

Impactos de la deforestación y erosión hídrica de suelos en la cuenca Shocol - Amazonas

Impacts of deforestation and soil erosion in the Shocol – Amazonas watershed

Recibido: 8 de agosto de 2022 | Revisado: 28 de febrero de 2023 | Aceptado: 29 de mayo de 2023

Fidel Palomino Monterola¹
Luz Eufemia López Ráez²

Abstract

The aim of this research was to identify the impacts of deforestation of the natural forests of the Shocol Basin. The quantification of the surface of deforested forests was carried out using the Google Earth Pro Map; The determination of soil loss was carried out by applying the USLE Universal Soil Loss Equation, complemented by the use of the Geographic Information System (GIS). The determination of the volume of water produced in the basin was carried out by measuring the 10 main tributaries. The deforestation of forests produced over a horizon of 120 years is 24,593 ha, with an average annual rate of 204.85 ha/year. Soil loss, applying the Universal Soil Loss Equation (USLE) varies between 0.01 to 30 t/ha/year; The water production in the basin is 15.21 m³/s. The deforestation of forests in the Shocol Basin has negative impacts translated into: soil degradation, transfer of sediments and palisades to the lower basin, erosion of banks, clogging of water courses, clogging of sinkholes and flooding of properties and transportation routes. . Given the identified situation, it is recommended: restore deforested and deforested soils suitable for forestry and protection by implementing reforestation and soil conservation projects using native and exotic species; managing its financing before national, regional and local bodies.

Keywords: Deforestation, soil water erosion, watershed management, impacts of natural forest deforestation.

Resumen

El objetivo de la investigación fue identificar los impactos de la deforestación de los bosques naturales de la Cuenca Shocol. La cuantificación de la superficie de los bosques deforestados, se realizó empleando el Mapa Google Earth Pro; la determinación de la pérdida de suelos se realizó aplicando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos USLE, complementándose con el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG). La determinación del volumen de agua producido en la cuenca se realizó mediante el aforo de los 10 principales tributarios. La deforestación de los bosques producida en un horizonte de 120 años, es de 24,593 ha, con una tasa media anual de 204.85 ha/año. La pérdida de suelos, aplicando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE) varían entre 0,01 a 30 t/ha/año; la producción de agua en la cuenca es de 15.21 m³/s. La deforestación de los bosques en la Cuenca Shocol tienen impactos negativos traducidos en: degradación de suelos, traslado de sedimentos y palizadas hacia la cuenca baja, erosión de riberas, colmatación de cursos de agua, taponamiento de sumideros e inundación de propiedades y vías de transporte. Frente la situación identificada se recomienda: restaurar los suelos de aptitud forestal y de protección deforestadas implementando proyectos de reforestación y conservación de suelos empleando especies nativas y exóticas; gestionando su financiamiento ante instancias nacionales, regionales y locales.

Palabras Clave: Deforestación, erosión hídrica de suelos, manejo de cuencas hidrográficas, impactos de la deforestación de bosques naturales.

Este artículo es de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International



¹ Escuela Universitaria de Posgrado – UNFV. Lima, Perú
Correo: fielfpm@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5104-5802>

² Escuela Universitaria de Posgrado – UNFV. Lima, Perú
Correo: llopezr@unfv.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-5425-1900>

<https://doi.org/10.24039/rcvp2023211674>

Introducción

Los bosques naturales son sistemas de producción de biomasa constante, del cual un 5% aproximado se acumulan en la superficie del suelo como materia orgánica en descomposición, para ser nuevamente asimiladas por las plantas del bosque. Este ciclo permanente; constituye la fuente de nutrientes para el crecimiento de la vegetación del ecosistema bosque. La tala y la quema de los bosques interrumpen este ciclo y los suelos pierden su fertilidad natural (Rimarachín, 2019).

Morales et al. (2016) manifiestan que la deforestación de los bosques para ser empleados en la agricultura y ganadería, han producido variaciones en las características físicas y químicas del suelo, como la disminución de nutrientes y materia orgánica, favoreciendo el incremento de la escorrentía superficial y la erosión del suelo.

La deforestación de los bosques disminuye sus beneficios al planeta como: preservar la cobertura vegetal del suelo, regular el ciclo hidrológico, almacenar el CO₂, ser el refugio de variadas especies de fauna y dar valor agregado al paisaje. La desaparición de los bosques, tienen relación directa con la concepción antropocéntrica, donde los recursos naturales se ven como despensa infinita solo al servicio del hombre y no respetando su existencia como un ecosistema cuyos componentes requieren del cuidado y conservación para su desarrollo sostenible (García, 2016).

Según Urquiza (2020) la selva alta Perú es la más deforestada, concentrándose el cambio de uso de los suelos en: Jaén y San Ignacio en Cajamarca; Bagua y Rodríguez de Mendoza en Amazonas; Alto Mayo en San Martín; Alto Huallaga en Huánuco; selva central en los departamentos de Pasco y Junín y Río Apurímac entre los departamentos de Ayacucho y Cusco. La tasa deforestación a nivel nacional es de 261,158 ha/año, que equivale a deforestar 716 ha/día.

En la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], los bosques son elementos claves por ser fuentes de alimentos, medicinas y biocombustible para más de mil millones de personas; que conservan los suelos, el agua y los bosques, albergando a más de las tres cuartas partes de la biodiversidad terrestre y contribuyen a mitigar los efectos del cambio climático. Los bosques son fuente de variados productos y servicios que favorecen al desarrollo socioeconómico, creando oportunidades de empleos e ingresos para más de mil millones de personas en el mundo (FAO, 2020).

