

Análisis cadena de valor de madera, obtenida de modelos de restauración de bosque, en 12 comunidades, Somoto, Madriz-Nicaragua 2023

Value Chain Analysis of Timber Derived from Forest Restoration Models in 12 Communities, Somoto, Madriz, Nicaragua, 2023

Yunielka Nasaret Castillo Merlos¹ e Itzel Danelia Laguna Dávila²

¹ Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda, ycastillomerlos@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-8757-5407>, Nicaragua

² Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda, itzellaguna1234@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-3782-659X>, Nicaragua

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 23-06-2026
Revisado 24-06-2026
Aceptado 31-07-2026

Palabras Clave:

Silvicultura
Cadena de valor
Desarrollo sostenible
Reforestación

Keywords:

Forestry
Value Chain
Sustainable Development
Reforestation

RESUMEN

Este estudio analiza la cadena de valor de la madera generada a partir de los modelos de reforestación y restauración forestal del programa APRODEIN-BOSNICA en 12 comunidades rurales de Somoto, Madriz, Nicaragua. Su objetivo es examinar dicha cadena desde una perspectiva económica y de sostenibilidad, con el fin de fortalecer la articulación entre el programa y los productores locales. La investigación se desarrolló bajo un enfoque sociocrítico, con un diseño de métodos mixtos, descriptivo y transversal. La muestra estuvo conformada por 16 productores, seis ingenieros forestales y el coordinador del programa, utilizando cuestionarios, entrevistas y análisis estadístico en SPSS. Los resultados evidencian limitaciones en el conocimiento de los productores sobre procesos de la cadena de valor y comercialización, así como niveles moderados en aspectos económicos. Sin embargo, se destaca un alto conocimiento en prácticas sostenibles. Se concluye que el programa posee un potencial importante para el desarrollo forestal sostenible, aunque requiere fortalecer la capacitación, la comercialización y el valor agregado de la madera.

ABSTRACT

This study analyzes the value chain of timber generated from the reforestation and forest restoration models of the APRODEIN-BOSNICA program in 12 rural communities in Somoto, Madriz, Nicaragua. Its objective is to examine this chain from an economic and sustainability perspective, in order to strengthen the collaboration between the program and local producers. The research was conducted using a socio-critical approach, with a mixed-methods, descriptive, and cross-sectional design. The sample consisted of 16 producers, six forestry engineers, and the program coordinator. Data was collected through questionnaires, interviews, and statistical analysis using SPSS. The results reveal limitations in the producers' knowledge of value chain and marketing processes, as well as moderate levels of understanding in economic aspects. However, a high level of knowledge regarding sustainable practices was also observed. The study concludes that the program has significant potential for sustainable forestry development, although it requires strengthening training, marketing, and value-added activities related to timber production.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el manejo forestal sostenible se considera un mecanismo clave para garantizar el equilibrio ecológico, mitigar el cambio climático y promover el desarrollo socioeconómico de las zonas rurales. Los

programas de reforestación no solo aumentan la cobertura forestal y el secuestro de carbono, sino que también crean oportunidades de crecimiento económico para los productores rurales mediante el uso racional de los recursos madereros. Según González Méndez (2023) el manejo forestal sostenible incluye medidas técnicas, organizativas y ambientales destinadas a preservar los ecosistemas y utilizar de manera eficiente los recursos forestales. Por su parte, la Comisión Forestal para América Latina y el Caribe (2023) destaca que las cadenas de valor madereras sostenibles deben garantizar simultáneamente el beneficio económico, los beneficios sociales y un impacto ambiental negativo mínimo. A pesar del creciente interés internacional en el desarrollo de las cadenas de valor forestales, los países latinoamericanos, incluida Nicaragua, siguen enfrentándose a limitaciones relacionadas con los bajos niveles de integración de las partes interesadas, la comercialización insuficiente de los productos madereros y los procesos débiles de gestión forestal.

En el municipio de Somoto, departamento de Madriz, el programa APRODEIN-BOSNICA promueve modelos de reforestación y sistemas agroforestales en los que participan pequeños y medianos productores. Sin embargo, a pesar de los resultados positivos en términos de restauración forestal y secuestro de CO₂, persisten problemas relacionados con el acceso limitado de los productores a los mercados madereros, el apoyo técnico insuficiente para los bosques maduros y la débil integración de los eslabones de la cadena de valor de la madera. Estas limitaciones reducen la productividad de las plantaciones forestales y limitan la capacidad de las familias rurales para generar ingresos estables. Como señala González Méndez (2023) comprender las diferencias entre los productos forestales primarios y secundarios permite a los productores tomar decisiones más eficaces y optimizar los procesos de producción. Por lo tanto, el análisis de la cadena de valor de la madera es particularmente relevante como refieren González Treglia et al., (2021) ya que permite identificar los problemas existentes, determinar los factores que influyen en el funcionamiento del sistema y proponer estrategias para mejorar la sostenibilidad económica y ambiental del sector forestal.

A nivel internacional, el estudio Camino Velozo (2023) sobre las cadenas de valor forestales sostenibles en Colombia y el informe de la Comisión Forestal para América Latina y el Caribe (2023) analizan el funcionamiento de las cadenas de valor forestales desde perspectivas económicas, sociales y ambientales. Ambos estudios señalan desafíos como el bajo nivel tecnológico, la escasa integración de los participantes, el alto grado de informalidad y la limitada creación de valor, especialmente en los bosques naturales. Al mismo tiempo, enfatizan que la sostenibilidad del sector se ve reforzada por una mejor gobernanza, la transparencia de los procesos, la innovación y la participación de las comunidades locales, lo que contribuye a una mayor competitividad y a la conservación del medio ambiente.

