UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO

REGENERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS UTILIZANDO LA ESPECIE *Paulownia sp.* EN EL FUNDO ALDOR, DISTRITO YURIMAGUAS, PROVINCIA ALTO AMAZONAS, REGIÓN LORETO, 2022.

Tesis para optar el grado académico de
MAESTRO EN CIENCIAS EN MEDIO AMBIENTE, GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

RENZO, FLORÍNDEZ DELERNA

Pucallpa, Perú
2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
ESCUELA DE POSGRADO

ANEXO Nº 4

OBTENCION DEL GRADO DE MAESTRO O DOCTOR

En la Sala de Grados de la Escuela de Posgrado de la UNU, siendo las 9:30 horas, del día 24 de Abril del 2026, ante el Jurado de Tesis constituido por :

PRESIDENTE: Dr. Hector Arbildo Paredes.
SECRETARIO: Dra. María Angélica Flores Romaina.
VOCAL: Dr. Roger Brayan Braga Sandoval.

Don(ña) Br. Renzo Florindez Delzina., aspirante al Grado de MAESTRO en Medio Ambiente, Gestión Sostenible y Responsabilidad Social o DOCTOR en....., inicia el acto defensa pública con la exposición de la tesis titulada Recuperación de Suelos Degradados Utilizando la Especie Paulownia Sp. en el Fundo Alden, Distrito Yurimaguas, Provincia Alto Amazonas, Región Loreto, 2022.

Concluido el acto de sustentación los miembros del Jurado procedieron a evaluar al sustentante obteniendo el siguiente puntaje, considerando los criterios siguientes:

Nº	CRITERIO	RANGO	PUNTAJE
1	Presentación personal	0 - 4	3
2	Dicción y dominio de escenario	0 - 4	4
3	Desarrollo del contenido: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y Recomendaciones	0 - 4	3
4	Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente	0 - 4	3
5	Aporte a la maestría o mención y a la comunidad	0 - 4	3
TOTAL			16

Calificación: Puntaje ejemplo: 18/20.....
Conclusiones: [Aprobado, Aprobado con distinción, Aprobado con observaciones, Desaprobado].....
Observaciones: [Si las hubiera].....
Recomendaciones: [Si las hubiera].....

Los miembros del Jurado, firman el presente Acta en señal de conformidad, en Pucallpa, siendo las 10:00 horas del 24 de Abril del 2026

PRESIDENTE SECRETARIO VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/0762-2024 .

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"REGENERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS UTILIZANDO LA ESPECIE Paulownia sp. EN EL FUNDO ALDOR, DISTRITO YURIMAGUAS, PROVINCIA ALTO AMAZONAS, REGIÓN LORETO, 2022"

Autor(es)	:	**FLORÍNDEZ DELERNA, RENZO**
Escuela	:	**POSGRADO**
Maestría	:	**CIENCIAS EN MEDIO AMBIENTE, GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL.**
Asesor(a)	:	**M.Sc. ZEÑA RUBIO JENNY PAOLA**

Presenta un **porcentaje de similitud de 4%**, verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 31/12/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Renzo Flores Deleona.

Autor de la tesis titulada : Regeneración de suelos degradados utilizando la especie Paulownia sp. en el fundo Aldor, distrito Yurimaguas, provincia Alto Amazonas, región Loreto, 2022.

Sustentada el año 2026.

Asesor(a): Jenny Paola Zeña Rubio

Escuela de Posgrado

Maestría: Medio Ambiente, Gestión Sostenible y Responsabilidad Social.

Mención: —

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 02/06/2026

Email: RENZOFD@OUTLOOK.COM Firma: [signature]

Teléfono: 965 684 549 DNI: 42545941.

DEDICATORIA

A Arya, mi pequeña estrella, la fuerza que ilumina mis días y da sentido a cada esfuerzo. Tu amor puro e incondicional me ha dado la energía para seguir adelante, y cada paso en este camino ha sido impulsado por el deseo de ser el mejor ejemplo para ti. Que este logro sea un recordatorio de que, con esfuerzo y dedicación, todo es posible.

A Laura, mi compañera de vida, quien con su amor, paciencia y sabiduría ha sido mi guía en cada momento. Gracias por ser ese pilar firme en los días más difíciles y por celebrar conmigo en los momentos de triunfo. Este logro no habría sido posible sin tu constante apoyo y tus palabras llenas de aliento.

A mis padres, Luz Estefita y Jorge Eduardo, por ser mis modelos a seguir, quienes me enseñaron desde pequeño el valor del trabajo y la importancia de la educación. Su apoyo incondicional y los sacrificios que hicieron para que yo pudiera alcanzar mis metas son el verdadero fundamento de este logro.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali, por apostar por este programa de Maestría en Medio Ambiente, Gestión Sostenible y Responsabilidad Social, tan esencial para contribuir al desarrollo sostenible de nuestra región. Gracias por acogerme como alumno y permitirme avanzar en este camino académico y profesional. También, mi gratitud a los docentes, quienes, con su dedicación y compromiso, han compartido valiosos conocimientos técnicos y científicos que han sido fundamentales en mi formación.

Un distinguido agradecimiento al Mg. Aldo Alberto Cabrera Berrocal, Biólogo, por su pasión y dedicación a la conservación y recuperación ambiental. Su orientación y aportes fueron clave para el desarrollo de esta tesis, y su entusiasmo por la causa me inspiró a seguir adelante con más determinación.

A todas las personas que brindaron su invaluable tiempo para orientarme en el desarrollo de esta tesis y en los trámites necesarios. Sus experiencias y consejos fueron de gran ayuda para culminar este proyecto.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la correlación entre la fertilidad de un suelo degradado y el establecimiento de la especie *Paulownia sp*. en el fundo Aldor, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, región Loreto. Se desarrolló una investigación de tipo descriptivo-correlacional, con enfoque cuantitativo y corte transversal. En campo se establecieron 25 plantas de *Paulownia sp*. y se realizó el análisis físico-químico del suelo en áreas con presencia de la especie y en áreas dominadas por pasto, considerando indicadores como materia orgánica, nitrógeno y pH. Las hipótesis fueron contrastadas mediante estadística paramétrica, específicamente el coeficiente de correlación de Pearson y la prueba t de Student para muestras emparejadas. Los resultados evidenciaron una correlación positiva y estadísticamente significativa entre el establecimiento de *Paulownia sp*. y los indicadores de fertilidad evaluados, observándose incrementos en materia orgánica, nitrógeno y pH. Estos hallazgos sugieren que la especie presenta potencial para ser evaluada en procesos de recuperación de suelos degradados; sin embargo, debido al carácter correlacional, transversal y exploratorio del estudio, los resultados no deben interpretarse como una demostración causal definitiva de regeneración del suelo.

Palabras clave: *Paulownia sp.,* Fertilidad del suelo, Suelos degradados, Regeneración de suelos, Estudio correlacional.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the correlation between the fertility of degraded soil and the establishment of *Paulownia sp*. at Aldor farm, Yurimaguas district, Alto Amazonas province, Loreto region. A descriptive correlational study with a quantitative and cross-sectional approach was conducted. In the field, 25 *Paulownia sp*. plants were established, and physicochemical soil analyses were performed in areas with the presence of the species and in areas dominated by pasture, considering indicators such as organic matter, nitrogen content, and pH. The hypotheses were tested using parametric statistics, specifically Pearson's correlation coefficient and Student's t-test for paired samples. The results showed a positive and statistically significant correlation between the establishment of *Paulownia sp*. and the soil fertility indicators evaluated, with increases in organic matter, nitrogen content, and pH levels. These findings suggest that the species has potential for further evaluation in degraded soil recovery processes. However, due to the correlational, cross-sectional, and exploratory nature of the study, the results should not be interpreted as definitive causal evidence of soil regeneration.

Keywords: *Paulownia sp.*, Soil fertility, Degraded soils, Soil regeneration, Correlational study.

INTRODUCCIÓN

El suelo en el fundo Aldor ha perdido su fertilidad y capacidad para sustentar vida debido a factores como la erosión, la contaminación y el uso excesivo de la ganadería. Esta situación ha impactado negativamente tanto la agricultura como los ecosistemas locales. La importancia de este tema radica en que el suelo es fundamental para la producción de alimentos y el bienestar ambiental.

Para abordar esta problemática, se evaluó el establecimiento de *Paulownia sp*. en un área de suelo degradado, considerando su potencial para contribuir a la mejora de determinados indicadores de fertilidad del suelo. Sus raíces profundas pueden favorecer la aireación y la penetración del agua, mientras que la descomposición de sus hojas puede aportar materia orgánica al suelo. Asimismo, el aporte de material vegetal se relaciona con el contenido de nitrógeno presente en la fracción orgánica del suelo.