La erosión del suelo es un problema originado

por la intensificación del uso agrícola y la consecuente pérdida de la fertilidad del suelo; a escala mundial, la degradación de suelos por actividades desarrolladas por el hombre, supera los 2.000 millones de ha, de las cuales, 1.100 millones de ha son por erosión hídrica (Ganasri y Ramesh, 2016).

La deforestación de bosques para destinarlos a la agricultura, ha causado la pérdida de la calidad física, química y biológica de los suelos, generando problemas de erosión, pérdida de suelos y deterioro de ecosistemas en todo el mundo (Acosta et al., 2017).

Salas - Rojas et al. (2018) en el estudio del área privada de conservación Tilacancha, demuestran que la deforestación está sujeta a los cambios provocados por el hombre, donde la tasa de deforestación (2000- 2016) fue de 2,06%.

Camacho y Gómez (2018) en la investigación erosión hídrica en función a lluvias máximas en la subcuenca Cumbaza-San Martín, aplicaron la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y encontraron una tasa de erosión de 31 a 50 t/ha/año.

Para, Molina et al. (2021) los cambios de la cobertura boscosa, acentúan el riesgo natural originado por las precipitaciones pluviales, aumentando la probabilidad de pérdida de suelos por erosión y el riesgo de las poblaciones asentadas en las fajas marginales de los ríos ante eventos de inundación.

La deforestación de los bosques en suelos de aptitud forestal y de protección en la Cuenca Shocol, vienen causando serios problemas de: erosión hídrica de suelos, traslado de volúmenes significativos de sedimentos y palizadas hacia la cuenca baja (sumideros de Milpuc y Chirimoto), ocasionando serios problemas de sedimentación, taponamiento de sumideros e inundación en terrenos agrícolas, pastizales, viviendas y vías de comunicación. Frente a esta complicada situación, es de vital importancia proponer alternativas para estabilizar los suelos deforestados y mitigar sus impactos en la cuenca.

El objetivo de la investigación fue identificar los impactos negativos de la deforestación de los bosques naturales de la Cuenca Shocol.

Materiales y métodos

La investigación desarrollada es de tipo no experimental, cuantitativa y longitudinal, donde se observó la situación actual de las variables de estudio en su ambiente natural y se analizó la tendencia de los cambios de la superficie deforestada en el intervalo de tiempo.

La población está constituida por la superficie total de bosques naturales de la cuenca y el volumen de sedimentos producidos por erosión hídrica.

La muestra está dada por la superficie de bosques naturales deforestados y el volumen de sedimentos producidos en suelos deforestados.

Los materiales de estudio están constituidos por los bosques naturales, la deforestación producida, los sedimentos producidos por erosión hídrica y el volumen de agua producido en la cuenca Shocol, ubicados en los distritos de: Limabamba, Totorá, Chirimoto, Milpuc y Santa Rosa, pertenecientes a la provincia de Rodríguez de Mendoza - Amazonas.

Los instrumentos utilizados en la investigación fueron: Mapa Google Earth Pro de los años: 1985, 2001 y 2020, GPS Garmin, Sistema Informático GIS, Winchas de 5 y 50 m, cronómetro, cámara fotográfica y formatos de campo.

Procedimientos

La deforestación de los bosques naturales de la Cuenca Shocol, es la principal causa de la erosión hídrica de suelos traducidos en: inundaciones de terrenos agrícolas, pastizales, centros poblados y vías de comunicación, generado por el taponamiento de los sumideros naturales con sedimentos y palizadas.

Procedimiento para el cálculo de la deforestación

La estimación de la superficie de bosques naturales deforestados en la Cuenca Shocol, se realizó mediante la delimitación de la cuenca y la cuantificación de la superficie de bosques naturales deforestados empleando el mapa Google Earth Pro de los años 1985, 2001 y 2020.

Tasa media anual de deforestación (TMAD)

La deforestación del bosque natural producida entre el año inicial (1900) y el año final (2020), en un horizonte de 120 años, se realizó empleando la ecuación propuesta por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2002).

$$TMAD = (A_1 - A_2) / (t_2 - t_1)$$

TMAD: Tasa promedio anual de deforestación (ha)

A_1 : Área inicial del bosque (ha)

A_2 : Área final del bosque (ha)

t_1 : Año de inicio

t_2 : Año final

Cálculo de la erosión hídrica de suelos

La determinación de la tasa de erosión hídrica del suelo, se realizó aplicando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo USLE (Universal Soil Loss Equation) de Wischmeier y Smith (1978) y el uso de la tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG), para generar mapas base en formato Raster.

$$A = R * K * LS * C * P$$

Dónde:

A: Pérdida media anual de suelo, expresado en (t/ha/año).

R: Índice de erosividad pluvial, medido en (Mj.mm/ha/año)

K: Erodabilidad del suelo, expresado en (t/ha/h)

LS: Longitud y pendiente, expresado en (m y %)

C: Cobertura vegetal y manejo del recurso (adimensional).

P: Prácticas de conservación de suelos aplicada (adimensional).

Factor (R) Índice de erosividad de la lluvia

Representa el potencial de las lluvias para remover el suelo, el mismo que se determinó mediante el análisis de la precipitación media mensual de las estaciones meteorológicas del entorno en un ciclo de 10 años.

Factor (K) Erodabilidad

Es la susceptibilidad del suelo a la erosión hídrica y está determinada por sus propiedades internas como: textura, estructura y permeabilidad. El factor K se califica en la escala de 0 a 1, donde 0 indica menor susceptibilidad del suelo a la erosión y 1 alta susceptibilidad del suelo a la erosión. Los suelos de textura intermedia compuesto por limo y arena son los más erosionables (González del Tánago, 1991).

