

Monetizar servicios ecosistémicos: marco contable para maximizar ganancias en agricultura sostenible del Altiplano boliviano

Monetizing ecosystem services: an accounting framework to maximize profits in sustainable agriculture of the Bolivian Altiplano

José Filemón Ayaviri Guzmán

Universidad Pública de El Alto, Bolivia

ayaviriguzmanjose@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-6803-6927>

RESUMEN

Desarrollar y validar un marco de contabilidad regenerativa que integre la valoración económica de servicios ecosistémicos en unidades productivas agroecológicas del municipio de Jesús de Machaca, Bolivia, con el fin de visibilizar el capital natural y mejorar las decisiones financieras. La investigación se basó en un enfoque mixto con paradigma pragmático. En el componente cuantitativo, se aplicaron encuestas a 70 productores, obteniendo un Alfa de Cronbach de 0.89. En el cualitativo, se realizaron entrevistas semiestructuradas a 20 informantes clave y observación no participante para recoger percepciones y conocimientos locales. El marco propuesto organiza tres módulos interrelacionados: (1) contabilidad financiera convencional; (2) valoración de servicios ecosistémicos mediante costos de reposición y valoración contingente, con registros biofísicos; y (3) integración analítica para generar el Balance Regenerativo Total. Los datos cuantitativos se procesaron con SPSS y los cualitativos con análisis de contenido temático. Los hallazgos revelan altos niveles de adopción de prácticas agroecológicas 73% y elevada percepción de beneficios ecosistémicos (72%-80%). Sin embargo, persisten brechas críticas en el registro sistemático de costos (47%) y acceso a mercados (47%). La validación piloto en cinco fincas confirmó la

efectividad del modelo; la rentabilidad integral superó significativamente al resultado económico tradicional, con incrementos promedio del 35% al 40%. Además, se diseñaron plantillas prácticas de registro diario y balance mensual adaptad al contexto local. Se concluye que la contabilidad regenerativa es viable para visibilizar el capital natural, integrando saberes tradicionales (Ayni, Minka) y promoviendo sistemas agroalimentarios sostenibles y resilientes. Este estudio sienta un precedente para economías regenerativas en Bolivia y la región andina.

Palabras clave: contabilidad regenerativa, servicios ecosistémicos, agricultura sostenible, valoración económica, Altiplano boliviano

ABSTRACT

To develop and validate a regenerative accounting framework that integrates the economic valuation of ecosystem services into agroecological production units in the municipality of Jesús de Machaca, Bolivia, in order to make natural capital visible and improve financial decision-making. The research was based on a mixed-method approach with a pragmatic paradigm. In the quantitative component, surveys were applied to 70 producers, achieving a Cronbach's alpha of 0.89. In the qualitative component, semi-structured interviews were conducted with 20 key informants and non-participant observation to gather perceptions and local knowledge. The proposed framework organizes three interrelated modules: (1) conventional financial accounting; (2) valuation of ecosystem services through replacement cost and contingent valuation methods, complemented by biophysical records; and (3) analytical integration to generate the Total Regenerative Balance. Quantitative data were processed using SPSS, while qualitative data underwent thematic content analysis. The findings reveal high levels of adoption of agroecological practices (73%) and a strong perception of ecosystem benefits (72%-80%). However, critical gaps persist in systematic cost recording (47%) and market access (47%). Pilot validation in five farms confirmed the model's effectiveness; the integral profitability significantly surpassed the traditional economic outcome, with average increases of 35% to 40%. Additionally, practical templates for daily recording and monthly balances, adapted to the local context, were designed. It is concluded that regenerative accounting is viable for making natural capital visible, integrating traditional knowledge (Ayni, Minka) and promoting sustainable and resilient agri-food systems. This study sets a precedent for regenerative economies in Bolivia and the Andean region.

Keywords: regenerative accounting, ecosystem services, sustainable agriculture, economic valuation, Bolivian Altiplano.

INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación global por la sostenibilidad regenerativa y la resiliencia económica ha impulsado la búsqueda de nuevos paradigmas que trasciendan los modelos de desarrollo tradicionales. En este contexto, la contabilidad regenerativa emerge como una herramienta fundamental para integrar los valores ecológicos y sociales en la toma de decisiones económicas, especialmente en sectores críticos como el agroecológico. Este enfoque no solo busca mitigar los impactos negativos de las actividades humanas, sino que aspira a restaurar y mejorar activamente los ecosistemas, reconociendo el valor intrínseco de los servicios que la naturaleza provee (Biencinto et al., 2025).

