



Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de 42 fundos de cafeto en Oxapampa, Pasco, Perú

Characterization and sustainability assessment of 42 coffee farms in Oxapampa, Pasco, Perú

Caracterização e avaliação da sustentabilidade de 42 fazendas de café em Oxapampa, Pasco, Peru

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v10i28.427>

Luis Tibhy Acosta Trinidad
lacosta@undac.edu.pe

Gerson Camilo Acosta Huaman
camiloggw@gmail.com

Piter Jans Cabello Sacramento
2115403043@undac.edu.pe

Nicolas Daniel Huerta Cecilio
nhuertac@undac.edu.pe

Jafeth Benyamin Cespedes Ratto
2115403080@undac.edu.pe

Nilson Arizapana Soto
narizapanas@undac.edu.pe

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Oxapampa. Pasco, Perú

Artículo recibido: 4 de noviembre 2025 / Arbitrado: 12 de diciembre 2025 / Publicado: 7 de enero 2026

RESUMEN

Se realizó un estudio en el distrito de Oxapampa (Pasco, Perú), con el objetivo de caracterizar 42 fundos con cafetos y evaluar su sustentabilidad mediante indicadores ecológicos, económicos y socioculturales. El estudio fue de tipo básico, de enfoque cuantitativo y de corte transversal. La caracterización incluyó variables del sistema productivo recabadas mediante encuestas y evaluaciones de campo (cobertura vegetal, pendiente del terreno, artrópodos e incidencia y severidad de Roya Amarilla). La evaluación de sustentabilidad se realizó utilizando un índice de sustentabilidad general (ISGen) que consideró los indicadores ecológico, económico y sociocultural. Los resultados muestran que los sistemas se desarrollan mayoritariamente bajo arreglos agroforestales (88.1 %) y producción orgánica (52.38 %), con unidades agrícolas promedio de 1.23 hectáreas. Se identificó baja capacitación técnica, rendimientos menores a 750 kg/ha en más de la mitad de los productores y predominio de ingresos inferiores a 1000 soles mensuales. En términos socioculturales, se observó acceso limitado al servicio de educación técnico agrícola a nivel local y una reducida participación en organizaciones agrícolas (71.43 %). El ISGen fue de 1.79, clasificando a los sistemas como no sustentables, aunque un 9.52 % alcanzó valores superiores a 2.

Palabras clave: Indicador ecológico; Indicador económico; Indicador sociocultural; Índice de sustentabilidad

ABSTRACT

A study was conducted in the district of Oxapampa (Pasco, Perú) with the aim of characterizing 42 coffee farms and evaluating their sustainability through ecological, economic, and sociocultural indicators. The study was basic in nature, with a quantitative approach and a cross-sectional design. The characterization included variables of the production system collected through surveys and field evaluations (vegetation cover, land slope, arthropods, and incidence and severity of Coffee Leaf Rust). The sustainability assessment was carried out using a general sustainability index (ISGen) that considered ecological, economic, and sociocultural indicators. The results show that the systems are mostly developed under agroforestry arrangements (88.1 %) and organic production (52.38 %), with average agricultural units of 1.23 hectares. Low technical training was identified, along with yields below 750 kg/ha in more than half of the producers, and a predominance of monthly incomes below 1,000 soles. In sociocultural terms, limited access to local agricultural technical education services was observed, as well as low participation in agricultural organizations (71.43 %). The ISGen was 1.79, classifying the systems as unsustainable, although 9.52 % achieved values above 2.

Key words: Ecological indicator; Economic indicator; Sociocultural indicator; Sustainability index

RESUMO

Foi realizado um estudo no distrito de Oxapampa (Pasco, Perú), com o objetivo de caracterizar 42 propriedades com cafeeiros e avaliar sua sustentabilidade por meio de indicadores ecológicos, econômicos e socioculturais. O estudo foi de natureza básica, com abordagem quantitativa e delineamento transversal. A caracterização incluiu variáveis do sistema produtivo obtidas por meio de entrevistas e avaliações de campo (cobertura vegetal, declividade do terreno, artrópodes e incidência e severidade da Ferrugem Alaranjada). A avaliação da sustentabilidade foi realizada utilizando um índice geral de sustentabilidade (ISGen), que considerou os indicadores ecológico, econômico e sociocultural. Os resultados mostram que os sistemas se desenvolvem majoritariamente sob arranjos agroflorestais (88.1 %) e produção orgânica (52.38 %), com unidades agrícolas médias de 1.23 hectares. Identificou-se baixa capacitação técnica, rendimentos inferiores a 750 kg/ha em mais da metade dos produtores e predominância de rendas mensais abaixo de 1000 soles. Em termos socioculturais, observou-se acesso limitado ao serviço local de educação técnica agrícola e baixa participação em organizações agrícolas (71.43 %). O ISGen foi de 1.79, classificando os sistemas como não sustentáveis, embora 9.52 % tenham alcançado valores superiores a 2.

Palavras-chave: Indicador ecológico; Indicador econômico; Indicador sociocultural; Índice de sustentabilidade

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cafeto (*Coffea arabica* L.) en el distrito de Oxapampa (Pasco, Perú), es gestionado principalmente por familias de pequeños productores en unidades agrícolas menores a una hectárea y media (1); sin embargo, existe un desconocimiento significativo sobre los agroecosistemas de cafeto, lo cual evidencia una atención limitada hacia la mejora de uso de recursos y al aumento sustentable de la productividad.

La producción de café ha sufrido transformaciones significativas en las recientes épocas. Harvey *et al.* (2) reportan que en las regiones norte y andina de Sudamérica se presentan tendencias de uso del suelo, como la intensificación, el uso de cultivares resistentes, la disminución de la sombra y la expansión del cultivo en zonas forestales naturales. Los pequeños productores de café, enfrentan márgenes decrecientes, escasez de mano de obra, variaciones fitosanitarias y climática, contextualizando un riesgo en la viabilidad de los sistemas tradicionales de producción (3-5).

La sustentabilidad se orienta a sostener una actividad agrícola a largo plazo mediante la articulación de dimensiones, ecológicas, económicas y sociales dentro de un mismo criterio de gestión (6). Implicando transformar el funcionamiento de la economía para incorporar los costos sociales y ecológicos, de modo que

estos lleguen a ser relevantes como los aspectos económicos, y no simples externalidades del crecimiento económico (7). El objetivo del desarrollo sustentable es el logro de una armonía entre la economía, respecto a los sistemas ecológicos y bienestar social, de tal manera se garantice oportunidades presentes sin comprometer las futuras (8).