A nivel nacional y local, los estudios de Gutiérrez Vizcaíno et al., (2018) y Castellón y Hernández (2016) analizan las cadenas de valor y las estrategias de desarrollo forestal en Nicaragua. El primer estudio identifica las limitaciones de la producción de carbón vegetal en los departamentos de León y Chinandega, entre las que se incluyen los bajos niveles de legalidad, la débil organización de los productores y el acceso limitado al mercado, y sugiere mejoras tecnológicas y organizativas para aumentar la eficiencia y la sostenibilidad. El segundo muestra que los programas de pago por servicios ambientales en San Juan de Limay y Somoto tienen impactos positivos en los ingresos, el empleo, la participación comunitaria y la restauración forestal. En general, ambos estudios destacan la importancia de fortalecer la gestión sostenible de los recursos naturales para mejorar los medios de vida rurales y proteger el medio ambiente.

El objetivo de este estudio es analizar la cadena de valor de la madera derivada de los modelos de reforestación y restauración del programa APRODEIN-BOSNICA en 12 comunidades del municipio de Somoto, departamento de Madriz, Nicaragua, desde una perspectiva económica y sostenible, con el fin de mejorar las relaciones y los vínculos con los productores. La hipótesis de la investigación es que una gestión eficaz de la cadena de valor de la madera basada en modelos de reforestación sostenible contribuye a aumentar la productividad económica, mejorar la integración de los productores en el mercado y fortalecer el desarrollo sostenible en las comunidades rurales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se lleva a cabo en Nicaragua, en el departamento de Madriz, municipio de Somoto, y abarca ocho comunidades rurales que participan en el programa de reforestación. El estudio se basa en un enfoque paradigmático sociocrítico como menciona Sinche-Crispín et al., (2023) quienes explican que tiene como objetivo no solo analizar los procesos existentes en la cadena de valor de la madera, sino también identificar los desafíos y las oportunidades para mejorar la situación socioeconómica de los productores. El estudio emplea un enfoque de metodología mixta que combina métodos cuantitativos y cualitativos para analizar de manera integral los aspectos productivos, económicos y sociales de la cadena de valor de la madera (Cutanda-López, 2021, p. 38).

El estudio es de naturaleza descriptiva y transversal como mencionan Valle et al., (2022) y Vizcaino Zúñiga et al., (2023) ya que tiene como objetivo caracterizar el estado actual de la cadena de valor de la madera para el periodo 2022-2023 sin una observación a largo plazo de los cambios a lo largo del tiempo. La población del estudio incluye a 16 productores, 6 ingenieros y 1 representante responsable del programa BOSNICA en el departamento de Madriz, así como a otros participantes de la cadena de valor. Se considera la teoría de Cañas y Galo (2022) para la muestra cual se seleccionó mediante un método no probabilístico e intencional, lo que permite la selección de informantes clave directamente involucrados en la producción, el procesamiento y la comercialización de la madera (Reales Chacón et al., 2021).

La recopilación de datos se lleva a cabo mediante entrevistas y cuestionarios destinados a obtener información cualitativa y cuantitativa sobre los procesos de producción, los factores económicos y la sostenibilidad del sistema. El estudio consta de varias etapas: (1) definición del problema y del marco teórico, (2) recolección de datos en el terreno en las comunidades objeto de estudio, (3) procesamiento de datos y análisis estadístico mediante SPSS, incluida la validación de la fiabilidad de los instrumentos (alfa de Cronbach = 0,853), y (4) interpretación de los resultados y formulación de conclusiones y propuestas para mejorar la cadena de valor de la madera (Alegre Brítez, 2022).

La investigación se desarrollará bajo principios éticos que garantizan la participación voluntaria, el consentimiento informado, la confidencialidad y el derecho de los participantes a retirarse en cualquier momento. Asimismo, la información recopilada será utilizada únicamente con fines académicos, asegurando el respeto, la privacidad y el manejo responsable de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mapeo de la cadena de valor de la madera

Para dar salida al primer objetivo específico referente a describir el mapeo de la cadena de valor obtenida de los modelos de reforestación y restauración del programa APRODEIN Somoto 2022-2023, se aplicó una encuesta a 16 productores de las 12 comunidades del municipio, una entrevista a 6 ingenieros y 1 responsable del programa donde se les consultó sobre los procesos productivos y relaciones comerciales. Se utilizó la escala Likert para la evaluación: 1 = "Nunca", 2 = "Casi nunca", 3 = "A veces", 4 = "Casi siempre" y 5 = "Siempre".