Factor (C) Efecto de la cobertura vegetal

Expresa la relación entre la vegetación existente y la pérdida de suelo de un área. Los valores de C son menores, cuando el suelo está cubierto de bosques y son mayores cuando hay uso intensivo del mismo.

Factor Topográfico (LS)

Es el factor de erosionabilidad del terreno, donde el factor de longitud (L) y el factor pendiente (S), multiplicados, generan el factor LS.

Tabla 1*Factor LS por el Método de Mintegui (1983)*

Gradiente de pendiente (%)	Factor LS
0 - 3	0,3
3 - 12	1,5
12 - 18	3,4
18 - 24	5,6
24 - 30	8,7
30 - 60	14,6
60 - 70	20,2
70 - 100	25,2
Más de 100	28,5

Nota. En el estudio se empleó el método de Mintegui (1983), donde los valores de LS está en función de la pendiente del terreno.

Factor (P) Pérdida de suelos con aplicación de prácticas de conservación de suelos

Considera la aplicación de prácticas mecánicas de conservación de suelos aplicados por los usuarios para estabilizar los suelos en parcelas como: cultivos en contornos, terrazas de formación lenta, etc. Cuando las prácticas de conservación suelos no se aplican el valor de P es igual a 1.

Determinación del volumen de agua producido en la cuenca

El volumen de agua producido en la cuenca se determinó mediante el aforo de las 10 principales subcuencas, empleando el método del flotador; con los resultados se realizó el cálculo de los caudales empleando la siguiente fórmula:

$$Q = A * (L/T) * FC$$

Donde:

Q: Caudal en m³/s

A: Área en m²

L: Longitud entre el Punto A y B en metros.

T: Tiempo promedio en segundos

FC: Factor de corrección (0.5 para riachuelos con profundidad mayor a 15 cm).

Procesamiento de datos

El procesamiento de la superficie deforestada de bosques naturales se realizó mediante el uso del Mapa Google Earth Pro de los años 1985, 2001 y 2020 y el Programa Arc-GIS, donde primero se delimitó la cuenca y luego las superficies deforestadas en las cuencas baja, media y alta.

El procesamiento de la erosión hídrica de los suelos, se realizó mediante el uso del modelo USLE A

= R * K * LS * C * P, donde "R" Índice de erosividad de la lluvia considera la precipitación media mensual en un ciclo de 10 años, "K" Erodabilidad, tomó un valor entre 0 y 1 según la susceptibilidad de los suelos a la erosión; "C" Efecto de la cobertura vegetal, tomó valores de 0,1 de pradera pastoreada a 1 suelo desnudo extraído de la tabla de Wischmeier y Smith-1978; "LS" Factor de longitud y Pendiente en porcentaje, extraído de la Tabla de Mintegui (1993) y Factor "P" Pérdida de suelos con aplicación de prácticas de conservación de suelos, tomó un valor de 0,8 por aplicarse muy pocas prácticas de conservación de suelos; con todos estos valores se confeccionó la tabla de atributos para luego procesar con el Programa Arc-GIS y obtener los mapas.

El procesamiento de los aforos realizados en las 10 principales Subcuencas de la Cuenca Shocol, se realizó mediante el uso de la fórmula de aforo y la hoja de cálculo excel.

Resultados

Realizada la delimitación de la Cuenca Shocol, se obtuvo una superficie total de 6,516 Km² (65,160.76 ha); donde la Cuenca Baja, ubicada en el ámbito territorial de los distritos de: Chirimoto, Milpuc, Totorá, Santa Rosa y Limabamba, tiene una superficie de 16,841.17 ha; la Cuenca Media, ubicado en el ámbito territorial del distrito de Limabamba tiene una superficie de 20,349.96 ha y la cuenca Alta ubicado en el ámbito territorial del distrito de Limabamba, tiene una superficie de 27,970.63 ha.

En los tres periodos de intervención, en un horizonte de 120 años, los colonizadores de la Cuenca Shocol, han deforestado una superficie total de 24,593 ha de bosques naturales para convertirlos en pastizales y terrenos agrícolas. Ver Tabla 2 y Figura 1.

Tabla 2

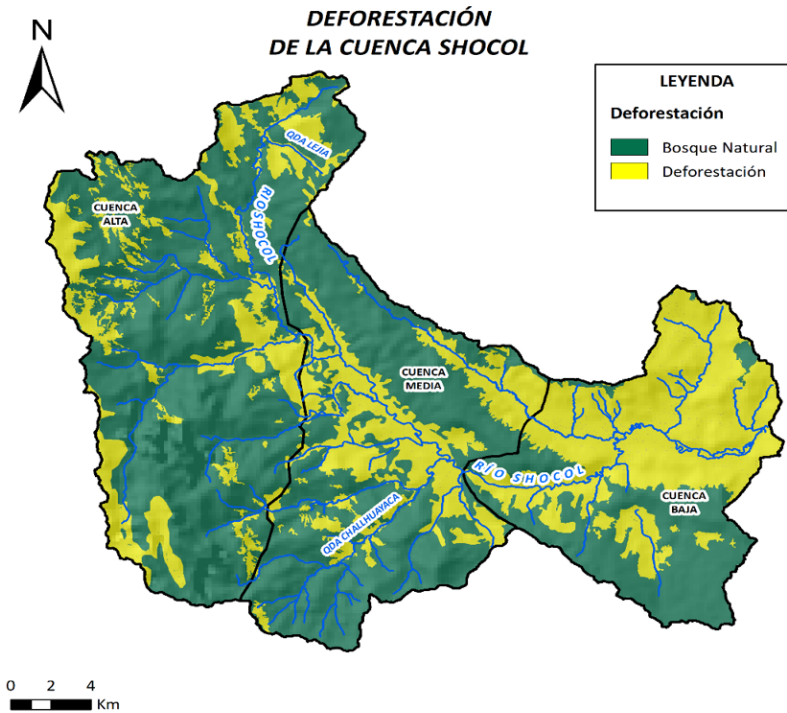
Tipos de suelos deforestados en la cuenca Shocol al 2020