La evaluación de la sustentabilidad de sistemas producción de café ha comenzado a incorporar marcos de trabajo y metodologías que integran indicadores ecológicos, económicos y sociales (9, 10). Jiménez-Ortega *et al.* (11) aplicaron un ciclo participativo de evaluación de sostenibilidad para productores de café orgánico, utilizando el marco MESMIS para identificar diferencias entre clases de productores según transición de uso de suelo. Ordoñez-Jurado y Castillo-Marín (12) evaluaron sistemas de producción de café con y sin sombra, calcularon subíndices medioambientales, económicos y sociales, y encontraron que los sistemas con sombra presentaban mejores valores de sostenibilidad.

Siles *et al.* (3) reportaron que los sistemas de cafeto diversificados, como agroforestales, pueden favorecer la reducción de costos, diversificación de ingresos y mejora de la viabilidad de los medios de vida de los pequeños productores, siendo otra línea de investigación. Morales *et al.* (13) reconocen que existe poca información

sobre la situación de los pequeños productores en Perú. No obstante, para el distrito de Oxapampa no se ha encontrado información sistemática que caracterice los fundos con cafetos y evalúe su nivel de sustentabilidad.

La investigación es relevante porque el café es una actividad central para los pequeños productores de Oxapampa y representa una fuente significativa de ingresos económicos. Evaluar la sustentabilidad de los fundos mediante indicadores ecológicos, económicos y socioculturales permitirá comprender el estado real de estos agroecosistemas y generar información útil para mejorar la productividad, conservar los recursos naturales y promover el bienestar de estas familias productoras (14, 3, 15). El aumento de la producción de café en Oxapampa ha intensificado la presión sobre los recursos naturales y evidencia la necesidad de prácticas sostenibles (2, 13). Sin embargo, la zona carece de información científica y sistemática sobre los

sistemas de cultivo y su nivel de sustentabilidad, respectivamente. Ante estas consideraciones, la investigación tuvo el objetivo de caracterizar 42 fundos dedicados al cultivo de cafeto en el distrito de Oxapampa, Pasco, Perú, y evaluar el nivel de sustentabilidad mediante indicadores ecológicos, económicos y socioculturales, bajo la hipótesis de que los fundos presenten niveles diferenciados de sustentabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se desarrolló en el distrito y provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, Perú Figura 1. El ámbito territorial es de 982.04 km² comprende la cuenca del Pachitea y forma parte del sistema hidrográfico del río Chorobamba. La investigación fue de tipo básica, de enfoque cuantitativo y de corte transversal.

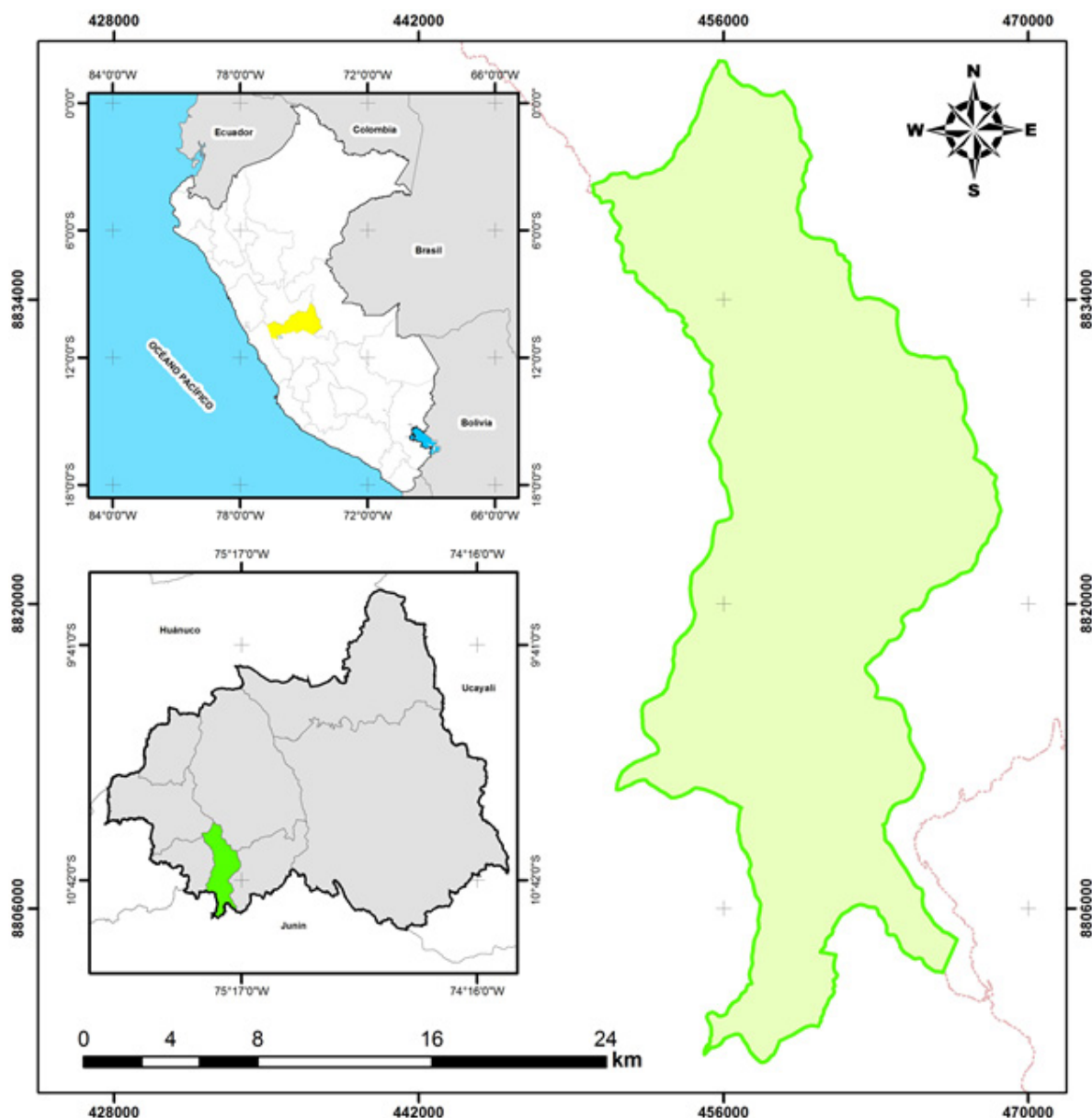


Figura 1. Localización del área de estudio.

