



ECONOMIC SUSTAINABILITY OF FORESTRY CONCESSIONS OF HUANUCO DEPARTMENT, PERU †

[SUSTENTABILIDAD ECONÓMICA DE LAS CONCESIONES FORESTALES DEL DEPARTAMENTO HUÁNUCO, PERÚ]

Luis Alberto Valdivia-Espinoza^{1*}, Luis Alberto Valdivia-Ruiz²,
Alberto Marcial Julca-Otiniano³, Ciro Ruiz-Aguilar⁴
and Tito Felipe Gonzalez-Manrique de Lara⁵

¹Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Departamento Académico de Ciencias en Recursos Naturales Renovables. Carretera Central km. 1.21, Tingo María, Huánuco, Perú. Código postal: 10131. E-mail: luis.valdivia@unas.edu.pe

²Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Especialidad de Ingeniería Civil. Av. Universitaria No. 1801, San Miguel, Lima, Perú. Código postal: 15088. E-mail: luis.valdivia@pucp.edu.pe

³Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Departamento Académico de Fitotecnia. Av. La Molina s/n, La Molina, Lima, Perú. Código postal: 15024. E-mail: ajo@lamolina.edu.pe

⁴Universidad Nacional Agraria de la Selva. Escuela de Posgrado. Carretera Central km. 1.21, Tingo María, Huánuco, Perú. Código postal: 10131. E-mail: ciro.ruiz@unas.edu.pe

⁵Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Departamento Académico de Humanidades. Carretera Central km. 1.21, Tingo María, Huánuco, Perú. Código postal: 10131. E-mail: tito.gonzalez@unas.edu.pe

*Corresponding author

SUMMARY

Background: Nowadays, recent concepts such as “forest sustainability” and “sustainable forest management” have been adopted by most countries in the world, in addition to sustainable development, because they consider continuous use of forests and their perpetual ecological integrity to satisfy the needs of current and future generations. In that sense, sustainability indicators can realistically estimate whether the management of the system is correct, which is why various governments and organizations have set a variety of local, national, and international criteria and indicators (C&I) to evaluate the sustainability of forest ecosystems. **Objective:** To create and validate indicators and determine the economic sustainability of forest concessions located in Huánuco department, Perú, applying multicriteria analysis based on the indicators. **Methodology:** Standardized indicators were defined as scales from 0 to 4, with the latest as the highest sustainability value. Afterward, they were weighted by multiplying them by a coefficient according to their importance related to sustainability. A forest concession is considered economically sustainable if its economic sustainability index (ISK) is ≥ 2 . In view of this, a survey was applied to forest concessions managers and workers. The Chi-square non-parametric statistical test was used to determine if ISK exceeds the value 2 in 40% of forest concessions. On the other hand, Pearson correlation was used among indicators with 95% of confidence. **Results:** The Chi-square test proves that forest concessions which exploit forest resources mechanically (40% of the whole) are economically sustainable ($X^2 = 0.000$, $p\text{-value} = 1.000$). Furthermore, it was found that the following indicators: “profit from the sale of wood” and “economic risk” are independent of each other ($r = 0.091$, $p\text{-value} > 0.05$). **Implications:** Finding out the economic sustainability of forest concessions will lead to design more solid forest policies in Huanuco, Peru. **Conclusion:** Mechanical forest exploitation leads to economically sustainable productive

† Submitted July 13, 2023 – Accepted October 24, 2023. <http://doi.org/10.56369/tsaes.5063>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = L.A. Valdivia-Espinoza: <https://orcid.org/0000-0001-6215-5508>; L.A. Valdivia-Ruiz: <https://orcid.org/0000-0003-2954-600X>; A.M. Julca-Otiniano: <https://orcid.org/0000-0002-3433-9032>; C. Ruiz-Aguilar: <https://orcid.org/0000-0002-9383-6290>; T.F. Gonzalez-Manrique de Lara: <https://orcid.org/0000-0002-7531-2469>

processes and higher profitability. Finally, developing value added products make possibilities bigger for forest concessions to be economically sustainable.

Key words: Multicriteria analysis; indicators; economic profitability; index; mechanical forest exploitation.

RESUMEN

Antecedentes: En la actualidad, la mayor parte de países del mundo han adoptado además del concepto de desarrollo sustentable, términos como “sustentabilidad forestal” y “manejo forestal sustentable”, debido a que consideran el uso continuo de los bosques y su integridad ecológica a perpetuidad para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras; en este contexto, los indicadores de sostenibilidad pueden permitir de manera realista, una estimación sobre la dirección correcta de un sistema, por lo que diversas organizaciones y naciones han generado un amplio rango de criterios e indicadores (C&I) a nivel local, nacional e internacional para evaluar la sustentabilidad de los ecosistemas forestales. **Objetivo:** Construir y validar indicadores y determinar la sustentabilidad económica de las concesiones forestales del departamento Huánuco, Perú, mediante el análisis multicriterio basado en el uso de indicadores económicos. **Metodología:** Se construyeron indicadores estandarizados mediante escala de 0 a 4, siendo 4 el mayor valor de sustentabilidad; posteriormente, fueron ponderados multiplicando la escala por un coeficiente, según su importancia respecto a la sustentabilidad. Una concesión forestal es económicamente sustentable, si el índice de sustentabilidad económico (ISK) es ≥ 2 . Se aplicó una encuesta a titulares y trabajadores de las concesiones forestales. Para conocer si el ISK en 40% de concesiones forestales supera el valor 2, se empleó la prueba estadística no paramétrica chi cuadrada; también se realizó entre indicadores, la correlación de Pearson con un 95% de confiabilidad. **Resultados:** La prueba chi cuadrada confirma que las concesiones forestales con aprovechamiento forestal mecanizado (40% del total), son económicamente sustentables ($X^2 = 0.000$, p-valor = 1.000). No existe relación entre los indicadores “utilidad por venta de madera” y “riesgo económico” ($r = 0.091$, p-valor > 0.05); es decir, ambos son independientes. **Implicaciones:** Conocer la sustentabilidad económica de las concesiones forestales, permitirá contribuir con el fortalecimiento de la política forestal del departamento Huánuco, Perú. **Conclusiones:** Procesos productivos sustentables económicamente y mayor rentabilidad, se logran con un aprovechamiento forestal mecanizado. Generar productos con valor agregado incrementa las posibilidades de sustentabilidad económica de las concesiones forestales.

Palabras clave: Análisis multicriterio; indicadores; rentabilidad económica; índice; aprovechamiento forestal mecanizado.

INTRODUCCIÓN

En la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) de 1987, surge el documento “Nuestro Futuro Común” más conocido como informe Brundtland. Gallopín (2003) sostiene que la definición de desarrollo sostenible más citada se encuentra en dicho informe y se conoce como: “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias”.

En el contexto del manejo forestal, el término más difundido es el de “manejo sostenido”, que se refiere a la producción constante de madera; este concepto, no obstante, fue de acuerdo con Floyd *et al.* (2001), paulatinamente incluyendo la producción sostenida de otros bienes y servicios forestales como agua, recreación, pesca, hábitat de fauna silvestre, forraje para ganado y otros productos no maderables. Debido a ello, diversos autores emplean sinónimos como “rendimiento sostenido” y “sustentabilidad forestal”; sin embargo, según Floyd y colaboradores, se trata de términos distintos, dado que la “sustentabilidad forestal” articula la producción sostenida de recursos forestales con los procesos y funciones del ecosistema.

En la actualidad, según Narváez *et al.* (2003), la mayor parte de los países del mundo han adoptado además del

concepto de desarrollo sustentable, los términos “sustentabilidad forestal” y “manejo forestal sustentable”, dado que ambos consideran el uso continuo de los bosques y el mantenimiento de su salud, productividad, diversidad e integridad ecológica a perpetuidad, para satisfacer las necesidades sociales, económicas, físicas y espirituales de las generaciones humanas actuales como futuras.