La investigación realizada en el fundo Aldor plantea los siguientes objetivos: Determinar la correlación entre la fertilidad de un suelo degradado y el establecimiento de la especie *Paulownia sp*. en el fundo Aldor, distrito Yurimaguas, provincia Alto Amazonas, región Loreto. Verificar la fertilidad del suelo degradado del fundo Aldor, distrito Yurimaguas, provincia Alto Amazonas, región Loreto y evaluar el cambio en el nivel de fertilidad del suelo degradado del fundo Aldor, asociado al establecimiento de *Paulownia sp*., mediante análisis de fertilidad de suelo.

ÍNDICE GENERAL

Pg.

DEDICATORIA ..... **V**

AGRADECIMIENTO ..... **VI**

RESUMEN ..... **VII**

ABSTRACT ..... **VIII**

INTRODUCCIÓN ..... **IX**

ÍNDICE GENERAL ..... **X**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **XIII**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **XIV**

CAPÍTULO I **15**

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN **15**

1.1. Descripción del problema. 15

1.2. Formulación del problema. 16

1.3. Objetivo general y objetivos específicos. 16

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis. 17

1.5. Variables. 17

1.6. Justificación e importancia. 17

1.7. Viabilidad. 19

1.8. Limitaciones. 19

CAPÍTULO II **20**

MARCO TEÓRICO **20**

2.1. Antecedentes. 20

2.2. Bases Teóricas. 21

2.3. Bases legales. 24

2.4. Definiciones conceptuales. 25

CAPÍTULO III 29

MARCO METODOLÓGICO 29

3.1. Lugar de ejecución. 29

3.2. Tipo de investigación. 29

3.3. Diseño y esquema de la investigación. 30

3.4. Población y muestra. 32

3.5. Definición operativa de los instrumentos de recolección de datos. 33

3.6. Validez y confiabilidad de los instrumentos. 34

3.7. Procesamiento y presentación de datos. 34

CAPÍTULO IV- 35

RESULTADOS 35

4.1. Correlación estadísticamente significativa entre el establecimiento de la especie *Paulownia sp*. y los indicadores de fertilidad del suelo degradado del fundo Aldor, Loreto. 35

4.2. Indicadores de fertilidad del suelo degradado del fundo Aldor. 36

4.3. Cambio en el nivel de fertilidad del suelo degradado asociado al establecimiento de *Paulownia sp*. 38

CAPÍTULO V 39

DISCUSIÓN DE RESULTADOS 39

5.1. Correlación estadísticamente significativa entre el establecimiento de la especie *Paulownia sp.* y los indicadores de fertilidad del suelo degradado del fundo Aldor, Loreto. 39

5.2. Potencial de *Paulownia sp.* para la recuperación de suelos degradados. 39

5.3. Cambios en indicadores de calidad del suelo asociados a plantaciones jóvenes de *Paulownia sp.* en tierras degradadas o abandonadas. 40

CONCLUSIONES 42

SUGERENCIAS.....43

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 44

ANEXOS.....49

ÍNDICE DE TABLAS

Pg.

Tabla 1 Ecosistemas degradados por región natural. 27

Tabla 2 Correlación. 35

Tabla 3 Pruebas de muestras emparejadas. 38

Tabla 4 Matriz de consistencia 50

Tabla 5 Resultados de análisis físico y químico 51

Tabla 6 Dimensiones. 52

ÍNDICE DE FIGURAS

Pg.

Figura 1 Disponibilidad de nutrimentos respecto al pH del suelo.....24

Figura 2 Degradación de los suelos.....26

Figura 3 Ubicación de la investigación.....29

Figura 4 Diseño del muestreo.....33

Figura 5 Cambio en el nivel de materia orgánica.....36

Figura 6 Cambio en el porcentaje de nitrógeno. 37

Figura 7 Cambio en el nivel de pH.....37

Figura 8 Pasto establecido por más de 10 años en el fundo Aldor. 53

Figura 9 Suelo entre el pasto en el fundo Aldor. 54

Figura 10 Tesista junto a una de las plantas de *Paulownia sp.* 55

Figura 11 Propietario del fundo Aldor junto a una de las plantas.....56

Figura 12 Muestra de suelo tomada al pie de una de las plantas de *Paulownia sp.* 57

CAPÍTULO I.

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema.

En las últimas décadas, los ecosistemas tropicales han sufrido una rápida transformación, convirtiéndose en una combinación de cultivos, pastizales y fragmentos de bosques de variados tamaños. Esta transformación ha provocado alteraciones en la cobertura del suelo, lo que ha tenido graves efectos sobre la biodiversidad, el clima y las funciones de los ecosistemas, tanto a nivel local como global (Norden, 2014). Las principales causas de la deforestación en el país incluyen la agricultura de roza y quema, la tala de árboles, el sobrepastoreo, la agricultura a gran escala, las plantaciones forestales y la construcción de carreteras (Banco Mundial, 2007). Se estima que la agricultura y la ganadería son responsables del 81-93% de la deforestación en Perú (SERFOR, 2015). “La expansión del ganado es un factor crucial en la deforestación en varios países tropicales, especialmente en América Latina” (Rautner *et al*., 2013). La pérdida de bosques en la selva peruana es un problema grave que impacta a todos; actividades como ganadería, agricultura migratoria y minería ilegal están transformando bosques primarios en estepas y desiertos, lo que provoca erosión del suelo, escasez de agua, pérdida de biodiversidad y contribuye al cambio climático. Según datos del Ministerio del Medio Ambiente, entre 2001 y 2016 se perdieron 1 974 209 hectáreas de bosques húmedos.

En el caso del fundo “Aldor”, en 2012 se talaron 5 hectáreas de bosque virgen mediante la técnica de tumba, roza y quema para ser reemplazadas por pasto destinado a la cría de ganado vacuno. Esta actividad se prolongó durante 5 años, y desde 2017 ya no hay ganado en el fundo. Desde entonces, el pasto

se ha mantenido igual, impidiendo la sucesión vegetal. El suelo ha perdido completamente su capa arable y casi no se observó fauna, salvo algunos pájaros e insectos en las horas más frescas del día. La exposición directa al sol seca rápidamente el suelo, y las lluvias se escurren velozmente hacia la quebrada, lo que impide la retención de agua y provoca una erosión significativa.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general.

- ¿Qué relación existe entre el establecimiento de la especie *Paulownia sp.* y la fertilidad del suelo degradado en el fundo Aldor, distrito Yurimaguas, provincia Alto Amazonas, región Loreto?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cómo es la fertilidad de un suelo degradado del fundo Aldor, distrito Yurimaguas, provincia Alto Amazonas, región Loreto?
- ¿Cómo es la fertilidad de un suelo degradado del fundo Aldor, a los cuatro meses del establecimiento de la especie *Paulownia sp.*?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos.

1.3.1. Objetivo general.

- Determinar la correlación entre la fertilidad del suelo y el establecimiento de la especie *Paulownia sp.* en el fundo Aldor, distrito Yurimaguas, provincia Alto Amazonas, región Loreto.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Verificar la fertilidad del suelo degradado del fundo Aldor, distrito Yurimaguas, provincia Alto Amazonas, región Loreto.
- Evaluar el cambio en el nivel de fertilidad de un suelo degradado del fundo Aldor, a los cuatro meses del establecimiento de la especie *Paulownia sp.,* mediante análisis de fertilidad de suelo.

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis.

1.4.1. Hipótesis.

- Ho: La especie *Paulownia sp.* no se asocia positivamente con la fertilidad del suelo degradado en el fundo Aldor, distrito Yurimaguas, provincia Alto Amazonas, región Loreto.
- Ha: La especie *Paulownia sp.* se asocia positivamente con la fertilidad del suelo degradado en el fundo Aldor, distrito Yurimaguas, provincia Alto Amazonas, región Loreto.

1.5. Variables.

- **Variable independiente =** Establecimiento de la especie *Paulownia sp*.
- **Variable dependiente =** Fertilidad del suelo degradado.

1.6. Justificación e importancia.

1.6.1. Justificación Teórica.

La presente investigación nace con el fin de aportar evidencia inicial sobre alternativas sostenibles para incentivar la recuperación de suelos degradados por erosión en selva baja. Para ello, se evaluó el establecimiento de

Paulownia sp., especie maderable de rápido crecimiento, considerando su posible relación con cambios en determinados indicadores de fertilidad del suelo.

1.6.2. Justificación Práctica.

El proyecto explora el potencial de *Paulownia sp.* como alternativa para contribuir a procesos de recuperación de suelos degradados por actividades como la ganadería. En el caso de suelos degradados dominados por pastos, la regeneración natural puede verse limitada, por lo que resulta pertinente evaluar especies arbóreas de rápido crecimiento que puedan asociarse con mejoras progresivas en las condiciones del suelo.