Caracterización de sistemas productivos

Consistió en la descripción y el análisis de variables seleccionadas, propias del sistema productivo de cafeto del área de estudio. Para ello, se recopiló información directa de los productores, y de la estimación de la cobertura vegetal de porte

bajo, la pendiente y altitud del terreno, el número de artrópodos por cafeto e incidencia y severidad de la Roya Amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome), lo cual sirvió para la caracterización del sistema a nivel de fundo. Se consideró a 42 productores de café, quienes fueron encuestados

mediante un cuestionario elaborado para este propósito. También se analizó las asociaciones entre las condiciones agronómicas y los factores ecológicos; este análisis se fundamentó en el supuesto de que ambos componentes del agroecosistema están interrelacionados, lo que permite comprender la dinámica interna del sistema, la influencia de manera conjunta sobre el rendimiento del cultivo de café y aumenta la validez del análisis de sustentabilidad.

Estimación de la sustentabilidad de fundos

Para evaluar la sustentabilidad de los sistemas productivos de café se empleó la metodología propuesta por Sarandón *et al.* (16) y por Márquez y Julca (17). Se utilizaron indicadores,

subindicadores y variables cuantificables (valoradas en una escala de 0 a 4) adaptadas al cultivo de café Tabla 1, con el fin de analizar las dimensiones ecológica, económica y sociocultural. Para calcular los indicadores ecológicos (IE), económico (IK) y sociocultural (ISC), las variables fueron ponderadas multiplicando el valor asignado en la escala por un coeficiente (en el contexto de la ecuación correspondiente) de acuerdo a su importancia relativa de cada subindicador y su contribución a la sustentabilidad. El índice general de sustentabilidad (ISGen) se estimó mediante las ecuaciones 1, 2, 3 y 4. Se consideró que un fundo alcanza la sustentabilidad cuando obtenía valores iguales o mayores a 2 en los indicadores e índice.

Tabla 1. Subindicadores y variables para dimensiones de sustentabilidad (16, 17).

Dimensión ecológica	Dimensión económica	Dimensión sociocultural
<ul style="list-style-type: none">- Conservación de la vida en el suelo (A)- Cobertura vegetal, de porte bajo (A₁)- Diversificación de cultivos (A₂)	<ul style="list-style-type: none">- Rentabilidad productiva (A)- Rendimiento (A₁)- Superficie de producción para autoconsumo (A₂)- Severidad de roya amarilla del café (A₃)	<ul style="list-style-type: none">- Satisfacción de las necesidades básicas (A)- Acceso local a educación (A₁)- Accesibilidad geográfica a los servicios de salud (A₂)- Acceso a servicios básicos (A₃)
<ul style="list-style-type: none">- Riesgo de erosión del suelo (B)- Pendiente predominante del terreno agrícola (B₁)- Diseño de siembra (B₂)	<ul style="list-style-type: none">- Ingreso mensual (B₁)	<ul style="list-style-type: none">- Aceptabilidad del sistema productivo (B₁)
<ul style="list-style-type: none">- Manejo de la biodiversidad (C)- Numero de artrópodos por café (C₁)- Zona de conservación (C₂)	<ul style="list-style-type: none">- Riesgo económico (C)- Número de canales de comercialización (C₁)- Dependencia de insumos externos (C₂)	<ul style="list-style-type: none">- Participación en organizaciones agrícolas (C₁)- Enfoque del agroecosistema (D₁)

$$IE = \frac{\frac{2A_1+A_2}{3} + \frac{B_1+2B_2}{3} + \frac{2C_1+C_2}{3}}{3} \quad \text{Ec. 1}$$

$$IK = \frac{2\left(\frac{2A_1+A_2+2A_3}{5}\right) + 2B_1 + \frac{2C_1+C_2}{3}}{5} \quad \text{Ec. 2}$$

$$ISC = \frac{2\left(\frac{A_1+A_2+A_3}{3}\right) + B_1 + C_1 + 2D_1}{6} \quad \text{Ec. 3}$$

$$ISGen = \frac{IE+IK+ISC}{3} \quad \text{Ec. 4}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de 42 fundos con cafeto en Oxapampa

La mayoría de los productores de café contaron con educación secundaria y nula capacitación relacionada con el cultivo de cafeto en el año 2025, con el 40.48 % y 57.14 % respectivamente. Esto evidencia una disponibilidad restringida a servicios de educación técnico agrícola a nivel local, lo que a su vez sugiere una limitación en la eficiencia de los recursos disponibles para un mayor rendimiento. El arreglo botánico predominante en los agroecosistemas de cafeto fue agroforestal y el tipo de producción más común fue el orgánico, con 88.1 % y 52.38 % respectivamente Figura 2. El sistema productivo de cafeto se caracterizó por un promedio de 1.23 ha (E.E.M. = 0.18) de superficie dedicada al cultivo, ubicadas a una altitud promedio de 1717.55 metros sobre el nivel del mar (msnm) (E.E.M. = 33.11), un periodo vegetativo promedio de 8.76 años (E.E.M. = 0.82) y una incidencia de Roya Amarilla del 27.02 % (E.E.M. = 2.02) durante el periodo de evaluación Figura 2.

Análisis estadístico

La información obtenida fue organizada y analizada con el apoyo de los programas Microsoft Excel versión 2019 y Jamovi versión 2.3.28 (18). Para explicar las generalidades del sistema, se realizó análisis de estadística descriptiva, específicamente estimaciones de media aritmética, error estándar de la media (E.E.M.) y frecuencias. La evaluación de asociación de variables agronómicas y ecológicas se hizo con el coeficiente de correlación de Spearman. El Rho de Spearman y la interpretación de este coeficiente se basó en el criterio propuesto por Mondragón (19): de ± 0.91 a ± 1.00 existe una correlación perfecta; de ± 0.76 a ± 0.90 , una correlación muy fuerte; de ± 0.51 a ± 0.75 , una correlación considerable; de ± 0.11 a ± 0.50 , una correlación media; y de ± 0.01 a ± 0.10 , una correlación débil. El valor 0.00 indica que no existe correlación.

