ALFA Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias
Volumen 10 / N° 29 / mayo-agosto 2026
https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v10i29.490

Artículo original

Sostenibilidad de los sistemas productivos de café y granadilla en la provincia de Oxapampa, Perú

Sustainability of coffee and sweet granadilla production systems in Oxapampa Province, Peru

Karina Violeta Carhuaricra Espinoza [a]
✉ karinavicares88@gmail.com

José Kalion Guerra Lu [a]

Alberto Franco Cerna Cueva [a]

Leiwer Flores Flores [b]

Zidney Danilo Cristancho Ariza [a]

Luis Tibhy Acosta Trinidad [c]

[a] *Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú*
[b] *Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú*
[c] *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Oxapampa, Perú*

Palabras clave:
Agricultura sostenible; Agroecosistemas; Café; Granadilla; Indicadores de sostenibilidad; MESMIS.

Keywords:
Agricultural sustainability; Agroecosystems; Coffee; MESMIS; Sustainability indicators; Sweet granadilla.

Cómo citar: Carhuaricra Espinoza KV, Guerra Lu JK, Cerna Cueva AF, Flores Flores L, Cristancho Ariza ZD, Acosta Trinidad LT. Sostenibilidad de los sistemas productivos de café y granadilla en la provincia de Oxapampa, Perú. ALFA Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias. 2026;10(29):01-14 https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v10i29.490

Resumen

Contexto: La sostenibilidad agrícola es fundamental para equilibrar la productividad, el bienestar rural y la conservación ambiental en territorios de alta diversidad. **Objetivo:** Evaluar el nivel de sostenibilidad de los sistemas productivos de café (Coffea arabica L.) y granadilla (Passiflora ligularis Juss.) en Oxapampa, Pasco, Perú. **Metodología:** Se realizó un estudio cuantitativo, aplicado, no experimental, transversal y descriptivo durante 2023. De una población de 2.500 agricultores, se seleccionaron probabilísticamente 345 productores. La información se obtuvo mediante un cuestionario adaptado del marco MESMIS, compuesto por 38 indicadores sociales, económicos y ambientales, con V de Aiken de 0,81 y alfa de Cronbach de 0,80. **Resultados:** Los índices globales fueron 4,5 para café y 4,2 para granadilla, clasificándose ambos sistemas como moderadamente sostenibles. La dimensión económica presentó el mejor desempeño, con 4,9 y 5,7, respectivamente. La dimensión ambiental alcanzó 4,3 en café y 2,9 en granadilla, evidenciando mayor vulnerabilidad en este último cultivo. En la dimensión social se identificaron deficiencias de saneamiento, consumo de agua de fuentes naturales, baja asociatividad y percepción de menor jornal femenino. **Conclusión:** La viabilidad económica no compensa las brechas sociales y ambientales; se requiere fortalecer el saneamiento rural, la organización productiva, la asistencia técnica, la igualdad salarial y las prácticas de conservación de suelo, agua y cobertura vegetal.

Abstract

Contexto: Agricultural sustainability is fundamental to balancing productivity, rural well-being, and environmental conservation in high-diversity territories. **Objective:** To evaluate the sustainability level of coffee (Coffea arabica L.) and granadilla (Passiflora ligularis Juss.) production systems in Oxapampa, Pasco, Peru. **Methodology:** A quantitative, applied, non-experimental, cross-sectional, and descriptive study was conducted during 2023. From a population of 2,500 farmers, 345 producers were selected through probabilistic sampling. Data were collected using a questionnaire adapted from the MESMIS framework, consisting of 38 social, economic, and environmental indicators, with an Aiken's V of 0.81 and a Cronbach's alpha of 0.80. **Results:** Global indices were 4.5 for coffee and 4.2 for granadilla, classifying both systems as moderately sustainable. The economic dimension showed the best performance, with scores of 4.9 and 5.7, respectively. The environmental dimension

reached 4.3 for coffee and 2.9 for granadilla, indicating higher vulnerability in the latter crop. In the social dimension, deficiencies were identified in sanitation, water consumption from natural sources, low associativity, and the perception of lower female daily wages. **Conclusion:** Economic viability does not offset social and environmental gaps; it is necessary to strengthen rural sanitation, productive organization, technical assistance, wage equality, and conservation practices for soil, water, and vegetation cover.

