varios actores nacionales de los tres países de implementación.

Organización Internacional del Bambú y el Ratán

8 Futong Dong Da Jie, Wangjing, Chaoyang District, Beijing, China

Teléfono: +86 10 64706161; Fax: +86 10 6470 2166 Correo electrónico: info@inbar.int

© 2023 Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR)

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a los administradores del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado - SERNANP y de la ECA AMARAKAERI, representantes de la CCNN Puerto Luz, quienes permitieron el desarrollo de la investigación, financiada en la primera etapa en 2018 por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR, mediante el programa de Financiación de Proyectos de Investigación Forestal.

A la Organización Internacional del Bambú y el Ratán – INBAR a través del proyecto “Innovación y promoción del bambú a través de procesos de investigación, acción para una agricultura resiliente en Colombia, Ecuador y Perú” – Bambuzonía; quienes en la búsqueda de promover iniciativas e investigaciones que impulsen y brinden directrices de la resiliencia y desarrollo de las zonas amazónicas del país con el bambú, financió la investigación en su segunda etapa en 2023.

Así mismo, agradecemos al M.Sc. Marcelo Oyague Carlos docente de Postgrado de la Universidad Nacional del Centro del Perú – UNCP, M.Sc. Julio Ugarte Guerra docente de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM, M. Sc. Gabriel Alarcón Aguirre Director del Instituto de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente – INRENMA, Ph. D. Enrique Gonzales Mora; en especial al grupo de comuneros de Puerto Luz comprometidos en la recuperación de sus bosques: Yerko Tayori, Rubén Tihuen, Inés Menkorie, Gloria Tanyaka, Pedro Takae, Andrés Moqui, Fidel Burapa, Kenyi Takae, Sonia Seneki, Eloisa Seneki, Yeny Seneki, Felicita Tihuen, Nelly Tihuen, Luis Tayori.

Lista de Abreviaciones

Ag	Plata
As	Arsénico
C°	Centígrados
Ca	Calcio
CCNN	Comunidad Nativa
Cd	Cadmio
CIC	Capacidad de intercambio catiónico
Cm	Centímetros
Cr	Cromo
Cu	Cobre
DREMH	Dirección Regional de Energía y Minas e Hidrocarburos
ha	Hectárea
Hg	Mercurio
INBAR	Red Internacional del Bambú y el Ratán
INGEMMET	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
K	Potasio
Kg	Kilogramos
LC	Límite de cuantificación
meq	Miliequivalentes
Mg	Magnesio
Mg	Miligramos
MINAGRI	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

Mm	Milímetros
M.O	Materia orgánica
Na	Sodio
P	Fosforo
Pb	Plomo
pH	Potencial de hidrógeno
ppm	Parte por millón
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SERFOR	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
SLABPERU	Laboratorio de Ensayo e Investigación de Materiales
UNALM	Universidad Nacional Agraria La Molina
UNCP	Universidad Nacional del Centro del Perú
Und	Unidades
UTM	Universal Transverse Mercator
Zn	Zinc

Tabla de contenidos

Resumen ejecutivo	10
1. Introducción	11
2. Área de estudio	13
3. Metodología.....	15
3.1 Revisión de literatura	15
3.1.1 Problemática de la minería aurífera en Madre de Dios - Perú	15
3.1.2 Potencialidad del bambú en la recuperación de áreas degradadas.....	17
3.1.3 Especies instaladas en el área de estudio.....	18
3.2 Metodología de recopilación de datos	19
3.2.1 Para el análisis de la adaptabilidad	20
3.2.2 Comportamiento agronómico	21
3.2.3 Evaluación de la influencia de las tres especies de bambú en las propiedades físicas y químicas del suelo a los 4 años 6 meses de instalada la parcela de investigación	21
3.2.4 Evaluar presencia de metal pesado (Arsénico, Plomo, Mercurio, Cromo, Cadmio) en muestras foliares de las tres especies de bambú instaladas en la parcela de investigación de la comunidad nativa de Puerto Luz	22
3.3 Procesamientos de los datos.....	23
4. Resultados.....	24
4.1 Evaluación de la adaptabilidad de las tres especies de bambú, en condiciones de suelo degradado por la minería aurífera en la comunidad nativa de Puerto Luz	24
4.1.1 Porcentaje de Supervivencia (%)	24
4.2 Evaluación del comportamiento agronómico de las tres especies de bambú instaladas en la parcela de investigación de la comunidad nativa de Puerto Luz	27
4.2.1 Altura de la planta	27
4.2.2 Número de hijuelos	30

4.3 Evaluación de la influencia de las tres especies de bambú en las propiedades físicas y químicas del suelo a los 4 años 6 meses de instalada la parcela de investigación	34
4.4 Evaluación de la presencia de metal pesado (Arsénico, Plomo, Mercurio, Cromo, Cadmio) en muestras foliares de las tres especies de bambú instaladas en la parcela de investigación de la comunidad nativa de Puerto Luz.....	45
5. Conclusiones	49
6. Recomendaciones	50
Referencias	51
Apéndice.....	56

Lista de Figuras

Figura 1. Ubicación de la parcela de investigación en CCNN Puerto Luz, Madre de Dios - Perú.....	13
Figura 2. Diseño de siembra de las especies de bambú en la parcela de investigación en la CCNN Puerto Luz	14
Figura 3. Especies de bambú instaladas en la parcela de investigación en el área degradada por minería aurífera en la CCNN Puerto Luz: 3a <i>Guadua angustifolia kunth</i> , 3b <i>Bambusa vulgaris var. vittata</i> y 3c <i>Phyllostachys aurea</i>	26
Figura 4. Vista de la parcela de <i>Bambusa vulgaris var. vittata</i> a los 4 años 6 meses que presentó el mayor porcentaje de adaptabilidad en el área degradada	26
Figura 5. Vista de la parcela de <i>Guadua angustifolia kunth</i> a los 4 años 6 meses	27
Figura 6. Evaluación del comportamiento agronómico: altura de planta: 6a Medida de altura de planta de la <i>Guadua angustifolia kunth</i> , 6b Medida de altura de planta de la <i>Bambusa vulgaris var. vittata</i> y 6c Medida de altura de planta de la <i>Phyllostachys aurea</i>	29
Figura 7. Evaluación del comportamiento agronómico; número de hijuelos: 6a Número de hijuelos de la <i>Guadua angustifolia kunth</i> , 6b Número de hijuelos de la <i>Bambusa vulgaris var. vittata</i> y 6c Número de hijuelos de la <i>Phyllostachys aurea</i>	31
Figura 8. Evaluación del comportamiento agronómico; diámetro de hijuelo: 6a Diámetro de hijuelo de la <i>Guadua angustifolia kunth</i> , 6b Diámetro de hijuelos de la <i>Bambusa vulgaris var. vittata</i> y 6c Diámetro de hijuelos de la <i>Phyllostachys aurea</i>	33
Figura 9. Extracción de muestra de suelo para análisis de caracterización de la parcela <i>Guadua angustifolia kunth</i>	36
Figura 10. Incremento de la materia orgánica en la parcela de <i>Guadua angustifolia kunth</i> a los 4 años 6 meses de instalación	37
Figura 11. Análisis físico de suelo de la plantación de <i>Guadua angustifolia kunth</i> : clase textural arena	37
Figura 12. Extracción de muestra de suelo para análisis de caracterización de la parcela <i>Bambusa vulgaris</i>	40
Figura 13. Aporte de materia orgánica de la <i>Bambusa vulgaris</i> en la parcela a los 4 años 6 meses de instalación.....	41
Figura 14. Análisis físico de suelo de la plantación de <i>Bambusa vulgaris</i> clase textural arena..	41
Figura 15. Extracción de muestra de suelo para análisis de caracterización de la parcela <i>Phyllostachys aurea</i>	44

Figura 16. Muestras de deficiencia de nutrientes en el área foliar de la plantación de <i>Phyllostachys aurea</i>	45
Figura 17. Análisis físico de suelo de la plantación de <i>Phyllostachys aurea</i> : clase textural arena	45
Figura 18: Muestreo para evaluación de presencia de metal pesado (Arsénico, Plomo, Mercurio, Cromo, Cadmio), 18a: Muestras extraídas de la especie <i>Guadua angustifolia</i> , 18b: Muestras extraídas de la especie <i>Bambusa vulgaris</i> y 18c: Muestras extraídas de la especie <i>Phyllostachys aurea</i>	47
Figura 19. Parcela de <i>Guadua angustifolia</i> afectada por actividades de la minería ilegal (Restos de madera de la armazón para la draga)	48
Figura 20. Parcela de <i>Phyllostachys aurea</i> afectada por la minería ilegal con la remoción del área y vertido de combustible en el área.....	48

Lista de Tablas

Tabla 1. Categoría para evaluación de la sobrevivencia de las plantas.....	20
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	21
Tabla 3. Porcentaje de sobrevivencia para cada una de las especies establecidas en la parcela de investigación en la CCNN Puerto Luz	25
Tabla 4. Análisis de correlación de variables de parámetros del suelo con respecto al tiempo de instalada la especie <i>Guadua angustifolia kunth</i>	36
Tabla 4.1. Resultado Cationes cambiabes de la parcela <i>Guadua</i>	36
<i>angustifolia kunth</i>	36
Tabla 5. Análisis de correlación de variables de parámetros del suelo con respecto al tiempo de instalada la especie <i>Bambusa vulgaris</i>	39
Tabla 5.1. Resultado Cationes cambiabes de la parcela <i>Bambusa vulgaris</i>	40
Tabla 6. Análisis de correlación de variables de parámetros del suelo con respecto al tiempo de instalada la especie <i>Phyllostachys aurea</i>	43
Tabla 6.1. Resultado Cationes cambiabes de la parcela <i>Phyllostachys aurea</i>	44
Tabla 7. Análisis foliar para detección de metales pesados de las tres especies de bambú instaladas en la parcela de investigación	47

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Porcentaje de sobrevivencia de las especies de bambú durante el período de instalación (2018), primer año (2019), 4 años 6 meses (2023).....	25
Gráfico 2. Crecimiento promedio en altura (cm) de las tres especies de bambú, durante el período de instalación (2018), primer año (2019), 4 años 6 meses (2023).....	29
Gráfico 3. Promedio de número de hijuelos (unidades) de las tres especies de bambú, durante el periodo de instalación (2018), primer año (2019), 4 años 6 meses (2023)	31
Gráfico 4. Promedio de diámetro de hijuelos (cm) de las tres especies de bambú, durante el período de instalación (2018), primer año (2019), 4 años 6 meses (2023)	33

Resumen ejecutivo

La recuperación de las áreas degradadas es un problema que enfrenta Perú en los últimos años, esto ha ocasionado consecuencias funestas en términos ambientales, sociales y económicos, en especial de las áreas provenientes de la minería aurífera acentuada específicamente en la Amazonía. Siendo trascendental explorar nuevas alternativas de fácil aplicación, adaptación y respuesta, el bambú se muestra como una opción en la restauración por su rápido crecimiento, junto con su capacidad para controlar la erosión y mantener el agua a nivel del suelo, así como para proporcionar nutrientes mediante la descomposición de la hojarasca, lo que convierte a los bambúes en un grupo valioso para la recuperación de áreas degradadas (Ceccon y Gómez 2019).

El objetivo de la investigación es determinar qué especie de bambú se adaptó mejor en condiciones de suelos degradados por minería aurífera en la comunidad nativa de Puerto Luz, siendo la especie *Bambusa vulgaris var. vittata* la que presentó el mayor porcentaje de adaptabilidad con un 73% y los mejores valores en los indicadores del comportamiento agronómico: mayor altura promedio de planta (337cm), mayor diámetro promedio de hijuelo (2.75 cm); seguido de la *Guadua angustifolia* con el mayor promedio de número de hijuelos (12.5 und.). Estas dos especies mostraron los mejores comportamientos agronómicos a los 4 años 6 meses de instalada la parcela de investigación.

El coeficiente de determinación de la relación de las características físicas y químicas del suelo con respecto al tiempo transcurrido una vez instaladas las tres especies fue el siguiente: la *Phyllostachys aurea* mostró la mayor variación en el pH, reduciéndose la acidez de fuertemente ácido a francamente ácido (4.0 a 5.18 pH), seguida de la especie *Guadua angustifolia* que mostró similar influencia en el pH (4.76 a 5.40 pH) y en la materia orgánica, incrementándola en un 0.16%. Para capacidad de intercambio catiónico la especie *Bambusa vulgaris* aumentó la capacidad del suelo de la parcela en retener cationes de 3.20 a 3.36.

En la evaluación de la presencia de metal pesado en las muestras, la especie *Phyllostachys aurea* mostró una concentración de trazas de plomo determinada como tolerable y las especies *Bambusa vulgaris* y *Guadua angustifolia* un nivel de contenido de trazas de nivel máximo. Se sugiere evaluar la capacidad de fitorremediación de las especies de bambú según su capacidad de fitorremediación.