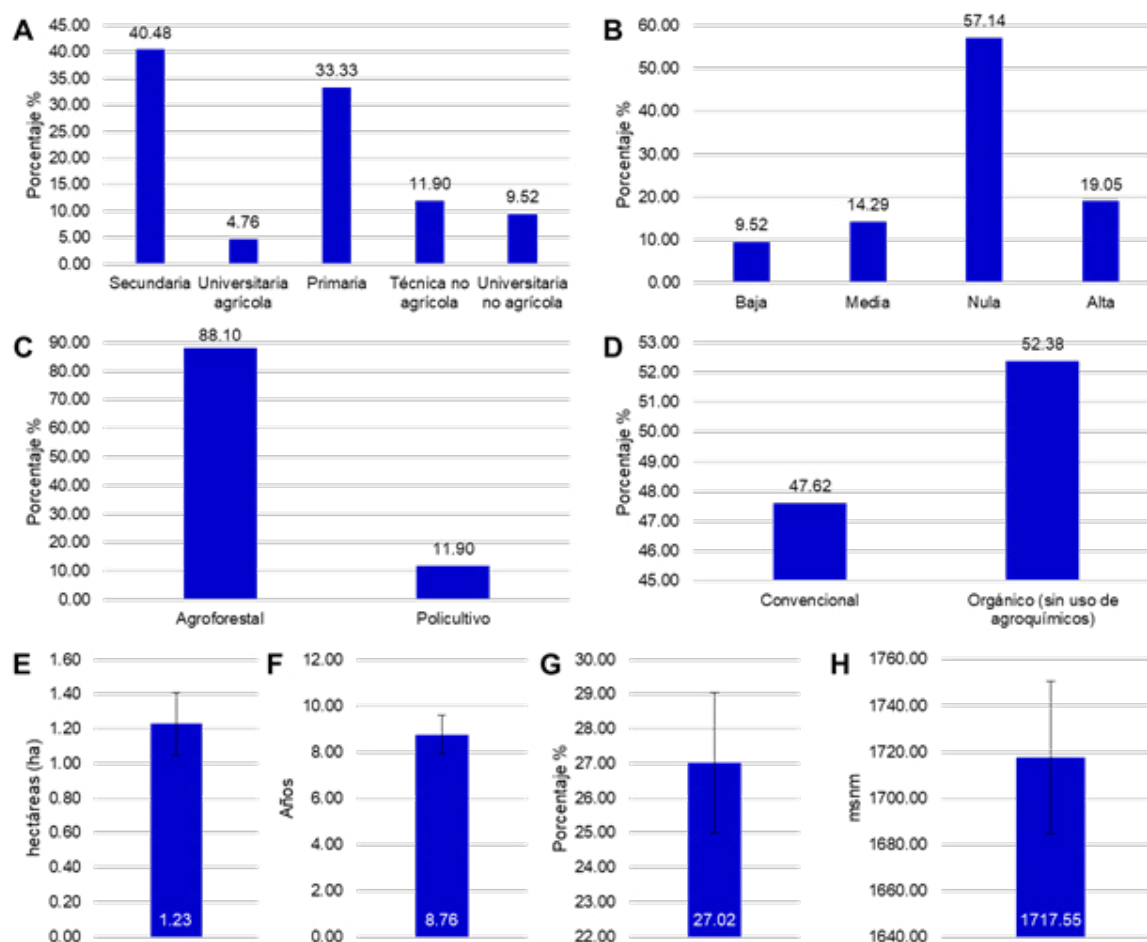


Figura 2. Capacidad del productor y sistema productivo de café. A) Nivel de educación. B) Capacitación en temas relacionados con el café, en el 2025. C) Arreglo botánico del agroecosistema. D) Tipo de producción. E) Promedio de la superficie de terreno con cafetos. F) Promedio del periodo vegetativo del café. G) Promedio de la incidencia de Roya Amarilla del café. H) Promedio de altitud del terreno agrícola.

En la dimensión ecológica, el 26.19 % de los productores mantuvo una cobertura vegetal de porte bajo menor al 20 % de la unidad agrícola. El 54.76 %, como mayoría, gestionó un sistema en policultivo: café y dos especies permanentes. Esto sugiere que contribuye a mejorar la biodiversidad de artrópodos y a regular los nanoclimas. Asimismo, el 28.57 % de los terrenos presentó pendientes menores al 5 %, mientras que otro grupo del 28.57 % registro pendientes

iguales o superiores a 45 %. La mayoría de los sistemas (88.10 %) contó con un diseño de siembra cuadrado. Además, el 80.95 % de los sistemas presentó menos de tres artrópodos por café, y el 50.00 % de los productores declararon conservar áreas menores a 0.5 ha Figura 3. En los sistemas se registró una abundancia promedio de artrópodos de 30.95 (E.E.M. = 2.57) y un índice de diversidad de Simpson (Si) promedio de 0.759 (E.E.M. = 0.032) en el periodo de evaluación (Figura 3).