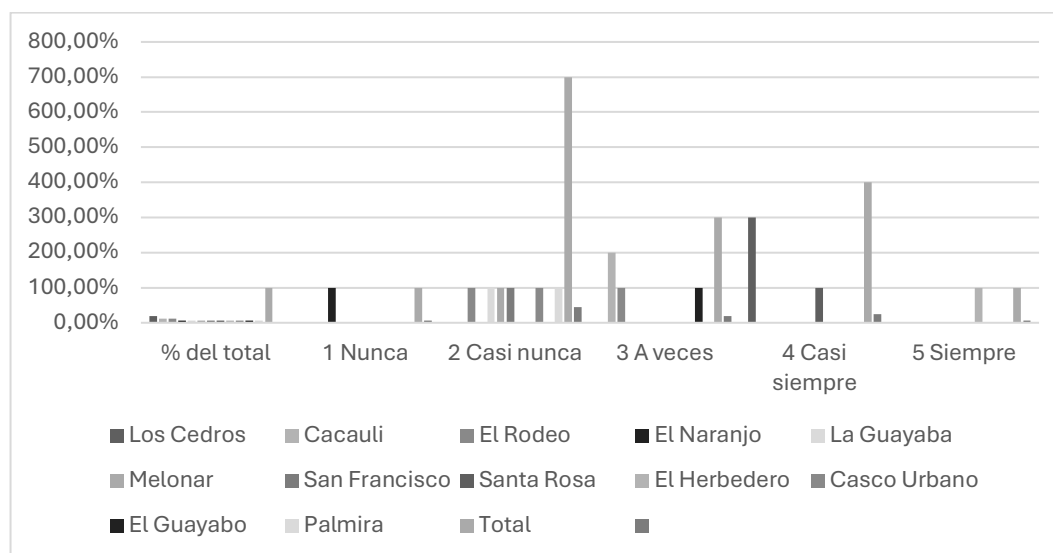


Fig. 1: Conocimiento de los procesos de la cadena de valor de la madera en el programa APRODEIN-BOSNICA **Fuente:** Elaboración propia con datos procesados en SPSS y Excel

Los resultados presentados en el gráfico reflejan el nivel de conocimiento de los productores sobre los procesos de la cadena de valor de la madera en el programa APRODEIN-BOSNICA. De los 16 productores encuestados, la mayoría (43,8%) eligió la opción 2 ("Casi nunca"), lo que indica un nivel de conocimiento insuficiente sobre los procesos de la cadena de valor de la madera. Por otro lado, el 25% de los participantes eligió la opción 4 ("Casi siempre") y el 18,8% la opción 3 ("A veces"), lo que demuestra que algunos productores poseen un nivel de conocimiento medio a alto.

Desde esta perspectiva, los resultados indican una tendencia hacia niveles de conocimiento bajos a medios entre la mayoría de los productores, lo que podría limitar su participación activa en la producción, procesamiento y comercialización de la madera. A pesar de esto, la presencia de respuestas en las categorías "Casi siempre" y "Siempre" sugiere que algunos productores tienen un conocimiento más profundo de los procesos implementados en el programa APRODEIN-BOSNICA. Esto indica que dicho nivel de conocimiento puede depender del grado de participación de los asistentes en las actividades del programa y del acceso al apoyo técnico.

Al comparar los resultados de la encuesta a productores con las entrevistas realizadas a seis ingenieros forestales de BOSNICA, se observa una clara diferencia en la percepción del funcionamiento de la cadena de valor de la madera. Los ingenieros describen el sistema como integrado, sostenible y bien organizado, destacando que los procesos se llevan a cabo de forma sincrónica, desde el establecimiento de la plantación hasta la comercialización de la madera, incluyendo el apoyo a los productores y la producción de productos de valor añadido como el biocarbón y las artesanías. Asimismo, el coordinador del programa señaló la existencia de un mecanismo de economía circular, en el que todos los participantes reciben beneficios socioeconómicos, y también indicó que los principales actores de la cadena son los productores, los procesadores y los consumidores finales.

Según el análisis inferencial, los resultados sugieren que, a pesar de la evaluación positiva del funcionamiento de la cadena de valor por parte del personal técnico y la coordinación del programa, una parte significativa de los productores aún carece de conocimientos suficientes sobre los procesos implementados en el marco de APRODEIN-BOSNICA. Esto pone de manifiesto la necesidad de reforzar las actividades de capacitación, el apoyo técnico y las estrategias de transferencia de conocimientos para mejorar la comprensión de los productores sobre todas las etapas de la cadena de valor de la madera y fortalecer su participación en la gestión forestal sostenible.

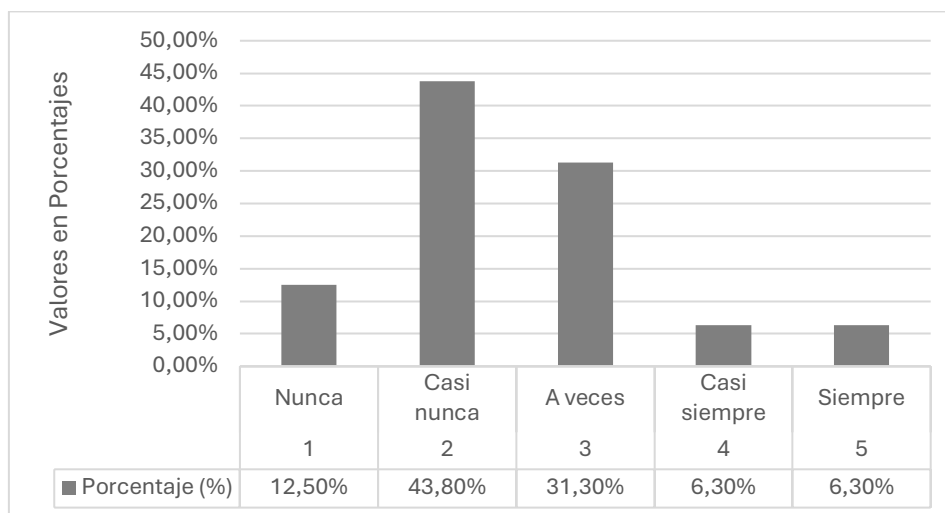


Fig. 2: Conocimiento de los canales de comercialización utilizados para la venta de madera *Fuente:* Elaboración propia con datos procesados en IBM SPSS Statistics y Microsoft Excel.

Los resultados del gráfico 7 muestran el nivel de conocimiento de los productores sobre los canales de comercialización utilizados para vender madera dentro del programa APRODEIN-BOSNICA. De los 16 productores encuestados que equivale al 100 % de la muestra, la mayor proporción (43,8%) eligió la opción 2 ("Casi nunca"), lo que indica un bajo nivel de conocimiento sobre los canales de distribución de productos madereros existentes. Además, el 31,3% de los encuestados eligió la opción 3 ("A veces"), lo que indica una comprensión parcial o moderada de los mecanismos de comercialización. Solo un pequeño número de productores indicó las opciones 4 y 5, que corresponden a un mayor nivel de conocimiento.

