

Retos y Oportunidades del Saneamiento Forestal ante la Variabilidad Climática con Evidencias desde Estelí, Nicaragua

Challenges and Opportunities for Forest Sanitation in the Face of Climate Variability with Evidence from Estelí, Nicaragua

Juan José Zelaya Zeledon¹ y Cliffor Jerry Herrera Castrillo²

¹Regente Forestal | Investigador Independiente, juanjosezelaya2794@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-1475-7995>, Nicaragua

²Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, cliffor.herrera@unan.edu.ni, <https://orcid.org/0000-0002-7663-2499>, Nicaragua

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 12-08-2025

Revisado 13-08-2025

Aceptado 02-09-2025

Palabras Clave:

Saneamiento forestal
Variabilidad climática
Gorgojo descortezador
Reforestación compensatoria
Servicios regenciales

Keywords:

Forest sanitation
Climate variability
Bark beetle
Compensatory reforestation
Regency services

RESUMEN

Este artículo analiza la implementación de tres Planes de Saneamiento Forestal (PSF) en áreas protegidas del municipio de Estelí, Nicaragua, específicamente en los bosques de coníferas ubicados en El Tisey-La Estanzuela y Cerro Tomabú. El estudio adopta un enfoque mixto, combinando metodologías cuantitativas y cualitativas para evaluar los procesos de movilización institucional, inventario forestal, extracción y trazabilidad de madera, así como las actividades de reforestación y compensación ambiental. Se identifican tanto los desafíos logísticos y climáticos que enfrentan los regentes forestales —como los efectos del cambio climático en la propagación del gorgojo descortezador y en la tasa de sobrevivencia de las plantaciones— como las oportunidades para fortalecer la gobernanza ambiental y el reconocimiento económico del trabajo técnico especializado. Los resultados muestran una tasa de sobrevivencia del 85% en más de 10,000 plantas de *Pinus oocarpa* sembradas, y una pérdida menor al 10% del volumen aprobado para extracción. Se concluye que la efectividad del PSF depende de la capacidad de respuesta ante la variabilidad climática, del acceso justo al sistema de trazabilidad, y de la valoración adecuada de los servicios profesionales forestales en un contexto de informalidad estructural.

ABSTRACT

This article analyzes the implementation of three Forest Sanitation Plans (FSPs) in protected areas in the municipality of Estelí, Nicaragua, specifically in the coniferous forests of El Tisey-La Estanzuela and Cerro Tomabú. The study adopts a mixed approach, combining quantitative and qualitative methodologies to evaluate the processes of institutional mobilization, forest inventory, timber extraction and traceability, as well as reforestation and environmental compensation activities. Logistical and climatic challenges faced by forest managers - such as the effects of climate change on the spread of the bark beetle and the survival rate of plantations - are identified, as well as opportunities to strengthen environmental governance and economic recognition of specialized technical work. The results show a survival rate of 85% in more than 10,000 *Pinus oocarpa* plants planted, and a loss of less than 10% of the volume approved for extraction. It is concluded that the effectiveness of the FSP depends on the capacity to respond to climate variability, fair access to the traceability system, and adequate valuation of professional forestry services in a context of structural informality.

INTRODUCCIÓN

La gestión forestal sostenible en Nicaragua enfrenta desafíos crecientes debido a la incidencia de plagas, la presión antrópica sobre los recursos naturales y la creciente variabilidad climática (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales [MARENA], 2024). En particular, los bosques de coníferas del norte del país han sido afectados por brotes del gorgojo descortezador del pino (*Dendroctonus frontalis*), una de las plagas más destructivas en el ecosistema forestal de América Central. Según registros del Instituto Nacional Forestal (INAFOR, (2008)), desde el año 2000 se han registrado afectaciones recurrentes en más de 30,000

hectáreas en los departamentos de Estelí, Madriz, Jinotega y Matagalpa. La expansión de esta plaga está estrechamente vinculada con condiciones climáticas anómalas como sequías prolongadas, olas de calor y precipitaciones irregulares, fenómenos cada vez más frecuentes en el contexto del cambio climático global (Guevara, 2004).

Los Planes de Saneamiento Forestal (PSF) representan una estrategia nacional implementada para detener el avance de estas plagas, recuperar el recurso maderable afectado y promover la regeneración forestal mediante actividades de reforestación compensatoria. No obstante, su efectividad depende de múltiples factores: coordinación interinstitucional, tiempos administrativos, financiamiento local y, especialmente, condiciones climáticas favorables durante el ciclo de plantación. A nivel técnico, se ha documentado que una tasa de sobrevivencia superior al 80% en plantaciones de *Pinus oocarpa* puede considerarse exitosa; sin embargo, eventos de estrés hídrico pueden reducir esta tasa significativamente (Botello et al., 2022).