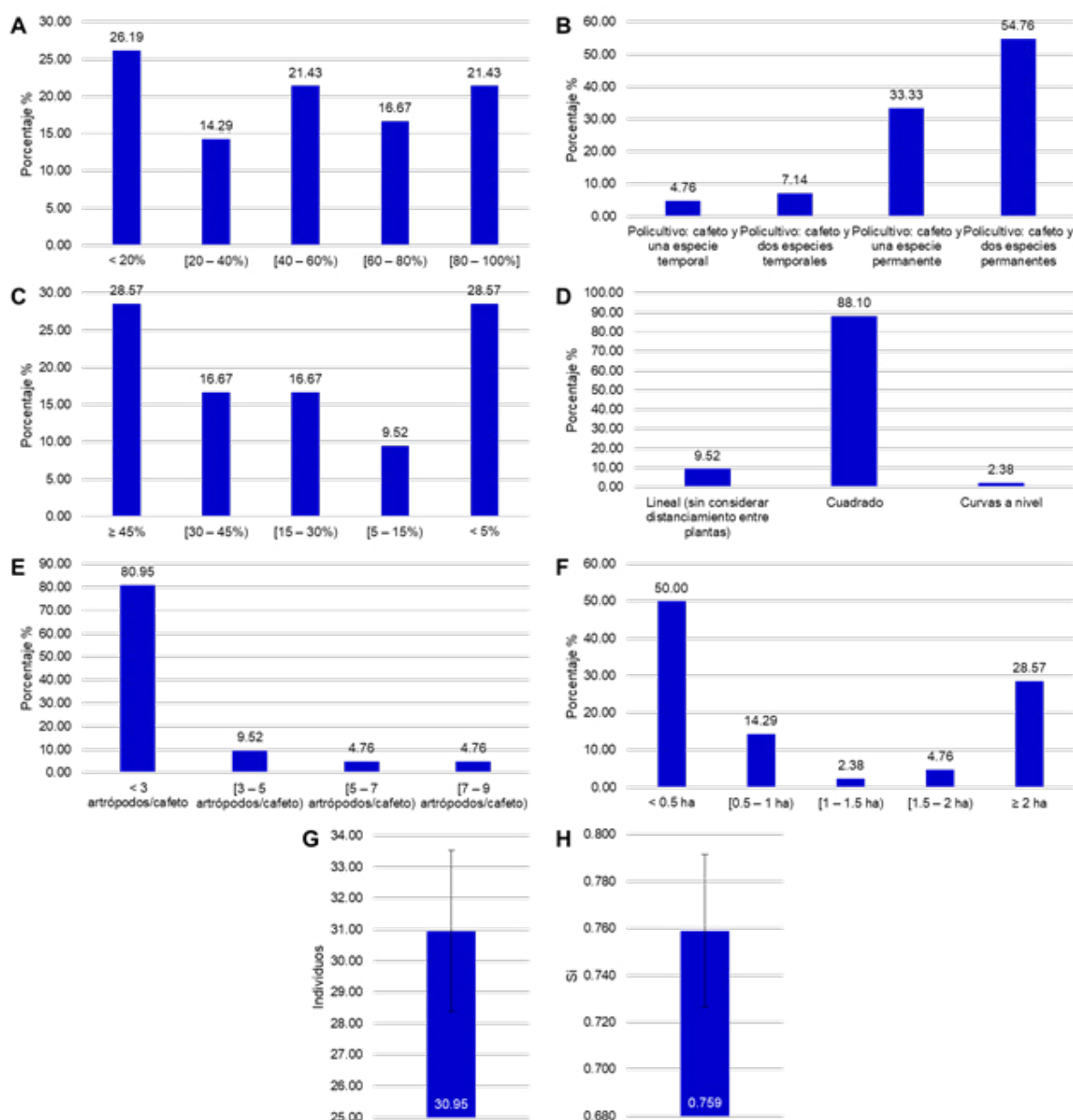


Figura 3. Aspectos ecológicos del sistema productivo de café. A) Cobertura vegetal, de porte bajo. B) Diversificación de cultivos. C) Pendiente predominante del terreno agrícola. D) Diseño de siembra. E) Número de artrópodos por café. F) Zona de conservación. G) Promedio de abundancia de artrópodos. H). Promedio de Si para artrópodos.

En la dimensión económica, el 57 % de los productores reportó un rendimiento menor a 750 kg/ha. Este nivel productivo puede estar asociado a la predominancia de sistemas orgánicos y agroforestales. Dentro de la superficie destinada a la producción para autoconsumo, un

alto porcentaje de productores asignó menos de 0.1 ha, lo que representó el 42.86 %. El 95.24 % de los sistemas presentó una severidad de Roya Amarilla inferior al 3 %. Reflejando una baja afectación en el periodo evaluado, potencialmente relacionado a condiciones climáticas desfavorables

para el patógeno y uso de variedades tolerantes. Asimismo, para el 61.90 % de los productores el ingreso mensual fue menor a los 1000 soles.

En cuanto a la comercialización, el 78.57 % utilizó un único canal de comercialización, y el 59.52 % consideró que su dependencia de insumos externos (fertilizantes) fue menor al 20

% (240 kg/ha). Los sistemas de producción de café pergamino seco registraron un promedio de 801.40 kg (E.E.M. = 122.43), vendiéndose en promedio a 18.15 soles por kilogramo (E.E.M. = 0.42) (Figura 4). De los resultados, tanto el ingreso económico y la cantidad producida, evidencian una vulnerabilidad económica.

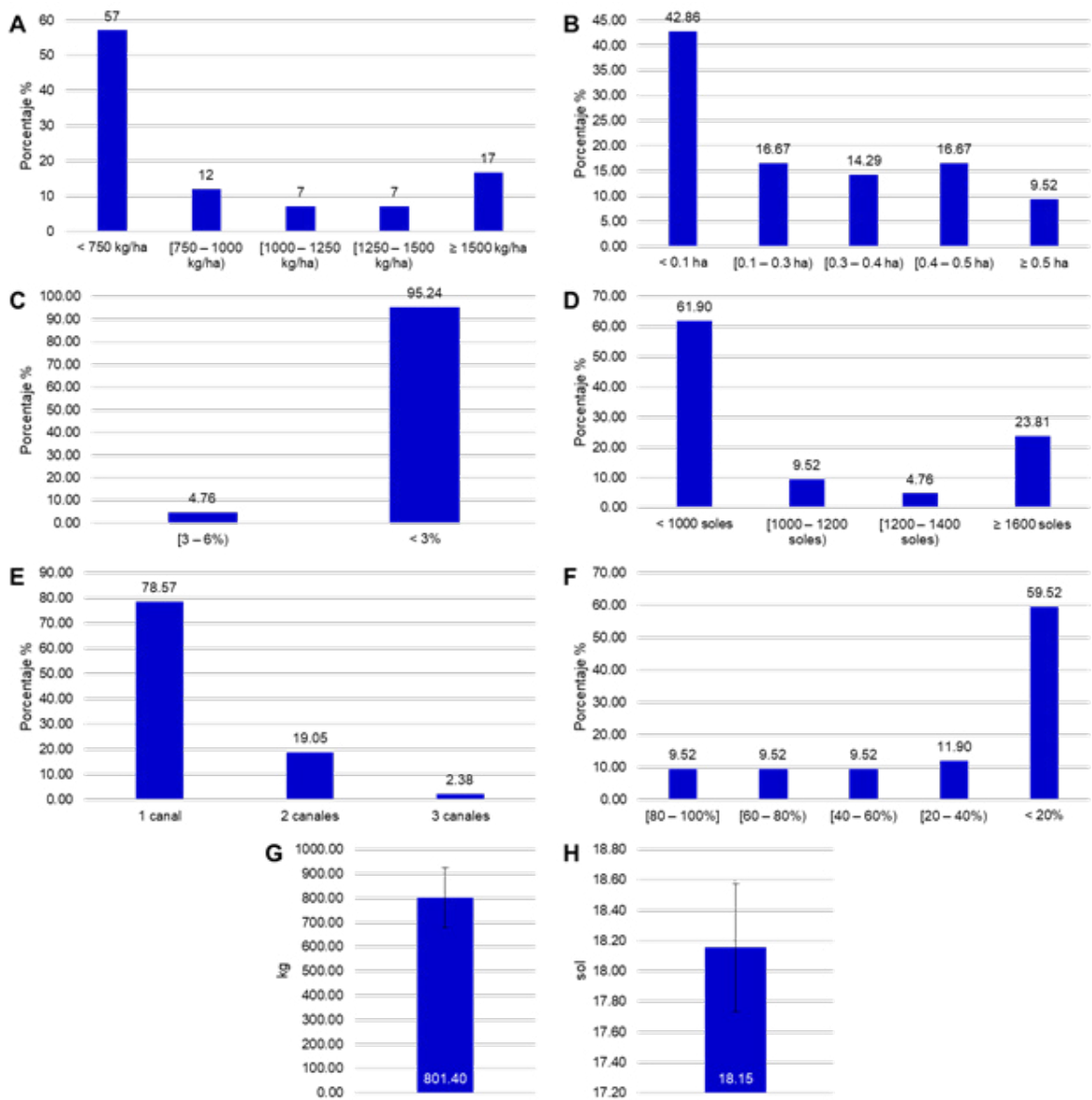


Figura 4. Aspectos económicos del sistema productivo de cafeto. A) Rendimiento. B) Superficie de producción para autoconsumo. C) Severidad de Roya Amarilla del cafeto. D) Ingreso mensual. E) Número de canales de comercialización. F) Dependencia de insumos externos. G) Promedio de producción de café pergamino seco. H) Promedio de precio por kilogramo de café pergamino.