Tipos de suelos deforestados	Área(ha)	Porcentaje (%)	Uso actual
Suelos agrícolas	2,534	10.3	Agricultura y ganadería
Suelos de aptitud forestal	9,669	39.3	Ganadería
Suelos de protección	12,390	50.4	Ganadería
Total, suelos deforestados	24,593	100.00	

Nota. Elaboración propia con datos de la información SIG.

Figura 1

Mapa de deforestación de la cuenca Shocol entre 1900-2020



La tasa media anual de deforestación (TMAD)

En el cálculo de la tasa media anual de deforestación se empleó la fórmula.

$$TMAD = (A1 - A2) / (T2 - t1)$$

Donde:

A₁: Área de bosque inicial 65,170 ha

A₂: Área de bosque final 40,577 ha

t₁: Año de inicio: 1900

t₂: Año final: 2020

TMAD: 204.85 ha/año

Estimación de la pérdida de suelos por erosión hídrica superficial

Realizada la estimación de los valores de los factores que intervienen en el modelo USLE, $A = R * K * LS * C * P$ se generó el mapa de erosión hídrica de la cuenca Shocol, el que se detalla en la Figura 2.

Figura 2

Mapa de la erosión hídrica de suelos en la cuenca Shocol

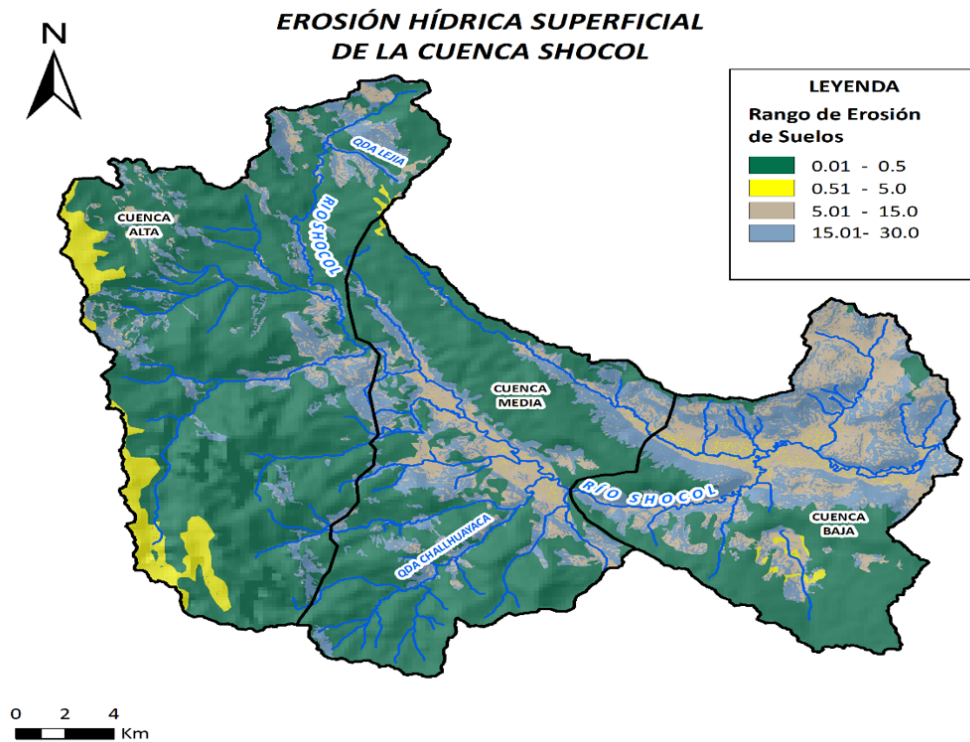


Tabla 3

Detalle de la pérdida de suelos por erosión hídrica en la cuenca Shocol

Detalle	Perdida de suelos (t /ha/año)	Área (ha)	Porcentaje (%)	Uso actual
Bosques naturales	0.01 – 0.5	40,567	62	Bosques
Suelos de aptitud agrícola	0.51 – 5.0	2,534	4	Pastos y agricultura
Suelos de aptitud forestal	5,01 – 15,0	9,669	15	Pastos
Suelos de protección	15.01 – 30.0	12,390	19	Pastos
Total		65,161	100	

Volumen de agua producido en la cuenca Shocol

La red hidrográfica de la cuenca Shocol, está constituida por 37 microcuencas y 10 subcuencas principales, donde el volumen total de agua producido

es de 15.21 m³/s los que mayormente se concentran en los meses de noviembre a abril.