Medir el desarrollo sustentable es una de las metas para un mejor desempeño de productores que aprovechan los recursos naturales, siendo los indicadores, una forma de evaluar las decisiones políticas prácticas con las definiciones operacionales (Herrera-Ulloa *et al.*, 2003).

ITTO (2015) ha establecido por su parte, criterios e indicadores (C&I) que permitan adaptarse a las realidades de países con bosques tropicales, destacando dos conceptos clave: 1) Manejo forestal sostenible (MFS) para asegurar el suministro sostenible de bienes forestales y servicios ambientales; y 2) aplicación en áreas destinadas a permanecer bajo cubierta forestal “a perpetuidad”; es decir, como propiedad forestal permanente. Menciona, asimismo, que, en términos generales, el MFS consiste en aplicar las mejores prácticas basadas en conocimientos científicos y tradicionales actuales que posibilitan

cumplir múltiples objetivos y necesidades sin degradar el recurso forestal.

De acuerdo con Cué *et al.* (2008), un estado final de sostenibilidad no existe; por ende, los indicadores de sostenibilidad pueden permitir, de manera realista, solo una estimación sobre la dirección correcta de una determinada evolución de un sistema. Sin embargo, Sarandón (2002) sostiene que uno de los problemas que se presenta al intentar evaluar o medir la sustentabilidad, es la confusión respecto a qué es exactamente lo que se quiere evaluar. Es decir, refiere que se necesita simplificar el concepto de sustentabilidad en valores simples y objetivos, llamados indicadores, que permitan detectar la tendencia del sistema productivo hacia una condición más o menos sustentable. ITTO (2016) sostiene al respecto, que a dimensión global y nacional/subnacional, el concepto de MFS ha evolucionado en los últimos 20 años como un enfoque que equilibra los objetivos de gestión económica, social (incluidos los culturales) y ambientales, donde el objetivo rector es contribuir a la gestión, conservación y desarrollo sostenible de los bosques y prever sus funciones y usos múltiples y complementarios. Los C&I de la OIMT otorgan a los países con bosques tropicales una herramienta para monitorear, evaluar e informar sobre los cambios y tendencias en las condiciones forestales y los sistemas de manejo a nivel nacional/subnacional y unidades de manejo forestal (UMF). La información generada mediante el uso de estos C&I ayuda a comunicar el estado del MFS y los esfuerzos para lograrlo; así también, los C&I de la OIMT están diseñados como un marco dentro del cual cada país puede desarrollar su propio sistema para determinar la sostenibilidad a nivel nacional y de UMF. Los C&I son un concepto en evolución y, por lo tanto, necesitan revisión y perfeccionamiento periódicos a la luz de la experiencia y las condiciones económicas, sociales y ambientales cambiantes; es en este contexto, que en el presente estudio se ha considerado el estudio solo de la dimensión económica, en el entendido de que se van a determinar de manera gradual, C&I para las dimensiones restantes, en aras de definirlos para nuestro país. En los últimos años se han hecho esfuerzos en este sentido y el uso de indicadores ha demostrado ser una herramienta apropiada para evaluar la sustentabilidad a nivel de finca (Sarandón *et al.*, 2006). Asimismo, brindan señales que facilitan la evaluación del progreso hacia los objetivos que contribuyen a la meta de alcanzar el bienestar humano y del ecosistema de manera armónica (Teitelbaum, 2014). Según Hens y De Wit (2003), es científicamente factible establecer indicadores para medir el grado de sustentabilidad.

Muchas organizaciones, naciones y grupos industriales han generado un amplio rango de sistemas de criterios e indicadores (C&I) a nivel local, nacional e

internacional para evaluar la sustentabilidad de los ecosistemas forestales (Woodley *et al.*, 2000). En el Perú, estas organizaciones son: el Centro Internacional para la Investigación Forestal (CIFOR), Alianza de Bosques Tropicales, Asociación de Suelos, Organización Africana de la Madera, y la Propuesta de Tarapoto. Por su parte, Sarandón (2002) afirma que es importante entender qué es exactamente un indicador.

En general, según Sarandón (2002), uno de los principios del manejo sustentable de tierras es que la actividad sea económicamente viable, para cuya evaluación debe desarrollarse indicadores relacionados con la rentabilidad. Ningún sistema es sostenible en el tiempo si no es económicamente viable.

Pokorny *et al.* (2001) refieren, sin embargo, que muchos de los usuarios no especialistas tienen dificultades en entender y usar adecuadamente la estructuración jerárquica de los criterios e indicadores.

En consecuencia, debido a la inexistencia de indicadores para evaluar la sustentabilidad económica de las concesiones forestales en el departamento Huánuco, Perú, urge la necesidad de construir y validar los referidos indicadores para las concesiones forestales en estudio, realizándose una adaptación a la metodología y el marco conceptual propuesto por Sarandón (2002). Según la Ley N° 29763, la explotación forestal en el Perú se rige bajo el sistema de concesiones.

De lo anteriormente tratado y ante la ausencia de investigación acerca del tema, se propone el presente estudio cuyo objetivo es construir y validar indicadores y determinar la sustentabilidad económica de las concesiones forestales ubicadas en el departamento Huánuco, Perú, mediante el análisis multicriterio basado en el empleo de indicadores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación tuvo lugar en cuatro provincias del departamento Huánuco, donde se ubican las concesiones forestales activas y operativas (Tabla 1, Fig. 1).

Amerita indicar que, en el Perú, de acuerdo con la actual Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 29763, 2011) y mediante las concesiones forestales, el Estado otorga, en áreas de dominio público, derecho para el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales y de fauna silvestre, preservando su riqueza, evitando daños al ecosistema y propiciando la regeneración natural de los árboles. La indicada ley otorga concesiones forestales con fines maderables por un plazo de hasta cuarenta años renovables en bosques

de producción permanente (BPP), establecidos en bosques primarios o secundarios y con dos categorías: categoría I, para extracción de madera bajo sistemas intensivos o mecanizados y categoría II, para extracción de madera solo bajo sistemas de baja intensidad. Las concesiones se obtienen a través de concurso público en unidades de aprovechamiento de cinco mil hasta diez mil hectáreas, y en unidades de

aprovechamiento de más de diez mil hasta cuarenta mil hectáreas.

La provincia de Leoncio según reporta GOREHCO (2016), se localiza a una altitud de entre 500 y 1 500 msnm, con precipitación pluvial de 2 000 a 3 500 mm/año, temperatura mínima promedio anual de 18.7 °C y máxima promedio anual de 29.5 °C.

Tabla 1. Ubicación de la investigación.

Departamento	Provincia	Distrito	Código de la concesión forestal	Área (hectáreas)
Huánuco	Leoncio Prado	José Crespo y Castillo	JRP	5 744
		José Crespo y Castillo	AJM	5 068
	Leoncio Prado	Pucayacu		
		José Crespo y Castillo	EMP	27 978
		Pueblo Nuevo		
		Rupa Rupa		
	Huamalíes	Monzón		
	Marañón	La Morada	CEM	8 272
	Puerto Inca	Codo del Pozuzo	SAA	7 700
Área total (hectáreas)				54 762