En la dimensión sociocultural, el 42.86 % de los productores tiene acceso al servicio de educación primaria, mientras que el 26.19 % no tienen acceso a educación. El 52.38 %, como grupo mayoritario, señaló contar con acceso a un servicio de salud ubicado a menos de 3 km. Asimismo, el 61.90 % declaró disponer de servicios de agua, luz e internet estable. En relación con la satisfacción respecto al sistema de producción de cafetos, el 30.95 % de los productores manifestó

estar medianamente satisfecho. Lo que sugiere posible preocupación con el rendimiento de la plantación. Además, el 71.43 % no participa en organizaciones agrícolas, y el 52.38 % indicó mantener un enfoque conservacionista en su manejo productivo. El individualismo productivo de los productores de café reduce el poder de negociación en el mercado. La experiencia promedio de los productores de café fue de 19.60 años (E.E.M. = 1.77) Figura 5.

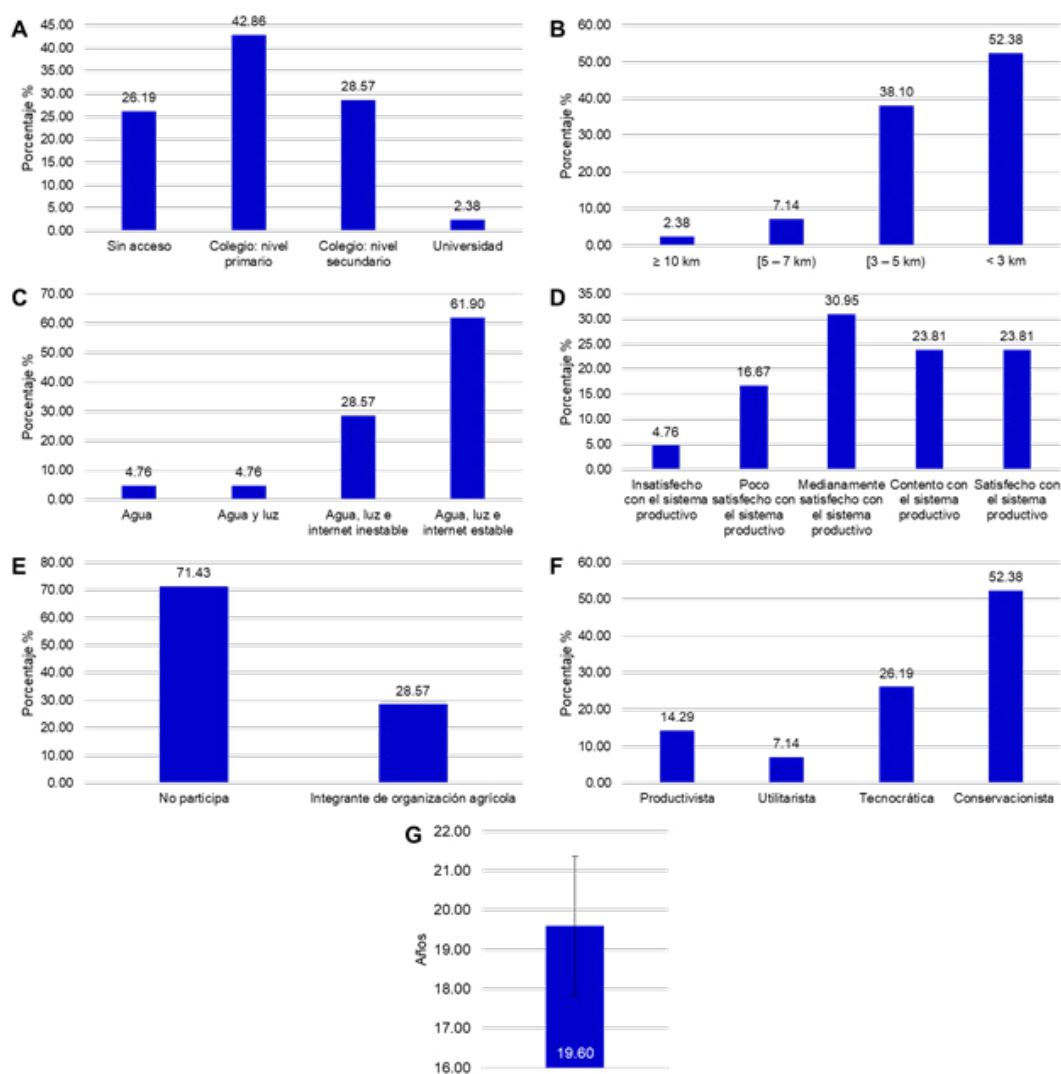


Figura 5. Aspectos socioculturales del sistema productivo de café. A) Acceso local a educación. B) Accesibilidad geográfica a los servicios de salud. C) Acceso a servicios básicos. D) Aceptabilidad del sistema productivo. E) Participación en organizaciones agrícolas. F) Enfoque del agroecosistema. G) Promedio de años de experiencia como productor de café.

La severidad de Roya Amarilla mostró una correlación positiva perfecta ($p = 0.922$; $p\text{-valor} < 0.001$) con la incidencia, lo que epidemiológicamente indica que, a mayor número de plantas infectadas, mayor es el daño foliar observado. La cobertura vegetal de porte bajo se correlacionó positivamente en nivel medio ($p = 0.439$; $p\text{-valor} < 0.01$) con el incremento de la pendiente del terreno agrícola, sugiriendo que en terrenos inclinados se conserva la vegetación baja. En menor magnitud, la abundancia de artrópodos en los agroecosistemas de cafeto se correlacionó

directamente en un nivel medio ($p = 0.329$; $p\text{-valor} < 0.05$) con la cobertura vegetal de porte bajo, lo que sugiere que esta vegetación constituye nanohábitats y recursos alimenticios para estos organismos. Correlaciones subsecuentes incluidas las asociadas con el rendimiento presentan valores medios y débiles ($p \leq 0.23$ no significativos respectivamente), lo que indica un peso explicativo limitado y sugiere que estas variables no ejercen influencia determinante sobre la productividad de los agroecosistemas de cafeto estudiados Tabla 2.