Introducción

El desarrollo sostenible se consolidó como un principio orientado a satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para atender las suyas [1]. Su aplicación a la agricultura obliga a superar las evaluaciones centradas exclusivamente en rendimiento, costos o rentabilidad, porque la continuidad de un sistema productivo depende también de la integridad de los recursos naturales, de la equidad en la distribución de beneficios y cargas, y de la capacidad de las comunidades para adaptarse a cambios ambientales, económicos e institucionales. Incluso los estudios sobre consumo sostenible muestran que las transiciones no dependen solo de decisiones técnicas individuales, sino de arreglos sociales, políticos e institucionales que condicionan prácticas y oportunidades [2].

En el ámbito agroalimentario, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura propone evaluar la sostenibilidad mediante una perspectiva integral que incluya buena gobernanza, integridad ambiental, resiliencia económica y bienestar social [3]. Esta visión reconoce que el crecimiento agrícola puede reducir la pobreza rural cuando se articula con protección social, acceso a activos, servicios e instituciones; sin esas condiciones, los hogares permanecen expuestos a fluctuaciones de precios, eventos climáticos y exclusión territorial [4]. Por ello, un cultivo rentable no puede considerarse sostenible si deteriora el suelo y el agua, depende de insumos inaccesibles, reproduce desigualdades laborales o deja a las familias sin infraestructura básica.

La evaluación de la sostenibilidad agraria requiere traducir conceptos amplios en indicadores observables. Las primeras propuestas latinoamericanas insistieron en construir indicadores sensibles al contexto y útiles para monitorear la evolución de los sistemas, en lugar de aplicar listas universales sin participación local [5]. Desde la agroecología, la sostenibilidad se entiende como una propiedad emergente del agroecosistema: productividad, estabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autonomía interactúan y pueden mostrar compensaciones entre sí [6]. En consecuencia, los indicadores deben integrar dimensiones ecológicas, económicas y socioculturales, ser comprensibles para los actores y permitir identificar puntos críticos, no limitarse a producir un promedio que oculte desigualdades internas [7].

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) fue creado con esa finalidad. Su formulación original propone caracterizar el sistema, reconocer sus fortalezas y debilidades, seleccionar indicadores estratégicos, medirlos, integrar los resultados y formular conclusiones orientadas a un nuevo ciclo de mejora [8]. MESMIS es sistémico, interdisciplinario, participativo y flexible; articula información cuantitativa y cualitativa y vincula los indicadores con atributos de sostenibilidad [9]. Una revisión de 28 estudios latinoamericanos concluyó que el marco resulta aplicable a una amplia diversidad de sistemas campesinos, aunque su capacidad para promover cambios depende del grado de participación y del seguimiento en el tiempo [10]. Un análisis posterior del programa MESMIS entre 1995 y 2010 confirmó su utilidad para pequeños productores y señaló como desafíos la comparación entre escalas, la ponderación transparente y la evaluación longitudinal [11]. Como complemento territorial, el Biograma organiza indicadores para representar desequilibrios entre dimensiones y apoyar decisiones de desarrollo rural [12].

En el Perú, las políticas sectoriales han reconocido la necesidad de elevar la competitividad agraria sin degradar los recursos naturales, mejorar la inclusión de la agricultura familiar y reducir la vulnerabilidad frente al clima [13]. Este desafío es particularmente relevante en la provincia de Oxapampa, ubicada en la vertiente oriental de los Andes, donde confluyen bosques montanos, selva alta, paisajes agropecuarios y territorios de pueblos indígenas. La Reserva de Biósfera Oxapampa-Asháninka-Yánesha comprende una transición ecológica desde ambientes amazónicos hasta bosques nublados montanos y alberga una elevada diversidad biológica junto con actividades agrícolas y ganaderas [14]. Esa coexistencia convierte a la provincia en un espacio prioritario para compatibilizar producción, conservación y bienestar rural.