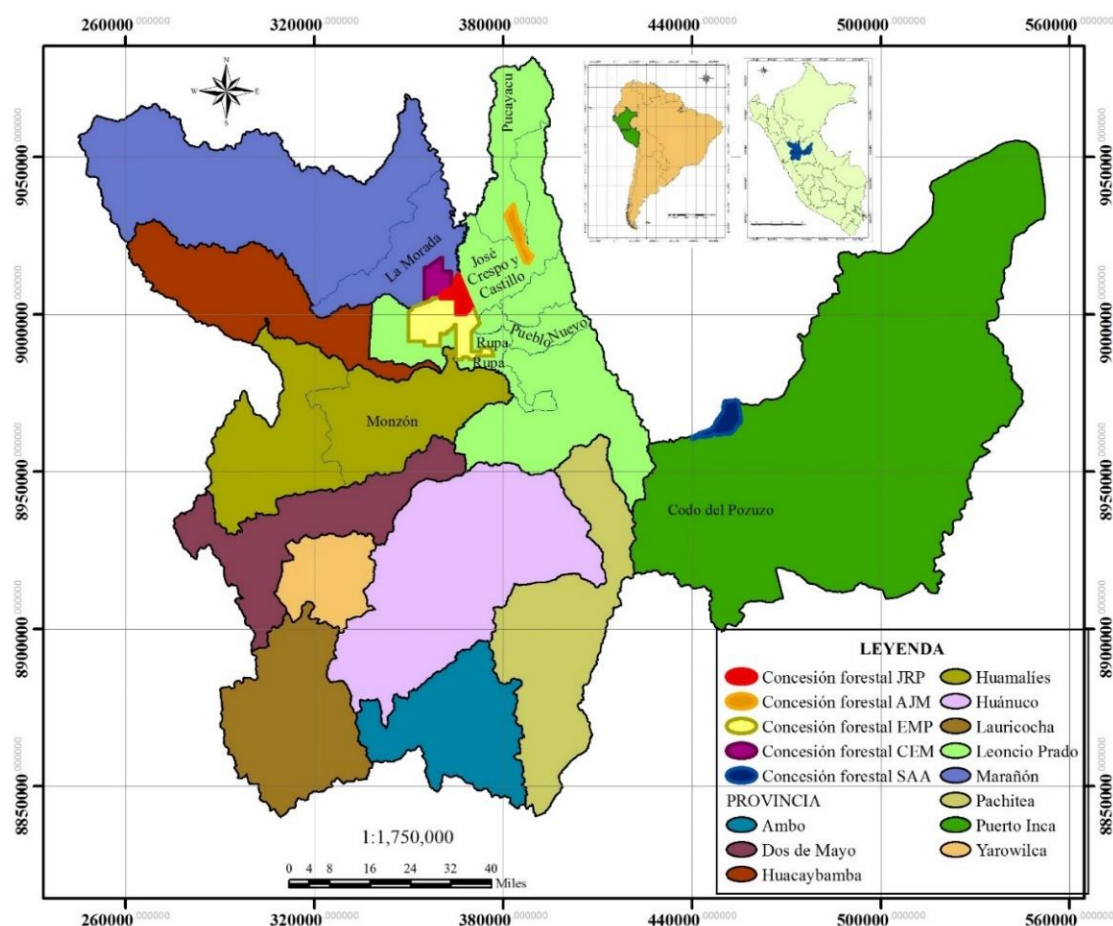


Figura 1. Provincias del departamento Huánuco, donde se ubican las concesiones forestales activas y operativas objeto de investigación.

En la provincia de Maraón, la altitud se extiende desde los 850 hasta los 5 650 msnm, la precipitación pluvial oscila entre 1 000 a 2 500 mm/año, el promedio de temperatura mínima anual es de 6 °C y de temperatura máxima anual es de 28 °C (GOREHCO, 2016a).

La provincia de Puerto Inca se encuentra entre los 250 hasta los 770 m s.n.m., cuya precipitación pluvial varía entre 2 000 a 3 500 mm/año, la temperatura mínima promedio anual es de 25 °C y la máxima promedio anual es de 30.9 °C (GOREHCO, 2016b).

Según Meza y Díaz (2010), la provincia de Huamalés se localiza entre los 680 a los 4 950 m s.n.m., con precipitación pluvial de 500 a 2 000 mm/año, temperatura mínima anual promedio de 6 °C y máxima anual promedio de 22 °C.

GOREHCO (2016) sostiene, además, que las provincias de Leoncio Prado, Maraón y Puerto Inca se caracterizan por su variada geografía y su ingente riqueza en recursos naturales, destacándose su capacidad hídrica y forestal, factores que le permiten contar con gran potencial de crecimiento económico.

Tamaño de la población

Las concesiones forestales activas y operativas al momento del desarrollo de la investigación, fueron cinco. En tal sentido, se realizó el estudio en la totalidad de ellas. Amerita indicar, que las concesiones forestales en estudio fueron adjudicadas o iniciaron sus operaciones en el año 2003, siendo ésta la primera vez que se realiza el estudio de su sustentabilidad económica.

Construcción y validación de indicadores

Habiendo construido, estandarizado y ponderado de manera preliminar los indicadores de sustentabilidad

económica, se llevó a cabo en la Universidad Nacional Agraria de la Selva-Tingo María, el *Taller para la validación de indicadores de sustentabilidad y encuestas para las concesiones forestales del departamento Huánuco*, con participación de cuatro titulares de concesiones forestales, funcionarios de la Administración Técnica Forestal y Fauna Silvestre (ATFFS), egresados, estudiantes y docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal (EPIF) de la Facultad de Recursos Naturales Renovables (FRNR) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

Para el efecto, se siguieron los pasos propuestos por Sarandón (2002) y Sarandón y Flores (2009), en tanto los indicadores se construyeron teniendo como base la metodología y el marco conceptual propuesto por Sarandón (2002), a los que fue necesario realizar diversas adaptaciones por tratarse de una investigación en el contexto forestal. Los indicadores estuvieron constituidos a su vez, por subindicadores.

Estandarización de los indicadores

La estandarización de los indicadores usados consistió en asignar un valor numérico a cada uno de los parámetros relacionados directamente con cada dimensión de la sustentabilidad económica. A fin de permitir la comparación de las concesiones forestales y facilitar el análisis, los datos fueron estandarizados mediante su transformación a una escala para cada indicador (de 0 a 4), siendo 4 el mayor valor de sustentabilidad y 0 el más bajo valor. Todos los valores, independientemente de su unidad original, se transformaron o adecuaron a esta escala. Esto posibilitó la integración de varios indicadores de distinta naturaleza, en otros más sintéticos. Los indicadores económicos priorizados se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Indicadores económicos priorizados.			
A. Utilidad por venta de madera (UVM)	A1. Volumen y valor de la madera	(0)	< 40 000 pies tablares y < 160 000 soles
		(1)	40 000-80 000 pies tablares y 160 000-200 000 soles
		(2)	80 001-200 000 pies tablares y 200 001-350 000 soles
		(3)	200 001-400 000 pies tablares y 350 001-800 000 soles
		(4)	> 400 000 pies tablares y > 800 000 soles
	A2. Costos de extracción de la madera	(0)	> 2.70 soles/pie tablar/año
		(1)	2.41-2.70 soles/pie tablar/año
		(2)	2.01-2.40 soles/pie tablar/año
		(3)	1.50-2.00 soles/pie tablar/año
		(4)	< 1.50 soles/pie tablar/año
	A3. Costos de transformación de la madera	(0)	>1.13 soles/pie tablar/año
		(1)	0.51-1.13 soles/pie tablar/año
		(2)	0.26-0.50 soles/pie tablar/año
		(3)	0.15-0.25 soles/pie tablar/año
		(4)	< 0.15 soles/pie tablar/año

Tabla 2. Indicadores económicos priorizados.