1.6.3. Justificación Legal.

La deforestación y la degradación del suelo son problemas ambientales que afectan a muchos países, incluido el Perú. Según la FAO, el Perú perdió 1,9 millones de hectáreas de bosques entre 1990 y 2020, lo que equivale a una disminución del 5,2% de su superficie forestal. Algunas de las causas de la deforestación y la degradación del suelo en el Perú son la expansión de la agricultura, la ganadería, la minería ilegal, la tala ilegal, los incendios forestales y el cambio climático. Para enfrentar estos desafíos, el Perú cuenta con varias leyes y normas que buscan proteger y conservar sus bosques y suelos.

1.6.4. Justificación Metodológica.

El proyecto se desarrolló en el fundo Aldor, que desde el año 2012, y por un periodo de 5 años, se usó para la crianza de ganado vacuno, en el año 2022, se observó que, a pesar de que desde el 2017 ya no se crían vacas ahí, el pasto

sembrado 10 años atrás ha impedido la sucesión vegetal conocida como purma, lo que significa que el suelo, ha sido degradado, perdiendo su capacidad original de ser de aptitud forestal. Al recorrer el fundo Aldor, se observó que el suelo ha perdido la capa arable (horizonte A), debido a las abundantes lluvias y a la poca retención de agua que ofrece el pasto, además la capa de materia orgánica (hojas secas, ramas, etc.) que son características de los suelos de selva baja es inexistente, producto de ello la biodiversidad también es muy baja.

1.7. Viabilidad.

Esta investigación fue factible porque evaluó el establecimiento de una especie arbórea de rápido crecimiento en un suelo degradado, con el propósito de observar su relación con determinados indicadores de fertilidad del suelo. *Paulownia sp.*, a pesar de ser exótica, no representó un peligro evidente bajo las condiciones del estudio, debido a que se trabajó con un híbrido estéril que solo puede reproducirse con intervención humana. Los resultados obtenidos podrán utilizarse como antecedente para futuras investigaciones relacionadas.

1.8. Limitaciones.

El estudio se desarrolló en un periodo corto (4 meses), lo que limita la evaluación de efectos a largo plazo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Murillo *et al.* (2014), en su investigación titulada: “Efecto de la aplicación de prácticas sostenibles en las características físicas químicas y microbiológicas de suelos degradados”. Este estudio es de naturaleza experimental y su propósito es evaluar el impacto de las prácticas sostenibles en las propiedades del suelo, evaluó dos tratamientos de abono verde para crear una cubierta vegetal sostenible. Para ello se compararon y evaluaron las propiedades físicas y químicas del suelo. Durante los últimos 3 años, debido a la disminución de la densidad aparente (1,68 a 1,53 g/cm3 a 30 cm de profundidad) y aumento de la porosidad (33,28 a 41,2%), la infiltración en (0,5 a 1,3 mm h-1) se concluyó que hubo una mejora en las propiedades del suelo tratado. Estos tratamientos no causaron cambios significativos en las poblaciones microbianas y no afectaron negativamente al suelo. Al realizar el diagnóstico se determina que el suelo se caracteriza por los efectos de la degradación, como se puede observar en las observaciones del paisaje, donde se destacan áreas con poca o ninguna cobertura vegetal. (p. 270- 276)

Mosier *et al.* (2021), en su artículo *"Restauración de la fertilidad del suelo en tierras degradadas para satisfacer las necesidades de alimentos, combustible y seguridad climática a través de la perennización"*, señalan que los suelos degradados poseen un alto potencial de rehabilitación, posiblemente de forma más eficiente mediante sistemas de cultivos perennes, los cuales pueden brindar al mismo tiempo servicios ecosistémicos complementarios. Concluyen que la

perennización representa una alternativa sólida para recuperar la productividad de estas tierras, contribuyendo así a cubrir las demandas futuras de alimentación. Asimismo, indican que los obstáculos para implementar esta estrategia pueden ser superados con políticas que motiven a terratenientes, agricultores y ganaderos a manejar los procesos ecológicos en favor de la fertilidad del suelo y los beneficios ambientales, modificando los incentivos que actualmente favorecen prácticas dañinas, como los monocultivos intensivos de rotación corta, hacia enfoques más variados, incluyendo rotaciones diversificadas y otras técnicas vinculadas a la agricultura regenerativa (pp. 1-13).

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Schwartzmann (2019) evaluó el efecto de un sistema agroforestal de diez años sobre la calidad del suelo, comparándolo con un pastizal degradado en Madre de Dios. Se analizaron propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en parcelas experimentales. Los resultados demostraron que el sistema agroforestal presentó mejores condiciones químicas, con pH menos ácido y mayor estabilidad estructural, además de una mayor macrofauna edáfica. El estudio concluye que los sistemas agroforestales favorecen la recuperación de suelos degradados.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Paulownia.

Lupi *et al.* (2019), en su publicación “Antecedentes y cultivo del género *Paulownia* en Argentina”, indican que el género *Paulownia* se desarrolla de manera natural en los bosques templados del sur de China, su región de origen,

y se ha dispersado y diversificado hacia el norte de Laos, Vietnam, Taiwán, así como en Corea y Japón, durante aproximadamente 1,000 años.

Por su parte, Lucas-Borja *et al.* (2010) señalan que, los agricultores chinos comenzaron a plantar Paulownia con el objetivo de proteger sus cultivos de tormentas de arena e inundaciones, lo que les aseguraba buenas cosechas. El valor del género Paulownia se debe, principalmente, a su rápido crecimiento, que supera al de otras especies. Entre sus múltiples beneficios, se destacan la alta calidad y estética de su madera, su capacidad para recuperar y estabilizar la erosión del suelo gracias a su profundo sistema radicular, su considerable producción de biomasa, su habilidad para fijar CO_2, su potencial para reforestar terrenos agrícolas abandonados o degradados, y su valor ornamental. Esta especie se adapta a una amplia variedad de climas, tolerando temperaturas de -20 °C a 45 °C, siendo el rango óptimo entre 24 °C y 29 °C de temperatura media diaria. Además, sus raíces verticales, que pueden alcanzar de 2 a 3 metros, actúan como un efectivo amortiguador contra crecidas, lo que la hace ideal para plantar en riberas de ríos y canales. Por lo tanto, es un excelente recuperador de tierras y un gran estabilizador de suelos agroforestales.

2.2.2. Fertilidad del suelo.

Se refiere a la capacidad del suelo para sostener el crecimiento de las plantas y maximizar el rendimiento de los cultivos. Esta capacidad puede mejorarse mediante el uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos que enriquezcan el suelo (FAO, 2004).

La fertilidad del suelo se define como la habilidad de proporcionar las condiciones ambientales y los nutrientes requeridos para el crecimiento y

desarrollo de las plantas (Mendoza & Espinoza, 2017). Algunos de los parámetros químicos que determinan la fertilidad del suelo son:

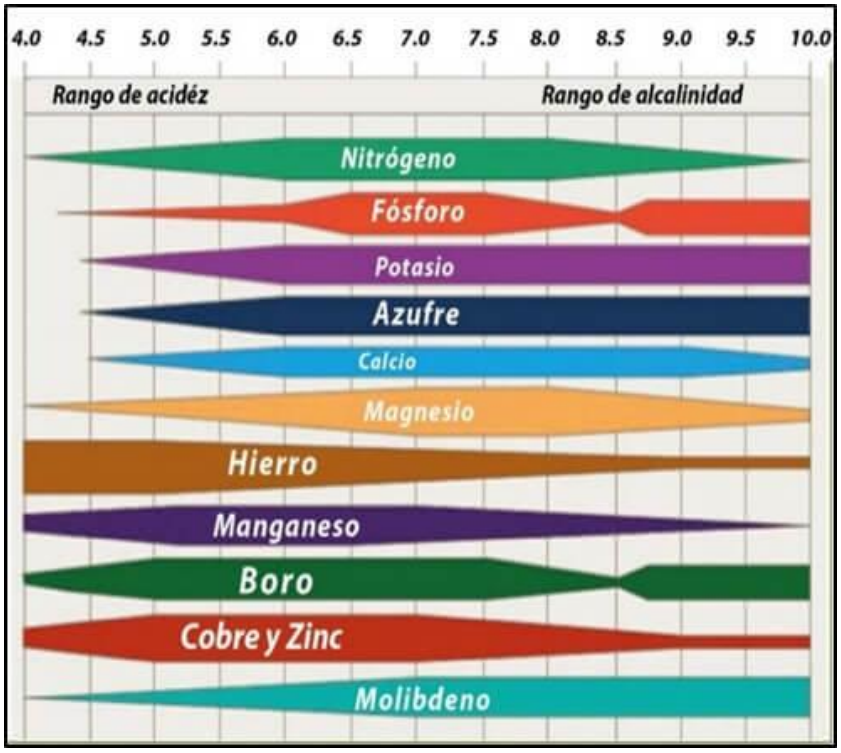
- **Materia orgánica:** Según Garrido Valero (1994), la materia orgánica (M.O.) se presenta como un porcentaje. Esta materia contribuye a la microestructura del suelo y es fundamental en la prevención de la erosión. Además, promueve el desarrollo de la microfauna del suelo. Todos estos aspectos hacen que este parámetro sea muy valioso para evaluar indirectamente la fertilidad de un suelo específico.
- **Nitrógeno (N):** Según Garrido Valero (1994), el nitrógeno en el suelo se presenta en dos formas: orgánica y química. En su forma química, se encuentra como nitratos, nitritos y amoníaco. Los análisis suelen reportar el porcentaje de nitrógeno en peso. Generalmente, los laboratorios analizan principalmente el nitrógeno orgánico y el amoniacal, ya que solo existen análisis oficiales para estas formas, mientras que los nitratos y nitritos se consideran una fracción menor.