1. Introducción

El presente estudio se realizó en cooperación con la Organización Internacional del Bambú y el Ratán - INBAR en marco del proyecto: “Innovación y promoción del bambú a través de procesos de investigación, acción para una agricultura resiliente en Colombia, Ecuador y Perú” - Bambuzonía, con la finalidad de continuar con la investigación iniciada en el 2018 mediante la financiación de proyectos de investigación forestal por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR, con la cual se instaló una parcela de investigación con tres especies de bambú en un área degradada por la minería aurífera en la CCNN de Puerto Luz, Madre de Dios.

La recuperación de estas áreas afectadas es una actividad prioritaria y permanente en la agenda de desarrollo nacional en el Perú, en estos últimos años se han promovido investigaciones de adaptación de especies forestales de valor económico y ambiental, según las nuevas condiciones del suelo generadas por la minería aurífera. El ecologista Greg Asner publicó en la Environmental Research Letters que, en el 2020, la minería aurífera en Madre de Dios deforestó 100 mil ha (Rumbominero 2020), en el informe de Conservación Amazónica ACCA, se menciona que entre el 2019 y marzo del 2022 se deforestaron 3 688 ha de bosque, afectando zonas de amortiguamiento de la Reserva Comunal Amarakaeri (Mongabay 2022).

El bambú podría constituir una solución interesante (Rebelo y Buckingham, 2015), reconocida ampliamente por las bondades ecológicas, ambientales y de conservación de la biodiversidad (MINAGRI, 2010), teniéndose la necesidad de estudios más profundos porque aún se desconoce qué especie de bambú (*Guadua angustifolia kunth*, *Bambusa vulgaris var. vittata*, *Phyllostachys aurea*) muestra mayor adaptabilidad en condiciones de suelos degradados por la minería aurífera a los 4 años 6 meses de instalada la parcela de investigación.

Los objetivos de estudio son:

Objetivo general:

- Determinar qué especie de bambú se adapta mejor en condiciones de suelos degradados por la minería aurífera en la parcela de investigación de la comunidad nativa de Puerto Luz a los 4 años 6 meses de instalada la parcela de investigación.

Objetivos específicos:

- Evaluar la adaptabilidad de las especies de bambú *Guadua angustifolia kunth*, *Bambusa vulgaris var. vittata.*, *Phyllostachys aurea*, en condiciones de suelo degradado por la minería aurífera en la comunidad nativa de Puerto Luz.
- Evaluar el comportamiento agronómico de las tres especies de bambú instaladas en la parcela de investigación de la comunidad nativa de Puerto Luz.
- Evaluar la influencia de las tres especies de bambú en las propiedades físicas y químicas del suelo, de las tres especies de bambú a los 4 años 6 meses de instalada la parcela de investigación.
- Evaluar la presencia de metal pesado (arsénico, plomo, mercurio, cromo, cadmio) en muestras foliares de las tres especies de bambú instaladas en la parcela de investigación de la comunidad nativa de Puerto Luz.

2. Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la parcela de estudio instalada el 02 de noviembre del 2018 por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR, mediante el financiamiento de Proyectos de Investigación Forestal Aplicada, en el área de amortiguamiento de la Reserva Comunal AMARAKAERI, territorio de la Comunidad Nativa de Puerto Luz, ubicada en las coordenadas UTM Zona 19L, 334105.36m E, 8595191.43m S, a unos 300 msnm en el distrito de Fitzcarrald, Provincia del Manú, departamento de Madre de Dios, Perú; en un área de 5 676 m² donde se encuentran instaladas tres especies de bambú (*Guadua angustifolia kunth*, *Bambusa vulgaris var Vittata*, *Phyllostachys aurea*), a una distancia de siembra entre plantas de 4m x4m.

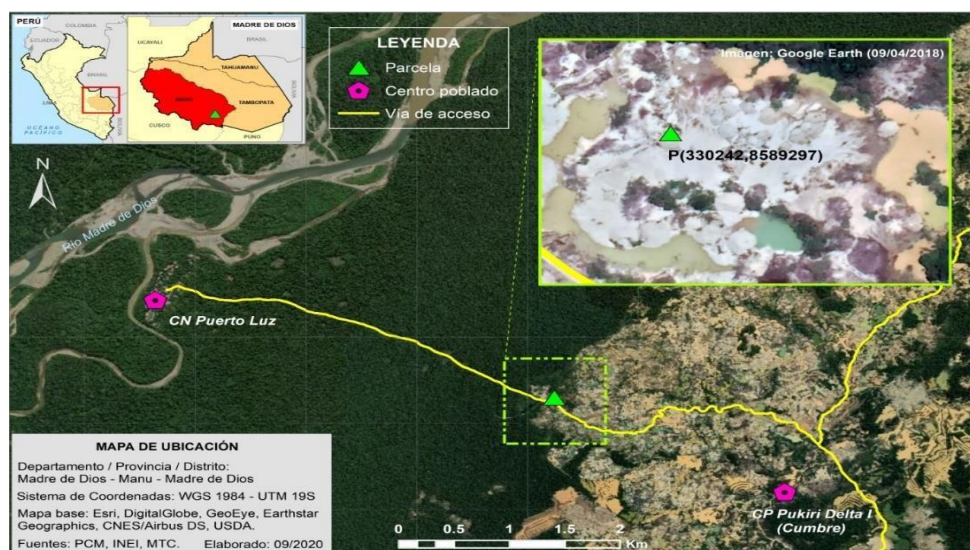


Figura 1. Ubicación de la parcela de investigación en CCNN Puerto Luz, Madre de Dios - Perú

Fuente: Google Earth

- En la estación meteorológica de Puerto Maldonado, se registra un acumulado anual de precipitación de 2 156 mm, el máximo de lluvias ocurre durante el periodo de diciembre a febrero, con un acumulado mensual máximo de 326 mm. Las temperaturas del aire varían ligeramente en el transcurso del año; la temperatura máxima varía en un rango térmico de 4°C y con una media de 32°C durante el año, con máximos en febrero y mínimos en junio. La temperatura mínima presenta un rango térmico de 5°C y con una media de 20°C durante el año, presentando máximos en diciembre y mínimos en julio (SENAMHI, 2020).

- El ingreso a la CCNN se realizó por vía terrestre y fluvial, recorriendo un tramo de 3 horas de Puerto Maldonado hasta Puerto Carlos, donde se cruza el Río Eori (Madre de Dios) en lancha durante 10 minutos, para continuar camino a Delta 1, cruzando el Río Punkiri durante 2 a 3 horas aproximadamente, siguiendo otro recorrido de 30 minutos hasta la comunidad nativa de Puerto Luz.

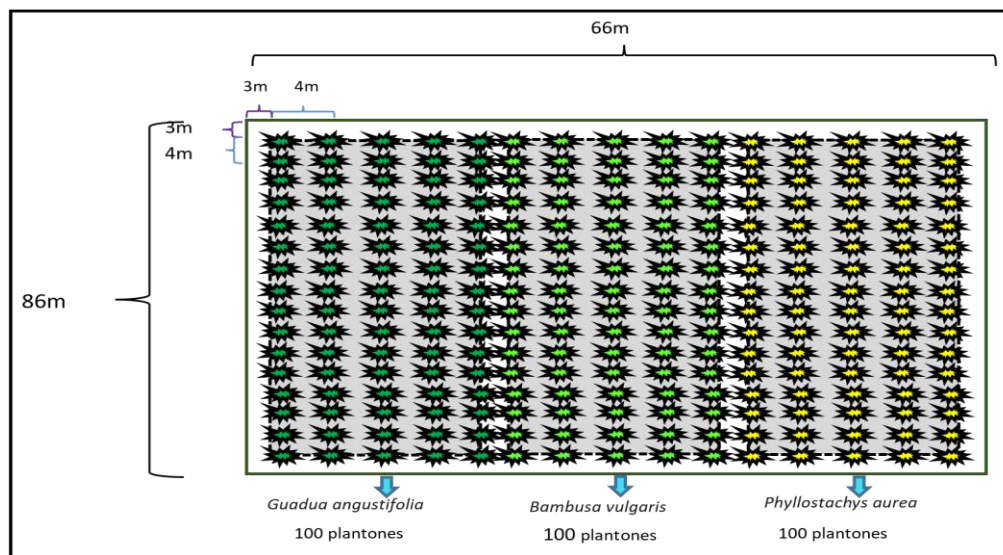


Figura 2. Diseño de siembra de las especies de bambú en la parcela de investigación en la CCNN Puerto Luz

3. Metodología

3.1 Revisión de literatura

3.1.1 Problemática de la minería aurífera en Madre de Dios - Perú

En Perú la llamada “minería artesanal” o “pequeña minería” son particularmente importantes en la Región Madre de Dios debido a que se deduce que hay más de 30 000 mineros operando con equipos cada vez más pesados y sofisticados, se calcula que estas operaciones han destruido más de 32 000 ha de bosques y han contaminado gravemente varios ríos de la región con mercurio y otros contaminantes (Brack et al., 2011).

Brack et al. (2011), menciona que en Madre de Dios se estima que se producen entre 16 000 a 18 000 kg de oro al año. Para la extracción del oro se destruye forzosamente el bosque y se altera totalmente el lecho y las orillas de los ríos. El Sector de Energía y Minas, a través de INGEMMET y la Dirección Regional de Energía y Minas e Hidrocarburos (DREMH) han otorgado miles de derechos mineros que se sobreponen a tierras de comunidades nativas, áreas naturales protegidas, propiedades agrícolas, concesiones forestales y concesiones para reforestación.

Mediante el Plan de Recuperación de Áreas Degradadas se ha venido elaborando mapas detallados de las áreas degradadas por la minería y su situación actual respecto de otros derechos adquiridos y se han desarrollado visitas de campo para constatar in situ la situación de las zonas degradadas por la minería, identificándose en dicho contexto, potenciales áreas para implementar las denominadas parcelas demostrativas (Brack et al., 2011).

Mendoza P (2016), menciona lo importante que es el desarrollo de tecnologías para remediar y recuperar áreas degradadas, siendo además una línea de investigación priorizada en el actual Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica Ambiental. Un ecosistema restaurado no puede recuperar su condición anterior debido a las limitaciones y condiciones actuales que pueden orientar su desarrollo por una trayectoria diferente (Sajami Q, 2017).

a. La degradación del suelo por la minería

Los suelos intervenidos por la minería muestran poco o nada de cobertura vegetal, baja fertilidad, fuerte acidez, baja capacidad de intercambio catiónico para retener nutrientes y alto contenido de fragmentos de roca y arena con muy poca productividad en comparación

con los suelos no afectados por la minería. Con el auge minero desatado principalmente en la década de los 80, ha llevado a las regiones a deterioros físicos de recursos naturales, siendo el suelo y el agua los más afectados. Como resultado de esto, muchas áreas, posiblemente recuperables, no están siendo utilizadas y han perdido prácticamente toda su fertilidad (Michi e Ibarra, 2015).

Aunque la fertilidad del suelo ha sido entendida en ocasiones como la disponibilidad de nutrientes en el suelo, hoy se entiende también como la estructura, la textura, y el contenido de materia orgánica en el suelo (Otani A, 2014).

b. Contaminación con metales pesados

La región de Madre de Dios comprende de 8 518 396 ha, estos suelos degradados y contaminados con metales pesados son a causa de minería aurífera informal, trayendo como consecuencia la pérdida de suelos y biodiversidad (Sajami Q, 2017).

Se denominan metales pesados a aquellos elementos químicos que poseen un peso atómico comprendido entre 63.55 (Cu) y 200.59 (Hg) y que presentan un peso específico superior a 4 (g/cm³), como el plomo (Pb), cadmio (Cd), cromo (Cr), mercurio (Hg), Zinc (Zn), cobre (Cu), Plata (Ag) y Arsénico (As) y en altas concentraciones pueden resultar tóxicos para los seres vivos, tales como humanos, organismos del suelo, plantas y animales (Rodríguez-Ortiz et al., 2006).

La utilización de metales pesados como el del mercurio en la actividad de la pequeña minería y minería artesanal es altamente difundida y utilizada para captar el oro, por lo que se ha desarrollado un grave problema de contaminación de los suelos que puede afectar al hombre (Salas, 2015). La absorción de contaminantes se realiza a través de las raíces y las hojas mediante estomas y la cutícula de la epidermis (Watt y Evans, 1999); después de cruzar la membrana, los contaminantes son distribuidos a través de toda la planta (Harvey et al., 2007).

Cuando las concentraciones de los contaminantes son solo pequeñas fracciones (menos del 5 %) se excretan, sin cambios en su estructura química. La desintoxicación de los

compuestos orgánicos se lleva a cabo por la vía de la mineralización hasta el dióxido de carbono (Salas, 2015).

3.1.2 Potencialidad del bambú en la recuperación de áreas degradadas

Para recuperar un ecosistema es importante encontrar especies de plantas que cuenten con una serie de potencialidades biológicas que pueden ser de utilidad para el hombre, como la existencia de grupos de especies de muy rápido crecimiento, así como algunos grupos adaptados a condiciones extremas (Mendoza, 2016).