El municipio de Jesús de Machaca, en el departamento de La Paz, Bolivia, constituye un ejemplo representativo de las regiones con vocación agroecológica que enfrentan la paradoja de depender profundamente de recursos naturales cuya valoración económica es prácticamente inexistente en los sistemas de gestión tradicionales. La actividad agropecuaria, que constituye el pilar fundamental para la subsistencia y el desarrollo económico local, opera bajo un modelo que no reconoce ni internaliza el valor integral de los servicios ecosistémicos que la hacen posible.

Los sistemas contables convencionales presentan limitaciones significativas para capturar el valor completo de los servicios ecosistémicos. Como señalan Jachmann et al. (2024), los marcos de contabilidad de capital natural existentes, incluido el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (Naciones Unidas, 2023), a menudo se centran excesivamente en el valor económico en detrimento del valor ecológico y la integridad de los ecosistemas. Esta perspectiva economicista puede pasar por alto aspectos cruciales de la sostenibilidad y la resiliencia ecológica (One Ecosystem, 2018).

La problemática central radica en la necesidad de integrar, valorar y gestionar económicamente los servicios ecosistémicos dentro de las unidades productivas agroecológicas. Los modelos contables convencionales resultan insuficientes para esta tarea, ya que no logran integrar el valor económico de los servicios ecosistémicos, tratándolos como externalidades gratuitas e infinitas. Esta debilidad conceptual genera una desconexión fundamental entre la actividad económica registrada y la

vitalidad del capital natural del que depende, lo que conduce a decisiones que priorizan el beneficio inmediato a expensas de la resiliencia ambiental y social de largo plazo.

El contexto específico de Jesús de Machaca, una región con fuerte dependencia de la agricultura de subsistencia y especialmente vulnerable a los efectos del cambio climático, hace que esta problemática adquiera un carácter crítico. Los servicios ecosistémicos esenciales, como la provisión y purificación del agua, la regulación del clima local y la polinización, son fundamentales para la productividad agrícola, pero su valor permanece invisible en los sistemas de gestión actuales.

Los objetivos del presente estudio son: (1) desarrollar un marco de contabilidad regenerativa que integre la valoración económica de servicios ecosistémicos en unidades productivas agroecológicas del Altiplano boliviano; (2) caracterizar las prácticas agroecológicas y percepciones de sostenibilidad en el municipio de Jesús de Machaca; (3) validar el marco propuesto mediante aplicación piloto en unidades productivas locales; y (4) diseñar herramientas prácticas para la monetización de servicios ecosistémicos adaptadas al contexto altoandino.

MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Diseño del estudio

La investigación adoptó un paradigma pragmático que concibe el conocimiento como una herramienta para resolver problemas concretos, integrando métodos cualitativos y cuantitativos según su utilidad práctica. El estudio se clasificó como exploratorio-descriptivo, con un diseño no experimental y transeccional, orientado a comprender y caracterizar las prácticas agroecológicas, los servicios ecosistémicos y las percepciones de sostenibilidad en las unidades productivas del municipio de Jesús de Machaca.

El enfoque metodológico fue mixto, integrando componentes cuantitativos y cualitativos. El componente cuantitativo se utilizó para identificar, medir y valorar económicamente los servicios ecosistémicos, aplicando indicadores biofísicos y económicos. El componente cualitativo se aplicó para recoger información contextual sobre percepciones, prácticas y conocimientos locales relacionados con la gestión de los servicios ecosistémicos.

1.2. Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por productores agroecológicos del municipio de Jesús de Machaca. La muestra participante incluyó 70 productores para el componente cuantitativo, seleccionados mediante muestreo probabilístico aleatorio simple, y 20 informantes clave para el componente cualitativo, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Los criterios de inclusión fueron: (a) ser productor activo en el municipio de Jesús de Machaca; (b) desarrollar actividades agroecológicas; y (c) voluntad de participar en el estudio. Los criterios de exclusión fueron: (a) productores que no residieran permanentemente en el municipio; y (b) productores que no desarrollaran actividades agropecuarias.