Estos resultados indican que la mayoría de los productores carecen de información suficiente sobre los canales de comercialización utilizados por el programa APRODEIN-BOSNICA. La baja concentración de respuestas en las categorías "Casi siempre" y "Siempre" sugiere limitaciones en la difusión de información relacionada con la venta de madera y productos derivados. Esto podría afectar el nivel de participación de los productores en la venta de productos y limitar las oportunidades para obtener mayores beneficios económicos de la cadena de valor de la madera.

Por otra parte, la opinión de los productores no coincide con las entrevistas realizada a seis ingenieros forestales y al responsable del programa ya que ellos proporcionan una comprensión más profunda del

sistema de comercialización. Los ingenieros señalaron que el proceso comprende varias etapas: desde el establecimiento de viveros, el cultivo y la gestión de plantaciones, hasta el procesamiento de la madera y la venta de productos terminados. Entre los principales canales de comercialización mencionados se incluyen las ventas directas entre los productores y el programa, los mercados locales, las redes sociales y la venta de biocarbón, carbón vegetal, postes mejorados y leña. Además, los especialistas destacaron la disponibilidad de apoyo técnico continuo mediante visitas de campo, capacitación y consultas. El coordinador del programa señaló que la cadena de valor involucra a productores, procesadores y consumidores finales, y destacó que los principales beneficios son los productos con valor ambiental y social, mientras que las principales limitaciones siguen siendo la dificultad para obtener permisos y la competencia de productos de baja calidad.

Los resultados muestran que en ambos indicadores la media se ubica cercana a la categoría 2 (“Casi nunca”), lo que evidencia un nivel bajo de conocimiento por parte de los productores tanto sobre los procesos de la cadena de valor como sobre los canales de comercialización de la madera. Asimismo, la moda igual a 2 confirma que esta fue la respuesta predominante en ambos casos. La desviación estándar cercana a 1 indica una dispersión moderada de las respuestas, reflejando que, aunque existen productores con niveles más altos de conocimiento, la mayoría se concentra en categorías bajas e intermedias de la escala Likert.

Desde esta perspectiva, los resultados sugieren que, a pesar de la existencia de canales de comercialización organizados y una evaluación positiva de su funcionamiento por parte del personal técnico y la administración del programa, una parte significativa de los productores sigue estando insuficientemente informada sobre los mecanismos para vender madera y productos de valor agregado. Lo que coincide con el estudio realizado por Camino Velozo (2023) donde pone de manifiesto la necesidad de fortalecer las estrategias de información, comercialización y capacitación para que los productores aumenten su participación en los procesos comerciales, fortalezcan la sostenibilidad de la cadena de valor y mejoren el desempeño económico del programa APRODEIN-BOSNICA.

Factores económicos y sostenibles en la cadena de valor

Referente al objetivo específico número dos identificar los factores que intervienen en cada eslabón de la cadena con enfoque económico y sostenible. Los resultados de los encuestados y entrevistados se describen a continuación:

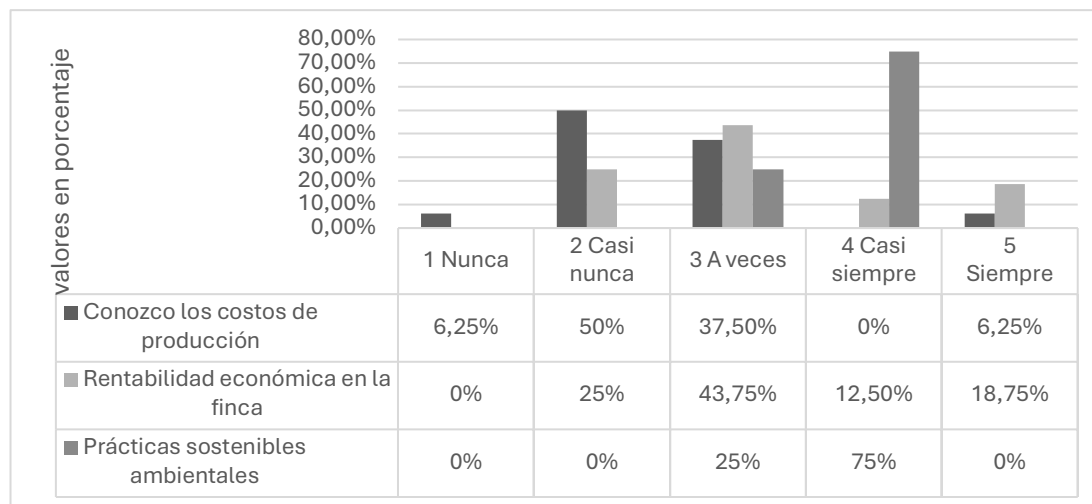


Fig. 3: Costos de producción relacionados con el manejo y aprovechamiento de la madera. *Fuente:* Elaboración propia con datos procesados en IBM SPSS Statistics y Microsoft Excel.

En el primer indicador, referido al conocimiento de los costos de producción relacionados con el manejo y aprovechamiento de la madera, se observa que 3 productores (18.8%) se ubicaron en el valor 1, 5 productores (31.3%) en el valor 2, 4 productores (25%) en el valor 3, 3 productores (18.8%) en el valor 4 y 1 productor (6.3%) en el valor 5. Estos resultados evidencian una tendencia predominante hacia los valores bajos e intermedios de la escala, lo que indica que la mayoría de los productores poseen un conocimiento limitado o parcial sobre los costos de producción forestal.

