



PRIAS

Prácticas Regenerativas Innovadoras
para una Agropecuaria Sostenible



Aliados Naturales de la Agropecuaria: Contribución Económica de Escarabajos y Cultivos de Servicio a la Infiltración de Agua en la Chiquitanía Boliviana.





INTRODUCCIÓN

La región de la Chiquitanía en Bolivia, enfrenta crecientes desafíos debido a la degradación del suelo, especialmente en áreas agrícolas y ganaderas. Las prácticas agrícolas convencionales, como el uso intensivo de agroquímicos y la expansión de la frontera agrícola, han exacerbado la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la capacidad de los suelos para retener agua. Dicha situación no solo afecta la productividad agrícola y ganadera, sino que también contribuye a la escasez hídrica y a la erosión. En este contexto, el uso de prácticas regenerativas como los cultivos de servicio y la bioturbación realizada por escarabajos coprófagos ha emergido como una solución potencial.

Este Policy Brief presenta una valoración económica de las funciones ambientales proporcionadas por los escarabajos coprófagos y los cultivos de servicio, enfocándose en cómo estas prácticas contribuyen a la mejora de la infiltración de agua en el suelo. Se analizan los impactos económicos derivados de la reducción de la escorrentía, el ahorro en riego, la mejora en la productividad agrícola y ganadera, y cómo estos servicios regenerativos pueden ser aprovechados para lograr sistemas agroecológicos sostenibles en la Chiquitanía.

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se centró en predios ubicados en Alta Vista, en la región de la Chiquitanía boliviana, con un enfoque exclusivo en la producción ganadera. Estos predios forman parte del proyecto PRIAS (Prácticas Regenerativas Innovadoras para una Agropecuaria Sostenible), representando los sistemas productivos típicos de la región en los que la ganadería es la actividad principal. El estudio se enfocó en evaluar cómo la actividad de los escarabajos coprófagos y la implementación de cultivos de servicio pueden mejorar la infiltración del agua en estos predios ganaderos. Además, se realizó una valoración económica de este impacto, el cual se traduce potencialmente en una mayor rentabilidad económica para los predios.





METODOLOGÍA

La valoración económica se basó en el método de costos evitados y en el de mayor ingreso económico:

- Costos Evitados: Ahorro por menor uso de agua de riego. Calculado en base a los precios actualizados del agua en Bolivia y el uso de pozos o atajados.
- Mayor ingreso económico: Incremento en la productividad a partir de la mejora en la eficiencia del uso del agua (WUE) en cultivos de pastura para ganado y soya.

Los valores de infiltración se obtuvieron mediante métodos de medición en campo (Mini Disk, anillos de infiltración y permeámetro Guelph). Y se han considerado exclusivamente los de MiniDisk. Se compararon dos tratamientos: suelo con escarabajos y suelo con escarabajos más cultivos de servicio.

Por otro lado, se ha considerado un costo de cero para los escarabajos por ser abundantes en la región. Asimismo, Los cultivos de servicio, son altamente adaptables y beneficiosos para la salud del suelo, contribuyendo a la mejora de la infiltración del agua. De los 218 USD/ha. de costo promedio por la implementación de los cultivos de servicio, se estima que 31 USD/ha., o un 14%, pueden ser atribuidos a los beneficios relacionados con la infiltración.



RESULTADOS

1. Valoración Económica de la mejora en infiltración proporcionada por los escarabajos y escarabajos más cultivos de servicio

A continuación la Tabla 1 presentará la valoración económica de las funciones ambientales de los escarabajos. Por otro lado, la Tabla 2 presenta la valoración económica de las funciones ambientales de los escarabajos más cultivos de servicio.

Tabla 1: Valoración Económica de la mejora en infiltración proporcionada por los escarabajos

Función ambiental / Tratamiento	Escarabajos
Mejora de infiltración (mm/h)	43
Ahorro en agua por menor escurrentía (m ³ /ha)	20- 430
Valoración económica de la mejora de infiltración (USD/hectárea)	42,14
Valoración económica del ahorro en agua por menor escurrentía (USD/hectárea)	1,96 - 42,14
Valoración Económica de la función ambiental de los escarabajos (USD/hectárea)	44,1 - 84,28 USD/ha



- La presencia de escarabajos resultó en un ahorro en el uso de agua por una mejor infiltración y menor escorrentía. En parcelas con escarabajos coprófagos, los ahorros fueron de hasta **USD 84 por hectárea al año**, en comparación con los costos tradicionales sin prácticas regenerativas.