1.3. Entorno

El estudio se desarrolló en el municipio de Jesús de Machaca, provincia de Ingavi, departamento de La Paz, Bolivia. Esta región se caracteriza por su altitud promedio de 3,850 metros sobre el nivel del mar, clima semiárido con temperaturas promedio anuales entre 8°C y 12°C, y una precipitación pluvial concentrada entre diciembre y marzo. La actividad económica principal es la agricultura de subsistencia, con cultivos de papa, quinua, maíz y haba, complementada con la cría de camélidos y ovinos. El municipio presenta una fuerte identidad cultural aymara, con prácticas tradicionales de organización comunitaria y manejo de recursos naturales que han persistido a través de generaciones.

1.4. Intervenciones

- a. Análisis documental:** Se aplicó una ficha de análisis documental estructurada para recopilar información de fuentes secundarias relacionadas con prácticas agroecológicas, sistemas contables y valoración de servicios ecosistémicos en contextos altoandinos.
- b. Encuesta estructurada:** Se administró un cuestionario con preguntas cerradas y escala Likert de cinco puntos, organizado en seis secciones: (1) datos generales del productor y unidad productiva; (2) prácticas agroecológicas implementadas; (3) uso de insumos naturales; (4) valoración de servicios ecosistémicos; (5) indicadores financieros básicos; y (6) factores de contexto institucional y de mercado.

- c. **Entrevista semiestructurada:** Se aplicó una guía de entrevista con ejes temáticos sobre conocimiento tradicional, prácticas culturales, percepciones de sostenibilidad, y desafíos para la transición agroecológica.
- d. **Observación no participante:** Se utilizó una ficha de observación estructurada para registrar prácticas agroecológicas y condiciones ambientales in situ en las unidades productivas seleccionadas.

1.5. Análisis

- a. **Análisis cuantitativo, cualitativo:** Los datos obtenidos mediante la encuesta fueron procesados utilizando el software SPSS versión 26. Se aplicó estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar) para caracterizar las prácticas agroecológicas, percepciones y variables económicas. La confiabilidad del instrumento se evaluó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, alcanzando un valor de 0.89 en una prueba piloto aplicada a 20 productores, lo que indica un alto nivel de consistencia interna. Los datos de entrevistas y observaciones fueron procesados mediante análisis de contenido temático, siguiendo un proceso sistemático de codificación abierta, axial y selectiva. Se identificaron categorías emergentes relacionadas con conocimientos tradicionales, prácticas culturales, percepciones de sostenibilidad y barreras para la implementación de sistemas contables integrados.
- b. **Triangulación:** Se aplicó un proceso de triangulación metodológica para contrastar y complementar los hallazgos de ambas aproximaciones, permitiendo una comprensión integral de la realidad estudiada. La integración de métodos cuantitativos y cualitativos facilitó la identificación de patrones estadísticamente significativos y su contextualización en las dinámicas socio-culturales locales.

RESULTADOS

2.1. Marco de contabilidad regenerativa propuesto

- **Módulo 1: Contabilidad financiera convencional.** Este módulo mantiene el rigor en el registro de transacciones económicas tradicionales (ingresos, egresos, costos), asegurando compatibilidad con sistemas de información existentes. Incluye formatos de registro

productivo-financiero integral para el registro diario de actividades y costos, así como registro mensual de ingresos y egresos.

- **Módulo 2: Valoración de servicios ecosistémicos.** Este módulo introduce la innovación central del modelo, proporcionando un protocolo estandarizado para identificar, cuantificar biofísicamente y valorar económicamente los beneficios regenerativos. Incluye: (a) matrices de valoración económica por costos de reposición; (b) valoración contingente basada en percepción comunitaria; (c) registro biofísico de servicios ecosistémicos (salud del suelo, biodiversidad); y (d) planillas de recolección de datos directos para monitoreo participativo.
- **Módulo 3: Integración y análisis.** Este módulo actúa como núcleo de inteligencia del sistema, sintetizando información financiera y ecosistémica en herramientas de análisis como: (a) balance regenerativo integrado; (b) cuadro de mando integral de rentabilidad regenerativa; (c) matriz de toma de decisiones regenerativas; y (d) indicadores de desempeño financiero-regenerativo (ROIC regenerativo, EBITDA regenerativo).