Los descortezadores del pino son reconocidos como la plaga más devastadora que afecta a los bosques de esta especie, desde el sur de los Estados Unidos hasta México y América Central. Los brotes epidémicos generalmente se originan en árboles severamente debilitados por factores como incendios, excesiva resinación, alta densidad, deficiente manejo forestal o períodos prolongados de sequía, afectando tanto a masas forestales jóvenes como maduras (Casanova & Recalde, 2024; Meneses et al., 2024). Una vez que el árbol es completamente colonizado por *Dendroctonus frontalis* y otras especies de gorgojos descortezadores asociadas, el ataque se expande hacia árboles adyacentes, lo que favorece la propagación del brote. Este proceso de infestación puede provocar la muerte de árboles aparentemente sanos, particularmente aquellos ubicados en la periferia del foco inicial (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica [CONICYT], 2021).

Estudios previos en países como México, Honduras y Costa Rica han destacado la importancia de integrar información climática en tiempo real para planificar las fases de extracción y reforestación (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2023; Louman & Stoian, 2002). Asimismo, investigaciones locales han evidenciado que el costo promedio por hectárea reforestada en condiciones óptimas varía entre \$1,500 y \$1,800, dependiendo de la logística, tipo de terreno y acceso a agua.

El artículo aborda la problemática del gorgojo descortezador y del daño que ocasiona. Se plantea un problema de que si plan de saneamiento es o no exitoso en su ejecución. Se llegó a la conclusión que el plan de saneamiento es exitoso y si funciona para eliminar la plaga del gorgojo descortezador. En el análisis técnico se evaluaron los objetivos de evidenciar que el plan de saneamiento forestal es una medida para erradicar el gorgojo descortezador, pero, también se contempla el costo financiero del mismo y la rentabilidad del plan de saneamiento desde el comercio de la madera afectada entre el dueño del bosque, el aserrío, inversionista y el regente forestal.

Este artículo se planteó como uno de sus objetivos de analizar los principales retos y oportunidades en la implementación de Planes de Saneamiento Forestal en áreas protegidas de Estelí, Nicaragua, durante el período 2022–2024, evaluando tanto los resultados ecológicos como los aspectos técnicos y económicos de la práctica regencial forestal, en un contexto marcado por la variabilidad climática.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio adopta un enfoque metodológico mixto, integrando elementos cuantitativos y cualitativos, con el objetivo de analizar la implementación de Planes de Saneamiento Forestal (PSF) en áreas protegidas del municipio de Estelí, Nicaragua, durante el período 2022–2024. La investigación se clasifica como descriptiva de tipo no experimental (Bruto, 2010; Espinoza-Huete et al., 2024), ya que se centra en caracterizar un fenómeno forestal sin manipulación de variables, y como estudio de caso, dado que se examinan de forma profunda tres microplanes ejecutados en contextos específicos afectados por la plaga del gorgojo descortezador (*Dendroctonus frontalis*).

Área de estudio

El análisis se realizó en las Reservas Naturales El Tisey–La Estanzuela y el Cerro Tomabú. Las acciones se llevaron a cabo en las comunidades de Aguas Frías y en Las Cuevas, con un área total intervenida de 136.322 hectáreas, de las cuales 2.983 hectáreas estaban afectadas por la plaga.

Población y muestra

La población objeto de estudio correspondió a un total de 1,038 árboles afectados distribuidos en tres fincas. Se trabajó con un muestreo censal, dado que se incluyó el 100% de los árboles impactados dentro de cada brote. Las unidades de análisis fueron tanto las áreas de afectación como las acciones de extracción y reforestación implementadas.

Tabla 1: Población, distribución de las tres fincas

Finca 1	75.2 has
Finca 2	30.718 has
Finca 3	30.404 has
Área Total	136.322 has

Recolección de datos

El presente estudio se realizó en 3 propiedades bajo intervención de saneamientos forestales en Estelí tras sufrir daños ambientales por el fenómeno natural del gorgojo descortezador de pino y se hizo consultas técnicas como llamadas telefónicas y conversaciones informales en encuentros con los regentes forestales con experiencia de campo para complementar la recolección de datos.

Se utilizó una hoja de campo diseñada para el inventario forestal, en la cual se registraron variables como el diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total, fase de afectación y coordenadas georreferenciadas de cada árbol. Se emplearon herramientas como cinta diamétrica, GPS y aerosoles para el marcaje, y se utilizaron softwares como Excel y ArcGIS para el procesamiento y visualización espacial de la información.

Sistema de trazabilidad forestal

Para garantizar la legalidad y transparencia del manejo forestal, se implementó un sistema de trazabilidad basado en el etiquetado de cada árbol, la emisión de guías forestales y la autorización de permisos de transporte. Los registros fueron ingresados en una base de datos oficial de la institución rectora del sector forestal.