El café y la granadilla ocupan un lugar central en los paisajes productivos de Oxapampa. Parcelas de monitoreo instaladas en la reserva de biósfera han incluido ambas especies como componentes representativos del mosaico productivo y de sus interacciones con el paisaje [15]. Una evaluación reciente de 42 fundos cafetaleros de la provincia volvió a mostrar la pertinencia de analizar la sostenibilidad con indicadores multidimensionales y no únicamente con variables comerciales [16]. En otra cuenca de la selva central peruana, la evaluación de unidades convencionales de café y cacao encontró que un resultado económico favorable podía coexistir con una condición ambiental insuficiente, especialmente por problemas asociados al manejo del suelo [17]. Estos antecedentes advierten que la rentabilidad de corto plazo no garantiza la permanencia del sistema.

La granadilla posee una relevancia particular para la agricultura familiar de Oxapampa. Una investigación doctoral desarrollada en la provincia examinó conjuntamente sus dimensiones social, económica y ambiental y la describió como un cultivo articulado con otros componentes prediales [18]. Posteriormente, un estudio en tres distritos evaluó 21 subindicadores sociales y halló aportes a la seguridad alimentaria, al uso de mano de obra familiar, a la participación de las mujeres y a la permanencia de jóvenes, aunque también identificó debilidades de equidad y autogestión [19]. En los sistemas pecuarios de la misma provincia se han observado, mediante MESMIS, tensiones semejantes entre productividad, acceso a recursos y desempeño ambiental, lo que confirma que la sostenibilidad debe abordarse a escala territorial [20].

En el caso del café, la estructura de sombra determina buena parte de su desempeño ecológico. Los cafetales tradicionales bajo sombra pueden funcionar como refugios de biodiversidad en paisajes transformados [21]. La gestión multifuncional de árboles contribuye a conservar especies, almacenar carbono, mantener fertilidad y diversificar productos, aunque exige equilibrar sombra, rendimiento y necesidades de los productores [22]. También se ha documentado que ciertos sistemas sombreados de café y cacao pueden ofrecer un doble beneficio: conservación de biodiversidad y viabilidad para pequeños agricultores, siempre que los costos, los rendimientos y los incentivos de mercado sean compatibles [23]. Desde una perspectiva más amplia, la diversificación agroecológica mejora la resiliencia frente a perturbaciones climáticas al distribuir riesgos y favorecer procesos ecológicos [24].

El cambio climático añade presión sobre los agroecosistemas cafetaleros. Una revisión sistemática identificó efectos sobre aptitud climática, productividad, calidad, plagas y servicios ecosistémicos [25]. Otra síntesis concluyó que la mayoría de los impactos reportados son negativos y que la adaptación combina cambios de manejo, material vegetal, sombra, diversificación y decisiones territoriales [26]. Las proyecciones globales para *Coffea arabica* anticipan desplazamientos de las zonas idóneas, con diferencias regionales que obligan a planificar medidas específicas [27]. A la vez, los policultivos con árboles pueden presentar menores huellas netas y mayores reservas de carbono que sistemas simplificados, aunque los resultados dependen del manejo y del cambio de uso del suelo [28].

La sostenibilidad del café también se relaciona con la postcosecha. La pulpa, la cascarilla y los efluentes poseen alta carga orgánica; su disposición inadecuada puede afectar agua y suelo, pero esos residuos también pueden transformarse en compost, sustratos, energía o productos de valor agregado [29]. El potencial biotecnológico de la pulpa y la cascarilla incluye fermentaciones y obtención de compuestos útiles, lo que

abre oportunidades de economía circular [30]. Estudios de plantas de beneficio húmedo han confirmado que los vertimientos sin tratamiento deterioran la calidad del agua y pueden superar límites recomendados [31]. Por tanto, el manejo de residuos no es un asunto accesorio, sino un componente del desempeño ambiental y de la eficiencia predial.