  El nitrógeno orgánico o amoniacal está presente en los residuos de cosecha, en abonos orgánicos y en los microorganismos del suelo. Este tipo de nitrógeno se libera gradualmente para ser utilizado por las plantas. Por lo tanto, la medición analítica del nitrógeno no refleja la cantidad realmente disponible para las plantas, lo que dificulta calcular con precisión las necesidades de los cultivos.
- **pH:** Según Garrido Valero (1994), evalúa la concentración de iones de hidrógeno (H+) en el suelo. En una escala que va de 0 a 14, un pH de 7 indica un suelo neutro; los suelos con valores por debajo de 7 se consideran ácidos, y aquellos por encima de 7 son alcalinos. Como

podemos ver en la Figura 1, la disponibilidad de nutrientes es mayor y se encuentra en un equilibrio más adecuado en niveles cercanos a la neutralidad.

Figura 1

Disponibilidad de nutrimentos respecto al pH del suelo.



Nota. Adaptada de *Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas* (Castellanos, 2000), por INTAGRI, 2018.

2.3. Bases legales.

2.3.1. Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 29763).

Que establece los principios, normas, criterios e instrumentos para el uso sostenible, conservación y protección de los recursos forestales y de la fauna silvestre.

2.3.2. Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (Decreto Supremo N° 008-2010-MINAM).

Tiene como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la deforestación y la degradación forestal, mediante el incremento del área de bosques conservados y restaurados.

2.3.3. La Estrategia Nacional sobre Bosques y Cambio Climático (Decreto Supremo N° 007-2016-MINAM).

Que define las líneas estratégicas para promover el manejo integral y sostenible de los bosques, así como su adaptación y contribución a la mitigación del cambio climático.

2.4. Definiciones conceptuales.

2.4.1. Suelo.

La Comisión Europea describe el suelo como la capa superior de la corteza terrestre, formada por una combinación de partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y seres vivos, creando así un ambiente muy complejo y diverso. (FAO, 2004).

2.4.2. Degradación del suelo.

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM de Colombia, la degradación de los suelos puede dividirse en física, química y biológica, como se esquematiza en la figura 2.

Figura 2

Degradación de los suelos.



Fuente: IDEAM, 2012.

La Convención de las Naciones Unidas sobre la lucha contra la desertificación (UNCCD) define la degradación de tierras como un proceso natural o debido a una actividad humana que causan la incapacidad de la tierra para sostener adecuadamente las funciones económicas y/o las funciones ecológicas originales.

Tabla 1

Ecosistemas degradados por región natural.

Tipo	2017		
	Total	Costa y Sierra	Selva
Total	**17 596 307**	**2 383 163**	**15 213 144**
Tendencia negativa en la productividad de los ecosistemas terrestres o cambios en la cobertura vegetal	2 383 163	2 383 163	-
Tendencia negativa en la productividad de los ecosistemas terrestres y fragmentación de bosques	1 574 883	-	1 574 883
Cobertura de la tierra (deforestación 2001 - 2017)	2 115 498	-	2 115 498
Fragmentación de bosques	11 522 763	-	11 522 763

Nota. La información considera el enfoque de neutralidad en la degradación de la tierra (NDT) que permite estimar las áreas degradadas a partir de tres (3) indicadores: Cobertura vegetal, dinámica de la productividad de la tierra y carbono orgánico en el suelo. Para el caso de Perú la medición es factible mediante sensores remotos, tanto para la cobertura vegetal y la dinámica de la productividad de la tierra (no excluye a otros indicadores). Como indicador empleó la degradación por fragmentación del bosque amazónico. Tomado de *Anuario de estadísticas ambientales 2021, INEI (2021, p. 111).*

Es de notar que todos los procesos de degradación de suelo están presentes en la selva, por ejemplo, tendencia negativa a la productividad y cambios en la cobertura vegetal y fragmentación de bosques causada principalmente por sobrepastoreo, por maquinaria agrícola, por erosión favorecida en actividades mineras y degradación biológica por pérdida de la materia orgánica en actividades extractivas.

2.4.3. Fertilidad del suelo.

Es la habilidad del suelo para apoyar el crecimiento de las plantas y maximizar el rendimiento de los cultivos. Esta capacidad puede mejorarse mediante el uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos que enriquezcan el suelo (FAO, 2004).

2.4.4. Regeneración.

Es una noción que procede de “regeneratio”, un término latino. Se trata del proceso y el resultado de regenerar: Lograr que algo recupere su forma o estado original (FAO, 2004).

2.4.5. Regeneración natural asistida.

La regeneración natural, apoyada por la intervención humana, implica la eliminación de obstáculos externos, como malezas y perturbaciones biológicas, y en ocasiones el uso de modificaciones controladas para estimular la germinación de especies nativas (FAO, 2004).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Lugar de ejecución.

La investigación se desarrolló en la comunidad Chirapa (Alto Huallaga) en el distrito Yurimaguas, provincia Alto Amazonas, región Loreto. Coordenadas: UTM WGS84, Zona 18M, 388326 mE, 9349543 mN.

Figura 3

Ubicación de la investigación.



Nota. Imagen satelital tomada con Google Earth Pro®.

3.2. Tipo de investigación.

A continuación, se describen cada uno:

3.2.1. Por el nivel de profundización.

El tipo de investigación es **correlacional**, y su propósito es determinar las relaciones entre las variables para observar cómo una de ellas reacciona ante modificaciones en la otra. Normalmente, este tipo de estudio constituye un paso inicial hacia análisis de regresión bivariante o multivariante. Se basa en datos descriptivos para realizar su análisis (Rus, 2020).

3.2.2. Por el tipo de inferencia estadística.

El tipo de investigación es **hipotético-deductiva**, en este caso, se plantearon hipótesis iniciales basadas en un marco teórico. A continuación, se comprueba de forma empírica y obtienen conclusiones (Rus, 2020).

3.2.3. Por el período de tiempo de estudio.

El tipo de investigación es **transversal**, en este caso, el tiempo fue un momento concreto y se basó en comparar diferentes variables entre sí (Rus, 2020).

Entonces, el tipo de investigación de esta tesis es:

Correlacional, hipotético-deductiva, cuantitativa y transversal.

3.3. Diseño y esquema de la investigación.

El diseño de investigación que se llevó a cabo fue de tipo **descriptiva correlacional**, puesto que estudió la relación entre la variable independiente (establecimiento de *Paulownia sp*) y la variable dependiente (fertilidad del suelo), bajo el supuesto de que el establecimiento de *Paulownia sp*. puede asociarse con variaciones medibles en los niveles de fertilidad en el área de influencia

cercana a las plantas. Para lograrlo, el diseño contempló tres etapas: Recolección de muestras, análisis de las muestras, y análisis de los datos.

Las técnicas empleadas para la recolección de datos incluyeron fichas de muestreo para asegurar la confiabilidad de las muestras tomadas.

Para el análisis de las muestras se utilizaron procedimientos estándar para análisis de fertilidad de suelos especificados por Garrido (1994), para las variables tales como: materia orgánica, nitrógeno, pH, entre otras.

3.3.1. Neutralidad de los resultados.

Debido a la naturaleza del área de estudio, caracterizada por un suelo degradado dominado por pasto que no permitió la sucesión vegetal, los cambios registrados en los indicadores de fertilidad se analizaron en relación con el establecimiento de *Paulownia sp*. No obstante, por el diseño correlacional y transversal de la investigación, no se descarta la influencia de otros factores ambientales o edáficos no evaluados, por lo que los resultados deben interpretarse como asociaciones observadas bajo las condiciones del estudio.