Actividad de extracción y reforestación

La extracción de madera se realizó aplicando técnicas de tala dirigida, priorizando únicamente árboles muertos o infestados. Posteriormente, se llevó a cabo la reforestación en las mismas áreas o en zonas degradadas fuera del plan, utilizando *Pinus oocarpa* en un diseño de plantación tipo tresbolillo (distancia de 2.5 metros entre plantas). Se plantaron un total de 10,490 árboles en 4.570 hectáreas, con una tasa de sobrevivencia del 85%.

Consideraciones éticas

Se garantizó el cumplimiento de la legislación forestal vigente en Nicaragua, incluyendo los requisitos estipulados por el Instituto Nacional Forestal (INAFOR), el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) y otras instituciones participantes. Todos los procedimientos fueron aprobados por la Comisión Forestal Municipal correspondiente.

Limitaciones

Entre las principales limitaciones se identifican: i) la variabilidad climática que afecta la tasa de sobrevivencia de las plantas reforestadas, ii) la disponibilidad logística para el acceso y monitoreo de áreas remotas, y iii) la falta de estandarización en el pago por servicios regenciales, lo cual incide en la sostenibilidad de la gestión forestal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación de los tres Planes de Saneamiento Forestal (PSF) en las áreas protegidas de El Tisey-La Estanzuela y el Cerro Tomabú permitió obtener resultados técnicos y económicos significativos. En total, se intervinieron 2.983 hectáreas afectadas, con una población de 1,038 árboles infestados por *Dendroctonus frontalis*. A través de técnicas de tala dirigida, se logró la extracción de 576.848 m³ de madera, lo cual representa una pérdida inferior al 10% respecto al volumen aprobado, atribuida a las condiciones precarias de acceso vial y topografía del terreno.

A continuación, se detalla el Presupuesto de los Costos Económicos en los gastos de los Servicios Regenciales en un periodo de 12 meses en la época de verano y época de invierno en un plan de saneamiento con volumen de 300 metros cúbicos.

Tabla 2: Etapas de los Servicios Regenciales y costos estimados del presupuesto.

Proceso del Servicio Regencial	Costo Total Cordobas	Costo Unitario Dolares
Etapa 1: El Inventario Forestal y Elaboración Del Documento	C\$11,900.00	\$321.62
Etapa 2: Transporte y Guías De La Madera	C\$24,000.00	\$648.65
Etapa 3: Plan de Reforestación	C\$6,000.00	\$162.16
Total:	C\$41,900.00	\$1,132.43

Tabla 3: Etapa 1

ETAPA 1: EL INVENTARIO FORESTAL Y ELABORACION DEL DOCUMENTO					
Descripcion	Catidad Unitaria	Costo Unitario Cordobas	Costo Unitario Dolares	Costo Total Cordobas	Costo Unitario Dolares
Visita de sitio o reconomiciento	1	C\$1,000.00	\$27.03	C\$1,000.00	\$27.03
Levantamiento de Coordeandas, marcaje de arboles y medicion.	1	C\$1,000.00	\$27.03	C\$1,000.00	\$27.03
Elaboracion de Mapas	4	C\$1,100.00	\$29.73	C\$4,400.00	\$118.92
Inspeccion pre aprovechamiento	1	C\$1,000.00	\$27.03	C\$1,000.00	\$27.03
Compra de Pintura o Aerosoles	5	C\$100.00	\$2.70	C\$500.00	\$13.51
Elaboracion del Documento	1	C\$4,000.00	\$108.11	C\$4,000.00	\$108.11
Total:	13	C\$8,200.00	\$221.62	C\$11,900.00	\$321.62

Tabla 4: Etapa 2

ETAPA 2: TRANSPORTE Y GUIAS DE LA MADERA					
Descripcion	Catidad Unitaria	Costo Unitario Cordobas	Costo Unitario Dolares	Costo Total Cordobas	Costo Unitario Dolares
Viajes de cubicacion de la Madera	4	C\$1,000.00	\$27.03	C\$4,000.00	\$108.11
Viajes de tramites de la Madera	10	C\$1,000.00	\$27.03	C\$10,000.00	\$270.27
Viajes de Seguimiento de Campo	6	C\$1,000.00	\$27.03	C\$6,000.00	\$162.16
Viajes Especiales	4	C\$1,000.00	\$27.03	C\$4,000.00	\$108.11
Total:	24	C\$4,000.00	\$108.11	C\$24,000.00	\$648.65

Tabla 5: Etapa 3

ETAPA 3: PLAN DE REFORESTACION					
Descripcion	Catidad Unitaria	Costo Unitario Cordobas	Costo Unitario Dolares	Costo Total Cordobas	Costo Unitario Dolares
Viajes de supervision	2	C\$1,000.00	\$27.03	C\$2,000.00	\$54.05
Viajes de Seguimiento de Campo	3	C\$1,000.00	\$27.03	C\$3,000.00	\$81.08
Gastos de Oficina y Papeleria	1	C\$1,000.00	\$27.03	C\$1,000.00	\$27.03
Total:	6	C\$3,000.00	\$81.08	C\$6,000.00	\$162.16