Tabla 4*Principales tributarios de agua superficial aforados en la cuenca Shocol*

N°	Tributario	Ubicación	Área			Velocidad (m/s)	Fc	Caudal	
			Prof. (m)	Ancho (m)	Total (m ²)			m ³ /s	l/s
Ríos								14	14.000
1	Río Chalhuyayacu	Limabamba	0,4	20	8	1	0,5	4	4.000
2	Río Barbasco	Limabamba	2,5	5	12,5	0,8	0,5	5	5.000
3	Río Santa Rosa	Santa Rosa	2,5	8	20	0,5	0,5	5	5.000
Quebradas								1,212	1.212
1	Qda. Yuraqyacu	Limabamba	0,08	1	0,08	0,5	0,25	0,01	10
2	Qda Paltayurco	Limabamba	0,1	18	1,8	0,4	0,25	0,8	180
3	Qda. Unión	Limabamba	0,15	2	0,3	0,8	0,25	0,06	60
4	Qda. Tinas	Limabamba	0,3	3	0,9	1	0,5	0,45	450
5	Qda. Yanarumi	Limabamba	0,3	3	0,9	0,8	0,5	0,36	360
6	Qda. Esperanza	Limabamba	0,16	1,5	0,24	0,6	0,5	0,072	72
7	Qda Milpuc	Milpuc	0,1	2	0,2	0,5	0,8	0,08	80
Total								15, 212	15, 212

Nota. Detalle de los parámetros y resultados obtenidos en el aforo de los principales tributarios de agua superficial de la Cuenca Shocol.

En la Cuenca Shocol, la demanda de agua traducida en: uso agrícola, poblacional y caudal ecológico es de 33.52 Hm³, la oferta total de aguas superficiales es de 154.4 Hm³, existiendo un superávit de 120.87 Hm³.

Impactos de la deforestación y la erosión hídrica superficial

Degradación de suelos deforestados

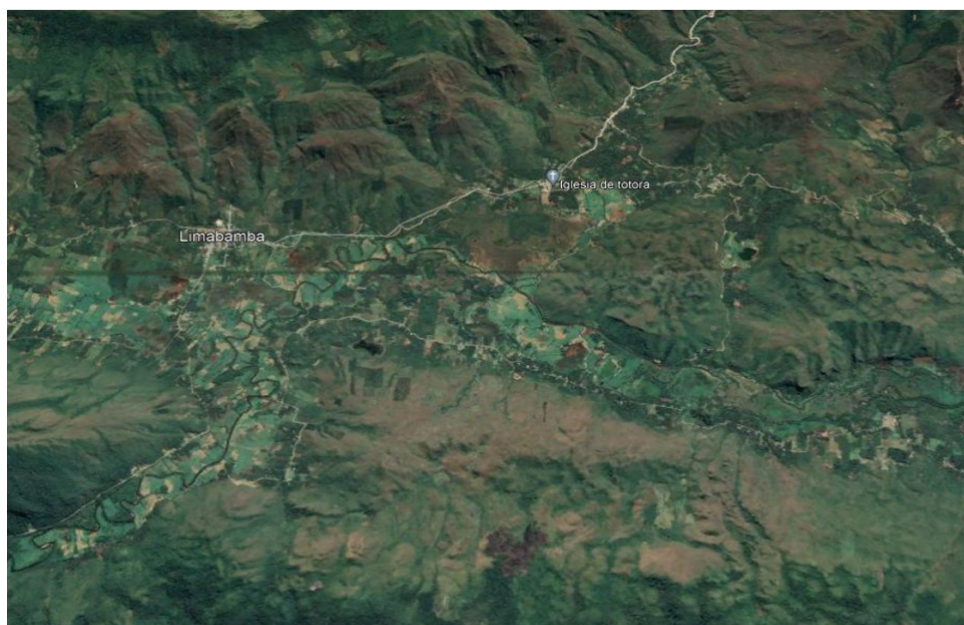
Desde los inicios de la colonización en 1900, los bosques naturales de la Cuenca Shocol, vienen

siendo deforestados a una tasa media anual de 204.85 ha/año, habiéndose incremento de la erosión hídrica, con la pérdida de materia orgánica de los suelos, para finalmente convertirse en suelos degradados donde la vegetación natural ha quedado sin opciones para su crecimiento.

Actualmente 14,307.17 ha de suelos de aptitud forestal y de protección ubicados en la cuenca baja, están en una situación de deterioro ambiental y requieren de la urgente implementación de proyectos de reforestación y conservación de suelos para su restauración.

Figura 3

Suelos de aptitud forestal y de protección deforestados y degradados



Nota. Foto obtenida de Google Earth Pro 2020.

Traslado de sedimentos y palizadas

En cada temporada de invierno, desde los suelos de aptitud forestal y de protección deforestados, se trasladan volúmenes significativos de sedimentos y

palizadas hacia la cuenca baja, generando impactos negativos como la colmatación de riberas, cambios de curso del agua, taponamiento de sumideros naturales e inundación de propiedades (Figura 4).

Figura 4

Traslado de sedimentos y palizadas desde la cuenca alta



Erosión de riberas deforestadas

La deforestación de los bosques ribereños de la cuenca Shocol, se realiza a tala raza, desde la ribera de los ríos, hasta los bosques de protección ubicados pendientes superiores al 70%, razón por la cual, los suelos ribereños han quedado expuestos al embate

del caudal de los ríos, perdiéndose en cada época de invierno volúmenes significativos de suelos agrícolas de buena profundidad y calidad por erosión de las riberas deforestadas.

Figura 5

Riberas deforestadas en la cuenca media, expuestas a la erosión



Nota. Se observa la erosión en riberas deforestadas.

En ambos márgenes del Río Shocol se han identificado 21,838 m de riberas desprotegidas expuestas a la erosión por socavación, que en términos de superficie con un ancho de 20 m como bosques ribereños, equivalen a 43.67 ha de suelos de excelente calidad agrícola que están expuestos al embate del caudal de las corrientes de agua que crece en cada temporada de invierno.