Las dimensiones económica y organizativa también son decisivas. En pequeños caficultores, las redes de comercio justo, orgánico y de especialidad pueden reducir parte de la vulnerabilidad frente a crisis de precios, aunque no eliminan todos los riesgos [32]. Los sistemas favorables a la biodiversidad pueden ser financieramente viables bajo determinados escenarios de costos, productividad e incentivos [33]. A su vez, los procesos de transformación rural muestran que el abandono de prácticas agrarias, el envejecimiento, la periurbanización y la pérdida de capacidades colectivas modifican las funciones del territorio [34]. En Oxapampa, estos procesos se expresan en diferencias de acceso a caminos, servicios, asistencia técnica, tierra y organizaciones de productores.

A pesar de la importancia de ambos cultivos, faltaba una comparación homogénea de sus dimensiones social, económica y ambiental en los principales distritos productores de la provincia. El problema de investigación fue determinar si la continuidad económica de café y granadilla estaba acompañada por condiciones sociales y ambientales suficientes. El objetivo fue evaluar el nivel de sostenibilidad de sus sistemas productivos mediante un instrumento adaptado del marco MESMIS. Se planteó que la lectura conjunta de indicadores permitiría identificar no solo el índice global, sino también las brechas que requieren intervención prioritaria.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló durante 2023 en áreas rurales de los distritos de Oxapampa, Chontabamba, Huancabamba y Villa Rica, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, Perú. El territorio de estudio corresponde a la selva alta y comprendió localidades situadas aproximadamente entre 1.600 y 2.000 m s. n. m. El café fue evaluado en los cuatro distritos; la granadilla, en Oxapampa, Chontabamba y Huancabamba, de acuerdo con la distribución productiva reportada en el estudio.

Se utilizó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, con diseño no experimental y corte transversal descriptivo. La investigación cuantitativa permite sistematizar respuestas, estimar distribuciones y comparar dimensiones mediante procedimientos estandarizados [35,36]. La clasificación metodológica y la formulación del diseño siguieron manuales de investigación de uso académico en el contexto peruano y latinoamericano [37,38]. Para mejorar la transparencia del informe se consideraron, en lo aplicable, los principios de reporte para estudios observacionales transversales de la declaración STROBE [39].

La población estuvo formada por 2.500 agricultores con parcelas productivas de café o granadilla. La muestra se estimó mediante la ecuación de Fisher-Arkin-Colton consignada en el protocolo original y quedó constituida por 345 productores. Se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio. Los participantes tenían entre 20 y más de 50 años; el rango inicialmente previsto en el protocolo fue de 20 a 60 años, aunque el cuestionario agrupó la categoría superior como “más de 50 años”. El archivo fuente no especificó la distribución de los 345 casos por cultivo ni por distrito; por esta razón, los resultados se presentan como porcentajes dentro de cada sistema productivo y no se calculan frecuencias absolutas por estrato.

La técnica de recolección fue la encuesta y el instrumento un cuestionario estructurado adaptado del marco MESMIS [8] [9]. El instrumento reunió 38 indicadores: 17 de la dimensión social, 12 de la económica y 9 de la ambiental. La dimensión social examinó características demográficas, educación, composición familiar, tenencia, vivienda, salud, energía, agua, saneamiento, accesibilidad, asociatividad, participación familiar y relaciones laborales. La dimensión económica integró estabilidad-resiliencia, productividad y generación de empleo. La dimensión ambiental consideró diversidad, ecología, eficiencia y confiabilidad, con énfasis en

conservación del suelo y agua, dependencia de insumos, expansión de parcelas y efectos sobre la cobertura vegetal.