En el segundo indicador, relacionado con la percepción de la rentabilidad económica de las plantaciones forestales, se observa una distribución más favorable. En este caso, 2 productores (12.5%) seleccionan el

valor 1, 4 productores (25%) el valor 2, 5 productores (31.3%) el valor 3, 4 productores (25%) el valor 4 y 1 productor (6.3%) el valor 5. Estos resultados reflejan una tendencia hacia valores medios y altos, lo que indica que los productores perciben en su mayoría que las plantaciones forestales sí generan rentabilidad económica, aunque con diferentes niveles de convicción.

En el tercer indicador, relacionado con la implementación de prácticas sostenibles y amigables con el medio ambiente, se evidencia una tendencia claramente positiva. La mayor concentración se ubica en los valores altos de la escala Likert, destacando la implementación frecuente de prácticas como la reforestación, el manejo adecuado del suelo, la no quema, el uso de biochar, la protección de fuentes hídricas y la diversificación de cultivos. Esto refleja un fuerte compromiso ambiental por parte de los productores en el manejo de sus parcelas forestales. En conjunto, los resultados coinciden con el estudio de la Comisión Forestal para América Latina y el Caribe (2023) y el de Castellón y Hernández (2016) quienes indican que mientras los factores económicos presentan niveles medios de conocimiento y percepción las prácticas sostenibles son altamente implementadas por los productores, lo cual refleja un equilibrio entre sostenibilidad ambiental y desarrollo productivo dentro del programa APRODEIN-BOSNICA.

Paralelamente estos datos interceptados con las entrevistas realizadas a seis ingenieros forestales y al responsable del programa confirma y complementa estos resultados. Los especialistas destacan que los factores económicos más relevantes incluyen los costos de establecimiento y manejo, la mano de obra, los incentivos forestales y los precios de mercado de la madera y subproductos. Asimismo, señalan que el programa promueve prácticas sostenibles como la silvicultura adecuada, la restauración forestal y el manejo responsable de los recursos. Esto se vincula al estudio de Gutiérrez Vizcaino et al., (2018) donde también se identifican limitaciones como la dificultad en la obtención de permisos y la percepción cultural del bosque. En conjunto, los resultados evidencian que, aunque existe sostenibilidad ambiental y percepción positiva de rentabilidad, aún se requiere fortalecer el conocimiento económico de los productores dentro de la cadena de valor de la madera en el programa APRODEIN-BOSNICA.

Productos, subproductos y valor agregado de la madera

Con respecto al objetivo específico número tres el cual es determinar los productos y subproductos y su valor agregado obtenido del aprovechamiento precomercial y comercial de las plantaciones forestales y su mejoramiento de las relaciones y vínculos con sus clientes establecidas en el programa APRODEIN-BOSNICA. Se realizó la triangulación de datos con la aplicación de encuestas a 16 productores y entrevistas aplicadas a seis ingenieros y un responsable del programa. A continuación se detallan los resultados obtenidos.

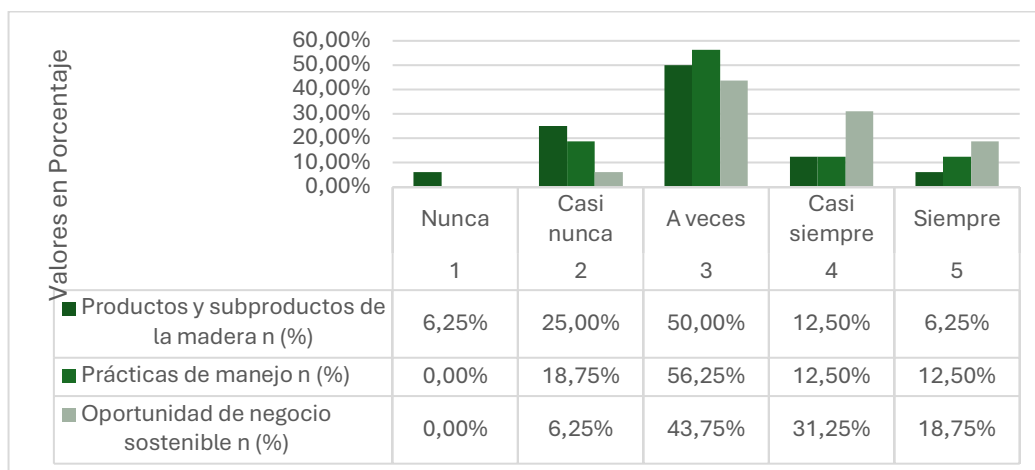


Fig. 4: Conocimiento y oportunidades del sector forestal *Fuente:* Elaboración propia con datos procesados en IBM SPSS Statistics y Microsoft Excel.

Los resultados de la encuesta realizada a 16 productores muestran que el nivel de conocimiento sobre productos y subproductos de la madera es predominantemente promedio. El 50,0% (8 encuestados) indicó "A veces", el 25,0% (4 encuestados) indicó "Casi nunca", mientras que solo el 18,75% (3 encuestados) seleccionó "Casi siempre" y "Siempre". Estos datos indican que la mayoría de los productores tienen una comprensión general de los usos potenciales de la madera, pero su conocimiento sobre la diversidad de productos y su valor agregado sigue siendo limitado.

Se observa una tendencia similar en cuanto al conocimiento de las prácticas de manejo forestal para producir madera de alta calidad. La mayoría de los encuestados (56,25%, o 9 encuestados) indicó "A veces", el 18,75% (3 encuestados) indicó "Casi nunca", y solo el 25,0% (4 encuestados) seleccionó "Casi siempre" y "Siempre". Esto sugiere la necesidad de fortalecer aún más el apoyo técnico y capacitar a los productores en prácticas forestales modernas.