Colmatación de cursos de agua

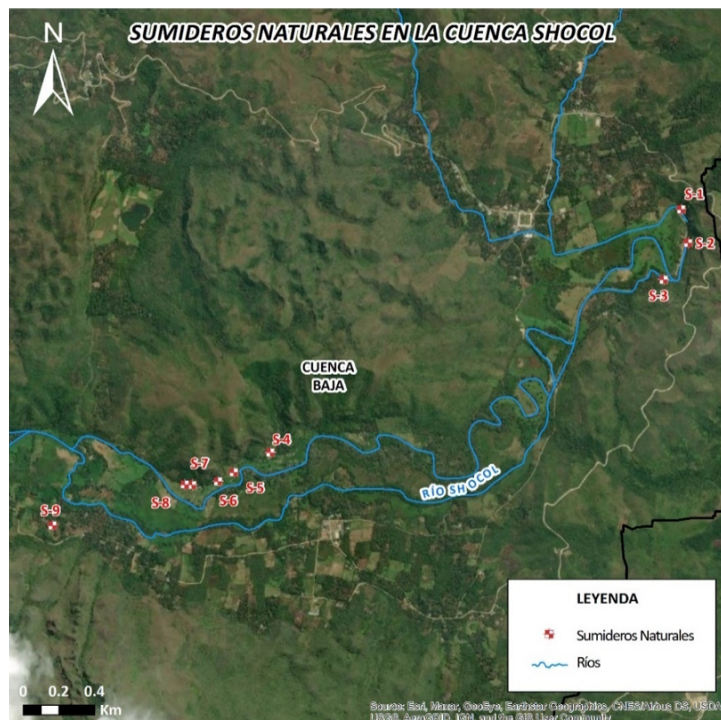
La escorrentía superficial cargada de

sedimentos procedentes de las cuencas alta y media, al llegar al terreno plano de la cuenca baja con pendientes de 1 al 15%, pierden fuerza, por lo que, los sedimentos gruesos se colmatan en los bordes del río y luego a través de los años modifican el curso del Río.

Según la FAO (2015), los sedimentos producidos por erosión hídrica, perjudican a las infraestructuras aguas abajo, generando inundaciones en la cuenca baja; esta situación podría incrementarse en el futuro por los efectos del cambio climático (Figura 6).

Figura 6

Ubicación de los sumideros naturales



Frente la constante colmatación de los cursos de agua, se requiere construir drenes hacia los sumideros naturales actualmente están inutilizados por el cambio de curso del agua.

Taponamiento de sumideros

Shocol es una cuenca arreica, donde las aguas

procedentes de los diferentes tributarios confluyen en la parte baja de los distritos de Milpuc y Chirimoto y se percolan al subsuelo mediante sumideros naturales; sin embargo, producto de la constante acumulación de sedimentos y palizadas trasladados desde la cuenca alta, los sumideros han quedado taponados y obstruidos, generando serios problemas de inundación en la cuenca baja. (Figura 7).

Figura 7

Taponamiento de los sumideros de Milpuc con sedimentos y palizadas



Nota. Ing. Ysmael Mena.

Los sumideros naturales existentes en los distritos de Milpuc y Chirimoto. Son vitales para descargar el agua producida en la cuenca, sin embargo, los 03 sumideros de Milpuc los más importantes para la salida del agua de la cuenca, han quedado taponados con sedimentos y palizadas procedentes de la cuenca alta y los 05 sumideros ubicados en el distrito de Chirimoto están inutilizados por el cambio del curso de agua, producto de la colmatación de las riberas con sedimentos gruesos.

Inundación de propiedades

Desde 1985 en adelante, con la deforestación

de suelos de aptitud forestal y de protección en la cuenca media, se inician las inundaciones en la cuenca baja, los que paulatinamente han venido incrementándose en cada temporada de invierno, por la acumulación de sedimentos y palizadas en los sumideros naturales. En los últimos 6 años se han inundado más de 246 ha de suelos adyacentes a las riberas del Río Shocol ubicados en los distritos de Milpuc, Chirimoto, Totorá y Limabamba, perjudicando enormemente a los pobladores por la inundación de sus propiedades como: cultivos agrícolas, pastizales, viviendas y vías de transporte. En la Figura 24, se puede ver la inundación que se inicia en la zona de los sumideros de Milpuc. Ver Figura 8.

Figura 8

Inundación de propiedades



Nota. Consorcio Shocol 2015.

Como resultado de la simulación de 15.21 m³/s de agua sin salida y sin las medidas de protección y estabilización de los suelos en la cuenca alta, se estaría inundando propiedades en una longitud de 40 Km y una superficie de 795 ha entre Milpuc y la confluencia del Yuraqyaku y Shocol, donde se ubican los distritos de Milpuc, Chirimoto, Totorá y Limabamba.

Población Impactada

La población de la Cuenca Shocol es de 7,530 habitantes, dedicados a las actividades de ganadería y agricultura; los habitantes de la Cuenca Baja actualmente soportan los mayores impactos de la deforestación traducidos en: colmatación de riberas, cambios del curso del Río, taponamiento de sumideros naturales e inundación de propiedades.

Frente los impactos negativos de la deforestación, la mancomunidad Shocol debería gestionar ante instancias nacionales, regionales y locales, la implementación de proyectos integrales de reforestación y conservación de suelos, que establezca los suelos deforestados en la cuenca media y alta, que elimine los sedimentos acumulados en los sumideros de Milpuc y Chirimoto y construya los drenes hacia los sumideros inutilizados por cambio de curso del Río Shocol.