La validez de contenido fue evaluada por cinco especialistas en desarrollo sostenible. Se calculó la V de Aiken, coeficiente diseñado para cuantificar el acuerdo de jueces respecto de la pertinencia o validez de los ítems [40]. El valor global fue 0,81. La consistencia interna se examinó mediante una prueba piloto aplicada a un grupo equivalente al 10 % de la población no incluida en la muestra final y se estimó el alfa de Cronbach, indicador clásico de homogeneidad interna [41]. El coeficiente obtenido fue 0,80. Ambos resultados se consideraron suficientes para aplicar el cuestionario, sin asumir que sustituyen otras evidencias de validez o que garantizan por sí solos la invariancia entre cultivos.

Las respuestas fueron codificadas, depuradas y procesadas en SPSS versión 22. Se calcularon distribuciones porcentuales para los indicadores sociales y valores agregados para las dimensiones económica y ambiental y para el índice global. Los puntajes directos se estandarizaron según la matriz adaptada del estudio. Conforme a sus puntos de corte, los índices de 4,5 para café y 4,2 para granadilla fueron interpretados como sostenibilidad moderada. Los atributos de equidad, adaptabilidad y autogestión se compararon con el umbral crítico definido en la matriz. En esta revisión no se recalcularon índices ni se modificaron ponderaciones, debido a que la base de datos individual y el algoritmo detallado de agregación no acompañaron el documento fuente.

El análisis fue descriptivo. No se realizaron pruebas de hipótesis ni estimaciones causales, porque el diseño transversal no permite establecer temporalidad y el objetivo fue construir una línea de base. La interpretación trianguló los porcentajes observados, los índices MESMIS y la literatura verificada. La redacción distingue estrictamente los resultados obtenidos en Oxapampa de la evidencia externa utilizada para discutirlos. El protocolo documental disponible no consigna un código de aprobación ética; esta omisión de reporte se reconoce como limitación y deberá subsanarse en cualquier envío editorial mediante la documentación institucional correspondiente.

Resultados

Los perfiles etarios mostraron una participación predominante de adultos en edades productivas. Entre los caficultores, el 21 % tenía entre 20 y 30 años, el 39 % entre 31 y 40, el 18 % entre 41 y 50 y el 22 % más de 50 años. En granadilla, los porcentajes fueron 12 %, 43 %, 28 % y 17 %, respectivamente. En ambos sistemas, el grupo de 31 a 40 años fue el más frecuente; no obstante, la proporción de responsables jóvenes fue nueve puntos porcentuales mayor en café, mientras que la presencia de agricultores de 41 a 50 años fue superior en granadilla.

La responsabilidad principal de la parcela estuvo concentrada en los hombres: 85 % en café y 80 % en granadilla. Las mujeres representaron 15 % y 20 %, respectivamente. El cuestionario original identificó a parte de estas responsables como madres solteras, pero no desagregó esta condición ni permitió evaluar otras formas de jefatura femenina. La participación de las mujeres fue más amplia en labores familiares, cosecha y postcosecha que en la titularidad o conducción declarada de la unidad productiva.

El nivel educativo fue bajo en ambos grupos, aunque con diferencias. En café, 2 % no tenía escolaridad, 57 % había cursado primaria, 30 % secundaria y 11 % educación superior. En granadilla, 7 % no tenía escolaridad, 37 % había alcanzado primaria, 39 % secundaria y 17 % superior. Así, el sistema cafetalero concentró una mayor proporción en educación primaria, mientras que entre granadilleros se observaron porcentajes mayores tanto de ausencia de escolaridad como de educación secundaria y superior.

La composición de los hogares también difirió. Entre caficultores, 2 % informó un hijo; 28 %, de dos a tres; 41 %, de cuatro a cinco; 20 %, de seis a siete; y 9 %, más de siete. En granadilla, las proporciones fueron 12

%, 40 %, 28 %, 17 % y 3 %, respectivamente. Los hogares vinculados al café mostraron con mayor frecuencia cuatro o más hijos, mientras que en granadilla predominó el intervalo de dos a tres.

Tabla 1. Características sociales de los productores de café y granadilla, Oxapampa, 2023.