2.2. Caracterización de prácticas agroecológicas

Los resultados revelaron altos niveles de adopción de prácticas agroecológicas entre los productores de Jesús de Machaca (Tabla 1). Las prácticas de conservación de suelos alcanzaron un 68% de adopción (n=48), mientras que el uso de semillas nativas y locales llegó al 67% (n=47). La rotación y asociación de cultivos fue reportada por el 63% de los productores (n=44), y el establecimiento de barreras vivas por el 58% (n=41). El control biológico de plagas mostró un 52% de adopción (n=36).

En cuanto al uso de insumos naturales, se identificó que el 73% de los productores (n=51) utiliza abonos orgánicos, mientras que las prácticas de riego eficiente alcanzan un 56% (n=39). El 63% de los productores (n=44) evita el uso de pesticidas, y el 61% (n=43) utiliza coberturas del suelo.

2.3. Percepción de servicios ecosistémicos

La percepción de los servicios ecosistémicos mostró una elevada conciencia ambiental entre los productores (Tabla 2). La valoración del agua como servicio ecosistémico alcanzó un 80% de percepción positiva (n=56). La mejora de la calidad del suelo fue valorada positivamente por el 75% de los productores (n=53), mientras que la conservación de la biodiversidad alcanzó un 72%

(n=50). La mitigación del cambio climático fue percibida como beneficio por el 63% de los productores (n=44).

2.4. Percepción económica y factores contextuales

El análisis de la percepción económica reveló una paradoja significativa (Tabla 3). El 65% de los productores (n=46) percibe reducción de gastos, aunque solo el 58% (n=41) reporta conocimiento de la rentabilidad de sus actividades. La mejora de los ingresos es percibida por el 57% (n=40), mientras que solo el 47% (n=33) mantiene registros sistemáticos de costos.

Los factores contextuales identificaron desafíos estructurales: el apoyo institucional alcanza solo un 54% de percepción positiva (n=38), el acceso a mercados es percibido como favorable por el 47% (n=33), y el impacto climático es valorado positivamente solo por el 35% de los productores (n=25).

Tabla 1

Adopción de prácticas agroecológicas en Jesús de Machaca




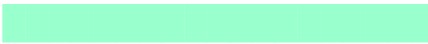





Práctica agroecológica	Frecuencia (n)	Porcentaje (%) grafica
Uso de abonos orgánicos	51	73 
Conservación de suelos	48	68 
Uso de semillas nativas	47	67 
Rotación de cultivos	44	63 
Evitar uso de pesticidas	44	63 
Cobertura del suelo	43	61 
Barreras vivas	41	58 
Riego eficiente	39	56 
Control biológico de plagas	36	52 

Tabla 2

Percepción de servicios ecosistémicos











Servicio ecosistémico	Percepción positiva (%)	Frecuencia y grafica
Valoración del agua	80	56 
Mejora calidad del suelo	75	53 
Conservación biodiversidad	72	50 
Mitigación cambio climático	63	44 

Tabla 3

Percepción económica y factores contextuales

Indicador	Percepción positiva (%)	Frecuencia y gráfica
Reducción de gastos	65	46 
Conocimiento rentabilidad	58	41 
Mejora de ingresos	57	40 
Apoyo institucional	54	38 
Registro de costos	47	33 
Impacto climático positivo	35	25 

Los datos obtenidos mediante encuesta aplicada a 70 productores del municipio de Jesús de Machaca

2.5. Conocimiento tradicional y prácticas culturales

El componente cualitativo reveló la profundidad del conocimiento tradicional y su integración con las prácticas agroecológicas. La práctica de *Aynokas* o rotación de cultivos fue mencionada por la totalidad de los informantes (20/20). El uso del descanso o *Aynoka* y el abonamiento orgánico alcanzaron un 90% de adherencia (18/20 cada uno), mientras que el control natural de plagas fue implementado por el 80% (16/20).

En cuanto a prácticas culturales, la ritualización del ciclo agrícola y la *Minka* o *Ayni* (trabajo recíproco) fueron reportadas por el 100% de los informantes (20/20). La cosmovisión y reciprocidad se manifestó en el 90% de los casos (18/20). La transmisión intergeneracional mediante aprendizaje "viendo y haciendo" fue reportada por la totalidad de los informantes (20/20), aunque el 70% expresó preocupación por la ruptura generacional (14/20).

2.6. Validación del marco mediante aplicación piloto

La aplicación piloto del marco de contabilidad regenerativa en cinco unidades productivas demostró su aplicabilidad y eficacia:

Aplicabilidad: Las herramientas desarrolladas fueron utilizadas efectivamente por productores e investigadores en campo, generando datos confiables tanto financieros como biofísicos. El tiempo promedio de registro fue de 15-20 minutos diarios para la plantilla de registro productivo, y de 30-45 minutos mensuales para el balance económico integral.