Para un mejor entendimiento del esquema de investigación se observa el siguiente gráfico:

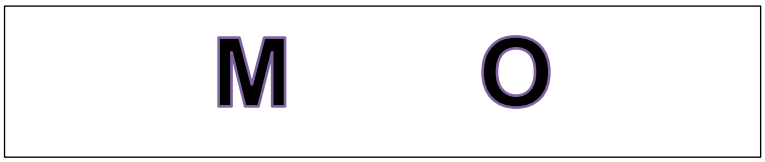


Donde:

X = Variable independiente (Establecimiento de *Paulownia sp.*)

O = Observación de la variable dependiente (fertilidad del suelo)

De la misma manera se puede esquematizar la observación de la siguiente manera:



Donde:

M = Representa la muestra tomada del suelo.

O = Representa la información de interés que recogemos de la muestra.

3.4. Población y muestra.

Se establecieron dos (2) parcelas de 400 m^2 (20 m x 20 m), en una se sembraron 25 plantas de *Paulownia sp.* en el fundo “Aldor”, ubicado a 10,5 kilómetros de Yurimaguas, con un marco de siembra de 5 x 5 m, con la finalidad de evaluar el establecimiento de la especie en la zona.

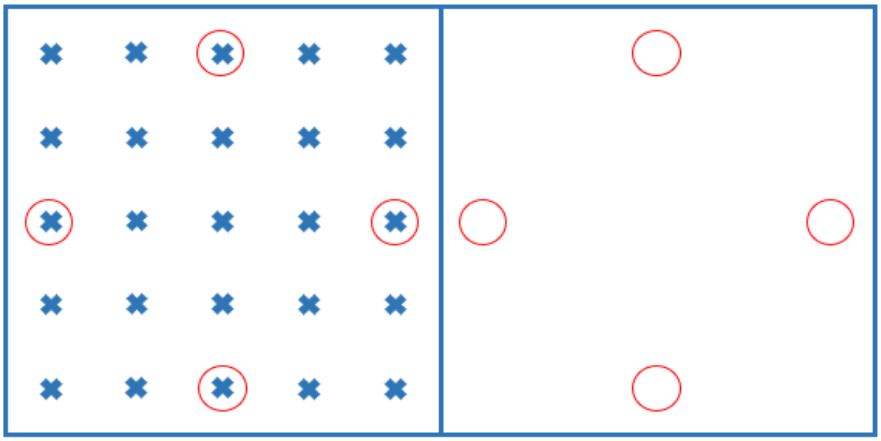
Para la recolección de muestras se tomó como referencia la Guía para el muestreo de suelos del MINAM (2014), a fin de orientar la obtención de muestras representativas en campo. En la parcela sin plantas se realizó un muestreo orientado a identificar las condiciones del suelo degradado, considerando como criterio principal el nivel de fertilidad. En la parcela con *Paulownia sp*., el muestreo se orientó a evaluar los cambios en los indicadores de fertilidad asociados al establecimiento de la especie.

Se aplicó lo indicado por la Guía para áreas menores a 1000 m^2. En la parcela sin plantas se tomaron cuatro muestras de suelo siguiendo el diseño de muestreo establecido. En la parcela con plantación, las muestras se tomaron al pie de las plantas, zona donde se observó acumulación de material foliar desprendido durante el crecimiento de la especie. Los puntos de muestreo se

presentan en la Figura 4.

Figura 4

Diseño del muestreo.



3.5. Definición operativa de los instrumentos de recolección de datos.

3.5.1. Técnicas de recolección de datos.

Para la recolección de parte de la información se aplicó la técnica de la observación, como:

- **Muestreo de campo:** Se realizó el muestreo del componente ambiental suelo de la parcela con plantas de *Paulownia sp*. y de la parcela sin plantas, la técnica empleada fue la indicada por la Guía de muestreo de suelos (MINAM, 2014).

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos.

- **Ficha de muestreo de suelo:** Indicada en el anexo de la Guía para el muestreo de suelos (MINAM, 2014).
- **Laboratorio de suelos:** El laboratorio encargado de los análisis de las muestras de suelo fue el “Laboratorio de análisis agrícolas de suelos, de la estación experimental de Nueva Cajamarca de la Dirección de

Desarrollo Agropecuario del Proyecto Especial Alto Mayo.

3.6. Validez y confiabilidad de los instrumentos.

- **Confiabilidad de los datos:** Una vez obtenidos los datos y observadas variaciones positivas en los indicadores de fertilidad del suelo, estos podrían medirse regularmente a lo largo de varios años para comprobar si dichos cambios son consistentes y si se mantienen o incrementan con el tiempo. Esto no se realizó en la presente investigación debido a los objetivos planteados y al periodo corto de evaluación.
- **Validez de los datos:** Las fichas utilizadas en la recolección de las muestras han sido validadas en el instrumento denominado Guía de muestreo de suelos del MINAM (2017).

3.7. Procesamiento y presentación de datos.

La información recopilada se procesó en una hoja de Excel y el software estadístico utilizado fue IBM SPSS V23, se aplicó la prueba t de Student para comparar el suelo degradado versus el suelo con plantas de *Paulownia sp*.

CAPÍTULO IV-

RESULTADOS

4.1. Correlación estadísticamente significativa entre el establecimiento de la especie *Paulownia sp*. y los indicadores de fertilidad del suelo degradado del fundo Aldor, Loreto.

Tabla 2

Correlación.

		Fertilidad del suelo degradado	Establecimiento de la especie *Paulownia sp*.
Fertilidad del suelo degradado	Correlación de Pearson	1	,977*
	Sig. (bilateral)		,000
	N	4	4
Establecimiento de la especie *Paulownia sp*.	Correlación de Pearson	,977*	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	4	4

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

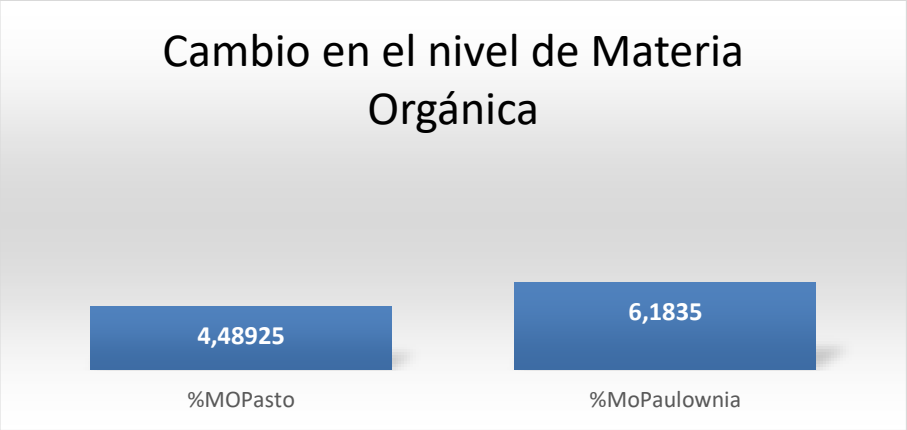
Como se puede observar en la Tabla 2, se obtuvo una correlación de Pearson positiva alta entre el establecimiento de *Paulownia sp*. y los indicadores de fertilidad evaluados. Este resultado muestra una asociación favorable entre

ambas variables en las condiciones del estudio. Sin embargo, considerando el tamaño reducido de los datos analizados y el diseño transversal de la investigación, la correlación debe interpretarse con prudencia, como evidencia inicial del potencial de la especie para ser evaluada en procesos de recuperación de suelos degradados, y no como demostración causal definitiva.

4.2. Indicadores de fertilidad del suelo degradado del fundo Aldor.

Figura 5

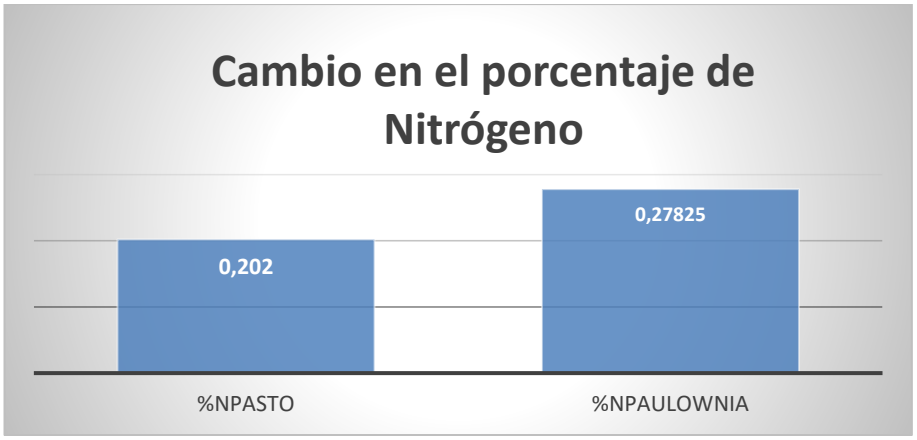
Cambio en el nivel de materia orgánica.



