



INITIATIVE ON

Livestock and Climate

## POLÍTICAS EN SÍNTESIS

# Evaluación económica de un sistema silvopastoril intensivo para la provincia de San Martín, Perú

John Jairo Junca Paredes<sup>1</sup>; Sandra Durango Morales<sup>2</sup>; Stefan Burkart<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Internacional de Agricultura Tropical, Programa de Forrajes Tropicales

<sup>2</sup>Centro Internacional de Agricultura Tropical, Paisajes Multifuncionales

## MENSAJES CLAVE

- Las prácticas ganaderas sostenibles son esenciales para mejorar los medios de vida y la sostenibilidad ambiental de los pequeños ganaderos. Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) pueden contribuir a tal propósito. Son más productivos y eficientes. Además, restauran los suelos y disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Las estimaciones mostraron que un SSPi incrementa la rentabilidad de manera significativa. El aumento en la productividad láctea, la carga animal y la venta de madera generarán mayores ingresos al sistema. De igual forma el manejo con fertilizantes orgánicos reduce los costos de producción.
- Es importante fortalecer la difusión de los SSPi. Los sistemas tradicionales, como los monocultivos están muy arraigados en los pequeños productores. Así que los casos exitosos deben difundirse para crear un clima de confianza sobre estas nuevas tecnologías.
- La adopción de SSPi es una alternativa eficaz para dinamizar la economía en el norte del Perú. El estudio de un caso representativo para el nivel regional da evidencia al respecto. En el escenario más probable, el valor presente neto (VPN) fue positivo y la tasa interna de retorno (TIR) estuvo sobre el 30%.

## INTRODUCCIÓN

En las regiones de San Martín y Amazonas, los sistemas ganaderos suelen tener un área menor a las 10 hectáreas (ha) (Alegre et al., 2019; Pizarro et al., 2020). Sobre las condiciones de los forrajes, se tiene que más del 70% de los bosques secundarios de la amazonia peruana son pastos nativos con baja productividad, mejorados degradados y con diversos niveles de recuperación. Esto ha sido el resultado de un deficiente manejo técnico, sobrecarga animal y sobrepastoreo (Alegre et al., 2017; Echevarría et al., 2019). Además, en términos económicos, la ganadería es pequeña respecto a la avicultura. Como participación en el sector pecuario del Perú, la industria avícola tiene el 42.5%, el ganado vacuno el 4% y la leche fresca de vaca el 4.5% (MIDAGRI, 2023). Así que hay un potencial de crecimiento para el sector. Sin embargo, se precisan de proyectos con sostenibilidad económica y ambiental. Los SSPi cumplen con estas características. Son tecnologías que combinan gramíneas, leguminosas, arbustos y árboles, permitiendo intensificar la producción y mitigar el impacto ambiental de la actividad ganadera (Chará et al., 2018).

Este documento presenta los resultados de una evaluación económica para un SSPi en el norte del Perú. La tecnología de comparación es un monocultivo con *Urochloa brizantha* (syn. *Brachiaria brizantha*) cv. Marandú, predominante en la producción ganadera de la región. El impulso de los SSPi es uno de los ejes estratégicos de la iniciativa Peru-Hub, que es el resultado de una alianza de instituciones de investigación nacional e internacional.

## DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

El análisis consistió en comparar el sistema productivo tradicional de la región frente a un SSPi con fertilización orgánica. Cada experimento se hace en un área de 2.5 ha, con ganado doble propósito Girolando. La ubicación es la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), sede de Tarapoto, provincia de San Martín, en el marco del proyecto Peru-Hub. El sistema tradicional es un monocultivo con *Urochloa brizantha* cv. Marandú. Este material se ha difundido en el trópico americano. Posee resistencia al salivazo, funciona bien en suelos con fertilidad intermedia-alta y no tiene buena respuesta al anegamiento (Cook et al., 2020). En Perú, esta gramínea ha tenido buen desempeño y es el forraje más usado en esta zona del país (Perulactea, 2015). La tecnología mejorada es un SSPi con *Urochloa brizantha* cv. Marandú, la leguminosa *Centrosema macrocarpum*, el arbustivo *Tithonia diversifolia* y árboles maderables. *Centrosema macrocarpum* tiene alto valor nutritivo, tolera bien la sequía y las principales enfermedades de *Centrosema* (Cook et al., 2020). Las leguminosas perennes fijan nitrógeno contribuyendo a la productividad (Lagrange et al., 2021). *Tithonia diversifolia* (Botón de oro) es un arbusto perenne anual con un buen valor nutritivo, que puede llegar a medir entre 2 a 5 metros de altura (Cook et al., 2020). Se adapta a diferentes climas y suelos e impacta positivamente la producción ganadera (Cook et al., 2020). Finalmente se tienen una amplia gama de árboles maderables entre los que se encuentran *Cordia gerascanthus* (8-15 años), *Brosimum alicastrum* (8 años) y *Guazuma Crinita* (5-8 años). Se asume que el SSPi brinde sombra entre el 15% y 20% del área de 2.5 ha a través de los árboles y arbustos. Esto contribuirá a la regulación microclimática del ganado.