Tabla 2: Valoración Económica de la mejora en infiltración proporcionada por los escarabajos más cultivos de servicio

Función ambiental / Tratamiento	Escarabajos más cultivos de servicio
Mejora de infiltración (mm/h)	119
Ahorro en agua por menor escorrentía (m ³ /ha)	50 - 1.190
Valoración económica de la mejora de infiltración (USD/hectárea)	116,62
Valoración económica del ahorro en agua por menor escorrentía (USD/hectárea)	4,9 - 116,62
Valoración Económica de la función ambiental de los escarabajos y cultivos de servicio (USD/hectárea)	121,52 - 233,24 USD/ha
Valoración Económica Neta de la función ambiental de los escarabajos y cultivos de servicio (USD/hectárea)	90,52 – 202,24 USD/ha

Fuente: Elaboración propia

- La combinación de escarabajos y cultivos de servicio generó ahorros aún mayores, alcanzando USD 202 por hectárea al año, debido a la reducción de la escorrentía y la mayor eficiencia en la retención de agua en el suelo.

2. Ahorros Económicos por tipo de bombeo en pozos y atajados

En la región de la Chiquitanía boliviana, la necesidad de asegurar agua para riego ha incrementado significativamente debido a la variabilidad climática y la expansión agrícola. Los productores locales recurren principalmente a dos tipos de infraestructura hídrica: pozos y atajados. Ambos requieren sistemas de bombeo para la extracción o distribución del agua y sus costos varían el tipo de bombeo utilizado. Aunque existen tecnologías de alta eficiencia como el sistema LEPA (Aplicación de Precisión de Baja Energía), esta no es común en la región por sus elevados costos iniciales y requerimientos técnicos. En cambio, los sistemas de bombeo más utilizados por los productores chiquitanos son los de baja presión. Por tanto, la presente valoración económica del ahorro en riego generado por prácticas regenerativas se enfoca en los resultados obtenido por baja presión.

Tabla 3: Valoración Económica de la mejora en infiltración proporcionada por los escarabajos y cultivos de servicio por ahorro en el uso de agua en pozos.



Pozos							
Función Ambiental	Tipo de bombeo de agua	Costo por Tipo de bombeo de agua (USD/m³)	Escarabajos (m³/ha)	Valoración Económica de la función ambiental de los escarabajos (USD/ha/año)	Escarabajos + Cultivos de Servicio (m³/ha)	Valoración Económica de la función ambiental de los escarabajos + cultivos de servicio (USD/ha/año)	Valoración Económica Neta de la función ambiental de los escarabajos + cultivos de servicio (USD/ha/año)
Ahorro en agua por menor escorrentía	Alta presión	0,654	20- 430	13,08 - 281,22	50 - 1.190	32,7 - 778,26	1,7 - 747,26
	Baja Presión	0,454		9,08 - 195,22		22,7 - 540,26	-8,3 - 509,26
	LEPA (Aplicación de Precisión de Baja Energía)	0,395		7,9 - 169,85		19,75 - 470,05	-11,25 - 439,05

Fuente: Elaboración propia en base a Brown, 2008; Mautner, M., & Escobar, M. 2022; Cherlinka (2023); Agrosavia, 2021; Smith, et al., 2014).

- La mejora de la infiltración resultaría en un ahorro en el uso de agua mediante pozos que fue calculado utilizando el costo de bombeo. En parcelas con escarabajos coprófagos, los ahorros fueron de hasta USD 195 hectáreas al año, en comparación con los costos tradicionales sin prácticas regenerativas.
- La combinación de escarabajos y cultivos de servicio generaría ahorros aún mayores, alcanzando USD 509 por hectárea al año debido a la reducción de la escorrentía y la mayor eficiencia en la retención de agua en el suelo.

Tabla 4: Valoración Económica de la mejora en infiltración proporcionada por los escarabajos y cultivos de servicio por ahorro en el uso de agua en atajados de agua

Atajados							
Función Ambiental	Tipo de bombeo de agua	Costo por Tipo de bombeo de agua (USD/m³)	Escarabajos m³/ha	Valoración Económica de la función ambiental de los escarabajos (USD/ha/año)	Escarabajos + Cultivos de Servicio m³/ha	Valoración Económica de la función ambiental de los escarabajos + cultivos de servicio (USD/ha/año)	Valoración Económica Neta de la función ambiental de los escarabajos + cultivos de servicio (USD/ha/año)
Ahorro en agua por menor escorrentía	Alta presión	0,989	20- 430	19,78 - 425,27	50 - 1.190	49,45 - 1.176,91	18,45 - 1.145,91
	Baja presión	0,837		16,74 - 359,91		41,85 - 996,03	10,85 - 965,03
	LEPA (Aplicación de Precisión de Baja	0,793		15,86 - 340,99		39,65 - 943,67	8,65 - 912,67

Fuente: Elaboración propia en base a EMPODERAR, 2020; Sorrentino & Perez, 2020).