Actividad de reforestación

Una planta en el vivero cuesta 0.41 dolares, mientras que sembrada cuesta 0.90 dolares. Se puede, determinar que 1 hectarea cuesta 2,250 a 2,500 dólares debido a que 1 hectarea de pino mediante el criterio de siembra y método de siembra puede alcanzar unas 2,500 plantas. Este costo estará en dependencia si el Aserrío produce sus plantas y si les toca comprar variará el precio. En este caso el contrato de reposición del recurso forestal establece un periodo de 4 años y de esta manera ir reponiendo el recurso paulatinamente. En el componente de reforestación, se establecieron 10,490 plantas de Pinus oocarpa distribuidas en 6.183 hectáreas bajo el método de tresbolillo (2.5 m entre plantas). La tasa de sobrevivencia reportada fue del 85%, lo cual supera el umbral del 80% establecido como referencia de éxito en planes de restauración forestal en regiones de clima tropical (Botello et al., 2022).

Tabla 6: Áreas reforestadas en los planes de intervención por saneamientos forestales

Finca 1	1.469 has
Finca 2	2.206 has
Finca 3	0.895 has
Área Total	4.570 has

Plan de aprovechamiento forestal

El bosque afectado como materia prima en ingresos económicos en la gestión operativa del plan. Se pueden obtener datos como:

Tabla 7: Ingresos estimados del beneficio económico de la extracción de madera

Planes de Saneamiento	Costo de cada Viaje (Córdobas)	Permisos de Transporte	Ingresos Córdobas	Ingresos Dólares
Finca 1	15,000	15	225,000	6,106
Finca 2	15,000	13	195,000	5,292
Finca 3	15,000	16	240,000	6,513
Total		44	660,000	17,911

En la actividad de Corta y Aprovechamiento: Se tiene pago de bueyeros, los ayudantes, los bueyes, el motosierrista, la motosierra, la gasolina, la cocinera, la alimentación y hospedaje. Se calcula un costo mensual en 540 dólares o 20,000 córdobas mensuales. Por lo menos un trabajador de ayudante o denominado mozo gana 8 dólares el día más la comida. Su jornada laboral son 8 horas y trabajan por lo menos de forma catorcenal que incluye los fines de semana en la finca.

Cabe señalar que existen 3 tipos de medidas más comercializadas:

1. La de 4.87 mts que es de 6 varas.
2. La de 4.26 mts que es de 5 varas.
3. La de 3.90 mts que es de 4 varas.

Nota: La de 8 varas no se usa por el tamaño del camión y por el tamaño de la altura del árbol en el aspecto comercial.

Servicios Forestales: Según los cálculos estimados los impuestos oscilan de 500 dólares a 2,000 dólares en dependencia de los metros cúbicos de cada plan. Usualmente, la convocatoria a una inspección de comisión forestal ronda los 40 dólares. Mientras, que el registro de inscripción ante la oficina de registro forestal el permiso ronda los 20 dólares. Por lo menos, podemos estimar que un plan pequeño anda en 575 dólares en impuestos y también se debe realizar un pago ante la Dirección General de Ingresos (DGI). Aquí en este componente se puede incluir los costos económicos del pago de los servicios profesionales del regente forestal.

Ingresos Económicos: En el tema de la compra de la madera se han establecido negociaciones de los madereros con el dueño de la propiedad en un pago de 25 a 40 dolares por aca metro cubico. Esto esta bajo

el instrumento legal de la compra de cesion de derechos de la madera y en eso el regente forestal no forma parte del acuerdo pese a que la licencia le pertenece.

Ejemplo Muestral de un viaje de madera se tiene un cálculo de un costo económico de 15,000 córdobas o 405 dólares en la comunidad de Aguas Frías o Las Cuevas en el Municipio de Estelí. Si profundizamos, un camión de madera viene cargado en cada viaje en un promedio de 13 a 20 m³ de madera y eso estará en dependencia de como estén las guías forestales.

Por eso es el cálculo de la fórmula financiera: Costo estimado del sitio de extracción con un valor de 450 dólares multiplicado por la cantidad de viajes realizados que son 15. Nos da un total de 257,000 córdobas o su equivalente en 6,750 dólares el costo del plan.

Si nos vamos por la otra metodología que sería los metros cúbicos del plan proyectado con el pago de la compra venta de la madera. Por ejemplo: Tendríamos un cálculo de 272 metros cúbicos con 25 dólares de la cesión de derechos en la compra venta. Se tiene un resultado de 6,800 dólares.

Por lo tanto, se puede concluir que ambos cálculos generan un valor del costo financiero operativo en la ejecución y un punto de equilibrio que genera un margen de ganancias al inversionista o maderero.