Indicador	Categoría	Café (%)	Granadilla (%)
Edad	20–30 años	21	12
	31–40 años	39	43
	41–50 años	18	28
	Más de 50 años	22	17
Responsable de parcela	Hombre	85	80
	Mujer	15	20
Escolaridad	Sin escolaridad	2	7
	Primaria	57	37
	Secundaria	30	39
	Superior	11	17
Número de hijos	Uno	2	12
	Dos a tres	28	40
	Cuatro a cinco	41	28
	Seis a siete	20	17
	Más de siete	9	3

La seguridad de la tenencia presentó valores intermedios. Entre caficultores, 52 % declaró título individual, 26 % arrendamiento por ocho a diez años, 12 % título comunal Yánesha y 10 % ausencia de título. Entre granadilleros, 63 % tenía título individual, 20 % arrendaba por cinco a seis años, 5 % contaba con título comunal y 12 % carecía de título. El título individual fue más frecuente en granadilla, aunque la suma de arrendamiento y ausencia de título representó 36 % en café y 32 % en granadilla. La tenencia comunal tuvo mayor presencia relativa en el sistema cafetalero.

Las condiciones de vivienda evidenciaron el predominio de materiales vinculados al entorno forestal. En café, 45 % de las viviendas era de madera, 33 % de material noble, 12 % combinaba material noble y madera, y 10 % correspondía a construcción rústica. En granadilla, 57 % era de madera, 21 % de material noble, 13 % mixta y 9 % rústica. La madera predominó en ambos sistemas y alcanzó su mayor proporción entre granadilleros.

Respecto del acceso a salud, 77 % de los caficultores indicó que acudía a puestos de salud de Huancabamba o Chontabamba y 23 % a hospitales de Oxapampa o Villa Rica. Entre granadilleros, 82 % recurría a puestos de salud y 18 % al hospital de Oxapampa. Estos valores describen el establecimiento utilizado, pero el instrumento no midió tiempo de traslado, disponibilidad de personal, medicamentos, oportunidad ni calidad de atención.

En el sistema cafetalero, 47 % de los hogares contaba con electricidad y 53 % no disponía del servicio. En granadilla, el documento fuente consignó simultáneamente 42 % y 58 % como categorías “sin acceso”, una incongruencia que impide determinar cuál porcentaje correspondía a hogares conectados. Para no alterar los datos originales, esta variable no se utilizó en la comparación entre cultivos y quedó señalada para comprobación en la base primaria.

El acceso a agua segura fue insuficiente. Entre caficultores, 58 % consumía agua tratada y 42 % obtenía agua de riachuelos o manantiales. En granadilla, 45 % declaró agua potable y 55 % agua de riachuelos o

manantiales. En ambos grupos, el 100 % informó no contar con desagüe y eliminar aguas residuales o desechos hacia riachuelos y ríos. Este fue el déficit social de mayor extensión en la muestra.

La conectividad vial fue principalmente no pavimentada. Para café, 11 % utilizaba caminos de herradura, 54 % carretera afirmada, 32 % trocha carrozable y 3 % vía asfaltada con bicapa. Para granadilla, 15 % dependía de caminos de herradura, 43 % de carretera afirmada, 38 % de trocha carrozable y 4 % de vía asfaltada con bicapa. En consecuencia, 97 % de los caficultores y 96 % de los granadilleros utilizaban accesos sin pavimento o de baja especificación.

La asociatividad fue reducida: 32 % de los caficultores pertenecía a una asociación y 68 % trabajaba sin afiliación; en granadilla, apenas 13 % estaba asociado y 87 % actuaba de manera independiente. Además, 35 % de los granadilleros declaró utilizar mano de obra familiar; el manuscrito original no incluyó un porcentaje equivalente para café. La percepción de desigualdad salarial fue elevada: 89 % de los caficultores y 75 % de los granadilleros señaló que el jornal pagado a las mujeres era menor que el de los hombres.

Tabla 2. Tenencia, servicios, acceso vial y organización de los productores, Oxapampa, 2023.