Los resultados más positivos se obtuvieron en relación con la percepción de los bosques como una oportunidad de negocio sostenible. En este caso, el 31,25 % (5 encuestados) respondió «Casi siempre» y el 18,75 % (3 encuestados) respondió «Siempre», lo que representa un 50 % de la muestra. Además, el 43,75 % (7 encuestados) seleccionó «A veces». Estos datos demuestran que la mayoría de los participantes ya consideran las plantaciones forestales como una fuente prometedora de ingresos e inversión a largo plazo. Referente a las entrevistas aplicadas a seis ingenieros del programa confirma estos hallazgos. Los especialistas observaron una amplia gama de productos y subproductos de las plantaciones forestales, incluyendo madera, leña, postes, muebles, artesanías, carbón vegetal, biocarbón, ácido de pirólisis y alquitrán. Asimismo, los ingenieros destacaron la importancia de medidas como la poda oportuna, el raleo, la inspección fitosanitaria y el apoyo técnico. Esto explica por qué una parte significativa de los productores aún demuestra un nivel moderado de conocimiento sobre estos temas.

La entrevista con el responsable del programa proporcionó una confirmación adicional, señalando oportunidades para incrementar el valor añadido mediante la producción de carbón vegetal, artesanías y madera comercial, y recomendando fortalecer los vínculos con empresas grandes y medianas para ampliar los mercados de venta. En general, los datos cuantitativos y cualitativos sugieren que el programa BOSNICA fomenta una actitud positiva hacia el emprendimiento forestal. Lo que concuerda con el estudio de Castellón y Hernández (2016) los cuales exponen que, para un mayor desarrollo de la cadena de valor se requiere una mayor capacitación de los productores y mejores mecanismos para la comercialización de los productos forestales.

Plan de manejo forestal

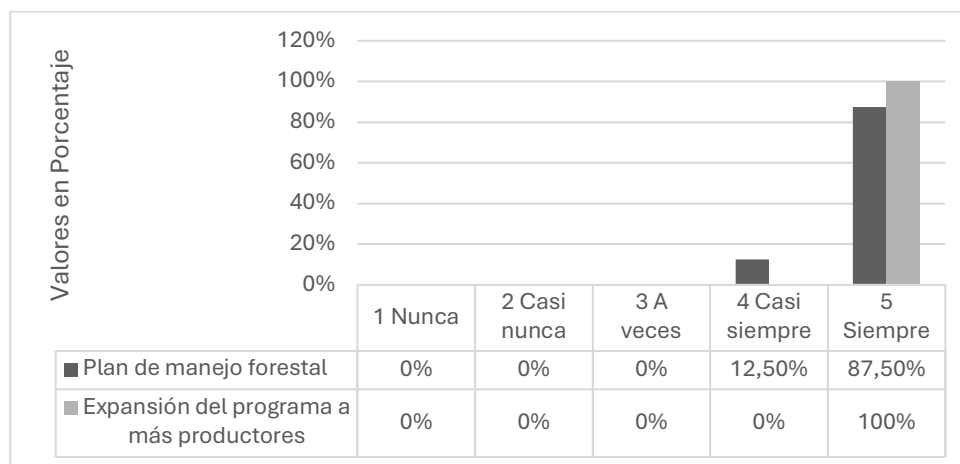


Fig. 5: Opiniones sobre implementar un plan de manejo forestal desde el establecimiento de los árboles hasta su aprovechamiento final. *Fuente:* Elaboración propia con datos procesados en IBM SPSS Statistics y Microsoft Excel.

Los resultados de la encuesta muestran un nivel extremadamente alto de valoración positiva de este aspecto entre los productores. De los 16 encuestados, 14 (87,5 %) seleccionaron la opción «Siempre», mientras que dos (12,5 %) seleccionaron «Casi siempre». No hubo respuestas en las categorías «Nunca», «Casi nunca» y «A veces». Esta distribución indica una opinión prácticamente unánime entre los participantes y confirma el alto nivel de reconocimiento y apoyo a este tema.

Desde esta directriz, la concentración del 100 % de las respuestas en las categorías superiores de la escala de Likert (4 y 5 puntos) sugiere una tendencia positiva consistente en la población del estudio. El valor medio del indicador se aproxima al nivel máximo de la escala, y la mínima variabilidad de las respuestas indica un alto nivel de consenso. En consecuencia, los resultados obtenidos confirman que los fabricantes perciben esta área como significativa y eficaz, lo que demuestra el impacto positivo de las actividades implementadas en el marco del programa BOSNICA.

La entrevista realizada con el responsable del programa sirvió para confirmar aún más esta idea, ya que recomendó intensificar la cooperación directa con empresas medianas y grandes dedicadas a la distribución y venta de productos forestales. Esta postura coincide con la opinión de los ingenieros sobre la necesidad de fortalecer los vínculos con el mercado y aumentar el valor agregado de los productos, especialmente mediante la producción de madera aserrada, biocarbón y carbón vegetal ecológico.

Los resultados son consistentes con los hallazgos de estudios internacionales, nacionales y locales sobre el desarrollo de cadenas de valor forestales sostenibles. Por ejemplo, el estudio Camino Velozo (2023) señala la necesidad de fortalecer la gobernanza del sector forestal, mejorar la competitividad y desarrollar valor agregado para los productos forestales, lo cual es consistente con las opiniones de los productores de BOSNICA, de los cuales el 87.5% apoya plenamente la expansión del programa, así como con las recomendaciones de los ingenieros sobre la necesidad de encontrar nuevos mercados, innovar y promover productos con mayor valor agregado.