Aún no se cuentan con los datos finales de respuesta animal, para solventar este punto se consultó con un experto de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y se establecieron supuestos productivos adecuados. Así que se plantea que frente a la tecnología tradicional la carga animal (CA) puede pasar de 1 hasta 2 o 3 Unidades de Gran Ganado (UGG) por ha con el SSPi. Por otra parte, la productividad láctea (PL) subiría de 5 l/día/vaca a 6.5 l/día/vaca. Finalmente, la frecuencia de venta de un ternero al destete se reduciría de 2 a 1 año.

## METODOLOGÍA

El método es un flujo de caja descontado, que consolida el beneficio neto por periodo. Con esto, se calculan cuatro indicadores de rentabilidad: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), relación beneficio costo (BC) y periodo de recuperación (PR). Un VPN positivo y una TIR mayor a la tasa de descuento indicará rentabilidad. Posteriormente se analizan y comparan los indicadores de las tecnologías evaluadas, para definir cuál es la mejor. Se continúa con un análisis probabilístico, mediante simulación Monte Carlo con el software @Risk. Así se obtienen estimaciones más robustas del VPN, probabilidades de pérdida económica y un análisis de sensibilidad. También es posible identificar que variables tienen mayor peso sobre la rentabilidad. La modelación se aplica para el enfoque tradicional y tres escenarios silvopastoriles: pesimista (SSPiP), moderado (SSPiM) y optimista (SSPiO). La forma de obtenerlos es modificando los valores de parámetros relevantes como se muestra en la tabla 1.

Para aplicar el modelo, se dispone de datos de inversiones, costos y precios de mercado. Tanto el monocultivo como el SSPi no incurren en costos de renovación. Se estableció un periodo de análisis de 2023 a 2030, con una tasa de descuento del 8%. El SSPi solo usa fertilizantes orgánicos. El precio de la carne es de US\$ 1.96/kg y el de la leche US\$ 0.34/l. La tasa de cambio utilizada fue de 3.83 Soles por US\$ correspondiente al promedio de 2022.

**Tabla 1. Valores parámetros para escenarios SSPi**

| Escenario | Carga animal UGG/2.5 ha | Frecuencia venta ternero al destete por vaca (años) |
|-----------|-------------------------|---|
| SSPiP     | 3                       | 2   |
| SSPiM     | 5                       | 1   |
| SSPiO     | 7                       | 1   |

**Tabla 2. Indicadores de rentabilidad**

| Indicador  | Tradicional | SSPiP | SSPiM  | SSPiO  |
|------------|-------------|-------|--------|--------|
| VPN (US\$) | 610         | 6,962 | 13,213 | 19,464 |
| TIR (%)    | 9.69        | 24.81 | 29.31  | 31.61  |
| BC         | 1.06        | 1.46  | 1.56   | 1.6    |
| PR (años)  | 7.83        | 5.08  | 4.33   | 4      |

# RESULTADOS

Según la tabla 2, todas las tecnologías son rentables. Tienen un VPN positivo y una TIR mayor que la tasa de descuento (8%). Sin embargo, los resultados de los SSPi fueron mejores. Por ejemplo, la TIR es significativamente superior en los escenarios pesimista (24.81%), moderado (29.31%) y optimista (31.61%) frente al sistema tradicional (9.69%). La relación BC aumenta de 1.06 a valores entre 1.46 y 1.60. Por último, el PR de la inversión pasa de 7 años y 10 meses a un periodo de entre 4 y 5 años en las tecnologías silvopastoriles.

Pasando al componente probabilístico, la figura 1 presenta las distribuciones de probabilidad para el VPN. El escenario tradicional (rojo) tiene rentabilidad sin probabilidad de pérdida económica. No sorprende, ya que el monocultivo con cv. Marandú funciona bien en la región y por eso se ha convertido en el forraje más usado (Perulactea, 2015). En todos los escenarios de los SSPi, las distribuciones de probabilidad

del VPN se desplazan a la derecha. Así que el aumento en el beneficio económico es evidente. El VPN medio crece de US\$ 580 en el escenario tradicional a US\$ 13,213 en el moderado.

Respecto al análisis de sensibilidad, en la figura 2, se pueden identificar las variables con mayor influencia sobre el VPN o rentabilidad para los casos tradicional y el SSPiM. Los otros escenarios siguen tendencias similares. Se observa que la PL explica el 73.2% y el 65.9% de la rentabilidad, mientras que la CA explica el 26.8% y 34.1% en estas dos situaciones. Entonces la mejora en estos parámetros productivos contribuirá a una mayor rentabilidad.