- La mejora de la infiltración resultaría en un ahorro en el uso de agua mediante atajados que fue calculado utilizando el costo de bombeo. En parcelas con escarabajos coprófagos, los ahorros fueron de hasta USD 360 hectárea al año, en comparación con los costos tradicionales sin prácticas regenerativas.
- La combinación de escarabajos y cultivos de servicio generaría ahorros aún mayores, alcanzando USD 965 por hectárea al año debido a la reducción de la escorrentía y la mayor eficiencia en la retención de agua en el suelo.

3. Mejora en la Productividad de Soya y Pastura

Las prácticas regenerativas como el uso de escarabajos coprófagos y cultivos de servicio, mejoran la infiltración del agua en el suelo, lo que puede traducirse en mayores rendimientos productivos de las pasturas para ganado. Una mayor disponibilidad de agua favorece el crecimiento de especies como brachiaria o sorgo. Por otro lado, para la soya, también se ha considerado una mejora en la infiltración para analizar un incremento en su producción. Por lo que para realizar una valoración económica se ha considerado el incremento en la productividad, tanto de pastura como de soya.

Tabla 5: Valoración Económica de la mejora en infiltración proporcionada por los escarabajos y cultivos de servicio por una mayor productividad de pastura para ganado

Función ambiental	Mejora de infiltración
Escarabajos (mm/h)	43
Incremento en la productividad de la pastura (tn/ha/año)	0,8 - 1,1
Valoración Económica de la función ambiental de los escarabajos (USD/ ha/año)	84 - 121
Escarabajos + Cultivos de Servicio (mm/h)	119
Incremento en la productividad de la pastura (tn/ha/año)	2,2 - 3,1
Valoración Económica de la función ambiental de los escarabajos + cultivos de servicio (USD/ ha/año)	233 - 335
Valoración Económica Neta de la función ambiental de los escarabajos + cultivos de servicio (USD/ ha/año)	202 - 304

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la pastura para ganado, la mejora en la infiltración permitiría un incremento de hasta 3,1 toneladas por hectárea en la producción de forraje. Esto se traduce en un valor económico adicional de USD 202 a USD 304 por hectárea al año, lo que mejoraría la alimentación del ganado y, potencialmente, la producción de carne y leche. Aunque las estimaciones de valoración económica para la producción de carne y leche no se realizaron en el análisis, la teoría refleja que estos también incrementarían.



A continuación, la Tabla 6 presentará los resultados en la producción de soya, que a diferencia de los casos anteriores, estos no se asocian al uso de escarabajos. Por lo que, el análisis para este caso este asociado al incremento en la productividad cuando se tiene una mejora de infiltración baja (43 mm/h) y cuando se tiene una mejora de infiltración alta (119 mm/h).

Tabla 6. Valoración Económica de una mayor productividad de soya por la mejora en infiltración.

Servicio Ecosistémico	Mejora de infiltración
Mejora de infiltración baja (mm/h)	43
Incremento en la productividad de la soya (toneladas)	0.043
Valoración Económica del servicio ecosistémico de los escarabajos (USD/hectárea/año)	16.9
Mejora de infiltración alta (mm/h)	119
Incremento en la productividad de la soya (toneladas)	0.119
Valor Económico del servicio ecosistémico de los escarabajos + cultivos de servicio (USD/hectárea/año)	46.6

Fuente: Elaboración propia en base a Stirzaker, et al., 2019; Gargano, et al., 2024

Cuando se tiene una mejora en infiltración de 43 mm/h, se tiene un incremento en la productividad de soya de 0.043 toneladas/hectárea/año. Esto se traduce en un ingreso adicional de 16,9 USD/ha/año. Por otro lado, cuando se tiene una mejora en infiltración de 119 mm/h, se tiene un incremento en la productividad de soya de 0.119 toneladas/hectárea/año. Esto se traduce en un ingreso adicional de 46,6 USD/ha/año.

Poniendo estas cifras en perspectiva y considerando la producción nacional de soya, con una mejora en infiltración en toda la producción de soya del país esta sería la generación adicional de dinero por mayor exportación de soya por una mayor productividad.