El Perú tiene un gran potencial para el desarrollo del bambú debido a sus condiciones climatológicas y su diversidad de suelos. “Este recurso representa una oportunidad para complementar iniciativas de desarrollo sostenible, puesto que es un recurso complementario para los medios de vida de las comunidades nativas. Además, el establecimiento de esta especie de rápido crecimiento ayudaría a mitigar los efectos del calentamiento global, teniendo conocimiento que el uso de bambú como especie para la reforestación, juega un papel de mucha importancia” (Franquis e Infante, citado por Diaz y Muñoz, 2014).

Diaz y Muñoz (2014), mencionan que “actualmente, entre las especies con mayor potencial para reemplazar algunas maderables y como fuente de energía se encuentra el bambú (Muñoz, Guevara y Montiel, 1998), que también se utiliza en diversas partes del mundo para plantaciones comerciales con fines de restauración ecológica y como un medio de desarrollo de las comunidades rurales”. El bambú permite la conservación del medio ambiente, el control de la erosión del suelo, el impacto en el régimen hidrológico y la regulación de la cantidad de agua para consumo humano, además del mejoramiento de la situación socioeconómica y la calidad de vida (Londoño, 2001).

El bambú se planta como un elemento dentro de los terrenos degradados pudiendo destinarse a un uso productivo luego de su rehabilitación y así se aliviaría, al menos en parte, la presión que sufren los bosques como resultado de la expansión urbanística, además las comunidades dispondrán de una fuente de ingresos seguros. Esto reduciría a su vez las presiones de menor intensidad que generan la degradación continua de los bosques (C. Rebelo y K. Buckingham, 2015).

En la India, la Red internacional del Bambú y el Ratán terminó un proyecto de restauración, merecedor de un galardón, que transformó una zona de extracción minera en tierras fértiles y productivas (INBAR, 2003).

En las áreas tropicales de México se han establecido plantaciones de bambú para recuperar terrenos deforestados y obtener productos forestales, manteniendo una cobertura forestal permanente para proteger el suelo. Además, las plantaciones de bambú funcionan como sistemas captadores de carbono, por lo que los productores están interesados en evaluar la productividad de estas plantaciones para obtener ingresos adicionales mediante la venta de créditos de carbono (Castañeda et al., 2005).

B. Diaz & Muñoz (2014), realizaron la evaluación del comportamiento agronómico y la adaptabilidad de *Bambusa vulgaris* var. *Vittata* y *Bambusa aculeata*, teniendo como resultado que la especie *B. vulgaris* alcanzó la mayor altura promedio con 91.72 cm y el mayor promedio de grosor del tallo con 6.28 mm. La especie *B. aculeata*, obtuvo los mejores resultados en número de hijos por planta con un promedio de 5.71 hijos/plantas. Respecto a la adaptabilidad, la especie *B. aculeata*, tuvo un porcentaje de 100 %.

3.1.3 Especies instaladas en el área de estudio.

a. *Guadua angustifolia* Kunth

La *Guadua angustifolia* es endémica de América y se considera como nativo de Colombia, Venezuela y Ecuador, sobresale dentro del género no solo por sus propiedades físico – mecánicas sino por el tamaño de sus culmos que alcanzan hasta 30 metros de altura y 25 centímetros de diámetro, ha sido seleccionada como una de las veinte especies de bambúes mejores del mundo por su capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión (Añazco, 2014).

Las especies de este género se pueden distinguir de los demás bambúes principalmente por tener: 1) hoja caulinar en forma triangular con los bordes continuos de la vaina y de la lámina; 2) banda de pelos blancos y cortos arriba y abajo de la línea nodal; 3) presencia de estomas por el has y por el envés; 4) palea de textura firme con las quillas aladas; 5) presencia de 3 estigmas plumosos y 6 estambres (Añazco, 2014).

b. *Bambusa vulgaris var. vittata*.

Originario de China es el bambú más cultivado en el mundo como planta ornamental (América, India, Europa, Asia, África y Australia). Se cree que fue introducida a América hace más de 200 años y está prácticamente naturalizada. Se distingue de la especie tipo, *B. vulgaris var. vittata*, por los entrenudos de color amarillo intenso con rayas verdes desiguales en diferentes combinaciones (Londoño, 2010).

La especie *Bambusa vulgaris*, conocida como bambú común o simplemente bambú amarillo, es una planta que presenta tanto hojas caulinares en las primeras etapas de crecimiento y hojas foliares de forma lanceoladas, de tres a 15 cm de largo, alcanza los 20 m de altura y diámetros de 8.5 cm, sin espinas, de color amarillo con rayas verdes y forma macizos que comparten sus rizomas; sus orígenes se le atribuyen al sur de Asia (Lárraga S et al., 2011).

c. *Phyllostachys aurea*

La especie asiática *Phyllostachys aurea* (leptomorfo), conocida localmente como bambucillo con forma bajo tierra de red muy fuerte y densa, que a veces no deja ni penetrar la lluvia, es ideal para la protección de laderas muy empinadas (Cancinos, 2013).

Bambú rizomatoso perenne, formador de racimos de 10 m de altura, tallos rígidos, erectos, de 6 cm de diámetro, verde al principio pero amarillento a marrón cuando está maduro; ramas por lo general dos por nudo con una banda hinchada debajo de cada nudo; hojas 1-5 por rama, lanceoladas, glabras arriba, pubescentes a lo largo de la parte inferior de la nervadura central, hasta 12 cm de largo y 2 cm de ancho; márgenes con dientes pequeños, ganchos, bases en forma de cuña para redondear y puntas de punta larga. (Langland, 2008).

3.2 Metodología de recopilación de datos

Se realizaron visitas de campo para la evaluación de la plantación en la CCNN de Puerto Luz en Madre de Dios, a través del proyecto BAMBUZONÍA - INBAR, a la parcela de investigación instalada en octubre del 2018, mediante el financiamiento de proyectos de investigación forestal aplicada por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR 2021), a fin de evaluar

la adaptabilidad y comportamiento agronómico transcurrido 4 años 6 meses de instalada la parcela.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

3.2.1 Para el análisis de la adaptabilidad

- **Porcentaje de Supervivencia (%):**

Para determinarlo se utilizó la ecuación propuesta por Arroyo y Ramírez (1998) citados por Díaz y Muñoz (2014), quienes afirman que la supervivencia se toma como un porcentaje teniendo en cuenta que el 100% corresponde al número inicial plantado (en la parcela de investigación en el 2018), se obtiene al multiplicar el número de supervivientes por 100 y dividirlos entre el número de individuos establecido, la evaluación será por especie instalada de la siguiente forma:

$$Sr \% = \frac{(N^{\circ} \text{ de individuos establecidos} - N^{\circ} \text{ de individuos muertos}) \times 100}{N^{\circ} \text{ de individuos establecidos}}$$

Donde Sr% = Porcentaje de Supervivencia.

Para la categorización de la supervivencia de las especies de bambú se utilizó las categorías propuestas por Centeno (1993) (Tabla 1), citado por Lopez (2015).

Tabla 1. Categoría para evaluación de la supervivencia de las plantas

Categoría	Porcentaje de supervivencia
Muy bueno	80 – 100%
Bueno	60 – 79%
Regular	40 – 59%
Malo	< 40%

- **Edad:**

Considerada desde la fecha de instalación (02 noviembre del 2018) hasta la fecha de medición (14 abril del 2023). Se determinó con base a los registros de siembra realizados por la especialista y la edad actual de la plantación de 4 años 6 meses.

3.2.2 Comportamiento agronómico

- **Altura de la planta:**

Se midió la altura de la planta de las especies de bambú desde la base del suelo hasta el ápice, haciendo uso de una cinta métrica fija. Para la comparación de promedios de los datos se usó las medidas tomadas al momento de la instalación, del primer año y 4 años 6 meses sacándose el promedio de altura. Las medidas están expresadas en centímetros.

- **Número de hijuelos:**

Se contó el número de hijuelos de cada planta de bambú. Para la comparación de promedios de los datos se usó el conteo realizado al momento de la instalación, al primer año y 4 años 6 meses sacando el promedio de altura. Los datos están expresados en contadas.

- **Diámetro de hijuelo:**

Se midió el crecimiento diametral del hijuelo con mayor tamaño, con un vernier al ras del suelo. Para la comparación de promedios de los datos se usó las medidas tomadas al momento de la instalación, al primer año y 4 años 6 meses, sacando el promedio de altura. Las medidas están expresadas en centímetros.

Tabla 2. Operacionalización de variables

Variable	Indicador	Instrumento
Adaptabilidad de las especies de bambú	Porcentaje de sobrevivencia	Ecuación propuesta por Arroyo y Ramírez (1998) citados por Díaz y Muñoz (2014).
Comportamiento agronómico de las especies de bambú	<ul style="list-style-type: none"> • Altura de la planta (cm) • Número de hijuelos (und.) • Diámetro de hijuelo (cm) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vernier • Planilla de campo • Cinta métrica • Observación

3.2.3 Evaluación de la influencia de las tres especies de bambú en las propiedades físicas y químicas del suelo a los 4 años 6 meses de instalada la parcela de investigación

Se realizó la extracción de muestras de suelos con barreno de muestreo de cada una de las parcelas, donde se establecieron las plantas de bambú con el fin de evaluar las características físicas y químicas, enviando las muestras al Laboratorio de "Análisis de Suelos" de la Universidad Nacional Agraria la Molina - UNALM.

Los parámetros evaluados en el laboratorio fueron:

- pH, CaCO₃, M.O, P, Ca, Mg, K, Na, Al+H
- Análisis mecánico: Arena %, Limo %, Arcilla %
- CIC (capacidad de intercambio catiónico).

Para el análisis de los datos se usó los resultados obtenidos al momento de instalación de la parcela (octubre del 2018), al año (octubre del 2019) y a los 4 años 6 meses (abril del 2023) realizándose el análisis de correlación de variables de la característica del suelo con respecto al tiempo transcurrido de las especies instaladas en la parcela.

3.2.4 Evaluar presencia de metal pesado (Arsénico, Plomo, Mercurio, Cromo, Cadmio) en muestras foliares de las tres especies de bambú instaladas en la parcela de investigación de la comunidad nativa de Puerto Luz

Para determinar la presencia de metales pesados en la planta se realizó el muestreo de hojas, tomando 2 a 4 hojas de la periferia de la planta de bambú, completando aproximadamente 100 hojas por muestras según lo recomienda Ruiz (1982).

Enviándole una muestra de 500 gr por especie de bambú, al laboratorio de SLAB PERÚ quienes mediante Espectroscopía de Emisión Atómica con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-OES), determinaron la presencia de metal pesado (Arsénico, Plomo, Mercurio, Cromo, Cadmio) en las muestras foliares de bambú. Haciendo un análisis descriptivo de los resultados obtenidos de las parcelas.

3.3 Procesamientos de los datos

El procesamiento de análisis de datos se ejecutó con los datos recopilados al momento de instalación (02 de noviembre del 2018), al año (02 de noviembre 2019) y a los 4 años 6 meses (14 abril del 2023) de instalada la parcela. Para la adaptabilidad se usó la fórmula planteada por Arroyo y Ramírez. Para la categorización se utilizó la clasificación propuesta por Centeno (1993). Para el análisis del comportamiento agronómico se obtuvo el promedio de cada año de evaluación de la parcela y el valor máximo de la altura de planta, número de hijuelos y diámetro de hijuelo.

Para la evaluación de la caracterización física y química del suelo se realizó el análisis de correlación de variables de los parámetros del suelo con respecto al tiempo de instaladas las especies de bambú. Para la evaluación de la presencia de metal pesado en muestras foliares de las tres especies de bambú, se realizó un análisis descriptivo de los resultados obtenidos.

4. Resultados

4.1 Evaluación de la adaptabilidad de las tres especies de bambú, en condiciones de suelo degradado por la minería aurífera en la comunidad nativa de Puerto Luz

4.1.1 Porcentaje de Supervivencia (%)

Según Arroyo y Ramírez (1998), citados por Díaz y Muñoz (2014), este porcentaje es un indicador de adaptabilidad de una especie en una zona determinada por los individuos o plantas que en su crecimiento inicial han sobrevivido o soportado las condiciones ambientales, adaptándose a los requerimientos climáticos y edáficos exigidos por la especie que le permiten un normal desarrollo vegetativo.

Después de evaluar la plantación por un período de 4 años 6 meses el porcentaje promedio general de supervivencia para las tres especies de bambú: *Guadua angustifolia kunth*, *Bambusa vulgaris var. vittata*, *Phyllostachys aurea* fue de 45% (Tabla 3), lo cual indica que la parcela en investigación tiene una plantación con supervivencia regular, según la clasificación propuesta por Centeno (1993).

La especie que presentó el mayor porcentaje de supervivencia fue *Bambusa vulgaris var. vittata* (3b) con un promedio de 73% (Gráfico1), es una especie considerada con buena supervivencia, teniendo similar porcentaje con el estudio realizado en Santo Domingo, donde esta especie tuvo una supervivencia de 50 a 75% en el primer año de establecido el cultivo (Suárez 2011). La especie *Phyllostachys aurea* (3c) presentó un porcentaje de supervivencia promedio de 45% (Gráfico1) considerado por Centeno (1993) como una supervivencia regular, esta parcela fue afectada en un 20% por la remoción de suelo por parte de los mineros ilegales que ingresaron en el área.