Valor Agregado (Venta de Madera y Subproductos): El Aserrío planifica cada troza en dependencia de la medida del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) o bien del Diámetro Mayor. En el caso de la compra venta algunos usan el acuerdo del Diámetro Mayor. No todas las trozas tienen el mismo tamaño y no todas las trozas generan los subproductos en la venta comercial.

Ejemplo Muestral tomando una Troza de Diámetro Mayor a 0.50 mts tenemos el siguiente análisis.

De la troza 0.50 mts se tienen los siguientes productos: Aserrín, costonera o ripios, tablas de 1 x 10, renglones de 2 x 2 que su uso es para construcción en divisiones de casas y edificios, renglones de 2 x 4 donde su uso es para las alfajillas en la construcción y lo denominado cospe que sería considerado desperdicio.

Podríamos decir que entre más pequeña es la troza más costonera o ripios generaría por diámetro mayor. Entre más DAP tenga o Diámetro Mayor de un valor de 0.50 mts podemos determinar que más subproductos generaría.

Técnicamente, el uso de cada troza lo determina el inventario forestal en la etapa de campo teniendo los árboles en pie y en la extracción de la madera lo reafirma el inventario de cubicación de la madera en el transporte en rollo sea en patio o sea cubicado el camión.

Tabla 8: Resultados del Aserrado de la Madera.

Descripción	Uso Comercial	Cantidad	Precio Cordoba	Precio Dólar EE.UU
Tabla 1 x 10	Construcción de Techos y Paredes	8	300	8
Renglón 2 x 2	División de casas y edificios	15	100	2.70
Renglón 2 x 4	Alfajillas	7	250	6.75
Costonera (Ripio)	Población con menos poder adquisitivo y de escasos recursos	4	65	1.75

Pago por los servicios regenciales

Este artículo científico evidencia el pago de los servicios forestales prestados entre los años 2022 y 2024 donde se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 9: Planes de Saneamientos e ingresos

Planes de Saneamiento	Volumen Aprobado (M3)	Costo en Dólares por M3 en Árbol en Pie	Ingresos Dólares	Ingresos Córdobas
Finca 1	271.897	6	1,630	41,625
Finca 2	164.562	6	987	36,620
Finca 3	187.627	6	1,126	41,622
Total	624.116		3,743	119,867

Los métodos de pago

Método de pago entre el Inversionista y el Regente Forestal: Los precios no están regulados en el mercado. En el año 2022 se tenía el pago de 6 dólares por M3 en árbol en Pie y algunos tienen este precio en 2025. Otros regentes forestales cobran 7 dólares y otros 8 dólares. En el aumento del costo de los servicios forestales de regente forestal es conforme a las reglas de mercado del momento y el método del pago lo establece la industria o el inversionista. Ellos determinan el precio y utilizan el chantaje que otro les cobra más barato.

Método de pago de consultoría: Unos tienen un método de pago del 30% antes del trabajo, otros tienen 40% una vez aprobado el plan de saneamiento y otros 30% una vez comenzado la actividad de extracción de la madera. El método de pago más usado es el pago del 100% una vez aprobado el permiso de trabajo.

Método de pago por guías o viajes de transporte: Algunos regentes forestales usan el método de pago por cada viaje de madera en dependencia del lugar de ubicación de su residencia con el trabajo y con la distancia del plan como criterio básico. Esto puede incluir un costo que tiene como mínimo 50 dólares donde se contemplan de 2 a 3 guías como máximo.

Método de pago por guías de transporte: Algunos regentes forestales usan el método de pago por cada guía que se ingresa al sistema de trazabilidad y se solicita en físico en la delegación que le corresponde realizar su gestión. Cada guía puede estar en un rango salarial entre 10 a 25 dólares cada una y esto estará en dependencia de la cantidad de puestos de control de la guía en su revisión técnica para su transformación.

Los servicios profesionales

Normativa Interna Institucional: Cabe señalar que el contrato por servicios profesionales lo establece el dueño del bosque y el regente forestal según la normativa vigente. Pero quien paga el servicio viene siendo inversionista denominado maderero. El inversionista es quien determina el precio del servicio y se va con el que le cobre menos.

Descripción de los servicios ofertados: Los ingresos económicos del pago del servicio regencial se establecen en un pago único donde se incluye los productos ofrecidos al dueño del bosque y la industria. Entre los productos están realizar el Inventario Forestal y el documento oficial del Plan de Saneamiento, plan de extracción de madera, permiso de aprovechamiento, guías de transporte de madera y permisos de transporte; y el plan de reforestación.