B. Riesgo económico (RE)	A4. Costos administrativos	(0)	> 0.50 soles/pie tablar/año
		(1)	0.35-0.50 soles/pie tablar/año
		(2)	0.26-0.34 soles/pie tablar/año
		(3)	0.17-0.25 soles/pie tablar/año
		(4)	< 0.17 soles/pie tablar/año
	A5. Utilidad neta	(0)	< 10 000.00 soles/año
		(1)	10 001.00-11 160.00 soles/año
		(2)	11 161.00-30 000.00 soles/año
		(3)	30 001.00-100 000.00 soles/año
		(4)	> 100 000.00 soles/año
	B1. Diversificación para la venta (N° de especies y cantidad de productos)	(0)	2 especies y 1 producto
		(1)	4 especies y 1 producto
		(2)	7 especies y 1 producto
		(3)	7 especies y 3 productos
		(4)	2 especies y 5 productos
	B2. Porcentaje de superficie de producción forestal, de protección e invadida de la concesión forestal	(0)	< 50% de bosque de producción forestal, < 20% de bosque de protección y > 30% de superficie invadida
		(1)	50-60% de bosque de producción forestal, 20-25% de bosque de protección y 15-30% de superficie invadida
		(2)	61-70% de bosque de producción forestal, < 20% de bosque de protección y 15-30% de superficie invadida
		(3)	61-70% de bosque de producción forestal, 20-25% de bosque de protección y 5-14% de superficie invadida
		(4)	> 70% de bosque de producción forestal, 20-25% de bosque de protección y < 5% de superficie invadida
	B3. Tiempo de vigencia de la concesión forestal y Plan General de Manejo Forestal	(4)	40 años
	B4. Superficie reforestada	(0)	0 hectáreas reforestadas
		(1)	1.0-25.0 hectáreas reforestadas
		(2)	26.0-50.0 hectáreas reforestadas
		(3)	51.0-100.0 hectáreas reforestadas
		(4)	> 100.0 hectáreas reforestadas
	B5. Número de lugares de venta	(0)	1 lugar de venta (local)
		(1)	3 lugares de venta
		(2)	2 lugares de venta incluyendo Lima (capital de la república)
		(3)	3 lugares de venta incluyendo Lima (capital de la república)
		(4)	1 lugar de venta (Lima) (capital de la república)
	B6. Número de características organolépticas que definen la calidad de la madera	(0)	1 característica: color
		(1)	2 características: color y presencia de fibras
		(2)	3 características: color, olor y presencia de fibras
		(3)	4 características: presencia de nudos, color, olor y presencia de fibras
		(4)	5 características: textura, presencia de nudos, color, olor y presencia de fibras

Ponderación de los indicadores

Posteriormente, los indicadores económicos fueron ponderados multiplicando el valor de la escala por un coeficiente de acuerdo a la importancia relativa de cada variable respecto a la sustentabilidad. Este coeficiente multiplica tanto el valor de las variables que forman el indicador, como al de los indicadores, para construir

indicadores de mayor nivel o índices. La ponderación es un paso inevitable y fue realizado por consenso, por medio de la consulta con expertos en el tema, según lo sugerido por Gayoso y Iroumé (1991) y teniendo en cuenta la opinión de los propios titulares de concesión forestal, de acuerdo a lo propuesto por Lefroy *et al.* (2000).

En la presente investigación, los indicadores A (utilidad por venta de madera) y B (riesgo económico), recibieron una ponderación de 1. El grado de cumplimiento de la dimensión económica (IK) está definido por el indicador cuyo mayor valor es 4 y se asume que es sustentable cuando es igual o mayor a 2. Para su cálculo se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Indicador Económico (IK)} = \frac{\left(\frac{A1+A2+A3+A4+A5}{5}\right) + \left(\frac{B1+B2+B3+B4+B5+B6}{6}\right)}{2}$$

Diseño de encuestas y colecta de datos

Las encuestas fueron estructuradas procurando su versatilidad y utilizando un diseño propio para titulares de concesión forestal y otro para trabajadores, de forma tal que se adapten a la obtención de información de unidades de aprovechamiento diferentes a fincas agropecuarias (concesiones forestales). Posteriormente, se aplicó la encuesta a los cinco titulares de las concesiones forestales y 27 trabajadores; es decir, a 32 personas en total.

Análisis estadístico

Se aplicó la prueba estadística no paramétrica chi cuadrada, con el fin de conocer si el índice de sustentabilidad económica en 40% de las concesiones forestales en estudio es igual o mayor a 2, considerándose a la totalidad de ellas como una muestra.

En consecuencia, se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: La proporción de concesiones forestales cuyo índice de sustentabilidad económica es igual o mayor a 2, es igual al 40% de las mismas.

H₁: La proporción de concesiones forestales cuyo índice de sustentabilidad económica es igual o mayor a 2, no es igual al 40% de las mismas.

La toma de decisión se realizó con el p-valor obtenido. Posteriormente, se desarrolló los supuestos de normalidad entre los indicadores de sustentabilidad económica, para luego proceder a aplicar la correlación de Pearson (r) con 95% de nivel de confiabilidad, con el propósito de determinar la existencia de correlación entre ellos; la escala corresponde a la propuesta por Hernández (2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Construcción y validación de indicadores de sustentabilidad económica

Los indicadores de sustentabilidad económica fueron contruidos tomando como base entre otros parámetros, los ingresos por venta de la madera, costos de extracción, costos de transformación de la madera, utilidad bruta, costos administrativos y utilidad neta de las concesiones forestales del departamento Huánuco (Tabla 3).

De acuerdo con Guerra de la Cruz y Mallén (2008), los métodos de evaluación del manejo forestal basados en criterios e indicadores consisten en determinar aquellos que generen una estructura jerárquica y permita su selección. Para ello debe conformarse equipos de trabajo con expertos, de tal manera que se realice la priorización definitiva, para luego de ser sometidos a pruebas cualitativas y cuantitativas, aplicarlos directamente en campo. Es propicio indicar, que en el presente estudio se ha procedido a construir de manera preliminar los indicadores económicos, los mismos que fueron posteriormente validados en un Taller con Expertos, lo cual concuerda con lo expresado por Guerra de la Cruz y Mallén (2008).

En el estudio se observa, que la utilidad bruta con la utilidad neta mantiene la misma tendencia, evidenciándose de acuerdo a los valores de la utilidad neta, que las dos concesiones forestales con mayor rentabilidad económica son las que realizan aprovechamiento forestal mecanizado.

Tabla 3. Ingresos, costos y utilidad de las concesiones forestales en el departamento Huánuco (Valores = Sol peruano).

Concesión forestal	Ingresos por venta de madera (S./año) (IVM)	Costos de extracción (S./año) (CE)	Costos de transformación de la madera (S./año) (CT)	Utilidad bruta (S./año) [(IVM)-(CE+CT)]	Costos administrativos (S./año) (CA)	Utilidad neta (S./año) (UB-CA)
SAA	1 466 459.28	1 056 369.4	135 000.00	275 089.89	104 743.48	170 346.41
CEM	442 672.41	320 597.77	26 300.00	95 774.64	42 986.20	52 788.44
EMP	326 220.77	238 878.04	30 491.51	56 851.22	44 887.68	11 963.54
JRP	158 952.99	91 962.83	42 928.00	24 062.16	12 969.32	11 092.84
AJM	180 962.71	109 537.67	52 200.00	19 225.04	12 243.76	6 981.28

Sobre el tema, Aguilera *et al.* (2005) refieren que, el aprovechamiento racional de los recursos forestales desempeña un rol importante en el desarrollo económico y social del país; por ello, disminuir la pérdida de materia prima, mejorar la calidad de los productos, así como optimizar el uso de la mano de obra y de los equipos, son tareas pendientes y en continuo desarrollo en el sector productivo. Es decir, los procesos productivos con mayor rentabilidad, por lo general son aquellos en los que se minimiza el tiempo de trabajo para la misma cantidad de producto, lo cual resulta concordante con los resultados de la investigación, toda vez que al aprovechar el recurso madera de forma mecanizada, se logra minimizar los tiempos de trabajo y por ende maximizar la producción y rentabilidad. Si bien la producción en un aprovechamiento forestal mecanizado es también

mayor, al calcular los costos por m³ de madera se observa que el producto obtenido con el uso de bueyes puede resultar entre un 10 y un 30% más bajo, dependiendo de las condiciones del terreno y el bosque. Lo antes afirmado confirma lo obtenido en el presente estudio, toda vez que sumado a las condiciones del terreno con pendientes muy pronunciadas, se encuentra también en los bosques del departamento Huánuco, una gran complejidad vegetal por tratarse de bosques tropicales, así como condiciones de elevada precipitación pluvial (superior a los 3300 mm por año).

Así también, entre otros, se empleó parámetros como las especies maderables que se aprovechan, los productos obtenidos y la superficie de producción forestal, de protección e invadida (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros productivos de las concesiones forestales del departamento Huánuco.