De manera similar, los hallazgos de la Comisión Forestal para América Latina y el Caribe (2023) enfatizan la importancia de integrar todos los eslabones en la cadena de valor, el apoyo institucional y el desarrollo del mercado, lo cual es consistente con las recomendaciones de los ingenieros y el gerente del programa sobre el fortalecimiento de las relaciones con las grandes empresas y la mejora de la comercialización de productos forestales.

A nivel nacional, los resultados del estudio de Gutiérrez Vizcaíno et al. (2018) confirman la necesidad de mejorar la organización de los productores, los procesos tecnológicos y los mecanismos de mercado para incrementar el valor añadido del carbón vegetal, lo cual también se refleja en las propuestas de los especialistas de BOSNICA para el desarrollo de biocarbón, carbón vegetal ecológico y producción de madera aserrada.

Además, los resultados concuerdan con el estudio de Castellón y Hernández (2016), que demostró un alto nivel de satisfacción entre los participantes en los programas de reforestación y su impacto positivo en los ingresos de las familias rurales. Por lo tanto, los hallazgos confirman que una mayor expansión del programa BOSNICA y el fortalecimiento de la cadena de valor forestal son clave para el desarrollo socioeconómico y ambiental sostenible de las zonas rurales.

Modelos de restauración

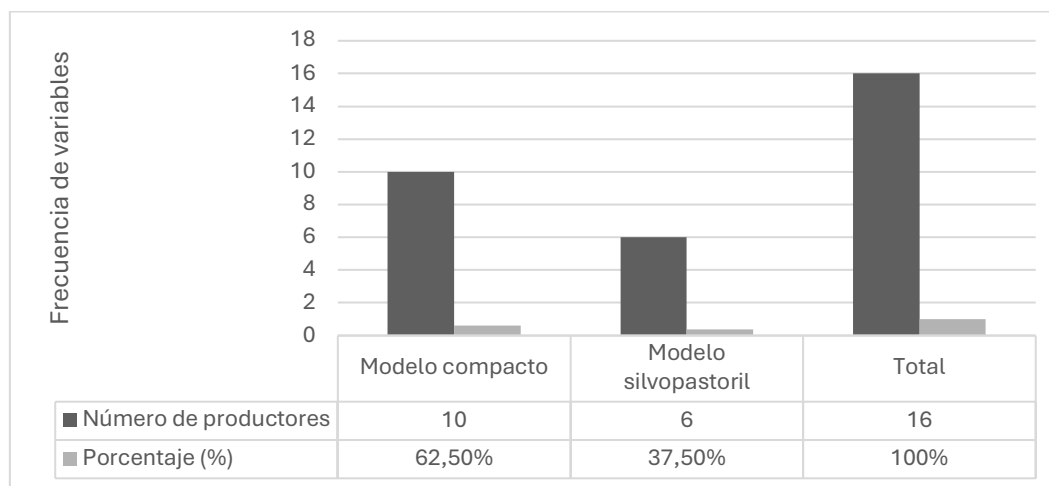


Fig. 6: Análisis de los modelos de restauración. *Fuente:* Elaboración propia con datos procesados en IBM SPSS Statistics y Microsoft Excel.

Los resultados muestran que, en las 12 comunidades estudiadas, que comprenden 16 productores, predomina el modelo de restauración compacta (62,5%), mientras que el modelo silvopastoril se utiliza con menor frecuencia (37,5%). Esta distribución indica una preferencia entre los productores por sistemas de reforestación más intensivos, enfocados en la rápida restauración del dosel arbóreo y el aumento de la densidad de rodales. El modelo compacto se utiliza predominantemente en las comunidades de Los Cedros, Cacauli, El Rodeo, El Naranjo, La Guayaba, Melonar y San Francisco, lo que refleja su amplia adopción en zonas prioritarias para la reforestación.

En cuanto al desempeño ambiental, se observan diferencias entre los modelos. El sistema compacto demuestra mayores tasas de secuestro de carbono (aproximadamente 18–25 tCO₂/ha) debido a su alta densidad arbórea y su enfoque en rodales de bosque puro. Por otro lado, el modelo silvopastoril presenta

una menor tasa de secuestro de carbono (10–16 tCO₂/ha), pero lo compensa mediante la integración de la producción agrícola y ganadera. De esta forma, se garantiza una mayor resiliencia ecológica y diversidad funcional del ecosistema, lo que lo hace más flexible a largo plazo.

Un análisis comparativo muestra que el modelo compacto presenta ventajas en la acumulación de biomasa y la restauración forestal, mientras que el modelo silvopastoril es superior en términos de diversificación económica y resiliencia ante los riesgos climáticos. No obstante, ambos modelos demuestran una gran relevancia dentro del programa APRODEIN-BOSNICA, ya que se complementan entre sí según los objetivos de gestión. En general, los resultados confirman que la elección del modelo de restauración depende del equilibrio entre los objetivos ambientales (captura de carbono y restauración forestal) y las necesidades socioeconómicas de los productores.

CONCLUSIÓN

El estudio reveló que los productores tienen un bajo nivel de conocimiento sobre los procesos de la cadena de valor de la madera y los canales de comercialización. A pesar de la estructura organizada de la cadena, confirmada por ingenieros técnicos del programa APRODEIN-BOSNICA, es necesario fortalecer la capacitación y el apoyo técnico a los productores.

Los factores económicos de la cadena de valor están relacionados con los costos de producción, la rentabilidad y las condiciones del mercado. El conocimiento de los costos sigue siendo bajo, mientras que la percepción de la rentabilidad es moderadamente positiva. Sin embargo, la adopción de prácticas sostenibles ha alcanzado un alto nivel.