Tabla 2. Correlación de variables agronómicas y ecológicas del cultivo de cafeto en coeficientes de Spearman.

Variables	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
B	-0.157									
C	0.067	0.390*								
D	0.018	-0.337*	-0.278							
E	-0.198	-0.322*	-0.109	0.439**						
F	0.213	0.083	-0.013	0.152	-0.234					
G	0.056	-0.129	-0.046	-0.227	-0.049	-0.028				
H	0.037	-0.250	0.167	-0.077	-0.092	0.095	0.134			
I	0.058	-0.229	0.201	-0.102	-0.156	0.172	0.117	0.922***		
J	0.040	-0.077	0.045	0.329*	0.207	0.028	0.160	-0.290	-0.277	
K	0.058	-0.346*	-0.193	0.021	0.163	-0.148	-0.095	-0.057	-0.039	-0.153

A: experiencia como productor de café (años). B: altitud del terreno agrícola (msnm). C: periodo vegetativo del cafeto (años). D: cobertura vegetal de porte bajo (%). E: pendiente predominante del terreno agrícola (%). F: rendimiento (kg/ha). G: dependencia de insumos externos (%). H: incidencia de Roya Amarilla del cafeto (%). I: severidad de Roya Amarilla del cafeto (%). J: abundancia de artrópodos. K: Si. * $p\text{-valor} < 0.05$, ** $p\text{-valor} < 0.01$, $p\text{-valor} < 0.001$.

Evaluación de sustentabilidad general

Los resultados Tabla 3, muestran que los fundos de cafeto alcanzaron un ISGen de 1.79, considerados no sustentables, debido a que en los sistemas específicamente las dimensiones ecológica y económica presentaron valores

menores a 2. No obstante, el 9.52 % de los fundos obtuvo valores del ISGen superiores a 2, por lo que se consideran sustentables. Este contexto respalda la hipótesis de variación en los niveles de sustentabilidad.

Tabla 3. Indicadores ecológicos (IE), económico (IK) y sociocultural (ISC), e índice de sustentabilidad general (ISGen) de los sistemas productivos de cafeto

Variable	Media	Indicador
Cobertura vegetal de porte bajo	1.93	IE = 1.69 (≥ 2 un 28.57 %; < 2 un 71.43 %)
Diversificación de cultivos	3.38	
Pendiente predominante del terreno agrícola	1.93	
Diseño de siembra	1.95	
Número de artrópodos por cafeto	0.33	
Zona de conservación	1.48	
Rendimiento	1.14	IK = 1.61 (≥ 2 un 26.19 %; < 2 un 73.81 %)
Superficie de producción para autoconsumo	1.33	
Severidad de roya amarilla del cafeto	3.95	
Acceso local a educación	1.10	
Accesibilidad geográfica a los servicios de salud	3.38	ISC = 2.06 (≥ 2 un 64.29 %; < 2 un 35.71 %)
Acceso a servicios básicos	3.48	
Aceptabilidad del sistema productivo	2.45	
Participación en organizaciones agrícolas	0.29	
Enfoque del agroecosistema	2.17	
ISGen = 1.79		(≥ 2 un 9.52 %; < 2 un 90.48 %)

Discusión

En las condiciones analizadas, un ISGen por debajo del umbral de 2 clasifica a los sistemas como no sustentables, lo que revela una situación crítica en las dimensiones ecológica y económica. De manera consistente, Cobos *et al.* (20) y Merma y Julca (9), bajo un análisis multicriterio similar reportaron para algunos sistemas agrícolas tropicales y andinos valores menores a 2 en los indicadores económico y ecológico. Asimismo, solo el 9.52 % de los fundos evaluados superaron dicho umbral, lo que evidencia un rezago generalizado en estas dos dimensiones para la

mayoría de fundos. La diversificación productiva y el tipo de sistema de cultivo influyen de manera decisiva en el desempeño sostenible (9).

En este sentido, se observó predominantemente la presencia de componentes botánicos forestales en lugar de cultivos agrícolas, así como un manejo orgánico con dependencia de insumos externos menor al 20 % (equivalente a menos 5 sacos de fertilizante por campaña agrícola). Estas condiciones podrían explicar los bajos rendimientos registrados. Tejeda *et al.* (21) reportaron que los agroecosistemas de cafeto en Vitoc alcanzaron indicadores

económicos, ambientales y sociales superiores a 2, aunque con debilidades en la diversificación de cultivos destinados a la venta. Esto coincide con el punto crítico del indicador económico registrado en este estudio ($IK = 1.61$).

En relación a ello, Pérez-Vázquez *et al.* (22) señalaron que el policultivo comercial de café puede mejorar significativamente la rentabilidad, lo que sugiere que la baja rentabilidad observada en los sistemas analizados está asociada a la escasa tecnificación, a una diversificación insuficiente y a una organización débil para acceder a mercados más ventajosos. Caldas *et al.* (23) reportaron que los sistemas agroforestales de café del valle del Monzón son ambientalmente sustentables, mientras que los monocultivos no lo son. Esto respalda la interpretación de que, al no superar el umbral de 2, el ISGen obtenido para los sistemas de Oxapampa refleja una estructura productiva simplificada, con limitada diversificación, que junto con las restricciones económicas configura un escenario donde la sustentabilidad sociocultural, aunque relativamente aceptable ($ISC = 2.06$) no logra compensar las debilidades ecológicas y económicas.

CONCLUSIONES

En los 42 fundos de cafeto del distrito de Oxapampa se trabaja principalmente en sistemas agroforestales de manejo orgánico, utilizando un

diseño de siembra en cuadrícula para los cafetos en pequeñas unidades agrícolas. La mayoría de productores participa poco en organizaciones locales y cuentan con una capacitación limitada sobre el cultivo. El análisis de correlación mostró que la incidencia y severidad de la Roya Amarilla presentan la asociación más fuerte entre las variables evaluadas ($P = 0.922$; $p\text{-valor} < 0.001$), seguidas por relaciones moderadas entre la pendiente del terreno y la cobertura vegetal de porte bajo ($P = 0.439$; $p\text{-valor} < 0.01$), así como entre la cobertura y la abundancia de artrópodos ($P = 0.329$; $p\text{-valor} < 0.05$).