Los resultados son consistentes con estudios en América Latina, que han mostrado la conveniencia económica de este tipo de tecnologías (Bernardy et al., 2022; Jiménez-Ferrer et al., 2015; Marques Filho et al., 2017; Enciso et al., 2019; Sandoval et al., 2023).

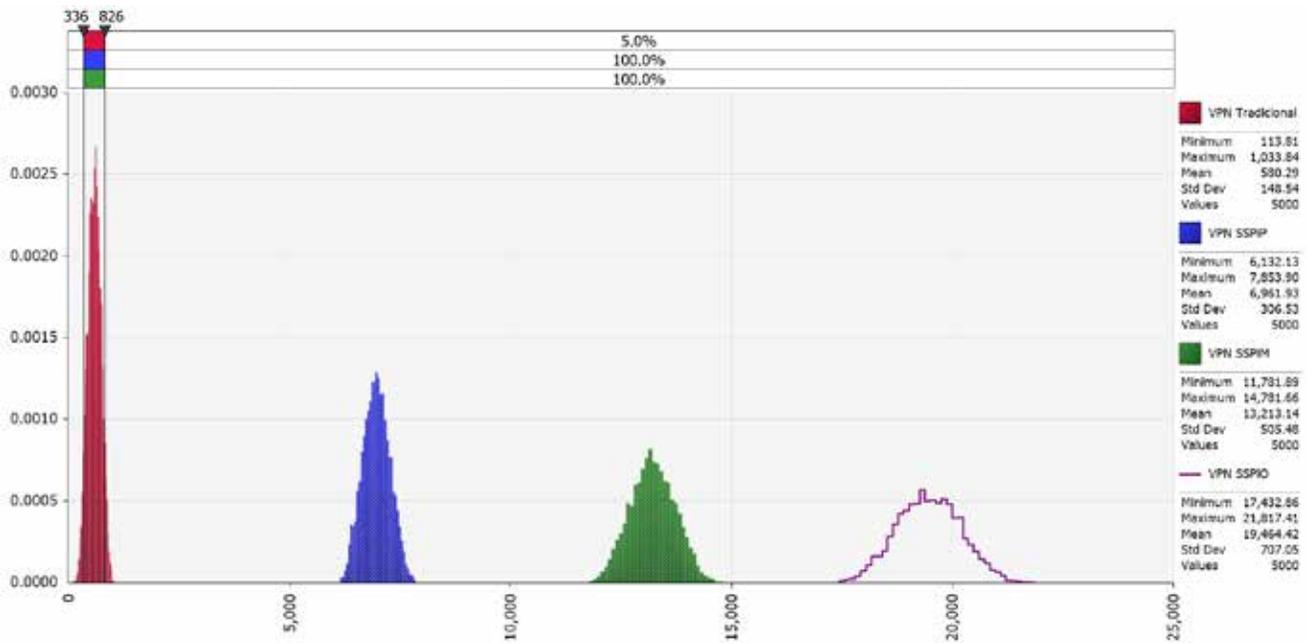


Figura 1. Distribuciones de probabilidad VPN – Escenarios Tradicional y SSPi



Figura 2. Gráficos de tornado - contribución a la varianza

## CONCLUSIONES

- La región amazónica del Perú ha sido afectada por las prácticas de la ganadería extensiva. Frente a esto los SSPi, con la combinación de diversas especies, brindan la oportunidad de impulsar la productividad, la eficiencia y la sostenibilidad ambiental de la actividad ganadera.
- Aunque hay rentabilidad en el sistema tradicional, los resultados de los SSPi son muy superiores. Difundir con asertividad estos hallazgos es clave para alentar la adopción de la nueva tecnología en la región.
- En el contexto regional los productores no tienen influencia en los precios. Por lo tanto, el análisis de sensibilidad evidenció a la productividad láctea y la carga animal como los determinantes de la rentabilidad.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó como parte de la Iniciativa del OneCGIAR Livestock & Climate (L&C). Agradecemos a todos los donantes que apoyan globalmente nuestro trabajo a través de sus contribuciones al sistema CGIAR. Las opiniones expresadas en este documento no pueden ser tomadas como opiniones oficiales de estas organizaciones.