Los costos económicos en la gestión operativa del Regente Forestal: Elaboración del documento, marcaje, inventario de árboles, coordenadas por cada árbol, permiso de aprovechamiento, trámite de guías de madera en rollo, informes mensuales, informe de cierre y la actividad del seguimiento regencia. Si usted analiza en profundidad el ingreso más en detalle:

Limitaciones del Ejercicio Profesional:

Debilidades del Sistema de Trazabilidad Forestal: El sistema Forestal en Nicaragua tiene una limitante en los cupos que un Regente Forestal puede llevar en el sistema de trazabilidad. Cada regente forestal tiene derecho a 5 cupos cada año y las industrias forestales pueden tener más de 1 regente forestal cada año natural en la actividad comercial de la extracción. Para que el regente forestal pueda limpiar sus cupos y pueda volver a trabajar tiene que cumplir con la plantación donde se revisara 6 meses una vez realizada la

actividad de reforestación. En el caso de no plantar tendría un cupo menos, no trabajaría esa temporada y sin ingreso económico en el cupo que se ha usado.

En el caso de la categorización de los regentes la ley: Los regentes forestales técnicos con grado académico de técnico otorgado por la educación técnica y los regentes forestales profesionales con grado académico universitario con reconocimiento oficial con una titulación universitaria.

Por otro lado, el uso del sistema de trazabilidad forestal, si bien garantiza transparencia, presenta restricciones al limitar a 5 cupos por regente, sin aplicar las mismas restricciones a la industria. Esta asimetría impide una gestión eficiente del recurso y debilita el equilibrio en la cadena de valor forestal. Cabe destacar que en el pasado se establecieron 2 criterios básicos esenciales: 1) Las carreteras en mal estado en sus vías de acceso principal y 2) La capacidad de ejecución de un regente forestal en que no podía tener la misma cantidad de trabajo.

En las mesas de discusión no han valorado que algunos planes en su gestión operativa pueden durar menos de 1.5 meses los que tienen menos 300 m³ y otros pueden durar más de 3 meses los que tienen más de 600 m³. Aquí en esta situación los regentes forestales se quedan sin trabajar o bien la gestión operativa puede planificarse con más lentitud los planes de saneamiento.

En una nueva normativa interna se establecieron que los Planes Operativos Anuales (POA) que se origina de los Planes Generales de Manejo Forestal (PGMF) y los Planes de Saneamiento estén en la misma categoría al tener el criterio de poda y corta de árboles. Esto te resta un cupo en cada gestión realizada. Esto se encamina a la necesidad de aumento de los cupos o bien definirlos por la sectorización por cada departamento, para que los regentes forestales puedan tener un mejor ingreso económico.

Perspectiva del Rango Académico: Se ha podido determinar que la mayor parte de quienes laboran en este sector el rango académico es Técnico Forestal y su licencia de operación es conforme a este rango. Mientras que los profesionales que lograron tener y tienen una licencia profesional son muy escasos. En el ámbito de la empleabilidad nos encontramos que los técnicos forestales tienen más experiencia que un graduado de una universidad pública o privada en el país. En este ámbito laboral es raro encontrarse un profesional con rango académico de maestría y con experiencia en el trabajo.

Criterios técnicos del Aumento Salarial: En la definición del pago de estos servicios profesionales la institución rectora no puede intervenir ni definir un precio en las reglas de mercado basándose en la ley de la oferta y la demanda de los servicios regenciales. Este artículo evidencia que el método de pago es muy barato. No existe un salario mínimo ni un precio de referencia por categoría de la licencia en los regentes forestales. Esto es en una materia prima de una especie de Pino en específico que se comercializa.

La legislación laboral ni forestal establece criterios técnicos como la valoración del rango académico, no valora los trabajos realizados, la experiencia laboral y tampoco valora otra alternativa de pago que el precio de los servicios profesionales debería basarse por cada metro cúbico de madera procesada que se ingresa al aserrío o industria porque le están dando un valor agregado que accede a la materia prima de la licencia que el regente forestal tiene acceso en su examen de suficiencia. Además, que fuera del municipio no se valora los temas de lejanía del lugar de residencia, los viáticos de transporte, hospedaje y alimentación. Mucho menos, en la movilización independiente no incluye la depreciación del vehículo, daños al medio de transporte, tiempo de traslado de un punto a otro punto y la gasolina en los precios regulados en el país.

Obligaciones fiscales y seguridad social: Inicialmente, un regente forestal no tiene un salario mensual fijo cada mes por prestar el servicio y está bajo esta modalidad el Ingreso Anual. Podemos determinar que fiscalmente no tienen obligaciones derivadas como gastos fijos como el de la Alcaldía Municipal del 1% del impuesto municipal y la inscripción anual que dependen de los costos de la matrícula en los últimos 3 años previos o bien por los ingresos económicos de los últimos 3 meses de los ingresos reportados, el pago de Retención del Impuesto Renta que oscila en 10% de los ingresos obtenidos y eso sin contar la inscripción del Seguro Facultativo Integral del INSS que ronda en un 22.25%. Mucho menos contempla las Prestaciones Sociales como las Vacaciones, Aguinaldo y Antigüedad durante su ejercicio profesional.