Tabla 7: Valoración Económica de una mayor productividad por la mejora en infiltración en la producción nacional de soya

Tipo de mejora en la infiltración	Producción adicional (toneladas al año)	Valor económico (USD)
43 mm/h	64,108	25.125.536
119 mm/h	177,414	69.533.088

Fuente: Elaboración propia



Se estimó que la productividad de la soya aumentaría en 64.108 toneladas adicionales al año en toda Bolivia solo con una mejora “baja” de infiltración de 43 mm/h. Este aumento representaría un valor económico adicional de USD 25 millones anuales.

Cuando se tiene una mejora en infiltración “alta” de 119 mm/h, la producción de soya incrementó en 177.414 toneladas, lo que representaría USD 69,5 millones adicionales en ingresos por exportaciones.

CONCLUSIONES

Este análisis representa una primera contribución a la evidencia empírica generada en Bolivia, en relación a los beneficios económicos proporcionados por los escarabajos y cultivos de servicio a través de la mejora en infiltración que propician.

1. Beneficios Económicos Claros: El uso de prácticas regenerativas como los escarabajos coprófagos y cultivos de servicio en la Chiquitanía ha demostrado ser económicamente beneficiosa.

2. Incremento de Productividad Agrícola y Ganadera: Una mejora en la infiltración de agua también incrementaría la productividad de la soya y la pastura para ganado, con un **valor económico que podría alcanzar hasta USD 69 millones anuales en ingresos por exportaciones de soya y USD 304 por hectárea al año en la producción de pastura.**

3. Impacto en la Sostenibilidad: Estas prácticas no solo ofrecen beneficios económicos inmediatos, sino que también contribuyen a la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas productivos en la región, ayudando a restaurar suelos degradados, mejorar la biodiversidad y mitigar los efectos del cambio climático.

Recomendaciones: Se recomienda la adopción generalizada de estas prácticas regenerativas en la Chiquitanía y otras regiones similares de Bolivia. Asimismo, se recomienda realizar más estudios similares para generar mayor evidencia sobre los beneficios de las prácticas regenerativas tanto en el sector agrícola como ganadero. Los resultados del estudio sugieren que estas prácticas son una inversión rentable y sostenible para los productores, contribuyendo tanto a la conservación de los recursos naturales como al aumento de la productividad agrícola y ganadera.

El proyecto PRIAS es una iniciativa ejecutada por la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano, CREA Bolivia y Conservation Strategy Fund, con el financiamiento de Land Innovation Fund.





Especie: *Coprophanaeus ensifer*.



Perforaciones realizadas por escarabajos coprófagos.



Especie: *Cerambycidae* - *Mallodon*

BIBLIOGRAFÍA

- Brown, P. D. (2008). Optimal irrigation scheduling (Tesis doctoral, University of Canterbury). University of Canterbury. <http://hdl.handle.net/10092/1255>
- Cherlinka, V. (2025). Cultivo de Soja: Condiciones de crecimiento y cuidado. EOS DataAnalytics. <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-soja/>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. (2021). Capítulo 2: Proceso de multiplicación de semilla de calidad de soja. En Manual de producción de semilla de calidad de soja en los valles interandinos de Colombia (pp. 25–48).
- EMPODERAR. (2020). Construcción de 2 atajados más obras hidráulicas y cerco perimetral de alambre de púas en la comunidad de Sarufaya. Proyecto Alianzas Rurales II. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras <https://shorturl.at/OA6Tt>
- Gargano, R., Stanzione, I., & De Michele, C. (2024). A multi-objective framework for irrigation optimization under limited water availability. Italian Journal of Agronomy, 19(1), 12–20. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1125471824000318>
- Mautner, M., & Escobar, M. 2022. Abastecimiento de agua rural en Chiquitania: Considerando la infraestructura hídrica descentralizada y el cambio de uso del suelo en el análisis hidrológico. Instituto de Ambiente de Estocolmo. <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2022/05/220122a-burton-mautner-atajados-fact-sheet-2114b-espanol-1.pdf>
- Smith, M., Muñoz, G., & Sanz Álvarez, J. (2014). Irrigation techniques for small-scale farmers: Key practices for DRR implementers (1st ed.) [Technical brief]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://openknowledge.fao.org/items/59491ab5-23a7-49c7-b8de-f7e8a0af6533>
- Sorrentino, M., & Pérez, R. (2020). New Jersey Irrigation Guide (Revisión de mayo de 2020). Servicio de Conservación de Recursos Naturales, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/202209/NRCS_NJ_Irrigation_Guide_May_2020_0.pdf
- Stirzaker, R., Pittock, J., Rouillard, J., & Pittock, L. (2019). Agriculture and irrigation in the 21st century: Increasing efficiency, productivity and sustainability. Agricultural Water Management, 213, 1–3. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037837741830876X>