Concesión forestal	Especies maderables aprovechadas	Productos obtenidos	Superficie de producción forestal (hectáreas)	Superficie de protección (hectáreas)	Superficie invadida por terceros (hectáreas)
CEM	<i>Protium puncticulatum</i> J.F. Macbride, <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke, <i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb., <i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr., <i>Diospyros guianensis</i> (Aubl.) Gürke, <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke y <i>Aniba amazonica</i> (Meisn.) Mez	Madera aserrada	4 000	1 500	2 772
JRP	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke y <i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Madera aserrada, productos con valor agregado (puertas, ventanas, muebles para vivienda y oficina)	4 193	1 436	115
EMP	<i>Aniba amazonica</i> (Meisn.) Mez y <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Madera aserrada	17 128	5 254	5 596
AJM	<i>Cedrela alliacea</i> Ducke, <i>Cedrela lilloi</i> C. DC., <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke y <i>Aniba guianensis</i> Aubl.	Madera aserrada	3 294	1 267	507
SAA	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers., <i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk., <i>Micrandra spruceana</i> (Baill.) R.E. Schult., <i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez, <i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken, <i>Sapium marmieri</i> Huber e <i>Inga pendula</i> Willd.	Madera rolliza, madera aserrada, productos con valor agregado (carbón de madera residual)	4 620	1 925	1 155

Se evidencia que las concesiones forestales CEM y SAA, cuyo aprovechamiento forestal lo realizan de forma mecanizada, extraen la mayor cantidad de especies; sin embargo, ambas concesiones presentan a su vez, las mayores superficies invadidas por terceros, conjuntamente con la concesión forestal EMP, lo cual además de generar conflictos sociales, ocasiona pérdida de biodiversidad debido a la deforestación intensiva, quema y práctica de una agricultura insipiente y extensiva, lo cual puede debilitar la sostenibilidad ecológica y social, poniendo en riesgo la sustentabilidad en su conjunto. Al respecto, Carabias (2019) afirma que las causas de esta situación son multifactoriales y responden a un modelo de desarrollo insustentable; es decir, al acelerado crecimiento poblacional y desordenada ocupación territorial, patrones de consumo excesivo fomentados por los mercados, sistemas de producción con tecnologías que no respetan los principios ecológicos y, un crecimiento económico bajo la lógica de maximizar la ganancia y el incremento del producto interno bruto, sin considerar el deterioro o agotamiento del capital natural. No obstante, estas pérdidas no se reflejan inmediatamente, sino en el largo plazo. Por consiguiente, al momento de la estandarización de los indicadores, mayor cantidad de especies maderables y productos obtenidos, asumen mayores valores; lo contrario sucede con los indicadores que muestran mayores extensiones de superficie invadida por terceros, dado que la pérdida de la biodiversidad y servicios ecosistémicos sería razonablemente mayor.

Carabias (2019) argumenta sobre el tema, que las dimensiones económicas, sociales y ambientales del desarrollo están desarticuladas. Las formas de uso del capital natural, además de causar deterioro, no han atendido las necesidades básicas de todas las personas en el planeta, y la pobreza y las desigualdades siguen siendo lastres del siglo XXI. Por otra parte, Huisinigh (2006) considera que las prácticas insustentables de las sociedades actuales evidencian que los procesos llevados a cabo frente al ambiente aún son escasos y que se está lejos de alcanzar una sustentabilidad. Fisher y Freudenburg (2001) sostienen al respecto, que, desde un punto de vista estrictamente económico, la protección del medio ambiente en términos de reducción de la utilización de recursos y de la generación de residuos, no es concebida como una carga para la economía, sino como una condición previa para el crecimiento futuro sostenible.

Por su parte, Madrid y Chapela (2003) refieren que una alternativa para evitar la degradación y destrucción de los bosques es la certificación de los mismos, dado que los responsables de su manejo podrían buscar mercados preferenciales u obtener beneficios no monetarios, demostrando que sus unidades de manejo forestal cumplen con estándares de buen desempeño

reconocidos a nivel internacional. Lo antes referido constituye una de las razones más, que justifican la no invasión de los bosques de las concesiones forestales, las mismas que muchas veces son incentivadas por las propias autoridades de los gobiernos locales.

No menos importante en la construcción de los indicadores de sustentabilidad económica, resultó la información sobre el tiempo de vigencia de la concesión forestal (40 años) y del Plan General de Manejo Forestal (cinco años), superficie reforestada (solo la concesión forestal CEM reforestó 100 hectáreas), lugares de venta de los productos (en la misma concesión forestal, Aucayacu, Tingo María, Huánuco, Huaraz y Lima) y las características que según los titulares de las concesiones forestales, definen la calidad de la madera (color, olor, presencia de fibras y presencia de nudos).

Según el Artículo 56 de la Ley N° 29763, las concesiones forestales con fines maderables se otorgan en bosques de producción permanente, a través de concurso público, en unidades de aprovechamiento de cinco mil hectáreas hasta diez mil hectáreas y en unidades de aprovechamiento de más de diez mil hectáreas hasta cuarenta mil hectáreas, en ambos casos, por el plazo de hasta cuarenta años renovables. En tal sentido, la totalidad de concesiones forestales en el departamento Huánuco han sido establecidas con arreglo a la referida Ley.

Respecto a los lugares de venta de los productos, según ITTO (2013), los mercados externos son el destino del 15% del total de la madera producida en el Perú, reservada para los mercados de China, Estados Unidos y Europa, en forma de pisos, chapados, contrachapados y madera aserrada. Sin embargo, AIDER (2012) y Torres (2012) afirman que el mercado interno concentra el 85% de la producción total y su destino principal es la industria del mueble y el sector de la construcción de los principales centros urbanos, en especial Lima. FAO e ITP (2018) afirma asimismo, que según registros de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), en cuanto a la primera transformación de la madera (aserrado de los troncos o madera en rollo, para obtener piezas de secciones rectangulares o cuadradas denominadas tablas o tablones), el 77.5% de empresas se concentra en Lima y en la segunda transformación (piezas usadas por carpinterías y ebanisterías), Lima concentra el 26% de empresas (sobre todo fabricantes de muebles) y el 80.8% de las ventas. Esta afirmación sustenta el hecho de que los titulares de concesión forestal que comercializan sus productos en Lima y otras ciudades, mantienen capitalizado el recurso

madera, toda vez que en estas ciudades los precios por pie tablar son mayores.

No obstante, según FAO y EFI (2018), el mercado de los productos madereros ha sufrido cambios de manera gradual, donde diversas innovaciones tecnológicas han ampliado la gama de productos como paneles, chapas y otros con un alto grado de procesamiento. Sin embargo, los costos del manejo forestal sustentable no son cubiertos en su totalidad por el mercado.

Por su parte, Gutiérrez (2001) indica que una gran cantidad de empresas incluye en su transformación secundaria, la fabricación de diversos productos con valor agregado. Al 2001 se estimaba que en el Perú existían aproximadamente 18 400 establecimientos de transformación secundaria de la madera, los mismos que producían partes y piezas, puertas, ventanas y marcos, muebles, artesanía, etc. De este total, el 97%, estuvo constituido por micro y pequeñas empresas.

Sustentabilidad económica de las concesiones forestales en el departamento Huánuco

Se obtuvieron valores del índice de sustentabilidad económica ≥ 2 en las dos concesiones forestales que realizan aprovechamiento forestal mecanizado (Tabla 5, Fig. 2(A), 2(B) y Fig. 3); es decir, el 40% de las concesiones en estudio son económicamente sustentables.

Sin embargo, se observa que las tres concesiones forestales cuyo aprovechamiento forestal es manual (60% del total), resultan no sustentables económicamente (Tabla 5). Las figuras 2(C), 2(D), 2(E) y figura 3 evidencian que la mayor cantidad de indicadores adquieren valores por debajo del umbral de sustentabilidad (menores a 2).

Sobre el tema, de acuerdo con Farley (2012), la sustentabilidad presenta dos componentes principales: el primero, constituido por la sustentabilidad ecológica, y el segundo es el referido a la sustentabilidad económica, o capacidad de un sistema económico para permanecer diverso, resistente y productivo con el tiempo. Añade el referido investigador, que el cambio climático constituye una amenaza para ambos componentes.