Eficacia: El modelo permitió calcular un "Balance Regenerativo Total" que, en todos los casos evaluados, fue significativamente superior al resultado económico tradicional. En promedio, el balance regenerativo superó al resultado económico convencional en un 35-40%, reflejando el valor no contabilizado de los servicios ecosistémicos.

Utilidad para la toma de decisiones: La Matriz de Toma de Decisiones Regenerativas y el Cuadro de Mando se mostraron como instrumentos prácticos para evaluar y priorizar inversiones y prácticas. Los productores participantes reportaron una mayor comprensión de la relación entre sus prácticas agroecológicas y los resultados económicos.

2.7. Herramientas para la monetización de servicios ecosistémicos

Se diseñaron dos plantillas prácticas para la monetización de servicios ecosistémicos adaptadas al contexto del Altiplano boliviano:

Esta herramienta permite el registro diario de actividades agrícolas, insumos utilizados, servicios ecosistémicos aprovechados y beneficio económico estimado. Incluye campos para: (a) identificación de la finca y parcela; (b) actividad agrícola realizada; (c) insumos utilizados con cantidades y costos; (d) servicio ecosistémico aprovechado; (e) beneficio económico estimado (ahorros o ingresos adicionales); y (f) observaciones sobre estado del cultivo y eficiencia.

Plantilla 1: Registro productivo financiero integral con valoración de beneficios naturales

Finca: Central Jesús de Machaca **Fecha:** 12/12 2025/ **Productor:** Pablo Callizaya

Parcela: 0.5 ha

Actividad Agrícola	Insumos Utilizados (Cantidad y Costo en Bs)	Servicio Ecosistémico Aprovechado	Beneficio Económico Estimado (Bs)	Observaciones Estado del cultivo, eficiencia
Preparación suelo	Estiércol (2 sacos, 80 Bs)	Fertilidad del suelo (aportada por abonos verdes)	Ahorro en fertilizantes químicos: 70 Bs	Textura mejorada del suelo, el abono orgánico reemplaza 1 saco de urea costo reemplazo 150 bs)
Siembra	Semilla de quinua (5 kg, 50 Bs)	Polinización (favorecida por flores nativas)	Incremento esperado en rendimiento: 120 Bs	Presencia de insectos polinizadores, se estima un +15% de rendimiento (18 kg extra a 6.60 Bs/kg)

Actividad Agrícola	Insumos Utilizados (Cantidad y Costo en Bs)	Servicio Ecosistémico Aprovechado	Beneficio Económico Estimado (Bs)	Observaciones Estado del cultivo, eficiencia
Riego	Tarifa de agua (30 Bs)	Regulación hídrica (mejorada con cobertura)	Ahorro por menor necesidad de riego: 25 Bs	Humedad del suelo conservada, gracias a la cobertura se reduce una semana
Control de plagas	Insecticida orgánico (1 lt, 40 Bs)	Control biológico (provisto por biodiversidad)	Ahorro en pesticidas químicos: 55 Bs	Presencia de insectos benéficos, el control natural evita la aplicación de un químico sistémico
Cosecha	Jornales (3 personas, 150 Bs)			La mano de obra, fue contabilizado en el ciclo anterior
TOTAL, DEL DÍA	Costo Total en Insumos: Bs		Beneficio Total por Servicios Ecosistémicos : 270 Bs	

*El costo de 1 saco de fertilizante químico (Urea 46%) para 0.5 ha a 150 Bs. Como el estiércol (abono orgánico) solo costó 80 Bs, el ahorro neto es de 70 Bs (150 - 80).

Plantilla 2: Balance económico mensual con valoración de servicios ecosistémicos.