El pago por servicios profesionales es de manera discrecional, no es un ingreso mensual fijo, es un trabajo informal sin derecho a las prestaciones sociales y temporal. Además, que las actividades que uno ejecuta tienen mucha responsabilidad legal en el país en donde recae la normativa jurídica en el Regente. Es importante dejar claro, que el permiso forestal tiene duración de 1 año y la plantación la revisan 6 meses establecida. Es decir, que el servicio profesional puede tener como mínimo de tiempo de 1 año y 6 meses.

Necesidades Básicas Insatisfechas: El pago por servicios profesionales no cubre en su ingreso anual en su totalidad el pago de los servicios básicos que se cancelan de manera mensual como el agua, electricidad, internet, recolección de basura, renta de vivienda y transporte. Solo podría cubrirse de manera mensual de

1 a 3 necesidades de una familia promedio de 3 a 5 personas y estará en dependencia de la zona donde viva el técnico forestal.

En el ámbito laboral en sus plenas funciones que la ley forestal le faculta al regente, el estudio evidencia una situación estructural de precarización del servicio profesional forestal. Los pagos por servicios regenciales no están regulados, lo que genera una alta dependencia de las condiciones impuestas por la industria maderera. A pesar de que los regentes forestales asumen responsabilidades legales y técnicas de gran envergadura, sus ingresos no reflejan la carga de trabajo ni el valor agregado que aportan al proceso de aprovechamiento y restauración forestal. Este hallazgo coincide con lo planteado por Smith y Brown (2019), quienes destacan la necesidad de fortalecer los marcos laborales en el manejo forestal comunitario.

Limitaciones y proyecciones futuras

Las principales limitaciones del estudio incluyen: i) la escasez de datos climáticos georreferenciados en tiempo real, ii) las dificultades logísticas para monitorear áreas de difícil acceso, y iii) la falta de una línea base para medir impactos a largo plazo en biodiversidad y recuperación del suelo.

Futuras investigaciones podrían enfocarse en:

- Evaluar la eficiencia de distintas densidades de plantación en función del microclima local.
- Analizar el impacto económico a largo plazo del PSF sobre las comunidades rurales.
- Desarrollar sistemas de pago por servicios ambientales que incluyan incentivos a los regentes forestales.

Proyecciones Futuras

Los resultados obtenidos demuestran que la metodología de los PSF es efectiva para controlar la expansión del gorgojo descortezador en bosques de coníferas, siempre que se apliquen con celeridad y bajo un enfoque técnico riguroso. La alta tasa de sobrevivencia de las plantaciones sugiere una ejecución adecuada de la fase de compensación ambiental, alineada con lo planteado por estudios regionales sobre reforestación en condiciones climáticas adversas (FAO, 2023).

Se identificaron limitaciones operativas que inciden en la sostenibilidad del proceso. Una de ellas es la ausencia de franjas de contención de 5 a 15 metros que suelen utilizarse en otros países como México y Honduras, lo cual puede haber limitado el control completo del brote y favorecido la fragmentación del ecosistema. Asimismo, la ejecución del plan se vio afectada por la variabilidad climática, especialmente por precipitaciones irregulares y elevadas temperaturas que condicionaron la logística de plantación y afectaron la regeneración natural.

Entre las implicaciones teóricas, el estudio aporta evidencia sobre cómo la gestión forestal puede integrarse en estrategias de adaptación al cambio climático, combinando acciones de control de plagas, restauración ecológica y trazabilidad digital. En términos prácticos, los hallazgos invitan a considerar la reformulación de las políticas de pago por servicios ambientales y profesionales, así como la necesidad de mejorar los procesos de planificación interinstitucional y las condiciones laborales del personal técnico.

El acceso a la Banca Comercial en el acceso créditos o prestamos no existen planes de financiamiento al aserriero o los productores. Esto limita a la recuperación de áreas protegidas y de las áreas degradadas conforme a los contratos de reposición del recurso forestal de los 4 años.

Al tener áreas degradadas y áreas abandonadas por las actividades del sector agropecuario en años previos que ha afectado al recurso forestal. Esto abre una posibilidad de establecer mecanismos financieros en el tema de pago por servicios ambientales y ejecutar planes de reforestación previamente acreditados por la institución rectora del MARENA. Es decir, que la institución rectora podría utilizar la apertura de una línea de crédito bancario juntos los bancos y poder mantener los empleos verdes o crear nuevos puestos de trabajo mejorando la política de reforestación.

CONCLUSIÓN

El estudio permitió analizar de manera integral la implementación de Planes de Saneamiento Forestal en áreas protegidas del municipio de Estelí, evidenciando su efectividad en la contención del gorgojo descortezador y en la restauración de bosques de coníferas mediante reforestación compensatoria. Se logró una tasa de sobrevivencia del 85% en plantaciones de *Pinus oocarpa*, y se registró una pérdida menor al 10% del volumen maderable autorizado, lo cual indica una ejecución técnica favorable en condiciones complejas.