Como se observa en la Figura 5, el porcentaje de materia orgánica fue de 4,489 % en el área dominada por pasto y de 6,184 % en el área con presencia de *Paulownia sp.*, lo que representa un incremento de 37,7 % respecto al valor registrado en el área de comparación. Este resultado evidencia una variación positiva en la materia orgánica del suelo, indicador relevante de fertilidad.

Figura 6

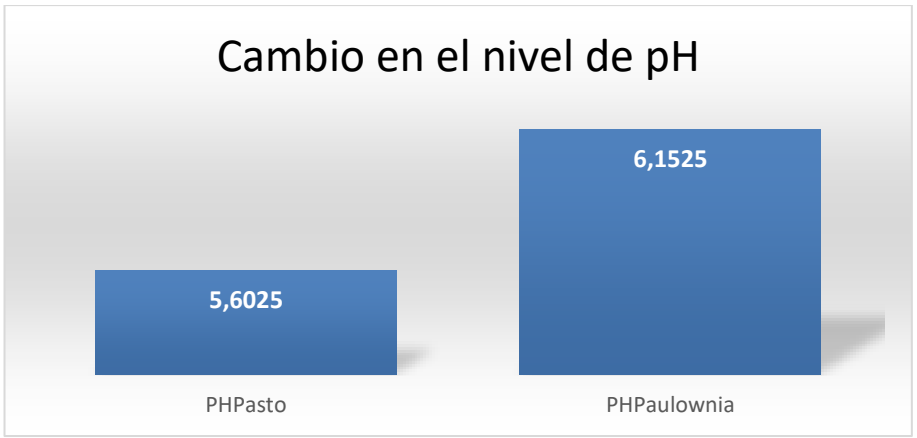
Cambio en el porcentaje de nitrógeno.



Como se observa en la Figura 6, el porcentaje de nitrógeno fue de 0,202 % en el área dominada por pasto y de 0,278 % en el área con presencia de *Paulownia sp.*, lo que representa un incremento de 37,7 %. Este resultado guarda relación con el incremento observado en la materia orgánica, considerando que una parte importante del nitrógeno del suelo suele encontrarse asociada a la fracción orgánica.

Figura 7

Cambio en el nivel de pH.



Como se observa en la Figura 7, el pH fue de 5,6 en el área dominada por pasto y de 6,1 en el área con presencia de *Paulownia sp.* Este cambio sugiere una reducción inicial de la acidez del suelo, condición que podría favorecer la disponibilidad de nutrientes.

4.3. Cambio en el nivel de fertilidad del suelo degradado asociado al establecimiento de *Paulownia sp*.

Tabla 3

Pruebas de muestras emparejadas.

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	pasto - Paulownia	1,694250	,514658	,257329	2,513186	,875314	6,584	3	,000

Como se observa en la Tabla 3, la prueba t de Student para muestras emparejadas presentó un valor de t = 6,584, con significancia bilateral de 0,000, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre las condiciones comparadas. Este resultado respalda la existencia de cambios en los indicadores de fertilidad evaluados; sin embargo, por el diseño metodológico empleado, dichos cambios deben interpretarse como una asociación observada y no como una prueba causal concluyente.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Correlación estadísticamente significativa entre el establecimiento de la especie *Paulownia sp.* y los indicadores de fertilidad del suelo degradado del fundo Aldor, Loreto.

Los resultados obtenidos evidencian una asociación positiva entre el establecimiento de *Paulownia sp*. y los indicadores de fertilidad del suelo evaluados en el fundo Aldor. La correlación de Pearson presentó un valor de r = 0,977, con significancia estadística, lo que permite aceptar la hipótesis alternativa y rechazar la hipótesis nula. Sin embargo, debido al diseño correlacional y transversal, esta relación debe interpretarse como una asociación estadística observada bajo las condiciones del estudio, y no como una demostración causal definitiva.

Estos resultados son coherentes con lo señalado por Vélez (2012), quien destaca el potencial de Paulownia para recuperar tierras degradadas o con baja productividad. No obstante, dicha comparación debe asumirse como referencial, debido a que el presente estudio evaluó indicadores específicos de fertilidad en un periodo corto de cuatro meses.

5.2. Potencial de *Paulownia sp.* para la recuperación de suelos degradados.

Los cambios observados también guardan relación con lo señalado por Lucas-Borja *et al*. (2010), quienes describen a *Paulownia* como una especie de rápido crecimiento, con sistema radicular profundo y potencial para estabilizar suelos agroforestales. Esta característica permite contextualizar los cambios

observados en algunos indicadores químicos del suelo; sin embargo, el presente estudio no evaluó directamente erosión, compactación ni estructura física del suelo, por lo que la comparación debe limitarse a su potencial como especie asociada a procesos de recuperación.

5.3. Cambios en indicadores de calidad del suelo asociados a plantaciones jóvenes de *Paulownia sp.* en tierras degradadas o abandonadas.

Los resultados obtenidos en la Tabla 3 y en la Figura 5 muestran un incremento en la materia orgánica del suelo en el área con presencia de *Paulownia sp*. Este hallazgo es compatible con lo reportado por Woźniak *et al*. (2022), quienes evaluaron cambios en la actividad biológica de suelos abandonados asociados al crecimiento de *Paulownia elongata* × *Paulownia fortunei* en una plantación joven. La coincidencia entre ambos estudios se encuentra en el carácter inicial de la evaluación y en el interés por analizar respuestas tempranas del suelo frente al establecimiento de Paulownia.

Asimismo, los resultados se relacionan con Schwartzmann (2019), quien encontró mejores condiciones de calidad del suelo en un sistema agroforestal frente a un pastizal degradado en Madre de Dios. Aunque dicho estudio corresponde a un sistema agroforestal de mayor duración, sirve como referencia nacional para sostener que la incorporación de cobertura arbórea puede favorecer la recuperación progresiva de suelos degradados.

De igual forma, lo señalado por Mosier *et al*. (2021) respalda la importancia de los sistemas perennes en la rehabilitación de tierras degradadas, al contribuir

a la mejora de procesos ecológicos vinculados con la fertilidad. En ese sentido, los resultados del presente estudio aportan evidencia inicial sobre el potencial de *Paulownia sp*., pero requieren ser complementados con evaluaciones de mayor duración, mayor número de muestras y parámetros físicos, químicos y biológicos adicionales.

CONCLUSIONES

- Se determinó una relación positiva y estadísticamente significativa entre el establecimiento de *Paulownia sp*. y los indicadores de fertilidad del suelo evaluados en el fundo Aldor, con un coeficiente de correlación de Pearson de r = 0,977.
- El suelo degradado del fundo Aldor, representado por el área dominada por pasto, presentó condiciones de acidez y menores valores de materia orgánica y nitrógeno, en comparación con el área donde se estableció *Paulownia sp*.
- A los cuatro meses del establecimiento de *Paulownia sp*., se evidenciaron incrementos en los indicadores de fertilidad evaluados, específicamente materia orgánica, nitrógeno y pH.
- Los resultados obtenidos sugieren que *Paulownia sp*. presenta potencial para ser evaluada en procesos de recuperación de suelos degradados en la Amazonía peruana; sin embargo, por el diseño correlacional, transversal y el corto periodo de evaluación, estos hallazgos no deben interpretarse como una demostración causal definitiva de regeneración del suelo.

SUGERENCIAS

- Desarrollar estudios de mayor duración que abarquen el ciclo completo de crecimiento de *Paulownia sp*., con el fin de evaluar si los incrementos observados en los indicadores de fertilidad del suelo se mantienen, aumentan o disminuyen a mediano y largo plazo.
- Evaluar el establecimiento de *Paulownia sp*. en suelos degradados con distintas características edafoclimáticas y diferentes tipos de degradación, como ganadería, agricultura intensiva o minería, a fin de determinar su potencial como alternativa de recuperación en diversos contextos.
- Incorporar en futuras investigaciones un diseño experimental con parcelas testigo, mayor número de repeticiones y seguimiento temporal, a fin de fortalecer la inferencia sobre los cambios observados en la fertilidad del suelo.
- Evaluar parámetros físicos, químicos y biológicos adicionales, como densidad aparente, textura, capacidad de infiltración, fósforo, potasio, capacidad de intercambio catiónico y actividad microbiana, para obtener una valoración más integral de la recuperación del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banco Mundial. (2007). *Análisis ambiental del Perú: Retos para un desarrollo sostenible* (Resumen Ejecutivo Mayo). https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/analisis-ambiental.pdf

Convención de las Naciones Unidas sobre la Lucha Contra la Desertificación. (s.f.). https://www.unccd.int/

Decreto Supremo N° 008-2010-MINAM, de 14 de julio, *Crean el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático.* Diario Oficial El Peruano, de 15 de julio de 2010. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_008-2010-minam.pdf

Decreto Supremo N° 007-2016-MINAM, de 20 de julio, *Aprueban Estrategia Nacional sobre Bosques y Cambio Climático*. Diario Oficial El Peruano, de 21 de julio de 2016. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/DS_007-2016-MINAM.pdf