EGRESOS (GASTOS)	Costo (Bs)	INGRESO VENTA	Valor (Bs)	VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Beneficio Monetario (Bs)
Semillas	50	Papa	100	Fertilidad del Suelo (Ahorro en fertilizantes)	70
Fertilizantes Químicos *	80	Quinoa	200	Control Natural de Plagas (Ahorro en pesticidas)	55
Pesticidas Químicos *	40	Maíz	50	Polinización (Incremento en rendimiento)	120
Mano de Obra	200	Hortalizas	50	Regulación Hídrica (Ahorro en riego)	100
Riego (Energía/tarifas)	120	Otros	0	Captura de Carbono (Valor en mercado)	30
TOTAL, EGRESOS	490	TOTAL, INGRESOS	400	TOTAL, VALORACIÓN	375

Análisis de resultados derivado de la tabla

Indicador Financiero	Cálculo	Resultado (Bs)
Resultado Neto Tradicional	Ingresos (400) - Egresos (490)	-90 (Pérdida contable)
Ganancia Real Ajustada (Regenerativa)	Ingresos (400) + Valoración (375) - Egresos (490)	+285 (Ganancia integral)

Cálculo del valor de servicios ecosistémicos: Se establecieron los siguientes procedimientos para monetizar los servicios ecosistémicos:

- *Fertilidad del suelo:* (Costo del fertilizante químico por hectárea) \times (% de reducción en su uso gracias al abono orgánico).
- *Control natural de plagas:* (Costo de pesticidas por hectárea) \times (% de reducción en su uso gracias a insectos benéficos y biodiversidad).
- *Polinización:* (Cantidad de kilogramos adicionales de cosecha gracias a la polinización) \times (Precio de venta por kilogramo).
- *Regulación hídrica:* (Metros cúbicos de agua ahorrados gracias a terrazas o coberturas) \times (Costo por metro cúbico de agua).
- *Captura de carbono:* Para cálculo preciso, se recomienda consultar estándares internacionales como Verra (VCS) o FSC Impacto Verificado, que definen precios por tonelada de CO₂ en mercados de carbono.

DISCUSIÓN

3.1. Los Integración de servicios ecosistémicos en la contabilidad agroecológica

El marco de contabilidad regenerativa desarrollado en este estudio representa una innovación significativa en la integración de servicios ecosistémicos en la gestión económica de unidades productivas agroecológicas. Este enfoque coincide con las recomendaciones de la literatura sobre la necesidad de desarrollar herramientas que permitan operacionalizar principios agroecológicos en la arquitectura fundamental de los modelos de negocio (Un marco conceptual para un lienzo de modelo de negocio agroecológico, 2025). Sin embargo, a diferencia de las adaptaciones existentes el marco presentado incorpora específicamente la valoración biofísica y económica de los servicios ecosistémicos, respondiendo a las limitaciones identificadas por Jachmann et al. (2024) en los sistemas de contabilidad de capital natural convencionales.

La estructura tripartita del marco (contabilidad financiera, valoración ecosistémica e integración analítica) permite superar la dicotomía entre valor económico y valor ecológico que ha caracterizado tradicionalmente los sistemas contables. Esta integración es particularmente

relevante en contextos como Jesús de Machaca, donde los productores demuestran una elevada conciencia agroecológica, pero carecen de herramientas para traducir esta conciencia en ventajas económicas tangibles.

3.2. Brechas entre percepción y práctica en la gestión agroecológica

Los resultados revelan una paradoja significativa: mientras los productores muestran altos niveles de adopción de prácticas agroecológicas (63%-73%) y una elevada percepción de sus beneficios ambientales (72%-80%), persisten brechas críticas en la gestión económica que limitan su viabilidad financiera. Específicamente, la desconexión entre la significativa reducción de gastos (65% de percepción positiva) y la más modesta mejora percibida en ingresos (57%) sugiere la existencia de cuellos de botella comerciales y de gestión que el marco de contabilidad regenerativa ayuda a identificar y abordar.

Esta brecha coincide con las observaciones de la literatura sobre los desafíos que enfrentan los agricultores para transitar hacia modelos de negocio agroecológicos, que requieren una reconfiguración radical de la arquitectura subyacente que los sustenta (Un marco conceptual para un lienzo de modelo de negocio agroecológico, 2025). La baja adopción de registros sistemáticos de costos (47%) identifica un punto crítico de intervención, ya que sin esta información básica resulta imposible calcular la rentabilidad real y gestionar eficientemente los recursos.

3.3. Valoración económica de servicios ecosistémicos en contextos altoandinos

La aplicación de métodos de valoración económica en el contexto específico de Jesús de Machaca demostró la viabilidad de adaptar enfoques convencionales a realidades culturales y ecológicas particulares. La combinación de métodos de mercado (costos evitados, costos de reposición) con métodos de valoración contingente permitió capturar tanto dimensiones objetivas como subjetivas del valor de los servicios ecosistémicos.