No obstante, SARH y SFFS (1992) manifiestan que cuando se pretende minimizar costos o realizar la comparación de diversos sistemas de extracción en diferentes condiciones, debe identificarse y entenderse los factores de costos y las tasas de producción; estas razones corroboran la decisión de construir en el presente estudio, indicadores de sustentabilidad económica a partir de los costos de las diferentes etapas del aprovechamiento forestal, así como de los ingresos por la producción de madera de las concesiones forestales.

Tabla 5. Sustentabilidad económica de las concesiones forestales del departamento Huánuco, Perú.

Indicadores	Subindicadores	Concesión forestal				
		CEM	JRP	EMP	AJM	SAA
Utilidad por venta de madera-UVM (A)	VVM. Volumen y valor de la madera (A1)	3.00	0.00	2.00	1.00	4.00
	CEMa. Costos de extracción de la madera (A2)	4.00	1.00	0.00	2.00	3.00
	CTMa. Costos de transformación de la madera (A3)	4.00	0.00	2.00	1.00	3.00
	CA. Costos administrativos (A4)	4.00	1.00	0.00	2.00	3.00
	UN. Utilidad neta (A5)	3.00	1.00	2.00	0.00	4.00
	UVM	3.60	0.60	1.20	1.20	3.40
Riesgo económico-RE (B)	DPV. Diversificación para la venta (N° de especies y cantidad de productos) (B1)	2.00	4.00	0.00	1.00	3.00
	PSPFPtIn. Porcentaje de superficie de producción forestal, de protección e invadida de la concesión forestal (B2)	0.00	4.00	2.00	3.00	1.00
	TVCFPGMF. Tiempo de vigencia de la concesión forestal y Plan General de Manejo Forestal (B3)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	SR. Superficie reforestada (B4)	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	NLV. Número de lugares de venta (B5)	1.00	2.00	0.00	3.00	4.00
	NCOCMa. Número de características organolépticas que definen la calidad de la madera (B6)	1.00	2.00	3.00	1.00	1.00
	RE	2.17	2.67	1.50	1.67	2.17
Índice de sustentabilidad económica (ISK)		2.88	1.63	1.35	1.43	2.78

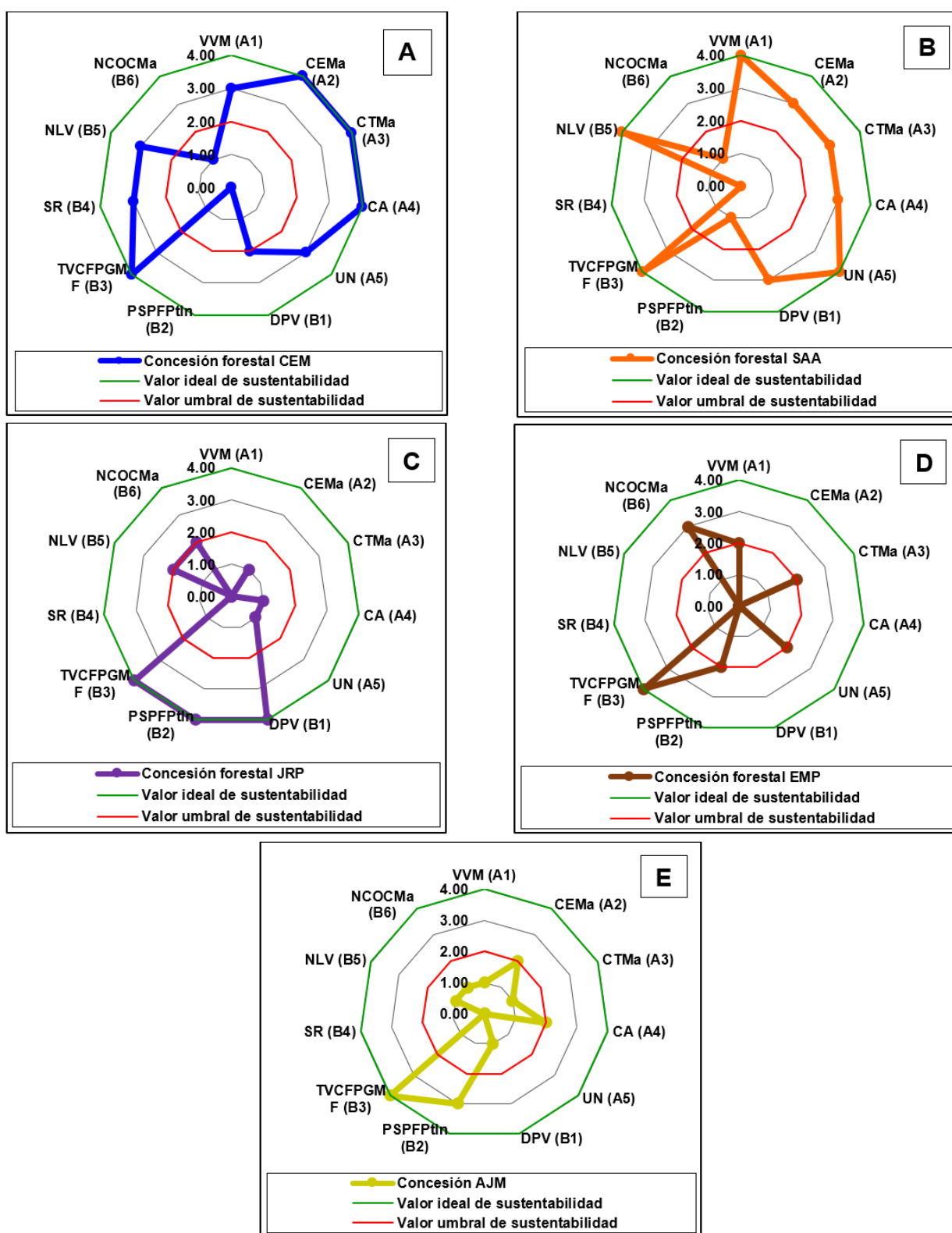


Figura 2. Subindicadores de sustentabilidad económica para las cinco concesiones. VVM: Volumen y valor de la madera; CEMa: Costos de extracción de la madera; CTMa: Costos de transformación de la madera; CA: Costos administrativos; UN: Utilidad neta; DPV: Diversificación para la venta (N° de especies y cantidad de productos); PSPFPtIn: Porcentaje de superficie de producción forestal, de protección e invadida de la concesión forestal; TVCFPGMF: Tiempo de vigencia de la concesión forestal y Plan General de Manejo Forestal; SR: Superficie reforestada; NLV: Número de lugares de venta; NCOCMa: Número de características organolépticas que definen la calidad de la madera.

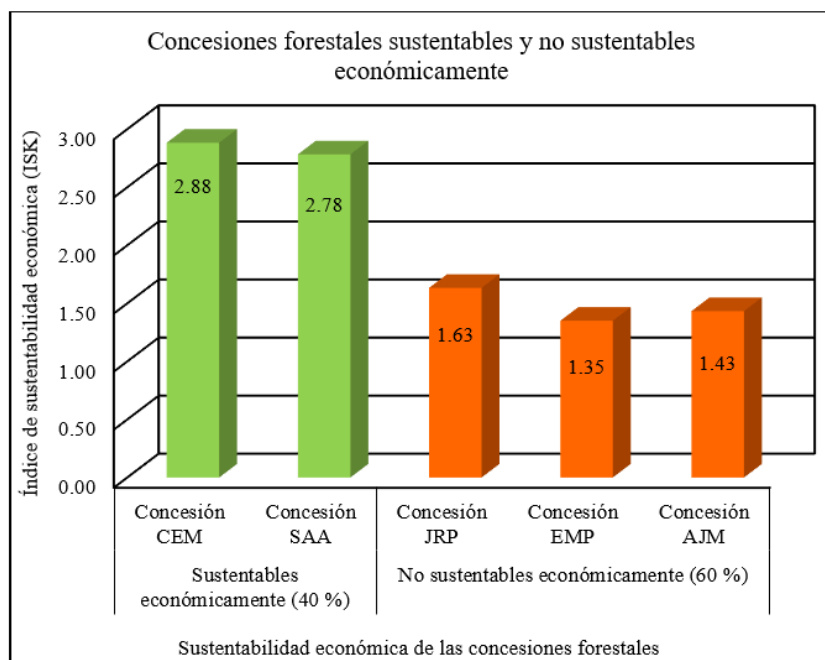


Figura 3. Sustentabilidad económica de las concesiones forestales.