FAO. (2004). *Actualización de la evaluación de los recursos forestales a 2005: Términos y definiciones* (Documento de trabajo 83/S). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/3/ae156s/ae156s.pdf

FAO. (2010). *Global Forest Resources Assesment 2010* (Main Report). FAO Forestry Paper 163. http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf

FAO. (2012). *El estado de los bosques en el mundo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. http://www.fao.org/docrep/016/i3010s/i3010s.pdf

Garrido Valero, M. S. (1994). *Interpretación de análisis de suelos* (Hojas divulgadoras Núm. 5/93 HD). Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf

Guadarrama González, P. (2009). *Dirección y asesoría de la investigación científica.* Magisterio. https://es.scribd.com/document/505537123/pdf-guadarrama-direccion-y-asesoria-en-la-investigacion-cientifica http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/3954

IDEAM. (2013, diciembre). *Informe de gestión, año 2012*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/transparencia-y-acceso-a-informacion-publica/informes-de-gestion/-/document_library_display/vI9N5o33W7J5/view/359110

INEI. (2021). *Perú: Anuario de estadísticas ambientales, 2021*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1827/libro.pdf

INTAGRI. (2018). *Disponibilidad de nutrimentos y el pH del suelo* (Serie Nutrición Vegetal. Núm. 113). Artículos Técnicos de INTAGRI. https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/disponibilidad-de-

nutrimentos-y-el-ph-del-suelo#

Ley N° 29763/2011, de 21 de julio, *Ley Forestal y de Fauna Silvestre*. Diario Oficial El Peruano, de 22 de julio de 2011. https://www.leyes.congreso.gob.pe/documentos/leyes/29763.pdf

Lucas-Borja, M. E., Martínez, E., López, F. R., Abellán, M.A., García, F. A. & Candel-Pérez, D. (2010). *El cultivo de Paulonia (Pawlonia elongata x fortunei) para la obtención de madera y biomasa en Castilla-La Mancha: Primeros resultados*. Foresta (47 y 48), 106-110. http://www.redforesta.com/wp-content/uploads/2011/02/El-cultivo-de-Paulonia-Pawlonia-elongata-x-fortuneiem-para-la-obtencion-de-madera-y-biomasa-en-Castilla-La-Mancha-Primeros-resultados-GF4.pdf

Lupi, A. M., Flores, M., Flaconier, M., & Tato, C. (2019). *Antecedentes y cultivo del género Paulownia "Kiri" en Argentina*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA & Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/silvicultura/_archivos2/Cultivo-del-genero-Paulownia-KIRI-en-Argentina.pdf

Mendoza, R. B., & Espinoza, A. (2017). *Guía técnica para muestreo de suelos*. Universidad Nacional Agraria. https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf

Ministerio del Ambiente. (2014). *Guía para el muestreo de suelos*. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELO.pdf

Ministerio del Ambiente. (2017). *MINAM y MINAGRI presentaron datos oficiales*

sobre cobertura y pérdida de bosques húmedos amazónicos al 2016. Lima. https://www.minam.gob.pe/notas–de–prensa/minam–y–minagri–presentaron–datos–oficiales–sobre–cobertura–y–perdida–de–bosques–humedos–amazonicos–al–2016/

Mosier, S., Córdova, S. & Robertson G. (2021). *Restoring Soil Fertility on Degraded Lands to Meet Food, Fuel, and Climate Security Needs via Perennialization*. Frontiers in Sustainable Food Systems, 1-13. https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.706142

Murillo, J., Rodríguez, G., Roncallo, B., Rojas, L. A. & Bonilla, R. R. (2014). *Efecto de la aplicación de prácticas sostenibles en las características físicas, químicas y microbiológicas de suelos degradados*. Pastos y Forrajes, 37(3), 270-278

Norden, N. (2014). *Del porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales*. Colombia Forestal, 17(2), 247-261. https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a08 https://sinchi.org.co/files/publicaciones/revista/pdf/0/11%20recuperacin%20de%20un%20suelo%20perdido%20investigaciones%20en%20zonas%20degradadas%20de%20la%20amazonia%20colombiana.pdf

Rautner, M., Legget, M., Davis, F., (2013). *El pequeño libro de las grandes causas de la deforestación*. Programa Global Canopy: Oxford. https://forest500.org/sites/default/files/the_little_book_of_big_deforestation_drivers_-_spanish.pdf

SERFOR, C. (2015). *Interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú*

y lecciones aprendidas para reducirla (Documento de trabajo). https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/interpretacion-de-la-dinamica-de-la-deforestacion.pdf

Schwartzmann Roggero, Talia Maria. (2019). *Cambios en la calidad del suelo en un sistema agroforestal comparado con un pastizal en Madre De Dios*. Tesis de pregrado. Universidad Científica del Sur. Lima, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12805/807

Sun, Y., Zhou, Q., Xu, Y., Wang, L., & Liang, X. (2011). *Phytoremediation for co-contaminated soils of benzo[a]pyrene (B[a]P) and heavy metals using ornamental plant Tagetes patula*. Ecological Engineering, 37(9), 1448-1454. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.12.116

Vélez, L. (s.f.). *Paulownia una revolución agraria*. El Colombiano. Recuperado el 14 de diciembre de 2022, de http://www.elcolombiano.com/historico/paulownia_una_revolucion_agrariaOFec_134864

Woźniak, M, Gałązka, A., Siebielec, G. & Frąc, M. (2022). *Can the Biological Activity of Abandoned Soils Be Changed by the Growth of Paulownia elongata × Paulownia fortunei?—Preliminary Study on a Young Tree Plantation*. Agriculture, 12(2), 128 https://doi.org/10.3390/agriculture12020128

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Tabla 4

Matriz de consistencia.

<table>
<tr><th>Problema</th><th>Objetivos</th><th>Hipótesis</th><th>Variable</th><th>Metodología</th></tr>
<tr>
<td>¿Qué relación existe entre el establecimiento de la especie Paulownia sp. y la fertilidad del suelo degradado en el fundo Aldor, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, región Loreto?</td>
<td>Determinar la correlación entre la fertilidad del suelo y el establecimiento de la especie Paulownia sp. en el fundo Aldor, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, región Loreto.</td>
<td rowspan="3">Ho: La especie Paulownia sp. no se asocia positivamente con la fertilidad del suelo degradado en el fundo Aldor, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, región Loreto.

Ha: La especie Paulownia sp. se asocia positivamente con la fertilidad del suelo degradado en el fundo Aldor, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, región Loreto.</td>
<td rowspan="3">
<table>
<tr><th>Variable</th><th>Dimensión</th></tr>
<tr><td>Establecimiento de la especie Paulownia sp.</td><td>Parcela con presencia de Paulownia sp.</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>Variable</th><th>Dimensión</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Fertilidad del suelo degradado</td><td>Materia orgánica</td></tr>
<tr><td>Nitrógeno</td></tr>
<tr><td>pH</td></tr>
</table>
</td>
<td rowspan="3">Tipo de investigación
Correlacional, hipotético-deductiva, cuantitativa y transversal.
Diseño de investigación
Descriptivo-correlacional, no experimental.
Población
25 plantas de Paulownia sp. establecidas en una parcela de 400 m².
Muestra
4 muestras de suelo consideradas para el análisis estadístico.
Instrumentos
Ficha de recolección de datos de campo, ficha de muestreo de suelo y resultados del análisis físico-químico del laboratorio de suelos.
Análisis estadístico
Correlación de Pearson y prueba t de Student para muestras emparejadas.</td>
</tr>
<tr><th>Problema específico</th><th>Objetivo específico</th></tr>
<tr>
<td>¿Cómo es la fertilidad de un suelo degradado del fundo Aldor, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, región Loreto?</td>
<td>Verificar la fertilidad del suelo degradado del fundo Aldor, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, región Loreto.</td>
</tr>
<tr>
<td>¿Cómo es la fertilidad de un suelo degradado del fundo Aldor, a los cuatro meses del establecimiento de la especie Paulownia sp.?</td>
<td>Evaluar el cambio en el nivel de fertilidad de un suelo degradado del fundo Aldor, a los cuatro meses del establecimiento de la especie Paulownia sp., mediante análisis de fertilidad de suelo.</td>
</tr>
</table>

Anexo 2. Resultados y dimensiones de análisis físico-químico

Tabla 5

Resultados de análisis físico y químico.