Se constató que las plantaciones forestales proporcionan una variedad de productos y subproductos de valor agregado. No obstante, el conocimiento de los productores en esta área es promedio lo que indica la necesidad de desarrollar aún más las habilidades técnicas y fortalecer los vínculos comerciales.

Los productores demostraron un alto nivel de apoyo a la implementación de un plan integrado de manejo forestal, con un 87,5% de los encuestados seleccionando la categoría "Siempre". Esto confirma la viabilidad de implementar el plan como herramienta para fortalecer la cadena de valor de la madera y garantizar el desarrollo sostenible del programa APRODEIN-BOSNICA.

Los resultados muestran que el modelo de restauración compacta predomina en 10 comunidades (62,5%) debido a su alta capacidad de restauración forestal y secuestro de carbono. El modelo silvopastoril (37,5%) lo complementa por su mayor sostenibilidad económica y diversificación. Ambos enfoques son complementarios e importantes para equilibrar los objetivos ecológicos y productivos del programa APRODEIN-BOSNICA.

REFERENCIAS

- Alegre Brítez, M. Á. (2022). Aspectos relevantes en las técnicas e instrumentos de recolección de datos en la investigación cualitativa. Una reflexión conceptual. *Población y desarrollo*, 28(54), 93-100. doi:<https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2022.028.54.093>
- Camino Velozo, R. (2023). *Diagnóstico de la cadena forestal sustentable en Colombia [Informe de investigación]* Banco Interamericano de Desarrollo. Repositorio institucional del Banco Interamericano de Desarrollo. https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Santamaria-Gutierrez/publication/395473146_Diagnostico_de_la_cadena_forestal_sustentable_de_Bolivia_Cadena_forestal_sostenible/links/68c7481ff3032e2b4be122bf/Diagnostico-de-la-cadena-forestal-sustentable-de-Bolivia
- Cañas Escamilla, J. J., & Galo Sánchez, J. R. (2022). *Estadística, probabilidad e inferencia*. (J. G. Rivera Berrio, Ed.) Córdoba, España: Red Educativa Digital Descartes Interactivo. doi:<https://proyectodescartes.org/iCartesiLibri/index.htm>
- Castellón Alvarado, E. d., & Hernández Montoya, K. M. (2016). *Impacto socioeconómico y ambiental de Pagos por Servicios Ambientales, como estrategia de promoción [Tesis de Maestría]* Universidad Católica del Trópico Seco. Repositorio de la Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda. <http://repositorio.unflep.edu.ni/30/1/Tesis%20final%20SINU.pdf>
- Comisión Forestal para América Latina y el Caribe. (2023). *Cadenas de valor sostenibles de la madera [Informe de Investigación]*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4f371bbe-2e04-4e3e-b17c-d36d0bd55019/content>
- Cutanda-López, M. (2021). Método mixto de investigación: pertinencia y dificultades en el estudio programas de reenganche. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales, Especial noviembre 2021*, 31-48. doi:<https://doi.org/10.51896/caribe/MGUI5478>

- Demera-Zambrano, K. C., López-Vera, L. S., Zambrano-Romero, M. G., & Alcívar-Vera, N. M. (2020). Memorización y pensamiento crítico-reflexivo en el desarrollo del aprendizaje. *Dominio de las ciencias*, 6(3), 480-481. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7539696.pdf>
- González Méndez, Y. (2023). *Evaluación de Bosques con Alto Valor de Conservación en tres fincas productivas de la empresa EQUIFOREST [Tesis de grado] Universidad Nacional Agraria*. Repositorio de la Universidad Nacional Agraria. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp01g643e.pdf>
- González Treglia, J. T. (2021). *La Cadena de Valor y sus dimensiones. Una conceptualización a través del análisis de sus líneas de estudios principales [Informe investigativo del VI Congreso de Ciencias Económicas del Centro de la República]*. Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Sociales. <https://www.aacademica.org/xcongresodeadministraciondelcentrodelarepublica/75>
- Gutiérrez Vizcaíno, M., Navarro, G., & Orozco Vilchez, L. (2018). *Modelos de negocios para el manejo forestal en América Central [Informe de Investigación] Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)*. Boletín técnico no. 99. https://www.researchgate.net/profile/Guillermo-Navarro-3/publication/325615674_Cadena_de_valor_de_carbon_vegetal_en_bosques_secundarios_Leon_y_Chinandega_Nicaragua/links/5b188ba2aca272021cee2d09/Cadena-de-valor-de-carbon-vegetal-en-bosques-secundarios-Leo
- Reales Chacón, L., Robalino Morales, G., Peñafiel Luna, A., Cárdenas Medina, J., & Cantuña-Vallejo, P. (2021). El Muestreo Intencional No Probabilístico como herramienta de la investigación científica en carreras de Ciencias de la Salud. *Universidad Y Sociedad*, 14(55), 681–691. Obtenido de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3338>
- Sinche-Crispín, F., Infante Rivera, L., Espinoza-Quispe, C., Matos-Vila, G., & Gilvonio-Yaranga, F. (2023). Implicancia de la fenomenología social y el paradigma socio-crítico en la investigación de la educación universitaria. *Revista Multidisciplinaria del Saber*, 1(3), 1-9. doi:<https://doi.org/10.XXXXX>
- Valle, A., Manrique, L., & Revilla, D. (2022). *La Investigación descriptiva con enfoque cualitativo en educación [Informe Investigativo]*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Educación. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/184559>
- Vizcaíno Zúñiga, P., Maldonado Palacios, I., & Cedeño Cedeño, R. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658