Las evidencias aportadas permiten concluir que los PSF, cuando son acompañados de criterios técnicos adecuados, coordinación interinstitucional y procesos de trazabilidad efectivos, pueden constituirse en una herramienta clave de adaptación climática y manejo forestal sostenible. No obstante, se requiere avanzar

en la institucionalización del reconocimiento económico y profesional de quienes lideran estos procesos, así como en el fortalecimiento de políticas públicas que aseguren su continuidad y replicabilidad en otras regiones del país.

En esta actividad de reforestación en la propiedad de los dueños de bosque al momento de realizar la plantación y una vez establecida se ha encontrado limitaciones en el manejo de bosque al introducir ganado bovino, equinos y otras actividades que no permiten el desarrollo adecuado. Igualmente, se ha detectado que la fragmentación boscosa se debe a que los ganaderos les interesa dejar estas áreas como pastizales o áreas de siembra siendo el suelo no apto para estas actividades que son de uso vocacional forestal.

Asimismo, se identificaron importantes desafíos estructurales que limitan la sostenibilidad de estos planes, especialmente aquellos vinculados con la variabilidad climática, las restricciones logísticas en áreas remotas y la precariedad laboral de los regentes forestales. El análisis económico evidenció que, a pesar de la responsabilidad técnica asumida, el ingreso generado por estos profesionales resulta insuficiente y está determinado por dinámicas de mercado desreguladas

REFERENCIAS

- Botello Montoya, A., Alanís Rodríguez, E., Sigala Rodríguez, J. Á., Silva García, J. E., & Ruiz Carranza, L. D. (2022). Evaluación de sustratos y tratamientos para mitigar el estrés hídrico en una plantación de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(74), 77-96. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i74.1272>
- Bruto, M. (2010). Conozca 3 tipos de investigación: descriptiva, exploratoria y explicativa. *Academia.edu*: https://www.academia.edu/8101101/Conozca_3_tipos_de_investigacion
- Casanova, L., & Recalde Pozo, M. . (2024). Integración de cultura y naturaleza: Diseño de un sendero interpretativo en Tunibamba, Ecuador: Integrating culture and nature: Design of an interpretive trail in Tunibamba, Ecuador. *Revista Latinoamericana De Calidad Educativa*, 1(4), 8-18. <https://doi.org/10.70625/y8dsa288>
- Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica [CONICYT]. (2021). Webinar sobre el manejo integrado de descortezadores del pino. <http://www.conicyt.gob.ni/index.php/2021/04/27/webinar-sobre-el-manejo-integrado-de-descortezadores-del-pino/>
- Espinoza-Huete, H. E. ., Picado-Castillo, C. D. ., Triminio-Zavala, C. M., & Herrera Castrillo, C. J. (2024). Metodología para el aprendizaje de la geometría usando recursos didácticos (MET-GEO): Methodology for learning geometry using geometry using didactical resources (MET-GEO). *Revista Latinoamericana De Calidad Educativa*, 1(3), 1-10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13629405>
- Guevara, M. (2004). Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020 | Informe Nacional Nicaragua. Ministerio Agropecuario y Forestal | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Guevara2004.pdf>
- Instituto Nacional Forestal [INAFOR]. (2008). Análisis de la situación del sector forestal de Nicaragua | Programa Forestal Nacional PFN. Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) | Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) | Instituto Nacional Forestal (INAFOR) | Comité de Gobernanza Forestal. <https://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/Docs/Documentos%20Tecnicos/Analisis%20%20Sector%20Forestal%20Nic%20Inafor.pdf>
- Louman, B., & Stoian, D. (2002). Manejo forestal sostenible en América Latina: ¿económicamente viable o una utopía? *Revista Forestal Centroamericana (Especial II Congreso Forestal Latinoamericano)*, 25-32. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10451/Manejo-forestal-sostenible.pdf?sequence=1>
- Meneses Córdoba, J. O., Rodríguez, F. R., Ramos Andino, R. A., Suárez Soza, M. M., & Herrera Castrillo, C. J. (2024). Estilos de vida saludable a través del consumo de productos agroecológicos entre productores, estudiantes y profesores: Healthy lifestyles through the consumption of agroecological products among producers, students and teachers. *Revista Latinoamericana De Calidad Educativa*, 1(4), 68-76. <https://doi.org/10.70625/cj3rdn47>
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales [MARENA]. (2024). Nuevas generaciones en gestión forestal. <https://www.marena.gob.ni/2024/11/26/nuevas-generaciones-en-gestion-forestal/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2023). Informe de la Trigésima Tercera Reunión de la Comisión Forestal para América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/e6f2b3ad-60d6-48d3-87e9-14eb3861ccd0/content>

Smith, J., & Brown, K. (2019). "Forest management and biodiversity conservation."