Discusión

Respecto la cuantificación de la superficie de bosques deforestados, de los 65,160.76 ha de bosques naturales, en 120 años de intervención se han deforestado una superficie de 24,593 ha, equivalente al 37.74% del total, con impactos ambientales negativos traducidos en erosión hídrica, pérdida de la fertilidad de suelos, traslado de sedimentos y palizadas, colmatación de cursos de agua, taponamiento de sumideros e inundación de propiedades, los que constituyen los problemas ambientales de urgente solución para la población de la Cuenca Shocol.

Según, Calderón (2020) casos similares de deforestación ocurre en la selva alta del Perú, intensificándose la deforestación en las zonas de: Jaén y San Ignacio en Cajamarca, Bagua y Rodríguez de Mendoza en Amazonas, Alto Mayo en San Martín, Alto Huallaga en Huánuco, Selva Central en los Departamentos de Junín y Pasco y Río Apurímac entre los departamentos de Ayacucho y Cusco. La tasa de deforestación nacional es de 261,158 ha/año, que equivale a intervenir 716 ha/día.

La tasa anual de deforestación durante los 120 años de intervención es de 204.85 ha/año, donde los bosques naturales ubicados en suelos de protección son los que tienen las mayores tasas de deforestación con un

50,4 %, seguido por los suelos de aptitud forestal con un 39,3 % y los suelos de aptitud agrícola con 10,3 %.

Situación similar ocurre en América Latina, donde la deforestación en la década de los 80 alcanzó una tasa de 0,61%; en Brasil la tasa de deforestación fue de 21.000 km² para la década de 1978-1988; en México a principios del siglo el 12,8% del territorio estaba cubierto de bosques, hoy solo lo cubre el 2,8%; en Argentina para 1914, los bosques cubrían una superficie de 106 millones de ha, hoy solo disponen de 35 millones de hectáreas (Zchwartz y Smith, 2015).

Los resultados de la estimación de pérdida de suelos por erosión hídrica en la Cuenca Shocol, aplicando el modelo USLE, indican una baja pérdida de suelos por erosión hídrica en los bosques naturales de 0,01 a 0,5 t/ha/año y se debe a la densa cobertura vegetal existente, tal como menciona Santamaría (2021) la vegetación actúa como una capa protectora del suelo, donde los componentes aéreos compuesto por el follaje y las ramas, absorben parte de la energía de las gotas de lluvia.

La pérdida de suelos en pastizales establecidos en pendientes entre el 50 y 70% oscilan entre 5,01 a 15,00 t/ha/año, situación que se complica aún más con el pastoreo extensivo del ganado vacuno y la falta de las medidas de conservación de suelos.

La pérdida de suelos en pendientes superiores al 70% es de 15.01 a 30.00 t/ha/año, que afecta a 12,390 ha de suelos de protección deforestados y convertidos en pastizales y son las actuales zonas críticas de producción de sedimentos.

Respecto pérdida de suelos en zonas de pastoreo, Morales - Carrillo et al. (2016) manifiestan que la deforestación de los bosques para ser empleados en la agricultura y ganadería, ha producido variaciones en las características físicas y químicas del suelo, como la disminución de nutrientes y materia orgánica, favoreciendo el incremento de la escorrentía superficial y la erosión del suelo, con la contribución de mayores volúmenes de sedimentos al cauce principal del Río.

Sobre el tema, Ganasri y Ramesh (2015) mencionan que la degradación de suelos a escala planetaria generado por las actividades del hombre supera los 2.000 millones de hectáreas, de las cuales alrededor de 1.100 millones son por erosión hídrica; por lo que, cuantificar y zonificar las pérdidas de suelo en una cuenca, es fundamental para implementar las prácticas para su conservación y estabilización.

Una de las medidas para frenar los procesos erosivos y estabilizar los suelos de protección deforestados, es la implementación de proyectos de Infraestructura Natural como la reforestación con

especies nativas y exóticas, complementadas con prácticas de conservación de suelos como: las terrazas de formación lenta, muros disipadores de energía en riachuelos y la estabilización de riberas con especies de amplio sistema radicular como los carrizos, cañabrava, sauce llorón, bambú, pájaro bobo y otros.

Una medida complementaria para frenar la deforestación y conservar los bosques naturales remanentes en la cuenca alta, es su declaratoria de intangibilidad mediante ordenanza que debería emitir la Mancomunidad Shocol.

Los tributarios de la cuenca Shocol, aportan un volumen total de 15.21 m³/s de agua, donde los mayores volúmenes se concentran entre los meses de noviembre a abril de cada año; en estas condiciones, si la cuenca no tendría salida de agua, se estaría inundando una superficie de 795 ha de terrenos agrícolas de alta productividad en una longitud de 40 Km, causando graves impactos socio económicos en la población asentada en la cuenca baja.

La situación es coincidente con lo mencionado por Molina et al., (2021) donde las actividades desarrolladas por el hombre en una cuenca, complementado con las precipitaciones pluviales, incrementan la erosión de los suelos y el riesgo de las poblaciones asentadas en la cuenca baja ante eventos de inundación.

Conclusiones

La deforestación de los bosques naturales en la Cuenca Shocol, tiene impactos negativos en la cuenca como: erosión hídrica de los suelos, pérdida de fertilidad, colmatación de riberas, modificación de cursos de agua, taponamiento de sumideros naturales, inundación de propiedades e infraestructuras de transporte.

De las 65,160.76 ha de bosques naturales existentes en la cuenca Shocol, 24,593.00 ha han sido deforestados para destinarlos al cultivo de pastos y agricultura.

La producción de sedimentos en el bosque natural varía de 0,01 a 0,50 t/ha/año, mientras que en suelos de aptitud forestal y de protección deforestados es de 15.01 a 30.00 t/ha/año.