La especie *Guadua angustifolia kunth* (3a) presentó el menor porcentaje de supervivencia con un 17% (Gráfico1), la supervivencia fue afectada por actividades antropogénicas (ingreso de mineros ilegales, con remoción de hasta un 70% del suelo donde está instalada esta especie). Aunque el promedio de supervivencia es bajo en la parcela, es evidente la afectación de la

minería ilegal en esta área, en comparación con la data del primer año de instalación donde esta especie mostró un 91% de sobrevivencia.

Tabla 3. Porcentaje de sobrevivencia para cada una de las especies establecidas en la parcela de investigación en la CCNN Puerto Luz

ESPECIES INSTALADAS		Edad de la plantación	Individuos Plantados 2018	Individuos Vivos 2023	Individuos Muertos 2023	Sr% Sobrevivencia (X)
Nombre común	Nombre científico					
Guadua	<i>Guadua angustifolia kunth</i>	4 años 6 meses	100	17	83	17%
Bambú amarillo	<i>Bambusa vulgaris var. vittata</i>	4 años 6 meses	100	73	27	73%
Bambucillo dorado	<i>Phyllostachys aurea</i>	4 años 6 meses	100	45	55	45%
Total			300	135	165	45%

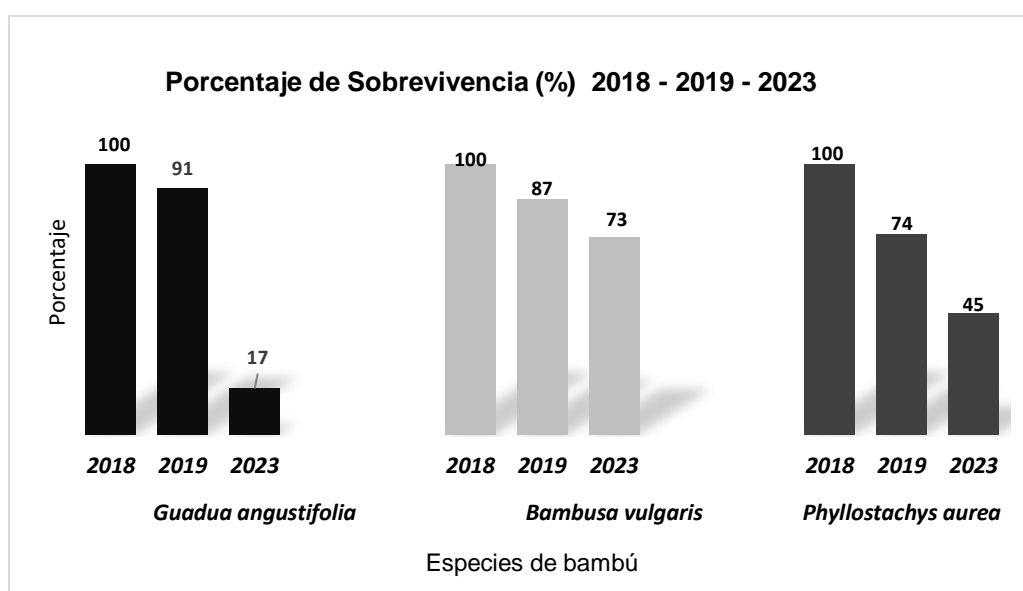


Gráfico 1. Porcentaje de sobrevivencia de las especies de bambú durante el período de instalación (2018), primer año (2019), 4 años 6 meses (2023)



3a

3b

3c

Figura 3. Especies de bambú instaladas en la parcela de investigación en el área degradada por minería aurífera en la CCNN Puerto Luz: 3a *Guadua angustifolia kunth*, 3b *Bambusa vulgaris var. vittata* y 3c *Phyllostachys aurea*



Figura 4. Vista de la parcela de *Bambusa vulgaris var. vittata* a los 4 años 6 meses que presentó el mayor porcentaje de adaptabilidad en el área degradada



Figura 5. Vista de la parcela de *Guadua angustifolia kunth* a los 4 años 6 meses

4.2 Evaluación del comportamiento agronómico de las tres especies de bambú instaladas en la parcela de investigación de la comunidad nativa de Puerto Luz

4.2.1 Altura de la planta

En el Gráfico 2, se aprecia el incremento del promedio de altura, siendo la especie *Bambusa vulgaris var. vittata* (6b) la que alcanzó la mayor altura promedio con 337 cm, con una altura máxima de 628.3 cm, seguido de la *Guadua angustifolia kunth* (6a) (altura promedio 164.14 cm, altura máxima 298.3 cm) y finalmente la *Phyllostachys aurea* (6c) (altura promedio 78.29 cm, altura máxima 188 cm) a los 4 años 6 meses.

La especie *Bambusa vulgaris* alcanzó la mayor altura promedio en la parcela, similares resultados se vieron en Managua en estudios realizados por Diaz y Muñoz (2014), donde la especie *B. vulgaris* también alcanzó la mayor altura promedio con 91.72 cm en el primer año de instalación .

Los valores bajos reportados se deben posiblemente al estado de degradación del suelo, como lo evidencia el análisis de caracterización realizados a las parcelas, mostrados en las tablas 3,4,5 donde se evalúa la influencia de las tres especies de bambú en las propiedades físicas, químicas

del suelo; teniendo en cuenta algunos elementos determinantes como los mencionados por Díaz y Muñoz (2014), que son: el riego, la fertilización, los raleos y las poda; actividades silviculturales que no fueron desarrolladas en la parcela en los 4 años 6 meses. En otro estudio Ely Bali (2021), sugiere que todas las medidas antes mencionadas contribuyen a minimizar el retraso en el crecimiento de las macollas durante los primeros años, que representan el período en el cual las tasas de crecimiento son más altas en bambúes.

Las especies instaladas en la parcela tienen diferentes hábitos de crecimiento y desarrollo vegetativo; las plantas de *Guadua angustifolia kunth* no mostraron igual desarrollo en comparación con evaluaciones hechas en Ecuador por Suárez (2011), donde la *Guadua* llega a alcanzar su máxima altura en 4 a 6 meses, con un incremento diario de 5 a 7 pulgadas. Es indudable que la coloración de las hojas con un amarillo intenso y manchas marrones intensas evidencia la deficiencia de micro y macronutrientes en el suelo, sumándose que esta especie mostró el mayor promedio de hijuelos por planta (Gráfico 3) compitiendo estos por el espacio y los nutrientes, afectando severamente el crecimiento adecuado de la plantación.

Guerreiro (2013), señala que los bambúes se adecuan a diferentes condiciones climáticas; esto se evidencia en su desarrollo vegetativo bajo condiciones extremas. La especie *Phyllostachys aurea* presentó una tasa de crecimiento muy deficiente en comparación de un área agrícola donde puede alcanzar unos 8 a 9 metros de altura y hasta 4 cm de diámetro (Suárez, 2011). Evidenciándose en sus hojas un amarillamiento intenso con manchas marrones, quemaduras en los bordes, en las muestras foliares realizadas a la plantación se evidenció presencia del metal pesado – plomo, como consecuencia de las actividades antropogénicas realizadas por la minería aurífera en el área. Peláez-Peláez et al. (2016) señala que este metal reduce significativamente el crecimiento de las plantas y ocasiona inhibición en el desarrollo de las raíces.

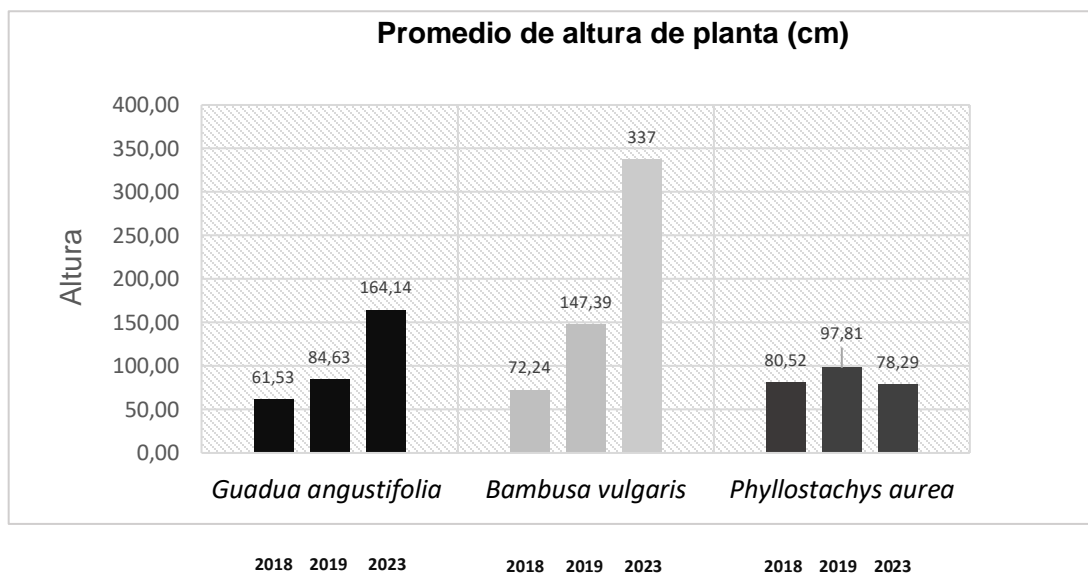


Gráfico 2. Crecimiento promedio en altura (cm) de las tres especies de bambú, durante el período de instalación (2018), primer año (2019), 4 años 6 meses (2023)

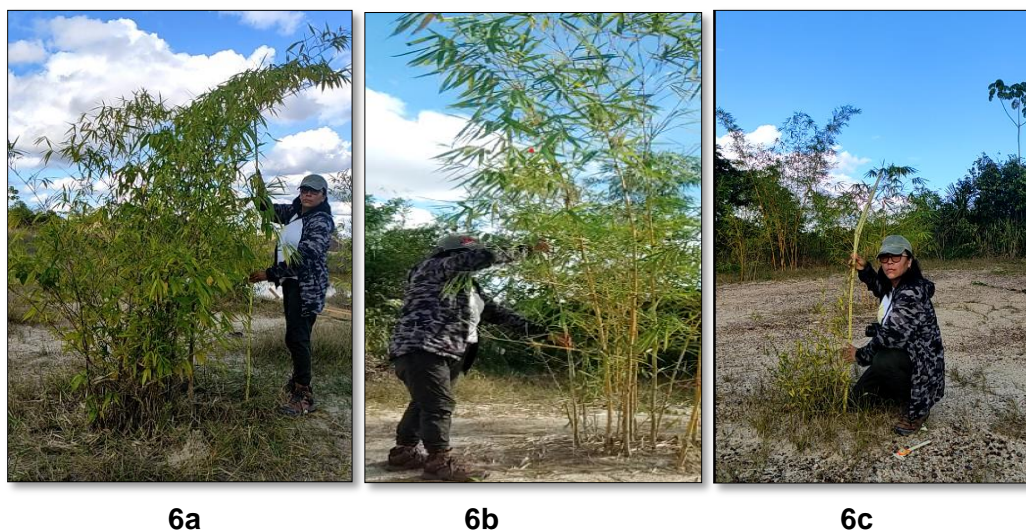


Figura 6. Evaluación del comportamiento agronómico: altura de planta: 6a Medida de altura de planta de la *Guadua angustifolia kunth*, 6b Medida de altura de planta de la *Bambusa vulgaris var. vittata* y 6c Medida de altura de planta de la *Phyllostachys aurea*

4.2.2 Número de hijuelos

Los bambúes tienen una etapa donde emerge el hijuelo (brote) del suelo hasta que las yemas inician su proceso de activación produciendo ramas, siendo importante que una plantación cuente con brotes todos los años, pues garantizan el correcto desarrollo de la misma (Diaz et al., 2017). Los valores de promedios del número de hijuelos de las tres especies de bambú se detallan en el gráfico 3, observándose el promedio más alto en la especie *Guadua angustifolia kunth* (7a) que alcanzó el mayor número de hijuelos con un promedio de 12.5 und, con un máximo de 31 hijuelos/planta, seguido de la *Bambusa vulgaris var. vittata* (7b) con promedio de número de hijuelos 5.5 und, con un máximo de 17 hijuelos/planta y la *Phyllostachys aurea* (7c) con un promedio de 4.3 hijuelos, un máximo de 7 hijuelos/planta a los 4 años 6 meses de instalada la parcela.

Los promedios presentados por la especie *Guadua angustifolia kunth* se debe a la respuesta de la planta por sobrevivir en el área degradada, generando mayor número de hijuelos. Tal como menciona Diaz y Muñoz (2014), que la aparición de hijos o rebrotes en las plantaciones garantizan la supervivencia de las plantas, asimismo Suárez (2011), menciona que quien determina el número de brotes es la respuesta fisiológica de cada especie a la adaptabilidad al medio ambiente. Cuanto mayor sea el número de culmos por macolla, más delgados serán los mismos, pues deben competir por los mismos recursos (agua, nutrientes y carbohidratos) destinados para el crecimiento (Ely Bali, 2021). La especie *Bambusa vulgaris* presentó un número de hijuelos similares a lo observado en la investigación realizado por Diaz y Muñoz (2014) quienes tuvieron valores promedios del desarrollo de nuevos hijos de 3.34 en un tiempo de cuatro meses, en cuanto a la variable número de hijos por planta con un resultado promedio de 5.71 hijos por planta al año Diaz y Muñoz (2014) obtuvo valores promedio de 3.78 hijos por planta.