El nivel de sustentabilidad en términos del ISGen promedio fue de 1.79, valor determinado mediante el análisis de las dimensiones ecológica, económica y sociocultural. Considerando un 9.52 % de los fundos en el rango de sustentabilidad. Se sugiere fortalecer las capacitaciones sobre el manejo nutricional del cafeto con enfoque agroecológico, fomentar la diversificación de cultivos para la venta y promover la participación en organizaciones agrícolas para favorecer una comercialización sociativa, con el propósito de superar el umbral de sustentabilidad.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS

1. Jurado S, Bartra A. Cómo sobrevivir el mercado sin dejar de ser campesino. El caso de los pequeños productores de café en México. *Veredas, Revista del Pensamiento Sociológico*. 2013; 2: 181-191. <https://veredasojs.xoc.uam.mx/index.php/veredas/article/view/511>
2. Harvey C, Pritts A, Zwetsloot M, Jansen K, Pulleman M, Armbrecht I, Avelino J, Barrera J, Bunn C, Hoyos García J, Isaza C, Munoz-Ucros J, Pérez-Alemán C, Rahn E, Robiglio V, Somarriba E, Valencia V. Transformation of coffee-growing landscapes across Latin America. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2021; 41: 62. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00712-0>
3. Siles P, Cerdán C, Staver C. Smallholder coffee in the global economy a framework to explore transformation alternatives of traditional agroforestry for greater economic, ecological, and livelihood viability. *Frontiers in Sustainable Food System*. 2022; 6: 808207. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.808207>
4. Garza Treviño A. El impacto del Comercio Justo en el desarrollo de los productores de café. *Estudios Sociales Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. 2014; 22(43): 271-293. <https://www.ciad.mx/estudiosociales/index.php/es/article/view/55>
5. Rodríguez L, Cárcamo R, Álvarez A. La opción de la producción orgánica ante la crisis del café: el caso de los pequeños productores de Chilón, Chiapas, México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*. 2022; 37: 45-72. <https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/view/409>
6. Whyte P, Lamberton G. Conceptualising sustainability using a cognitive mapping method. *Sustainability*. 2020; 12(5): 1977. <https://doi.org/10.3390/su12051977>
7. Diaz T, Saporiti J. Origins of the sustainability concept and its application to the construction sector in the EU. *Sustainability*. 2023; 15(18): 13775. <https://doi.org/10.3390/su151813775>
8. Alonso R, Cano J, Santa Cruz K, Quispe R. El desarrollo sostenible y su implicancia en la amazonia peruana. Una revisión sistemática. *Aula Virtual*. 2024; 5(12): 1(288-305). <https://doi.org/10.5281/zenodo.11301897>
9. Merma I, Julca A. Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas en alto Urubamba, Cusco, Perú. *Ecología aplicada*. 2012; 11(1): 1-11. <https://doi.org/10.21704/rea.v11i1-2.420>
10. Sia R, Darma R, Salman D, Riwu M. Sustainability assessment of the arabica coffee agribusiness in north Toraja: insight from a multidimensional approach. *Sustainability*. 2025; 17(5): 2167. <https://doi.org/10.3390/su17052167>
11. Jiménez-Ortega A, Aguilar A, Galeana-Pizaña J, Núñez J. Changes over time matter: a cycle of participatory sustainability assessment of organic coffee in Chiapas, México. *Sustainability*. 2022; 14(4). <https://doi.org/10.3390/su14042012>
12. Ordoñez-Jurado H, Castillo-Marín J. Evaluation of the sustainability in coffee production systems (*Coffea arabica* L.) in La Unión, Nariño, Colombia. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 2021; 39(1): 110-122. <https://doi.org/10.22267/rcia.223901.177>
13. Morales L, Robiglio V, Baca M, Bunn C, Reyes M. Planning for adaptation: a system approach to understand the value chain's role in supporting smallholder coffee farmers' adaptive capacity in Perú. *Frontiers in Climate*. 2022; 4: 788369. <https://doi.org/10.3389/fclim.2022.788369>
14. Gómez-Velázquez J, Vásquez-López A, Regino-Maldonado J, Jurado-Celis S. A review of local-scale agricultural sustainability in the coffee regions of Mexico. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*. 2023; 50(2): 23-45. <https://doi.org/10.7764/ijanr.v50i2.2375>
15. Yu S, Mu Y. Sustainable agricultural development assessment: a comprehensive review and bibliometric analysis. *Sustainability*. 2022; 14(19): 11824. <https://doi.org/10.3390/su141911824>

- 16.** Sarandón S, Zuluaga M, Cieza R, Janjetic L, Negrete E. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*. 2008; 1: 19-28. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/14>
- 17.** Márquez F, Julca A. Indicadores para evaluar la sustentabilidad en fincas cafetaleras en Quillabamba, Cusco, Perú. *Saber y Hacer*. 2015; 2(1): 128-137. <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/45>
- 18.** Acosta L, Zasiga L. Factores extrínsecos ambientales asociados a la presencia de broca del fruto (*Hypothenemus hampei*) y minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*) del cafeto, en fundos santa Martha y santa Josefa, Perú. *Anales Científicos*. 2025; 86(2): 57-66. <https://doi.org/10.21704/ac.v86i2.2327>
- 19.** Mondragón M. Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Movimiento científico*. 2014; 8(1): 98-104. <https://doi.org/10.33881/2011-7191.mct.08111>
- 20.** Cobos F, Gómez L, Reyes W, Medina R. Sustentabilidad de dos sistemas de producción de arroz, uno en condiciones de salinidad en la zona de Yaguachi y otro en condiciones normales en el sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Ecología aplicada*. 2021; 20(1), 65-81. <https://doi.org/10.21704/rea.v20i1.1691>
- 21.** Tejeda H, Utia M, Luis-Olivas, Mendoza-Nieto E, Palomares Anselmo EG, Gomes da Silva EC, das Graças Teixeira A, Fardim Christo B. Evaluación de sustentabilidad de agroecosistemas cafetaleros en Vitoc, Junín, Perú. *Agroindustrial Science*. 2021; 11(1): 33-39. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.04>
- 22.** Pérez-Vázquez A, Pérez-Sánchez O, Lango-Reynoso V, Escamilla-Prado, E. El agroecosistema cafetalero: policultivo tradicional versus policultivo comercial en Chocamán, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2024; 15(2): 1-14. <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i2.3248>
- 23.** Caldas B, Santos C, Reategui R. Sustentabilidad ambiental de fincas cafetaleras del valle del Monzón - Huánuco. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*. 2023; 26(52): e25096. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v26i52.25096>