				Análisis Físico					Análisis Químico													
				Textura									Elementos Disponibles				Elementos Cambiables meq / 100 gr de suelo						
Nro	CLAVE LABORATORIO	EDAD DEL CULTIVO	PROCEDENCIA y/o AGRICULTOR	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	Densidad Aparente	pH 1 :	Conductividad Eléctrica dS / m	% Carbonatos	% Materia Orgánica	N %	P ppm	K ppm	Capac. de Intercambio Catiónico meq / 100 gr de suelo	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	Al^{+++}	Saturación de Al %
1	ASC23 - 0049	6 meses	A1, Paulownia sp	52.49	13.73	33.78	Franco Arenoso	1.49	6.38	0.00056	-	6.265	0.282	13.33	104.62	16.13	13.60	2.04	0.22	0.27	Trazas	0%
2	ASC23 - 0050	6 meses	A2, Paulownia sp	36.49	19.73	43.78	Franco	1.40	6.18	0.00048	-	6.311	0.284	9.32	77.44	13.11	10.80	1.51	0.20	0.20	0.40	3.1%
3	ASC23 - 0051	6 meses	A3, Paulownia sp	30.56	31.73	37.71	Franco Arcilloso	1.32	6.43	0.00109	-	6.775	0.305	7.09	90.77	23.21	19.60	2.94	0.24	0.23	0.20	0.9%
4	ASC23 - 0052	6 meses	A4, Paulownia sp	44.56	19.66	35.78	Franco	1.42	5.62	0.00035	-	5.383	0.242	7.53	93.85	13.83	11.20	1.57	0.22	0.24	0.60	4.3%
5	ASC23 - 0053	10 años	B1, Pasto 5 años s/ganado	30.49	37.73	31.78	Franco Arcilloso	1.30	5.78	0.00034	-	4.640	0.209	6.88	50.00	18.11	15.20	2.28	0.20	0.13	0.30	1.7%
6	ASC23 - 0054	10 años	B2, Pasto 5 años s/ganado	18.56	47.66	33.78	Arcilloso	1.24	5.75	0.00030	-	4.640	0.209	6.16	55.39	20.13	17.20	2.41	0.18	0.14	0.20	1.0%
7	ASC23 - 0055	10 años	B3, Pasto 5 años s/ganado	18.49	45.73	35.78	Arcilloso	1.24	5.84	0.00033	-	4.408	0.198	5.79	54.44	18.64	15.60	2.34	0.16	0.14	0.40	2.1%
8	ASC23 - 0056	10 años	B4, Pasto 5 años s/ganado	48.49	39.73	11.78	Arcillo Arenoso	1.32	5.04	0.00040	-	4.269	0.192	8.18	67.18	17.41	8.80	1.23	0.21	0.17	7.00	40.2%

Tabla 6

Dimensiones.

			DIMENSIONES															
Nro	EDAD DEL CULTIVO	PROCEDENCIA y/o AGRICULTOR	Clase Textural	Densidad Aparente	pH 1 : 1	Conductividad Eléctrica dS / m	% Materia Orgánica	N %	P ppm	K ppm	Capac. de Intercambio Catiónico meq / 100 g de suelo	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	Al^{+++}	Saturación de Al %	Fertilidad del suelo
1	6 meses	A1, Paulownia sp	Franco Arenoso	1.49	6.38	0.00056	6.265	0.2820	13.33	104.62	16.13	13.6	2.04	0.22	0.27	Trazas	0.0%	Media
2	6 meses	A2, Paulownia sp	Franco	1.40	6.18	0.00048	6.311	0.2840	9.32	77.44	13.11	10.8	1.51	0.20	0.20	0.4	3.1%	Baja
3	6 meses	A3, Paulownia sp	Franco Arcilloso	1.32	6.43	0.00109	6.775	0.3050	7.09	90.77	23.21	19.6	2.94	0.24	0.23	0.2	0.9%	Baja
4	6 meses	A4, Paulownia sp	Franco	1.42	5.62	0.00035	5.383	0.2420	7.53	93.85	13.83	11.2	1.57	0.22	0.24	0.6	4.3%	Baja
5	10 años	B1, Pasto	Franco Arcilloso	1.30	5.78	0.00034	4.640	0.2090	6.88	50.00	18.11	15.2	2.28	0.20	0.13	0.3	1.7%	Baja
6	10 años	B2, Pasto	Arcilloso	1.24	5.75	0.00030	4.640	0.2090	6.16	55.39	20.13	17.2	2.41	0.18	0.14	0.2	1.0%	Baja
7	10 años	B3, Pasto	Arcilloso	1.24	5.84	0.00033	4.408	0.1980	5.79	54.44	18.64	15.6	2.34	0.16	0.14	0.4	2.1%	Baja
8	10 años	B4, Pasto	Arcillo Arenoso	1.32	5.04	0.00040	4.269	0.1920	8.18	67.18	17.41	8.8	1.23	0.21	0.17	7.0	40.2%	Baja

Anexo 3. Fotografías.

Figura 8

Pasto establecido por más de 10 años en el fundo Aldor.



Figura 9

Suelo entre el pasto en el fundo Aldor.



Figura 10

Tesista junto a una de las plantas de *Paulownia sp.*

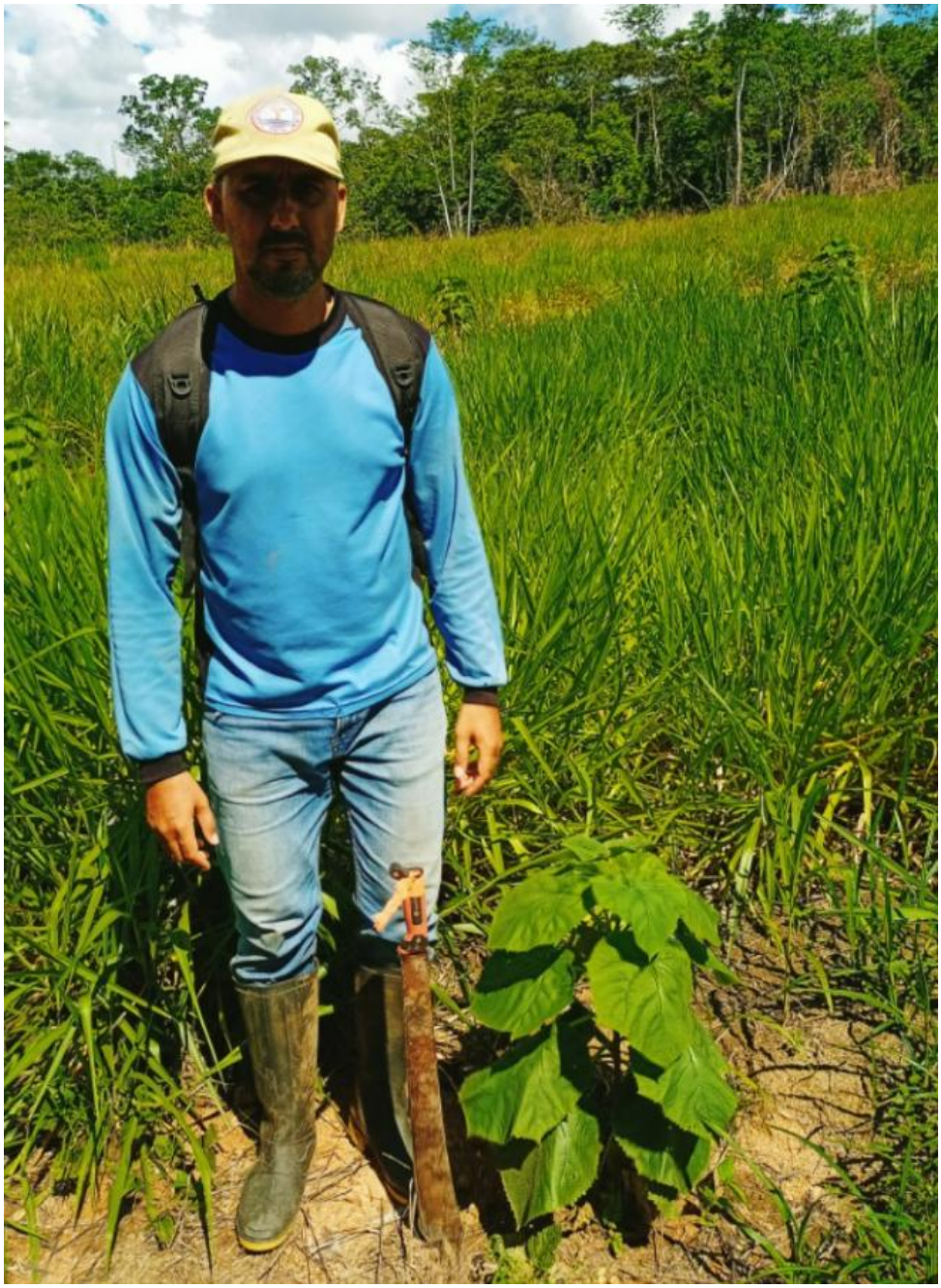


Figura 11

Propietario del fundo Aldor junto a una de las plantas.



Figura 12

Muestra de suelo tomada al pie de una de las plantas de *Paulownia sp.*