La especie *Phyllostachys aurea* presentó un promedio inferior en comparación a las otras especies instaladas en la parcela de investigación, teniéndose en cuenta que los suelos que dejaron las operaciones de minería informal se caracterizan por tener bajos niveles de fertilidad suficientes para afectar negativamente en las plantas (Ancco, 2017). Investigaciones realizadas en el Ecuador por Suárez (2011) mencionan que la *Phyllostachys aurea* tuvo 2.25 hijuelos por planta en 360 días.

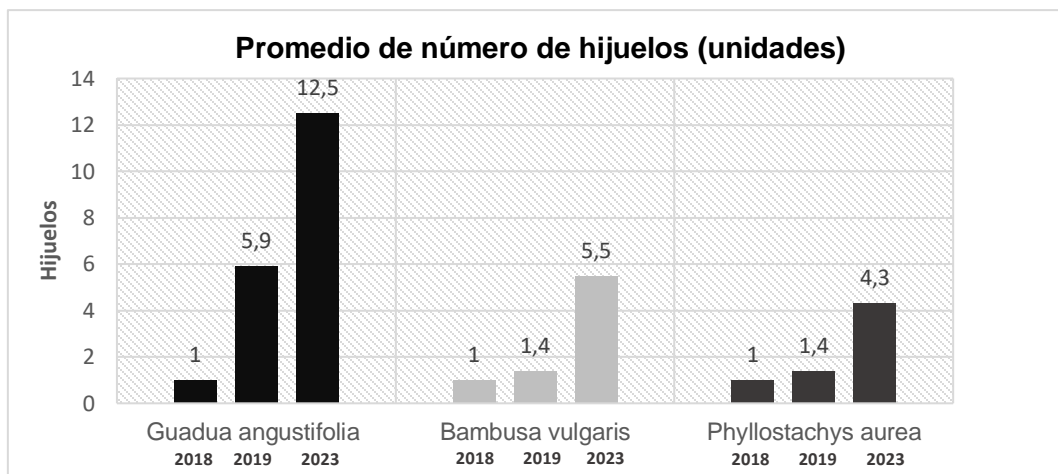


Gráfico 3. Promedio de número de hijuelos (unidades) de las tres especies de bambú, durante el periodo de instalación (2018), primer año (2019), 4 años 6 meses (2023)



7a

7b

7c

Figura 7. Evaluación del comportamiento agronómico; número de hijuelos: 6a Número de hijuelos de la *Guadua angustifolia kunth*, 6b Número de hijuelos de la *Bambusa vulgaris var. vittata* y 6c Número de hijuelos de la *Phyllostachys aurea*

4.2.3 Diámetro de hijuelo

Los valores promedios de diámetro de hijuelos se detallan en el gráfico 4, representando el hijuelo de mayor grosor, la especie *Bambusa vulgaris var. vittata* alcanzó un diámetro promedio de 2.75 cm, diámetro máximo de 7.2 cm, seguido de la *Guadua angustifolia kunth* (diámetro promedio 1.31 cm, diámetro máximo 3.5 cm) y finalmente la *Phyllostachys aurea* (diámetro promedio 0.57 cm, diámetro máximo 0.7 cm) a los 4 años 6 meses de establecida la parcela.

Al respecto Polo et al. (2014), menciona que en condiciones normales de desarrollo, siempre las plantas integrantes de la cepa (conjunto de plantas unidas entre sí por el rizoma) se generarán subterráneamente a través de sus rizomas, nuevos hijos con mayores diámetros, mayores alturas de los tallos aéreos y mayores tamaños de rizoma. Actualmente, se sabe que el buen desarrollo de cualquier planta depende de la disponibilidad de todos los nutrimentos esenciales (Mixquititla Casbis y Torres, 2016).

Para la *Guadua angustifolia kunth* Ely Bali (2021), sugiere la eliminación de culmos delgados y podas asegurando un máximo aprovechamiento, pues estarán destinados a un menor número de hijuelos de mayor diámetro. En la evaluación que Ely Bali realizó entre los 2 a 5 años se aprecia un desarrollo lento de las macollas y una producción de culmos con diámetros promedio inferiores con diámetros de 7-12 cm. Por otro lado Ríos (2019), tuvo resultado de diámetro de 9 a 16.5 cm en plantaciones de *Guadua*.

En el caso de la especie *Bambusa vulgaris*, Castro (1985), menciona que alcanzan diámetros de entre 14 cm hasta 32 cm al final de su maduración. En la investigación realizada por Diaz y Muñoz (2014), al año de instalado se obtuvo como resultado que el promedio de grosor del tallo fue de 6.28 mm.

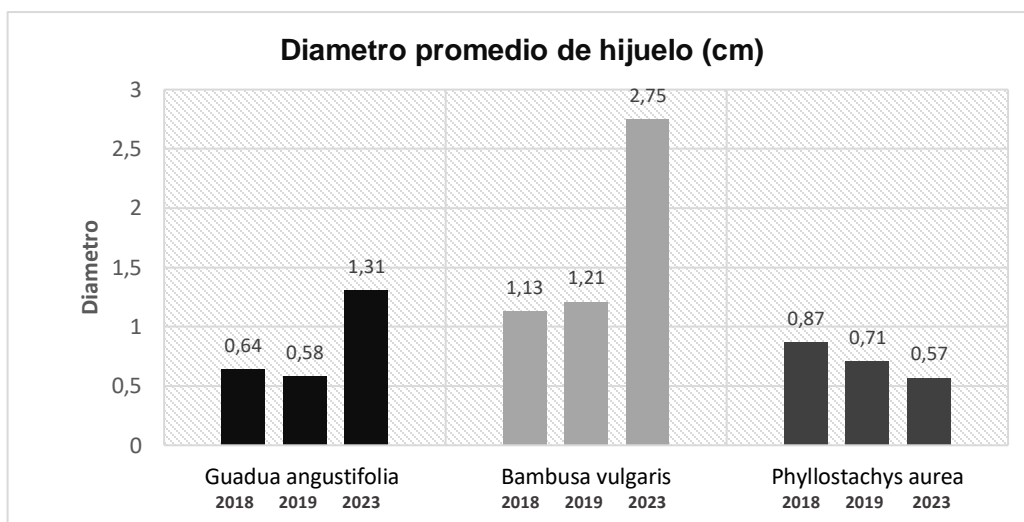


Gráfico 4. Promedio de diámetro de hijuelos (cm) de las tres especies de bambú, durante el período de instalación (2018), primer año (2019), 4 años 6 meses (2023)

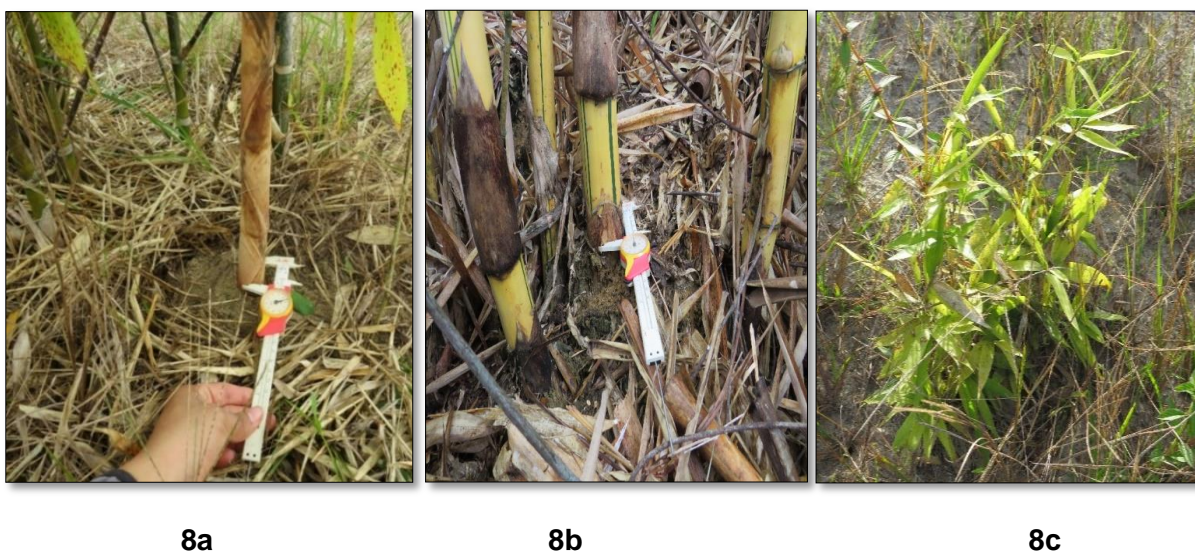


Figura 8. Evaluación del comportamiento agronómico; diámetro de hijuelo: 6a Diámetro de hijuelo de la *Guadua angustifolia kunth*, 6b Diámetro de hijuelos de la *Bambusa vulgaris var. vittata* y 6c Diámetro de hijuelos de la *Phyllostachys aurea*

4.3 Evaluación de la influencia de las tres especies de bambú en las propiedades físicas y químicas del suelo a los 4 años 6 meses de instalada la parcela de investigación

En la tabla 4, se visualizan los resultados de laboratorio para los principales parámetros químicos y físicos evaluados, demostrando la influencia de la especie *Guadua angustifolia kunth* a través del tiempo (4 años 6 meses) en la parcela de investigación (Figura 9).

El pH mostró una variación de 99.14% en el tiempo transcurrido de instalada la especie *Guadua angustifolia kunth* en la parcela, evidenciándose mejora de los valores del parámetro pH, desde el momento de instalación en el 2018, con un pH de 4.76 a un pH 5.40 a los 4 años 6 meses (2023), reduciéndose la acidez de fuertemente ácido a francamente ácido, según la tabla de Interpretación del pH de USDA (Porta et al., 2003). Sánchez (2007), menciona que hay que tener en cuenta que la mayoría de las especies cultivadas les favorece el pH entre valores de 5.5 a 7.5, pero cada especie y variedad tiene un rango específico donde se desarrolla mejor. Por otra parte Ruiz (2013) citado por Diaz y Muñoz (2014), menciona que la acidez promedio del suelo para que el bambú se adapte debe ser de 5.8, aunque tolera pH entre 5.5 y 6.0.

Para la materia orgánica la variación fue de un 99.02%, incrementándose a través del tiempo de haber sido instalada la *Guadua angustifolia kunth* (Figura 10) evidenciándose el incremento de los valores de este parámetro, desde el momento de instalación (2018) con un 0,02 % y 0.18% a los 4 años 6 meses (2023), aumentando la materia orgánica talvez por la hojarasca producida por la especie, aunque el valor es calificado como *muy bajo*, siendo de importancia resaltar lo que menciona López Aguilar et al. (2002), que las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos son influidas considerablemente por la materia orgánica. Por otra parte Quintero (1993), indica que las categorías baja, mediana y alta están estrechamente relacionadas con las probabilidades de obtener respuestas alta, mediana o baja a las aplicaciones de un determinado nutrimento.

Para el parámetro de Fósforo se produjo una variación de 100% de 2.6 a 0.6 ppm que es considera como muy bajo, de la misma forma para el Potasio con un coeficiente de variación de 90.66 %, de 41 ppm a 23 ppm, esto evidencia que la plantación de *Guadua* ha influido a través del tiempo en el suelo de la parcela, extrayendo del suelo el fósforo en mayor proporción, Diaz y Muñoz (2014), refiere que el fósforo influyen en la formación de semillas y rizomas de las plantas

de bambú y el Potasio influye en la firmeza del tallo y es importante para la síntesis de proteínas e hidratos de carbono.

Para la Capacidad de Intercambio Catiónico no existe correlación (NEC) manteniéndose el mismo valor a través del tiempo transcurrido de haber sido instalada la plantación de *Guadua*. La saturación de bases presentó una variación de 99.99% de 55 a 14, evidenciándose la necesidad de la planta de sustracción de cationes disponibles en el suelo (Tabla 4.1). Según el análisis de suelo donde se encuentra instalada la plantación de *Guadua* esta muestra una clase textural: Arena (Figura 11), teniéndose por referencia de Catasús (2003) citado por Diaz y Muñoz (2014) que el bambú se desarrolla mejor en suelos de mediana profundidad, areno-limosos, francos y franco-arenosos.