## REFERENCIAS

- Alegre, J., Lao, C., Silva, C., & Schrevels, E. (2017). Recovering degraded lands in the Peruvian Amazon by cover crops and sustainable agroforestry systems. *Peruvian Journal of Agronomy*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.21704/pja.v1i1.1005>
- Alegre, J., Sánchez, Y., Pizarro, D., & Gómez, C. (2019). Manejo de los suelos con sistemas silvopastoriles en las regiones de Amazonas y San Martín. *Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA)*, 1-23.
- Bernardy, D., Jesus, L. de C. de, Ziembowicz, M. M., Weiler, E. B., & Farias, J. A. de. (2022). Production and financial feasibility in silvopastoral system in small rural property. *Revista Árvore*, 46, 2-7. <https://doi.org/10.1590/1806-908820220000022>
- Chará, J., Reyes, E., Peri, P., Otte, J., Arce, E., & Schneider, F. (2018). Sistemas silvopastoriles y su contribución al uso eficiente de los recursos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Evidencia desde América Latina. *FAO, CIPAV and Agri Benchmark*, 1-60.
- Cook, B., Pengelly, B., Schultze-Kraft, R., Taylor, M., Burkart, S., Cardoso Arango, J., González Guzmán, J., Cox, K., Jones, C., & Peters, M. (2020). *Tropical Forages: An interactive selection tool*. International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, Colombia and International Livestock Research Institute (ILRI), Nairobi, Kenya.

- Echevarría, M., Pizarro, D., & Gómez, C. (2019). Alimentación de ganadería en sistemas silvopastoriles de la amazonia peruana. *Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA)*, 1-17.
- Enciso, K., Sotelo, M., Peters, M., Burkart, S. (2019). The inclusion of *Leucaena diversifolia* in Colombian cattle systems: An economic perspective. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales*, 7(4): 359-369. DOI: [10.17138/tgft\(7\)359-369](https://doi.org/10.17138/tgft(7)359-369)
- Jiménez-Ferrer, G., Mendoza-Martínez, G., Soto-Pinto, L., & Alayón-Gamboa, A. (2015). Evaluation of local energy sources in milk production in a tropical silvopastoral system with *Erythrina poeppigiana*. *Tropical Animal Health and Production*, 47, 903-908. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0806-7>
- Lagrange, S. P., MacAdam, J. W., & Villalba, J. J. (2021). The Use of Temperate Tannin Containing Forage Legumes to Improve Sustainability in Forage-Livestock Production. *Agronomy*, 11(11), 2264. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112264>
- Marques Filho, W. C., Barbosa, G. F., Cardoso, D. L., Ferreira, A. D., Pedrinho, D. R., Bono, J. A. M., Souza, C. C. de, & Frainer, D. M. (2017). Productive sustainability in a silvopastoral system. *Bioscience Journal*, 33(1), 10-18. <https://doi.org/10.14393/BJ-v33n1a2017-32925>
- MIDAGRI. (2023). Anuario Estadístico. Producción Ganadera y Avícola 2022. *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*, 1-165.
- Peru Hub. (2023). ¿Quiénes somos?
- Perulactea. (2015). El Pasto *Brachiaria*: Sus híbridos e Introducción al Perú – Segunda Parte. *Perulactea. Edwin Palacios*. <https://perulactea.com/el-pasto-brachiaria-sus-hibridos-e-introduccion-al-peru-segunda-parte/>
- Pizarro, D., Vásquez, H., Bernal, W., Fuentes, E., Alegre, J., Castillo, M. S., & Gómez, C. (2020). Assessment of silvopasture systems in the northern Peruvian Amazon. *Agroforestry Systems*, 94, 173-183. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00381-9>
- Sandoval, D.F., Florez, J.F., Enciso Valencia, K.J., Sotelo Cabrera, M.E., Burkart, S. (2023). Economic-environmental assessment of silvopastoral systems in Colombia: An ecosystem service perspective. *Heliyon* 9(8): e19082. DOI: [10.1016/j.heliyon.2023.e19082](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19082)

## SOBRE LOS AUTORES

**Jhon J. Junca Paredes** Economista. [j.junca@cgiar.org](mailto:j.junca@cgiar.org)

**Sandra Durango M.** Investigadora postdoctoral. [s.durango@cgiar.org](mailto:s.durango@cgiar.org)

**Dr. Stefan Burkart** Economista. [s.burkart@cgiar.org](mailto:s.burkart@cgiar.org)

## CITACIÓN

Junca, J.J.; Durango, S.; Burkart, S. (2023) Evaluación económica de un sistema silvopastoril intensivo para la provincia de San Martín, Perú. Cali (Colombia): CGIAR Initiative on Livestock and Climate. 5 p.



Adriana Varón/ CIAT

**CONTACTO**

**Stefan Burkart**

✉ [s.burkart@cgiar.org](mailto:s.burkart@cgiar.org)



INITIATIVE ON  
**Livestock and Climate**



[alliancebioversityciat.org](http://alliancebioversityciat.org)



[cgiar.org](http://cgiar.org)

Noviembre 2023