Los suelos de protección deforestados en una superficie de 12,390 ha, convertidos en pastizales, son los mayores productores de sedimentos en la cuenca con 30 t/ha/año.

El agua producida en la cuenca es de 15.21 m³/s, el mismo que es suficiente para satisfacer las necesidades consuntivas o no consuntivas de la cuenca, existiendo un superávit de 120.87 Hm³.

En el 89% de las parcelas aprovechadas, no se aplican medidas de conservación de suelos.

Recomendaciones

A fin de lograr el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de la cuenca, se recomienda:

Realizar el estudio de zonificación ecológica económica (ZEE) de la cuenca, considerando sus potencialidades y limitaciones.

Restaurar los suelos de aptitud forestal y de protección deforestadas implementando proyectos integrales de reforestación y conservación de suelos empleando especies nativas y exóticas; gestionando su financiamiento ante las instancias nacionales, regionales y locales.

Proteger los bosques remanentes ubicados en suelos de protección, emitiendo una ordenanza de mancomunidad para prohibir su deforestación.

Gestionar el desarrollo de proyectos agropecuarios para incrementar la productividad de las actuales parcelas grícolas en explotación, que solo producen entre el 20 y 40% de su capacidad.

Gestionar el apoyo de Defensa Civil para implementar el programa de limpieza de sumideros taponados y la construcción de drenes hacia los sumideros inutilizados.

Desarrollar el componente Educación Ambiental, en todos los proyectos que se implemente en la cuenca, considerando los impactos ambientales negativos de la deforestación de los bosques naturales, la erosión hídrica de los suelos y otros colaterales en la cuenca baja.

Referencias

- Acosta, M., Toledo, D., Contreras, S., & Urinovski, K. (2017). *Efectos del cambio del uso del suelo, bajo sistema forestal con Pinus sp. sobre fracciones de la materia orgánica y distribución de los agregados* [Presentación en conferencia]. XI Reunión Nacional Científico-Técnica de Biología de Suelos, Corrientes, Argentina. <https://doi.org/10.30972/agr.0252444>
- Calderón, A. (2020). *La degradación y deforestación del paisaje forestal en el Departamento de San Martín, Perú* [Tesis de Titulación, Universitat de Barcelona]. DIPÓSIT UB. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/172163>
- Camacho, K., & Gómez, W. (2018). Erosión hídrica por

- lluvias máximas en diferentes tiempos de retorno en la subcuenca Cumbaza - Región San Martín. *Cátedra Villarreal*, 6 (2), 125-143. <http://dx.doi.org/10.24039/cv201862275>
- Ganasri, B., & Ramesh, H. (2016). Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*, 7(6), 953-961. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2015.10.007>
- García, M. (2016). La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. *Producción + Limpia*, 11(2), 161-168. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5912349>
- González, M. (1991). La Ecuación Universal de Pérdida del Suelo. Pasado, Presente y Futuro. *Ecología*, (5), 13-50. https://www.miteco.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/ecologia_05_02_tcm30-100846.pdf
- HC&ASOCIADOS. (2021). *Perfil de proyecto Creación del servicio de agua para riego en sectores del valle Shocol, distritos de Limabamba, Santa Rosa, Totorá, Milpuc y Chirimoto - Rodríguez de Medoza*. HC ASOCIADOS. <https://www.hc.com.pe/proyectos/construccion-de-sistema-de-riego-y-drenaje-valle-de-shocol>
- Molina, A., Vanacker V., Rosas, M., Bonnesoeur, V., Román, F., Ochoa, B., & Buytaert, W. (2021). *Infraestructura natural para la gestión de riesgos de erosión e inundaciones en los andes. ¿Qué sabemos? Perú*. <https://www.forest-trends.org/publications/infraestructura-natural-para-la-gestion-de-riesgos-de-eros>
- Morales, J., Carrillo, F., Farfán, L., & Cornejo, V. (2016). Cambio de cobertura vegetal en la región de Bahía de Banderas, México. *Revista Colombiana de BIOTECNOLOGÍA*, 18(1), 7-16. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n1.57709>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2015). *Estado Mundial del Recurso Suelo*. <http://www.fao.org/3/i5126s/i5126s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2020). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020-Principales resultados*. <https://doi.org/10.4060/ca8753es>
- Rimarachín, O. (2019). *Evaluación del impacto de la población en la degradación de los bosques naturales del distrito Soritor, provincia Moyobamba, región San Martín, Perú* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Martín] Repositorio UNSM. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3556/MAEST.GEST.AMB.%20-%20Oscar%20>
- Sistema de información ambiental de Colombia [SIAC]. (2019). *Monitoreo Deforestación*. <http://www.siac.gov.co/monitoreodesdeforestacion>
- Salas, R., Rjs, N., Mamani, J., & Rodríguez, N. (2018). Deforestación en el área de conservación privada Tilacancha: zona de recarga hídrica y de abastecimiento de agua para Chachapoyas. Amazonas. *Agroproducción Sustentable*, 2(2). <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/393>
- Schwartz, J., & Smith, J. (2015). *La deforestación en el Perú*. WWF. https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/la_deforestacion_en_el_peru.pdf
- Urquiza, J. (2016). *Incremento de la deforestación y sus consecuencias en la pérdida de biomasa en los bosques de la región Loreto, 2000-2014* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio UNAP. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5002>
- Vásquez, A., & Tapia, M. (2011). Cuantificación de la erosión hídrica superficial en las laderas semiáridas de la sierra peruana. *Revista Ingeniería UC*, 18(3), 42-50. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70723269005>