Tabla 4. Análisis de correlación de variables de parámetros del suelo con respecto al tiempo de instalada la especie *Guadua angustifolia kunth*

Etapa de muestreo	Área muestreo	PARÁMETROS							
		PH	C.E	M.O	P	K	CIC	Saturación de base	Clase textural
Etapa inicial	Parcela de <i>Guadua angustifolia</i>	4,76	0,03	0,02	2,6	41	3,20	55	A.
Al 1° año		5,30	0,03	0,07	4,7	20	3,20	41	A.
4° años 6 meses		5,40	0,08	0,18	0,6	23	3,20	14	A.
Ecuación	Logarítmica	$y=0,1077\ln(x)+5,26$ 47	Lineal	$y=0,0345x+0,026$ 6	Polinómica	Potencial	NEC	Exponencial	
Coeficiente de determinación	$R^2 = 0,9914$		$R^2 = 0,9902$	$R^2 = 1$	$R^2 = 0,9066$		$R^2 = 0,9999$		
Coeficiente de correlación	$R = 0,9956$		$R = 0,9950$	$R = - 1$	$R = - 0,9521$		$R = - 0,9999$		

NEC: No existe correlación

Tabla 4.1. Resultado Cationes cambiabes de la parcela *Guadua angustifolia kunth*

Etapa de muestreo	Cationes cambiabes				
	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ +H ⁺
Etapa inicial	1,2	0,22	0,05	0,30	0,25
Al 1° año	1,06	0,07	0,04	0,15	0,05
A los 4° años 6 meses	0,37	0,05	0,01	0,01	0,35



Figura 9. Extracción de muestra de suelo para análisis de caracterización de la parcela *Guadua angustifolia kunth*



Figura 10. Incremento de la materia orgánica en la parcela de *Guadua angustifolia kunth* a los 4 años 6 meses de instalación



Figura 11. Análisis físico de suelo de la plantación de *Guadua angustifolia kunth*: clase textural arena

En la tabla 5, se visualizan los resultados de laboratorio para los principales parámetros químicos y físicos evaluados, demostrando la influencia de la especie *Bambusa vulgaris var. Vittata* a través del tiempo (4 años 6 meses) en la parcela de investigación (Figura 12).

El área donde se instaló la especie *Bambusa vulgaris var. Vittata* presentó una variación del pH de 83.83% siendo el valor más bajo de influencia de la plantación en el pH del suelo entre las tres especies, reduciendo el pH de 4.25 a pH 5.04 en el transcurso de los 4 años 6 meses (2023),

pasando de fuertemente ácido a francamente ácido acorde a la tabla de Interpretación del pH de USDA (Porta et al., 2003). Esta especie ha presentado mejores resultados en adaptabilidad y comportamiento agronómico a pesar de la condiciones, como lo refiere Sánchez (2007) que los suelos de pH fuertemente ácidos no son recomendables por la gran cantidad de aluminio y la disminución de la actividad microbial.

La materia orgánica no presentó variación alguna se concluye que no existe correlación de la influencia de la especie *Bambusa vulgaris var. Vittata* (Figura 13) a través del tiempo en la materia orgánica, manteniendo durante los 4 años 6 meses el mismo porcentaje 0.03%, considerado como muy bajo. Para el fósforo se produjo una variación de 100% al momento de la instalación, el fósforo presente en el suelo era de 1.5 ppm, al año de instalación 4.0 ppm y a los 4 años 6 meses no fue detectable, esto evidencia que la plantación de *Bambusa vulgaris var. Vittata* ha influido en el tiempo transcurrido en el suelo de la parcela, extrayendo del suelo el fósforo, teniendo en cuenta que la proporción ya existente en el suelo es considerada como muy baja.

En el potasio se produjo una variación de 91.12% en el tiempo transcurrido de instalada la especie *Bambusa vulgaris var. Vittata* en la parcela, al momento de la instalación el potasio presente en el suelo era de 44 ppm, al año de instalación se redujo a 16 ppm y a los 4 años 6 meses a 18 ppm. Kant y Kafkafi (s. f.), afirma que los requerimientos de potasio son necesarios para alcanzar un óptimo crecimiento que cambia con las etapas de desarrollo de la planta.

Para la Capacidad de Intercambio Catiónico se produjo una variación de 95.79% en el tiempo transcurrido de instalada la especie *Bambusa vulgaris var. Vittata* en la parcela, al momento de la instalación el CIC presente en el suelo era de 3.20 meq, manteniéndose igual el primer año, a los 4 años 6 meses a 3.36 meq. considerado como muy bajo.

La saturación de bases presentó una variación de 98.04%, al momento de la instalación, las bases presentes en el suelo eran de 39 meq, al año 36 meq, a los 4 años 6 meses 1 meq, esto evidencia que la plantación de *Bambusa vulgaris var. Vittata* ha influido en el tiempo transcurrido en el suelo de la parcela, extrayendo del suelo cationes disponibles (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} y Na^{+}) (Tabla 5.1). Según la clase textural al momento de instalar la parcela esta era franco arenosa, pasado los 4 años 6 meses la clase textural paso a arenosa (Figura 14), perdiéndose la poca presencia de limo en el suelo debido a los estragos de la minería en el suelo, a la erosión y las fuertes precipitaciones de la zona.

Tabla 5. Análisis de correlación de variables de parámetros del suelo con respecto al tiempo de instalada la especie *Bambusa vulgaris*

Etapa de muestreo	Área muestreo	PARÁMETROS																			
		PH	C.E	M.O	P	K	CIC	Saturación de base	Clase textural												
Etapa inicial	Parcela de <i>Bambusa vulgaris</i>	4,25	0,04	0,03	1,5	44	3,20	39	A. Fr.												
Al 1° año		5,22	0,02	0,03	4,0	16	3,20	36	A.												
4° años 6 meses		5,04	0,03	0,03	ND	18	3,36	1	A.												
Ecuación	Logarítmica	y = 0,1484ln(x) + 4,9901	NEC	Polinómica	y = - 0,817x ² +3,3504x+1,4666	Logarítmica	Exponencial	Exponencial	y = - 8,8676x+41,62												
										Coeficiente de determinación	R ² = 0,8383	R ² = 1	R ² = 0,9112	R ² = 0,9579	R ² = 0,9804						
																Coeficiente de correlación	R= 0,9155	R= - 1	R= - 0,9545	R= 0,9787	R= - 0,9901

NEC: No existe correlación

Tabla 5.1. Resultado Cationes cambiabiles de la parcela *Bambusa vulgaris*

Etapa de muestreo	Cationes cambiabiles				
	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ +H ⁺
Etapa inicial	0,81	0,22	0,06	0,17	0,30
Al 1° año	0,85	0,08	0,05	0,16	0,10
A los 4° años 6 meses	0,01	0,02	0,01	0,01	0,40



Figura 12. Extracción de muestra de suelo para análisis de caracterización de la parcela *Bambusa vulgaris*



Figura 13. Aporte de materia orgánica de la *Bambusa vulgaris* en la parcela a los 4 años 6 meses de instalación

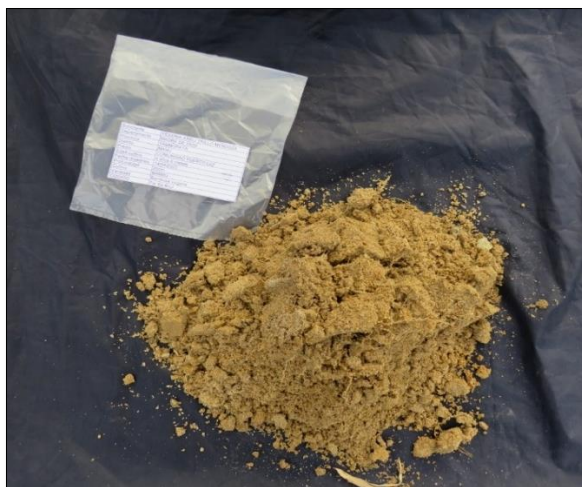


Figura 14. Análisis físico de suelo de la plantación de *Bambusa vulgaris* clase textural arena

En la tabla 6 se visualizan los resultados de laboratorio para los principales parámetros químicos y físicos evaluados, demostrándose la influencia de la especie *Phyllostachys aurea* a través del tiempo (4 años 6 meses) en la parcela de investigación (Figura 15).

El área donde se instaló la especie *Phyllostachys aurea* presentó una variación del pH de 97.2% siendo el valor más alto de influencia de la plantación en el pH del suelo entre las tres especies, reduciendo el pH de 4.00 a pH 5.18 en el transcurso de los 4 años 6 meses (2023), pasando de fuertemente ácido a francamente ácido (Porta et al., 2003). Esta especie no ha presentado un buen desarrollo vegetativo, siendo el pH unos de los factores determinantes.

Para la materia orgánica la variación fue de un 94.42%, reduciéndose a través del tiempo de haber sido instalada la *Phyllostachys aurea* evidenciándose en los valores desde el momento de instalación (2018) con un 0,14 % y 0.3% a los 4 años 6 meses (2023), valor calificado como *muy bajo*, debiéndose tal vez al poco desarrollo vegetativo que mostró la planta en la parcela. Como lo menciona Barboza Gonzales (2022), que la deposición de hojarasca y su intrincado sistema de rizomas ayudan en el control de la erosión, al permitir la estabilización de la pendiente y evitar la pérdida de nutrientes y mejorar la estructura del suelo.

Para el fósforo se produjo una variación de 97.36% al momento de la instalación, el fósforo presente en el suelo era de 3.7 ppm, al año de instalación 3.5 ppm y a los 4 años 6 meses no fue detectable, esto evidencia que la *Phyllostachys aurea* ha extraído del suelo el fósforo disponible, afectando en desarrollo vegetativo normal de la planta, tal como lo mencionan Mixquititla casbis y Torres (2016), las plantas pueden presentar deficiencias visibles cuando el contenido de fósforo se encuentra $\geq 0.2\%$ con base en materia seca, lo que puede provocar detenimiento en su crecimiento y desarrollo.

El potasio se produjo una variación de 94.42%, en el tiempo transcurrido de instalada la especie *Phyllostachys aurea* en la parcela, al momento de la instalación el potasio presente en el suelo era de 40 ppm a los 4 años 6 meses se redujo a 16 ppm. Roberts (1997) menciona que las plantas deficientes en K crecen lentamente y rinden muy poco, tienen sistemas radiculares pobremente desarrollados, los tallos son débiles. Esto se evidencia en las fotografías tomadas de la especie en la parcela (Figura 16).

Para la Capacidad de Intercambio Catiónico se produjo una variación de 99.43%, en el tiempo transcurrido de instalada la especie *Phyllostachys aurea* en la parcela, al momento de la instalación el CIC presente en el suelo era de 5.28 meq, el primer año 3.20 meq, a los 4 años 6 meses a 2.24 meq. considerado como muy bajo.

La saturación de bases presentó una variación de 92.47%, al momento de la instalación las bases presentes en el suelo eran de 28 meq, al año: 30 meq, a los 4 años 6 meses: 3 meq, esto evidencia que la plantación de *Phyllostachys aurea* ha influido en el tiempo transcurrido en el suelo de la parcela, extrayendo del suelo los cationes disponibles (Ca^{2+} , Mg^{2+} K^{+} y Na^{+}) (Tabla 6.1). Según la clase textural al momento de instalar la parcela esta era franco arenosa arcillosa, pasando a clase textural arenosa (Figura 17).

Tabla 6. Análisis de correlación de variables de parámetros del suelo con respecto al tiempo de instalada la especie *Phyllostachys aurea*

Etapa de muestreo	Área muestreo	PARÁMETROS							
		PH	C.E	M.O	P	K	CIC	Saturación de base	Clase textura
Etapa inicial	Parcela de <i>Phyllostachys aurea</i>	4,00	0,03	0,14	3,7	40	5,28	28	Fr.Ar.A.
Al 1° año		4,71	0,04	0,03	3,5	16	3,20	30	A.
4° años 6 meses		5,18	0,03	0,03	ND	16	2,24	3	A.
Ecuación	Logarítmica		Logarítmica	Lineal	Logarítmica	Logarítmica	Lineal		
	$y=0,184\ln(x)+4,8202$		$y=-0,019\ln(x)+0,0466$	$y=-0,8703x+3,9985$	$y=-4,23\ln(x)+19,628$	$y=-0,487\ln(x)+3,0701$	$y=-6,1326x + 31,597$		
Coefficiente de determinación	$R^2 = 0,972$		$R^2 = 0,9442$	$R^2 = 0,9736$	$R^2 = 0,9442$	$R^2 = 0,9943$	$R^2 = 0,9247$		
Coefficiente de correlación	$R= 0,9859$		$R= - 0,9716$	$R= - 0,9867$	$R= - 0,9716$	$R= - 0,9971$	$R= - 0,9616$		

Tabla 6.1. Resultado Cationes cambiabiles de la parcela *Phyllostachys aurea*

Etapa de muestreo	Cationes cambiabiles				
	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ +H ⁺
Etapa inicial	0,89	0,25	0,11	0,20	1,50
Al 1° año	0,57	0,15	0,05	0,17	0,15
A los 4° años 6 meses	0.03	0,02	0,01	0,01	0,3



Figura 15. Extracción de muestra de suelo para análisis de caracterización de la parcela *Phyllostachys aurea*



Figura 16. Muestras de deficiencia de nutrientes en el área foliar de la plantación de *Phyllostachys aurea*



Figura 17. Análisis físico de suelo de la plantación de *Phyllostachys aurea*: clase textural arena

4.4 Evaluación de la presencia de metal pesado (Arsénico, Plomo, Mercurio, Cromo, Cadmio) en muestras foliares de las tres especies de bambú instaladas en la parcela de investigación de la comunidad nativa de Puerto Luz

La presencia de metales pesados en suelo de la parcela de investigación puede ser de origen natural o por intervención antropogénica derivadas de las actividades de la minería aurífera

(Figura 19), que pueden tener efectos adversos. Como la degradación paisajística, disminución, o bien alteración de su biodiversidad (Gonzalez, 2017).