Indicador	Categoría	Café (%)	Granadilla (%)
Tenencia	Título individual	52	63
	Arrendamiento	26	20
	Título comunal	12	5
	Sin título	10	12
Vivienda	Madera	45	57
	Material noble	33	21
	Mixta	12	13
	Rústica	10	9
Agua	Tratada/potable	58	45
	Riachuelo o manantial	42	55
Desagüe	Sin desagüe	100	100
Acceso vial	Camino de herradura	11	15
	Carretera afirmada	54	43
	Trocha carrozable	32	38
	Asfalto con bicapa	3	4
Asociatividad	Asociado	32	13
	No asociado	68	87
Brecha salarial percibida	Jornal femenino menor	89	75

La evaluación agregada clasificó ambos sistemas como moderadamente sostenibles. El café obtuvo un índice global de 4,5 y la granadilla de 4,2. Los atributos sociales de equidad, adaptabilidad y autogestión se ubicaron por debajo del umbral crítico definido en la matriz, principalmente por las deficiencias de servicios básicos y la débil organización colectiva. Aunque no se dispuso del puntaje agregado independiente de la dimensión social, los indicadores desagregados mostraron que su contribución limitó el desempeño global.

La dimensión económica se situó por encima del umbral crítico en los dos cultivos. El café alcanzó 4,9 y la granadilla 5,7. Los componentes mejor valorados fueron estabilidad-resiliencia, productividad y generación de empleo. La granadilla superó al café en 0,8 puntos en esta dimensión; sin embargo, esa fortaleza no debe interpretarse como equidad laboral, pues la mayoría de los participantes percibió un menor jornal femenino.

La dimensión ambiental marcó la principal diferencia. El café obtuvo 4,3, mientras que la granadilla alcanzó 2,9 y quedó por debajo del umbral crítico. En este último sistema se reportaron dependencia de recursos naturales y agroquímicos, apertura de parcelas en áreas consideradas no aptas para agricultura, deforestación, erosión y afectación de la flora. En café también se identificaron necesidades de conservación

de suelos en ladera y de manejo de aguas y residuos del beneficiado, pero su índice ambiental fue 1,4 puntos superior.

Tabla 3. Índices de sostenibilidad de café y granadilla según la matriz MESMIS adaptada.

Dimensión o índice	Café	Granadilla	Interpretación comparativa
Económica	4,9	5,7	Fortaleza relativa en ambos sistemas; mayor en granadilla
Ambiental	4,3	2,9	Café sobre el umbral; granadilla bajo el umbral crítico
Global	4,5	4,2	Ambos moderadamente sostenibles

Discusión

Los índices globales de 4,5 para café y 4,2 para granadilla muestran que los sistemas mantienen capacidad productiva y económica, pero no alcanzan un equilibrio suficiente entre dimensiones. Este resultado ilustra una propiedad central de MESMIS: la sostenibilidad no se reduce a sumar indicadores, sino que exige reconocer puntos críticos y relaciones entre atributos [8] [9]. Una calificación global moderada puede ocultar que una dimensión se encuentra bajo el umbral, como ocurrió con el componente ambiental de la granadilla, o que una carencia social afecta a casi todos los hogares, como la ausencia de desagüe. Por ello, la lectura por dimensiones y subindicadores es más útil para decidir intervenciones que el promedio aislado.

El desempeño económico fue la mayor fortaleza. La producción continua, la demanda de mano de obra y la capacidad de generar movimiento comercial explican los valores de 4,9 en café y 5,7 en granadilla. El antecedente de Río Negro también encontró que el café convencional podía alcanzar un resultado económico favorable a pesar de limitaciones ambientales [17]. En granadilla, la literatura local ha descrito aportes a los ingresos, la seguridad alimentaria y el uso de trabajo familiar [18] [19]. No obstante, el presente estudio no incluyó series de costos, precios, rendimientos, endeudamiento o variación interanual; por tanto, el índice económico representa la situación declarada en 2023 y no demuestra estabilidad financiera de largo plazo.