Según Dixon y Fallon (1991), se podría también calcular los costos que genera el manejo inadecuado de suelos, cuencas y de la biodiversidad. No obstante, el concepto de sustentabilidad es aún más complejo y amplio. Su objetivo no se resume solo a mantener una reserva física o la producción de un ecosistema, sino en velar por una mejor calidad de vida humana a través del tiempo.

Se considera que las concesiones forestales han contribuido a la explotación maderera comercial y la silvicultura industrial, propiciando así el desarrollo forestal en diversos países; sin embargo, a pesar de que la definición de sustentabilidad vincula dimensiones en el campo social, económico y ambiental, ha sido objeto de amplias críticas por mantener un enfoque antropocéntrico (Waas *et al.*, 2011). Debido a ello, Álvarez (2009) propone que para mantener cada uno de los mecanismos necesarios para impulsar la sustentabilidad, las organizaciones, gobiernos, autoridades fiscales, reguladores de mercados y otros agentes, necesitan contar con información útil y creíble. En tal sentido, resulta importante abordar este tema, dado que trata de relacionar la complejidad entre desarrollo económico y medio ambiente.

Precisa mencionar que, pese a que los costos son mayores en un aprovechamiento forestal mecanizado, en la presente investigación, las dos concesiones forestales que realizan este tipo de aprovechamiento forestal (CEM y SAA), resultaron sustentables económicamente; esto es posible debido a que

obtienen rendimientos mayores en menor tiempo, con lo cual se minimizan los costos. Al respecto, Colán *et al.* (2007) corroboran los resultados obtenidos, al afirmar que no obstante la gran variabilidad de los gastos en los diferentes rubros que dependen principalmente del tamaño de las operaciones, del grado de mecanización, de la composición y pago de los trabajadores, y la distancia de transporte, se hace evidente que empresas con alto grado de mecanización y operaciones de mayor tamaño, trabajan con rendimientos netos mayores que concesionarios que trabajan de forma manual.

Luego de una investigación analítica, Galarza y La Serna (2005) sostienen que, desde el punto de vista económico, las últimas décadas, la explotación de los bosques peruanos no ha sido sostenible. Confirman que, de las 2500 especies de maderas existentes, aproximadamente 600 han sido debidamente clasificadas, de las que solo 80 se aprovecha en promedio. Añaden que, el potencial de los bosques también es desperdiciado debido a que por lo general los productos cuentan con escaso valor agregado. Refieren, además, que el sistema de concesiones forestales exige mayores responsabilidades a los concesionarios, tales como elaborar un Plan General de Manejo Forestal (PGMF) y los planes operativos (PO), realizar la explotación sustentable del recurso madera, formalizar sus empresas y cumplir con los derechos laborales de sus trabajadores, entre otras. Afirman que, el costo de transporte de la madera extraída asciende a

US\$ 21.9 por m³ y supera ampliamente al de Bolivia (US\$ 12.7 por m³) y Brasil (US\$ 9.0 por m³).

La teoría económica según Pearce *et al.* (1994), define al crecimiento económico como el proceso en donde el bienestar *per cápita* de la sociedad se mantiene constante, es decir, no disminuye en el tiempo. En resumen, Anand y Sen (2000) afirman que el aumento de la calidad de vida debía ser el objetivo y no el puente o el medio para una naturaleza más saludable. El desarrollo humano, como aumento permanente de la cualidad humana en forma equitativa y como objetivo propio, ocupa el primer lugar, lo que permitiría alcanzar una mejor relación con el ambiente externo.

En el 40% de concesiones forestales el índice de sustentabilidad económica es ≥ 2 ; es decir, son sustentables desde un punto de vista económico las concesiones que realizan aprovechamiento forestal mecanizado ($X^2=0.000$, p-valor=1.000), (Tabla 6). También se observa que no existe relación entre los indicadores “utilidad por venta de madera” (UVM) y “riesgo económico” (RE) ($r=0.091$, p-valor>0.05, (Tabla 6).

Tabla 6. Correlación entre los indicadores de la sustentabilidad económica de las concesiones forestales.

Variables		UVM	RE
UVM	Correlación de Pearson	1	0.091
	p-valor		0.884 ^{ns}
	N	5	5
RE	Correlación de Pearson	0.091	1
	p-valor	0.884 ^{ns}	
	N	5	5

UVM: Utilidad por venta de madera, RE: Riesgo económico.

ns: No existe correlación estadística significativa.

CONCLUSIONES

Según la utilidad neta, las concesiones forestales con mayor rentabilidad económica son las que realizan aprovechamiento forestal mecanizado, lo cual se traduce en la sustentabilidad económica de las mismas. El 40% de concesiones forestales estudiadas obtuvieron índices de sustentabilidad económica ≥ 2 ; es decir, son sustentables económicamente, evidenciando que los indicadores de rentabilidad son determinantes. En general, procesos productivos con mayor rentabilidad, son aquellos que minimizan el tiempo de trabajo y maximizan la producción y rentabilidad para la misma cantidad de producto, lo cual se logra con un aprovechamiento forestal

mecanizado. Generar productos con valor agregado incrementa las posibilidades de sustentabilidad económica de las concesiones forestales. Existe una relación inversamente proporcional entre la superficie invadida por terceros, con la superficie de producción forestal en la concesión forestal, lo cual redundará en su rentabilidad y sustentabilidad económica. Lima, la capital del país, ofrece mejores posibilidades de precios y rentabilidad.

Agradecimientos

A los titulares de las concesiones forestales del departamento Huánuco, Perú y a los revisores del manuscrito, quienes de manera anónima contribuyen con sus sugerencias, a lograr una publicación coherentemente estructurada.

Funding. There was not any kind of public or private funding.

Conflict of interest. There is not any conflict of interest.

Compliance with ethical standards. The national ethical standards were met. Interviews were performed with informed consent.

Data availability. Data is available with the corresponding author upon reasonable request.

Author contribution statement (CRediT). **L.A. Valdivia-Espinoza** - Conceptualization. Investigation. Project administration. Supervision. Writing-original draft, **L.A. Valdivia-Ruiz** - Formal Analysis. Investigation. Supervision. Writing-original draft, **A.M. Julca-Otiniano** - Visualization. Writing-original draft. Writing-review & editing, **C. Ruiz-Aguilar** - Writing-original draft. Writing-review & editing, **T.F. Gonzalez-Manrique de Lara** - Writing-original draft. Writing-review & editing.

REFERENCIAS

Aguilera, A., Insunza, L., Alzamora, R. and Tapia, L., 2005. Evaluación del costo de producción para faenas de aserrío portátil. *Bosque*, 26(2), pp.107-114.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002005000200013>

AIDER (Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral), 2012. *Utilización Industrial y Mercado de Diez Especies Maderables*. Lima, Perú: ITTO.