En la investigación se extrajó tres muestras para análisis foliar (Tabla 7) detectando la presencia de plomo, la parcela de *Phyllostachys aurea* con 4.89 mg/Kg (18c), parcela de *Bambusa vulgaris* con 6.83 mg/Kg (18a), *Guadua angustifolia* con 6.25 mg/Kg (18b). Para los otros parámetros evaluados (arsénico, mercurio, cromo, cadmio) los resultados fueron menores al límite de cuantificación (0.50 mg/Kg). Garcia (2006) mencionó que la fitotoxicidad por metales tóxicos se manifiesta particularmente en suelos ácidos.

Afirmación que coincide con los resultados de pH en el suelo realizados en las parcelas. Por otro lado Chambi et al. (2017) muestra una tabla de contenido de concentración de elementos trazas de metales pesados en cultivos agrícolas en tejidos de hojas maduras ($mg\ Kg^{-1}$) realizado por Kabata en el 2000, donde se puede deducir que las muestras foliares de *Phyllostachys aurea* presentan una concentración que es considerada un nivel tolerable para cultivos agrícolas, para las especies *Bambusa vulgaris* y *Guadua angustifolia* estas muestras foliares dieron como resultado un nivel de contenido máximo de trazas de plomo.

Estos metales muchas veces se almacenan en la pared celular de las plantas, motivo por el cual se usan diferentes especies de plantas para acumular metales y luego planear su posterior retiro de las áreas afectadas, según los resultados obtenidos las especies de bambú instaladas en la parcela muestran esta capacidad de fitorremediación siendo una opción para reducir el impacto negativo en los componentes ambientales, especialmente en el suelo dependiendo también de la capacidad de cada especie de bambú. Prieto Méndez et al. (2009), propone que el uso de especies vegetales tolerantes a altos niveles de metales en suelos y agua, permiten actividades de restauración con menor impacto ambiental.

Tabla 7. Análisis foliar para detección de metales pesados de las tres especies de bambú instaladas en la parcela de investigación

Resultado de análisis foliar del área degradada				
Especies	Parámetros	Unidad	LC	Resultado
<i>Phyllostachys aurea</i>	Arsénico	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Plomo	mg/Kg	0.50	4.89
	Mercurio	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Cromo	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Cadmio	mg/Kg	0.50	< 0.50
<i>Bambusa vulgaris</i>	Arsénico	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Plomo	mg/Kg	0.50	6.83
	Mercurio	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Cromo	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Cadmio	mg/Kg	0.50	< 0.50
<i>Guadua angustifolia</i>	Arsénico	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Plomo	mg/Kg	0.50	6.25
	Mercurio	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Cromo	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Cadmio	mg/Kg	0.50	< 0.50



18a

18b

18c

Figura 18: Muestreo para evaluación de presencia de metal pesado (Arsénico, Plomo, Mercurio, Cromo, Cadmio), 18a: Muestras extraídas de la especie *Guadua angustifolia*, 18b: Muestras extraídas de la especie *Bambusa vulgaris* y 18c: Muestras extraídas de la especie *Phyllostachys aurea*



Figura 19. Parcela de *Guadua angustifolia* afectada por actividades de la minería ilegal (Restos de madera de la armazón para la draga)



Figura 20. Parcela de *Phyllostachys aurea* afectada por la minería ilegal con la remoción del área y vertido de combustible en el área

5. Conclusiones

De acuerdo con los objetivos específicos planteados y a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- La especie que presentó la mayor adaptabilidad en condiciones de suelo degradado por minería aurífera, según el indicador del porcentaje de sobrevivencia, fue la *Bambusa vulgaris* var. *vittata* con un promedio de sobrevivencia de 73%, categorizada con una adaptabilidad BUENA.
- En la parcela de investigación de la comunidad nativa de Puerto Luz la especie *Bambusa vulgaris* var. *Vittata* mostró mayores valores de comportamiento agronómico en los indicadores: altura de planta, diámetro de hijuelo; para el indicador de número de hijuelos la especie *Guadua angustifolia* mostró el mejor resultado. Siendo estas dos especies las que mostraron un mejor comportamiento agronómico a los 4 años 6 meses de instalada la parcela.
- En la influencia de las tres especies en las propiedades físicas y químicas del suelo se evidenció: para el pH la especie *Phyllostachys aurea* mostró la mayor variación mejorando los valores del parámetro, reduciéndose la acidez de fuertemente ácido a francamente ácido (4.0 a 5.18 Ph), seguida de la especie *Guadua angustifolia* que mostró similar influencia en el pH (4.76 a 5.40 pH) y en el porcentaje de materia orgánica incrementó en un 0.16%. Para los parámetros de fósforo y potasio las tres especies influyeron reduciendo los valores, extrayendo nutrientes en el tiempo transcurrido en la parcela. La saturación de bases presentó una variación en las tres parcelas, evidenciándose la necesidad de las plantas de sustraer cationes disponibles en el suelo. En las propiedades físicas, en la clase textural las tres parcelas perdieron la poca presencia de limo y arcilla en el suelo pasando a ser texturalmente: arena.
- En la evaluación de la presencia de metal pesado en las muestras foliares de las tres especies de bambú coincidieron con la presencia de trazas de plomo. La especie *Phyllostachys aurea* muestra una concentración de trazas de plomo que es considerada tolerable y las especies *Bambusa vulgaris* y *Guadua angustifolia* mostraron como resultado un nivel de contenido de trazas de máximo.

6. Recomendaciones

- Se recomienda emplear en la recuperación de las áreas degradadas por la minería aurífera a la especie *Bambusa vulgaris* que reportó el mayor porcentaje de adaptabilidad y comportamiento agronómico.
- Asimismo, se recomienda a la especie *Guadua angustifolia* que mostró después de la *Bambusa* el mejor comportamiento agronómico, presentando a través del tiempo (4 años 6 meses) de instalación una variación favorable en las propiedades físicas y químicas del suelo, en el área degradada por minería aurífera.
- Se recomienda desarrollar en la parcela actividades de manejo silvicultural (podas, raleo, fertilización y enmiendas) mínimo una vez al año para eliminar brotes, tallos y ramas innecesarias, mal formadas, quebradas, supliendo las deficiencias de micro y macronutrientes en el suelo, fomentando el desarrollo de las plantas.
- Continuar con investigaciones de adaptabilidad en áreas degradadas con especies de bambú nativos que se desarrollan en la zona.
- Se recomienda realizar investigaciones en fitorremediación de áreas degradadas por minería aurífera con las especies de bambú que mostraron niveles de tolerancia a metales pesados en la parcela.

Referencias

- Ancco, C. 2017. Sobrevivencia y producción de biomasa de especies de flora en diferentes modelos de siembra, en suelos degradados por la minería en el sector la Pampa - Comunidad "Nueva Arequipa", Distrito Inambari - Provincia Tambopata - Madre de Dios (en línea). s.l., s.e. 1-64 p. Disponible en <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/245>.
- Añazco, M. 2014. Estudio de vulnerabilidad del bambú (*Guadua angustifolia*) al cambio climático en la costa del Ecuador y norte del Perú. :135.
- Barboza Gonzales, D. 2022. Efecto del bambú (subf. bambusoideae) en el control de la erosión del suelo (en línea). s.l., Universidad Privada del Norte. 49 p. Disponible en <https://hdl.handle.net/11537/32454>.
- Brack, A; Alvarez, J; Sotero, V; Ipenza, C. (2011). Minería aurífera en Madre de Dios y Contaminación con Mercurio - Una Bomba de Tiempo (en línea). Lima, s.e. Disponible en <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/mineria-aurifera-madre-dios-contaminacion-mercurio-una-bomba-tiempo>.
- C. Rebelo y K. Buckingham. 2015. Restauración de bosques y paisajes - El bambú: oportunidades para la restauración de bosques y paisajes. (en línea). FAO - Unasyva Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales 66:116. Disponible en <https://www.fao.org/3/i5212s/i5212s.pdf>.
- Cancinos, DV. 2013. Manual para el cultivo de bambú experiencia en Guatemala (en línea). Instituto de Ciencias Y tecnologías Agrícolas (ICTA) :54. Disponible en <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Bambu/Manual para el cultivo de bambu, 2013.pdf>.
- Castañeda, A; Vargas-H., J; Gómez G., A; Valdez H., J; Vaquera H., H. 2005. Acumulación de Carbono en la biomasa aérea de una plantación de *Bambusa oldhamii*. (en línea). Agrociencia 39:107-116. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30239110>.
- Castro, D. (1985). La Guadua. Un material versátil. Bogotá: Litografía Arco.
- Ceccon, E; Gómez-ruiz, PA. 2019. Las funciones ecológicas de los bambúes en la recuperación de servicios ambientales y en la restauración productiva de ecosistemas (en línea). Revista de Biología Tropical 67-4(September):679-691. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v67n4/0034-7744-rbt-67-04-679.pdf>.
- Chambi, L; Cespedes, V; Zurita, A. 2017. Evaluación de la presencia de metales pesados en suelos agrícolas y cultivos en tres microcuencas del municipio de Poopó-Bolivia. (en línea).

- Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales 4(1):67-73. Disponible en http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v4n1/v4n1_a09.pdf.
- Diaz, B; Muñoz, O. 2014. Evaluación del comportamiento agronómico de dos especies de bambú género *Bambusa* con dos técnicas de propagación en cuatro fincas comunidad El Bálsamo, Matagalpa 2013 (en línea). s.l., Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - Managua. 87 p. Disponible en <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/6981>.
- Diaz, Y; Mendoza, E; Inga, C. (2017). Manual Técnico del Bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) para productores. (en línea). Lima, Perú, s.e. Disponible en http://isbn.bnp.gob.pe/catalogo.php?mode=busqueda_menu&id_editor=14419.
- Ely Bali, F. 2021. Manual Práctico Cultivo y Manejo de la *Guadua* en Venezuela. (en línea). s.l., s.e.:44. Disponible en <https://www.inbar.int/es/resources/book/manual-practico-cultivo-y-manejo-de-la-guadua-en-venezuela/>.
- García, DV. 2006. Efectos fisiológicos y compartimentación radicular en plantas de *Zea mays* L. expuestas a la toxicidad por plomo. (en línea). Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona. 129 p. Disponible en <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/3676/dgv1de1.pdf?sequence=1>.
- Gonzalez, DAA. 2017. Fitoextracción de suelos contaminados por elementos potencialmente tóxicos en la región de Atlixco, Puebla (en línea). s.l., Benemerita Universidad Autónoma de Puebla. 57-79 p. Disponible en <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/6874>.
- Guerreiro, C. 2013. Análisis fenológico de los bambúes leñosos (Poaceae, Bambusoideae, Bambuseae) nativos y exóticos de América austral, con la aplicación de estudios ecológicos, sistemáticos, morfológicos y anatómicos (en línea). s.l., Universidad de Buenos Aires. 195 p. Disponible en https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n5524_Guerreiro.pdf.
- Harvey, A. J., M. Leontien, A. Witjes, M. Benkirane, H. Duyts and R. Wagenaar. (2007). Nutritional suitability and ecological relevance of *Arabidopsis thaliana* and *Brassica oleracea* as foodplants for the cabbage butterfly, *Pieris rapae*. *Plant ecology* 189: 117-126.
- INBAR. 2003. Greening red earth. Beijing, INBAR
- Kant, S; Kafkafi, U. s. f. Absorción de potasio por los cultivos en distintos estadios fisiológicos (en línea). The Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Agricultural V:263-302. Disponible en <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/Sesion V.pdf>.
- Langland, KA. 2008. Identification and Biology of Nonnative Plants in Florida's Natural Areas (en línea). Universidad de Florida-IFAS 2(Roberds 2002):257. Disponible en [52](https://plants-</p></div><div data-bbox=)

- archive.ifas.ufl.edu/wp-content/uploads/files/caip/SP257/Phyllostachys_aurea(SP257-042).pdf.
- Lárraga S, N; Gutiérrez R, N; López, H; Pedraza S, M; Santos P, G; Santos P, U; Vargas H, J. 2011. Propagación vegetativa de tres especies de Bambú (en línea). *Ra Ximhai* 7(2):205-218. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/461/46119239005.pdf>.
- Londoño, X. (2001). Sociedad Colombiana de Bambú. Ponencia para el Simposio sobre Usos y Servicios del Bambú/Guadua, (Ventajas comparativas de la Guadua), El Fuerte, Sinaloa. 205-218 p
- Londoño, X. 2010. Identificación taxonómica de los bambúes de la Región Noroccidental del Perú. *PERUBAMBU* 2:1-36.
- López Aguilar, R; Murillo Amador, B; Benson Rosas, M; López Arce, E; Valle Meza, G. 2002. Manual de Análisis Químicos de Suelos (en línea). s.l., s.e. p. 1-115. Disponible en [https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/2065/1/MANUAL DE ANÁLISIS QUÍMICOS DE SUELOS.PDF](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/2065/1/MANUAL_DE_ANALISIS_QUIMICOS_DE_SUELOS.PDF).
- Lopez, C. 2015. Evaluación de sobrevivencia e incremento de seis especies forestales maderables en plantaciones de la finca Eco forestal , San Juan del Sur , Rivas . (en línea). Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 34 p. Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/3240/1/tnk101864v.pdf>.
- Mendoza, P del CM. 2016. Aprendizajes y limitaciones en la generación de tecnologías para la inclusión social de poblaciones Amazónicas: Caso del programa recuperación de áreas degradadas del consorcio Madre de Dios (en línea). Lima, Perú, Universidad Peruana Cayetano Heredia. 117 p. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12866/589>.
- Michi, A; Ibarra, F. 2015. Evaluación del potencial de reforestación de 4 especies nativas para la recuperación de áreas degradadas por la minería en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú (en línea). Madre de Dios, Peru, Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios. 178 p. Disponible en <https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/113>.
- Ministerio de Agricultura del Perú. (2010). Plan nacional de promoción del bambú 2008-2020 (en línea). 2. Perú, s.e. Disponible en [https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2017/04/Plan Nacional del Bambu.pdf](https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2017/04/Plan_Nacional_del_Bambu.pdf).
- Mixquititla Casbis, G; Torres, ÓGV. 2016. Importancia de los fosfatos y fosfitos en la nutrición de cultivos. (en línea). *Acta Agrícola y Pecuaria* 2(3):55-61. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6201359>.