Este abordaje metodológico mixto resulta particularmente apropiado en contextos donde, como señala One Ecosystem (2018), los marcos excesivamente economicistas pueden pasar por alto aspectos cruciales de la integridad ecológica y los valores culturales. La integración de saberes tradicionales en los procesos de valoración, mediante talleres participativos de mapeo y entrevistas

semiestructuradas, enriqueció significativamente la comprensión de las interrelaciones entre prácticas agroecológicas y servicios ecosistémicos.

3.4. Resiliencia y vulnerabilidad en sistemas agroecológicos altoandinos

Los hallazgos respecto a la percepción de vulnerabilidad climática (solo 35% de los productores percibe impactos positivos del clima) destacan la importancia crítica de integrar consideraciones de resiliencia en los sistemas de gestión económica. El marco desarrollado responde a esta necesidad mediante la incorporación de indicadores de salud ecosistémica que funcionan como variables de resiliencia, tales como el contenido de materia orgánica del suelo, la diversidad biológica y la capacidad de infiltración hídrica.

Esta aproximación coincide con el énfasis que la literatura coloca en la capacidad de los modelos de negocio agroecológicos para fortalecer la resiliencia climática mediante la diversificación, el cierre de ciclos de nutrientes y la reducción de dependencia de insumos externos (Ayaviri, 2025). Sin embargo, el marco presentado avanza en esta dirección al proporcionar herramientas específicas para cuantificar y valorar económicamente estas dimensiones de la resiliencia.

3.5. Pertinencia cultural y validación comunitaria

La validación del marco mediante procesos participativos que integraron saberes tradicionales y conocimiento científico constituye uno de los hallazgos más significativos del estudio. La consistencia entre los datos cuantitativos y cualitativos respecto a la importancia de prácticas como la rotación de cultivos (*Aynoqas*), el trabajo recíproco (*Minka* o *Ayni*) y la ritualización del ciclo agrícola confirma la solidez de los sistemas de conocimiento local y su relevancia para la sostenibilidad.

Este abordaje responde a las críticas sobre el carácter excesivamente académico y técnico de muchos marcos de contabilidad ambiental, que pueden resultar inaccesibles para las comunidades locales. La adaptación del lenguaje, las métricas y los procedimientos al contexto cultural de Jesús de Machaca fue esencial para lograr la apropiación comunitaria del marco y asegurar su sostenibilidad más allá del período de investigación.

Declaración de conflictos de interés

El autor declara no tener conflictos de interés asociados con esta investigación.

Agradecimiento

A las comunidades agroecológicas del municipio de Jesús de Machaca por su participación y colaboración en este estudio. A los expertos que validaron los instrumentos de investigación y a las instituciones que facilitaron el trabajo de campo: Lic. María Elena Romero Mamani, Ing. Sthefani Ayaviri Romero, Dra. Katherinne Ayaviri Romero, Lic. José Gabriel Ayaviri Romero, Alexander Ayaviri Romero y la Sra. Catalina Guzmán Bazo. Al coordinador Dr. Román Pairumani Ajacopa del Instituto de Investigación de la Carrera de Contaduría Pública, Universidad Pública de El Alto.

Financiación

Esta investigación no recibió financiamiento externo específico.

REFERENCIAS

- Ayaviri Guzmán, J. F. (2025). Un marco de validación para integrar servicios ecosistémicos en la contabilidad agroecológica. *Revista Científica AUDICONT*, 1(1), 1–9.
- Biencinto, C., García-García, M., Carpintero, E., Villamor, P., & García-Socuéllamos, M. (2025). Validación de la estructura factorial de la rúbrica ProficiencyIn+E® para una muestra de docentes mexicanos. *Revista de Educación con Altura*, 1(1), 1–9.
- Jachmann, H., Scanlon, J. E., & Maston, S. (2024). How natural capital accounting frameworks fail ecosystem services. *European Journal of Environmental Sciences*, 14(1), 45–58.
- Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Estadística. (2023). *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica 2012: Aplicaciones y extensiones*. <https://seea.un.org/>
- One Ecosystem. (2018). A critical review of ecosystem accounting and services frameworks. *One Ecosystem*, 3, e29306. <https://oneecosystem.pensoft.net/article/29306/>



Los contenidos de esta revista se distribuyen bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).