Álvarez, I., 2009. Sustainability reports as a tool to manage sustainability (Las memorias de sostenibilidad: un instrumento para la gestión

- de la sostenibilidad). *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 38(144), 677-697. <https://www.jstor.org/stable/42782690>
- Anand, S. and Sen A., 2000. Human Development and Economic Sustainability. *World Development*, 28(12), pp.2029-2049. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(00\)00071-1](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(00)00071-1)
- Carabias, J., 2019. Políticas económicas con sustentabilidad ambiental. *ECONOMÍAunam*, 16(46), pp.118-125. <https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2019.46.438>
- Colán, V., Pokorny, B. Catpo, J. and Sabogal, C., 2007. Manual de monitoreo de producción y costos de operaciones en concesiones forestales con fines maderables en la Amazonía Peruana. In: C. Sabogal and V. Sobrevilla, eds. *Monitoreo de operaciones de manejo forestal en concesiones con fines maderables de la Amazonía Peruana*. Pucallpa, Perú: MINAG, CIFOR e INRENA. pp. 75-115.
- Cué, J.L., Morejón, M., Pino, I. and Herrero, J.A., 2008. Adecuación del barómetro de sostenibilidad a la valoración de los criterios e indicadores de manejo forestal sostenible en las unidades silvícolas. *Avances*, 10(4).
- Dixon, J. and Fallon, L., 1991. El concepto de sustentabilidad: Sus orígenes, alcances y utilidad en la formulación de políticas. In: J. Vial, comp. *Desarrollo y medio ambiente: Hacia un enfoque integrador*. Santiago, Chile: Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN). pp. 47-66.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) and EFI (Instituto Forestal Europeo), 2018. *Hacia concesiones forestales en las zonas tropicales que contribuyan a la consecución de la Agenda 2030: Directrices voluntarias*. Roma, Italia: FAO y EFI.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) e ITP (Instituto Tecnológico de la Producción), 2018. *La industria de la madera en el Perú*. Lima, Perú: FAO.
- Farley, J., 2012. Ecosystem services: The economics debate. *Ecosystem Services*, 1(1), pp.40-49. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.002>
- Fisher, D. and Freudenburg, W., 2001. Ecological modernization and its critics: assessing the past and looking toward the future. *Society & Natural Resources*, 14(8), pp.701-709. <https://doi.org/10.1080/08941920119315>
- Floyd, D.W., Vonhof, S.L. and Seyfang, H.E., 2001. Forest sustainability. A discussion guide for professional resource managers. *Journal of Forestry*, 99(2), pp.8-28. <https://doi.org/10.1093/jof/99.2.8>
- Galarza, E. and La Serna, K., 2005. Las concesiones forestales en el Perú: ¿cómo hacerlas sostenibles? In: R. Barrantes, ed. *La política forestal en la Amazonía andina. Estudio de casos: Bolivia, Ecuador y Perú. Serie Diagnóstico y Propuesta*. Lima, Perú: Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES). pp. 445-600.
- Gallopín, G., 2003. *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. Santiago, Chile: Cepal, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.
- Gayoso, J. and Iroumé, A., 1991. Metodología para estimar la fragilidad de terrenos forestales. *Medio Ambiente (Valdivia)*, 11(2), pp.13-24.
- GOREHCO (Gobierno Regional de Huánuco), 2016. *Zonificación ecológica y económica: estudio climático provincia de Leoncio Prado*. Huánuco, Perú: GOREHCO.
- GOREHCO (Gobierno Regional de Huánuco). 2016a. *Zonificación ecológica y económica: estudio climático provincia de Marañón*. Huánuco, Perú: GOREHCO.
- GOREHCO (Gobierno Regional de Huánuco). 2016b. *Zonificación ecológica y económica: estudio climático provincia de Puerto Inca*. Huánuco, Perú: GOREHCO.
- Guerra de la Cruz, V. and Mallén, C., 2008. *Tlaxcala y sus recursos forestales: conservación aprovechamiento y bases para su manejo sustentable*. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
- Gutiérrez, H., 2001. *Instituciones forestales*. Perú. Santiago, Chile: FAO.
- Hens, L. and De Wit, J., 2003. The development of indicators and core indicators for sustainable development: A state of the art review.

- International Journal of Sustainable Development*, 6(4), pp.436-459.
<https://doi.org/10.1504/IJSD.2003.004188>
- Hernández, R., 2014. *Metodología de la investigación*. 6a ed. México D.F., México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.
- Herrera-Ulloa, Á., Lluch-Cota, S., Ramírez-Aguirre, H., Hernández-Vázquez, S. and Ortega-Rubio, A., 2003. Sustainable performance of the tourist industry in the state of Baja California Sur, México. *Interciencia*, 28(5), pp.268-272.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33908004>
- Huisinigh, D., 2006. New challenges in education for sustainable development. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 8(1), pp.3-8.
<https://doi.org/10.1007/s10098-006-0034-y>
- ITTO (International Tropical Timber Organization), 2016. *Criteria and indicators for the sustainable management of tropical forests*. Yokohama, Japan: ITTO.
- ITTO (International Tropical Timber Organization), 2013. Report from Peru. *Tropical Timber Market Report*, 17(16), pp. 10-12.
- ITTO (International Tropical Timber Organization), 2015. *Voluntary guidelines for the sustainable management of natural tropical forests*. Yokohama, Japan: ITTO.
- Lefroy, R.D.B., Bechstedt, H.D. and Rais, M., 2000. Indicators for sustainable land management based on farmer surveys in Vietnam, Indonesia, and Thailand. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 81(2), pp.137-146.
[https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00187-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00187-0)
- Ley N° 29763 Ley Forestal y de Fauna Silvestre. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 22 de julio de 2011.
- Madrid, S. and Chapela, F., 2003. Certification in Mexico: The cases of Durango and Oaxaca (Annex 3). In: A. Molnar, ed. *Forest certification and communities: Looking forward to the next decade*. Washington D.C., EE.UU.: Forest Trends. pp. 1-12.
- Meza, C. and Díaz, A.I., 2010. Percepción ambiental de los paisajes y sus potencialidades: Provincia de Huamálies. *Investigaciones Sociales*, 14(25), pp.47-62.
<https://doi.org/10.15381/is.v14i25.7293>
- Narváez, R., Wright, P., Martínez, M., Alvírez, S., Domínguez, L., Gómez, V., Rodríguez, S., Montes, G., Molina, J. and Iglesias, L., 2003. *Criterios e Indicadores, una herramienta para evaluar la sustentabilidad del manejo forestal en bosques templados y tropicales*. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Pearce, D.W., Atkinson, G.D. and Dubourg., W.R., 1994. The economics of sustainable Development. *Annual Review of Energy and Environment*, 19, pp.457-474.
<https://doi.org/10.1146/annurev.eg.19.110194.002325>
- Pokorny, B., Sabogal, C. and de Camino, R., 2001. Metodologías para evaluar la aplicación de criterios e indicadores en el manejo forestal de bosques tropicales en América Latina. *Revista Forestal Centroamericana*, 36, pp.14-19.
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10441>
- Sarandón, S., 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. In: S.J. Sarandón, ed. *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. La Plata, Argentina: Ediciones Científicas Americanas. pp. 393-414.
- Sarandón, S. and Flores, C., 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4, pp.19-28.
<https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>
- Sarandón, S., Zuluaga, S., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L. and Negrete, E., 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1, pp.19-28.
<https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/14>
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) and SFFS (Subsecretaría Forestal y de la Fauna Silvestre), 1992. *Manual de tecnología apropiada en operaciones forestales, Parte II. Construcción de caminos y transporte de madera*. México D. F.: SARH y SFFS.

- Teitelbaum, S., 2014. Criteria and indicators for the assessment of community forestry outcomes: a comparative analysis from Canada. *Journal Of Environmental Management*, 132, pp.257-267. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.013>
- Torres, M. R., 2012. *Guía para el inversionista interesado en el sector forestal peruano*. Lima, Perú: The Amazon Alternative.
- Waas, T., Hugé, J., Verbruggen, A. and Wright, T., 2011. Sustainable development: A bird's eye view. *Sustainability*, 3(10), pp.1637-1661. <https://doi.org/10.3390/su3101637>
- Woodley, S. J., Alward, G., Gutierrez, L. I., Hoekstra, T., Holt, B., Livingston, L., Loo, J., Skibicki, A., Williams, C. and Wright, P., 2000. *North American test of criteria and indicators of sustainable forestry*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agriculture Forest Service. Inventory and Monitoring Institute.