Mongabay 2022 en línea: <https://es.mongabay.com/2022/08/informe-revela-mas-de-40-mil-mineros-ilegales-e-informales-extraen-oro-en-madre-de-dios-peru/>

Otani A., A. 2014. Evaluación de la biomasa del bambú (*Bambusa Vulgaris* Schrader Ex. Wendland) como una alternativa para la recuperación de suelos degradados. (en línea). Santa Clara, Universidad central Marta Abreu de las Villas. 94 p. Disponible en <https://1library.co/document/q5mrwx3y-evaluacion-bambusa-vulgaris-schrader-wendland-alternativa-recuperacion-degradados.html>.

Peláez-Peláez, M-J; Bustamante-Cano, J-J; Gómez-López, E-D. 2016. Presencia de cadmio y plomo en suelos y su bioacumulación en tejidos vegetales en especies de *Brachiaria* en el Magdalena Medio colombiano. (en línea). Luna Azul ISSN 5(43):82-101. DOI: <https://doi.org/10.17151/luaz.2016.43.5>.

Polo, F; Panayfo, J; Méndez, A. 2014. Experiencias sobre la silvicultura y usos del bambú en Colombia. *Xilema* 27(1):17-23.

Porta, J., López Acevedo, M., Roquero, C. "Edafología para la agricultura y el medio ambiente". 2003. Ed. Mundi prensa, pp. 167-202

Prieto Méndez, J; González Ramírez, CA; Román Gutiérrez, AD.; Prieto García, F. 2009. Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. (en línea). *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10(1):29-44. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93911243003>.

Quintero, R. 1993. Interpretación del análisis de suelo y recomendaciones de fertilizantes para la caña de azúcar. Cali. (en línea). Centro de Investigación de la caña de azúcar de Colombia ISSN 0120(14):20 p. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12324/31609>.

Rios, RR. 2019. Propagación clonal de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) con diferentes dosis de ácido indolbutírico en cámara de invernadero, Tingo María (en línea). Tingo Maria - Peru, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 117 p. Disponible en https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1438/RRR_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Roberts, T. 1997. Papel del fósforo y del potasio en el establecimiento de los cultivos (en línea). Instituto de la Potasa y el Fósforo - INPOFOS:4. Disponible en [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2473CABE355B4BBE85258012005ECC69/\\$FILE/Art 1.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2473CABE355B4BBE85258012005ECC69/$FILE/Art%201.pdf).

Rodríguez-Ortiz, J., Valdez-Cepeda, R. Lara-Mireles, J., Rodríguez-Fuentes, H., Vásquez-Aivarado, R., Magallanes-Quintanar, R, & García-Hernández, J. (2006). Soj/ nitrogen

- fertilization effect on phytoextraxtion of Cd and Pb by tobacco (*Nicotiana tabacum*)
Bioremediation Journal.
- Ruiz, R. 1982. Análisis foliar. (en línea). Investigación y Progreso Agropecuario La Platina 14:16-17. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.14001/33994> .
- Rumbominero 2020 en línea: <https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/mineria-ilegal-en-madre-de-dios-provoco-la-deforestacion-de-100-mil-hectareas-de-la-selva/>
- Sajami Q, E. 2017. Evaluación de la regeneración natural en áreas degradadas por la minería aurífera en el distrito de Laberinto, Tambopata – Madre de Dios. (en línea). Madre de Dios, Peru, Universidad Amazonica de Madre de Dios. 147 p. Disponible en <https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/246>.
- Salas, JD. 2015. Evaluacion de la capacidad fitorremediadora de *Inga edulis* Mart, en un area degradada por mineria aurifera en el distrito de Inambari, Provincia de Tambopata, Region de Madre de Dios. s.l., Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios. 140 p.
- Sánchez V., J. 2007. Fertilidad del suelo y nutrición mineral en plantas - Conceptos basicos (en línea). s.l., s.e. p. 19. Disponible en [https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FERTILIDAD DEL SUELO Y NUTRICION.pdf](https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FERTILIDAD_DEL_SUELO_Y_NUTRICION.pdf).
- SENAMHI. (2020). Climas del Perú - Mapa de Cllasificación Climática Nacional (en línea). 53. Lima, Perú, s.e. Disponible en <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>.
- SERFOR. 2021. Investigaciones Forestales. Conocimiento para una Amazonia Productiva. (en línea). Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre :1-50. Disponible en <http://repositorio.serfor.gob.pe/handle/SERFOR/921>.
- Suárez, CJL. 2011. Comportamiento de 36 especies de Bambú durante el primer año de establecimiento. (en línea). Santo Domingo – Ecuador, Universidad Tecnológica Equinoccial. 72 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Watt, M. y J. Evans. (1999). Proteoid roots physiology and development. *Plant Physiol.* 121, 317-323

Apéndice

Apéndice 1. Resultado de análisis de suelos - Caracterización en la parcela de investigación al momento de instalación en el 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : YESENIA ARELI TRILLO MENDOZA

Departamento : MADRE DE DIOS

Distrito :

Referencia : H.R. 65914-167C-18

Fact.: 3970

Provincia :

Predio : PUERTO LUZ

Fecha : 23/11/18

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables				Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases	
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺				Al ³⁺ + H ⁺
15299	M-1, Prof. 20 cm.	4.76	0.03	0.00	0.02	2.6	41	91	2	7	A.	3.20	1.20	0.22	0.05	0.30	0.25	2.01	1.76	55
15300	M-2, Prof. 20 cm.	4.25	0.04	0.00	0.03	1.5	44	89	2	9	A.Fr.	3.20	0.81	0.22	0.06	0.17	0.30	1.55	1.25	39
15301	M-3, Prof. 20 cm.	4.00	0.03	0.00	0.14	3.7	40	69	10	21	Fr.Ar.A.	5.28	0.89	0.25	0.11	0.20	1.50	2.95	1.45	28
15302	M-4, Prof. 20 cm.	3.30	0.58	0.00	15.37	4.0	232	69	16	15	Fr.A.	23.68	3.89	1.42	0.46	0.28	0.90	6.94	6.04	26

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Sady García Bendezi
 Dr. Sady García Bendezi
 Jefe del Laboratorio

Apéndice 2. Resultado de análisis de suelos - Caracterización en la parcela de investigación al primer año de instalación en el 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : YESENIA ARELI TRILLO MENDOZA

Departamento : MADRE DE DIOS
 Distrito : MANU
 Referencia : H.R. 70732-139C-19

Fact.: 5998

Provincia : TAMBOPATA
 Predio : COMUNIDAD PUERTO LUZ
 Fecha : 19/11/19

Número de Muestra	Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
10271	Par Ba Ga	5.30	0.03	0.00	0.07	4.7	20	96	1	3	A.	3.20	1.06	0.07	0.04	0.15	0.05	1.36	1.31	41
10272	Par Bavul	5.22	0.02	0.00	0.03	4.0	16	94	3	3	A.	3.20	0.85	0.08	0.05	0.16	0.10	1.24	1.14	36
10273	Par Bapa	4.71	0.04	0.00	0.03	3.5	16	98	2	0	A.	3.20	0.57	0.15	0.05	0.17	0.15	1.10	0.95	30

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso


Braulio La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio

Apéndice 3. Resultado de análisis de suelos - Caracterización en la parcela de investigación a los 4 años 6 meses de instalación en el 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : YESENIA ARELI TRILLO MENDOZA

Departamento : MADRE DE DIOS
 Distrito : MANU
 Referencia : H.R. 79495-060C-23

Bolt.: 5731

Provincia : TAMBOPATA
 Predio : COMUNIDAD PUERTA LUZ
 Fecha : 12/05/2023

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
3683	Par Ba Ga	5.40	0.08	0.00	0.18	0.6	23	95	4	1	A.	3.20	0.37	0.05	0.01	0.01	0.35	0.78	0.43	14
3684	Par Ba Pa	5.18	0.03	0.00	0.03	ND	16	95	4	1	A.	2.24	0.03	0.02	0.01	0.01	0.30	0.36	0.06	3
3685	Par Ba Bvul	5.04	0.03	0.00	0.03	ND	18	99	0	1	A.	3.36	0.01	0.02	0.01	0.01	0.40	0.44	0.04	1

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

N.D. no detectable./ L.D. limite de detección./ L.C. limite de cuantificación.
 Para fósforo: LD = 0.0059 mg/L / LC = 0.0178 mg/L



Dr. Constantino Calderón Mendoza
 Jefe del Laboratorio

Apéndice 4. Resultados de Análisis de metales pesados (Arsénico, Plomo, Mercurio, Cromo, Cadmio) en muestras foliares de las tres especies de bambú instaladas en la parcela de investigación



**SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS
S.A.C.**

**INFORME DE ENSAYO
IE-2023-0295**

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : TRILLO MENDOZA YESENIA ARELI
1.2 RUC o DNI : 42839231
1.3 Dirección : No Precisa

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : PLANTAS Y OTROS
2.2 Muestreado por : CLIENTE (o)
2.3 Número de Muestras : 03
2.4 Fecha de Recepción : 2023-04-17
2.5 Periodo de Ensayo : 2023-04-18 al 2023-05-02
2.6 Fecha de Emisión : 2023-05-03

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Metales Pesados: Arsénico, Plomo, Mercurio, Cromo, Cadmio	Espectroscopía de Emisión Atómica con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-OES)



KATHERINE
CORAL PERALTA
Ingeniera Química
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.AC. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.


**SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS
S.A.C.**

INFORME DE ENSAYO IE-2023-0295

4. RESULTADOS**4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:**

Código de Laboratorio	Descripción de muestras
S-0724	DEPARTAMENTO. MADRE DE DIOS PROVINCIA: TAMBOPATA _ DISTRITO.MANU _ PREDIO.COMUNIDAD PUERTO LUZ _ EDAD CULTIVO:4 AÑOS 6MESES CULTIVO: BAMBU _ VARIEDAD: PHYLLOSTACHYS AUREA CODIGO: PAR BA PA _ DESCRIPCION: MUESTRA FOLIAR. (c)
S-0725	DEPARTAMENTO. MADRE DE DIOS PROVINCIA: TAMBOPATA _ DISTRITO.MANU _ PREDIO.COMUNIDAD PUERTO LUZ _ EDAD CULTIVO:4 AÑOS 6MESES CULTIVO: BAMBU _ VARIEDAD: BAMBUSIA VULGARIS CODIGO: PAR BA BVUL _ DESCRIPCION: MUESTRA FOLIAR. (c)
S-0726	DEPARTAMENTO. MADRE DE DIOS PROVINCIA: TAMBOPATA _ DISTRITO.MANU _ PREDIO.COMUNIDAD PUERTO LUZ _ EDAD CULTIVO:4 AÑOS 6MESES CULTIVO: BAMBU _ VARIEDAD: GUADUA ANGUSTIFOLIA CODIGO: PAR BA GA _ DESCRIPCION: MUESTRA FOLIAR. (c)

4.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LC	Resultados
S-0724	Arsénico	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Plomo	mg/Kg	0.50	4.89
	Mercurio	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Cromo	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Cadmio	mg/Kg	0.50	< 0.50
S-0725	Arsénico	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Plomo	mg/Kg	0.50	6.83
	Mercurio	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Cromo	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Cadmio	mg/Kg	0.50	< 0.50
S-0726	Arsénico	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Plomo	mg/Kg	0.50	6.25
	Mercurio	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Cromo	mg/Kg	0.50	< 0.50
	Cadmio	mg/Kg	0.50	< 0.50

LC: Límite de cuantificación

(c) Información suministrada por el cliente.

FIN DE DOCUMENTO

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.AC. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.



www.inbar.int

@INBAROfficial