Además, generación de empleo no equivale a trabajo decente ni a distribución equitativa. La percepción de un jornal femenino inferior alcanzó 89 % en café y 75 % en granadilla. Este hallazgo contradice cualquier interpretación de la dimensión económica como evidencia de igualdad de género. La participación de mujeres en cosecha, poscosecha y trabajo familiar puede ampliar su contribución productiva, pero, si no se acompaña de pago igual, decisión sobre ingresos, titularidad y acceso a organizaciones, puede reproducir cargas no remuneradas. El estudio social de la granadilla ya había identificado la adaptabilidad como fortaleza y la equidad y autogestión como debilidades [19], patrón coherente con estos resultados.

La baja asociatividad limita la capacidad de negociación, aprendizaje e innovación. Solo 32 % de los caficultores y 13 % de los granadilleros pertenecía a una asociación. En café, las organizaciones pueden facilitar certificación, compras colectivas, crédito, asistencia técnica, transformación y acceso a mercados diferenciados. La experiencia internacional señala que redes de comercio justo, orgánico y de especialidad pueden reducir parte de la vulnerabilidad de los pequeños productores frente a crisis de precios [32]. Sin embargo, la afiliación formal no garantiza beneficios: la gobernanza interna, la transparencia, los servicios efectivos y la participación de mujeres y jóvenes determinan la calidad de la organización. La prioridad no consiste únicamente en elevar el número de socios, sino en fortalecer capacidades y confianza.

La escolaridad condiciona la adopción de tecnologías, el registro de costos, la interpretación de recomendaciones y la gestión de trámites. En café, 59 % de los participantes tenía primaria o ninguna escolaridad; en granadilla, este grupo representó 44 %. La mayor proporción de educación secundaria y superior entre granadilleros constituye una oportunidad para programas de manejo integrado, seguridad

ocupacional y comercialización. No obstante, 7 % sin escolaridad en granadilla revela la necesidad de materiales de capacitación no dependientes exclusivamente de lectura. La extensión rural debe combinar demostraciones en parcela, acompañamiento continuo, intercambio entre productores y recursos visuales adaptados al contexto cultural.

Las deficiencias de agua y saneamiento fueron más críticas que las diferencias entre cultivos. El 42 % de los hogares cafetaleros y 55 % de los granadilleros obtenía agua de riachuelos o manantiales, y todos declararon ausencia de desagüe. Estas condiciones afectan salud, tiempo de cuidado y calidad ambiental. También conectan la dimensión social con la ambiental: descargar aguas domésticas o efluentes productivos en cursos naturales reduce la calidad del recurso del que dependen las mismas familias. La agricultura sostenible requiere, por tanto, inversiones públicas en agua segura y saneamiento, complementadas con soluciones prediales de tratamiento; no es razonable trasladar toda la responsabilidad a los agricultores.

La precariedad vial profundiza las desigualdades territoriales. Más de 95 % de los productores utilizaba caminos de herradura, trochas o carreteras afirmadas. El estado de las vías puede aumentar costos de transporte, pérdidas poscosecha y tiempo para acceder a salud, educación y mercados. Aunque el instrumento no midió distancia ni estacionalidad, la distribución observada ayuda a explicar por qué la dimensión económica puede ser positiva y, al mismo tiempo, coexistir con baja autogestión y acceso limitado a servicios. El desarrollo rural sostenible exige coordinación entre infraestructura, servicios, producción y conservación, tal como plantea el enfoque territorial del Biograma [12].

La tenencia muestra otra fuente de heterogeneidad. El título individual alcanzó 52 % en café y 63 % en granadilla, mientras que arrendamiento, título comunal y ausencia de título conformaron el resto. La falta de título o los contratos de duración limitada pueden desalentar inversiones de largo plazo en terrazas, barreras vivas, sistemas agroforestales o instalaciones de tratamiento. A la vez, el título comunal no debe interpretarse automáticamente como inseguridad: responde a regímenes colectivos con funciones culturales y territoriales. Las políticas deben reconocer esa diversidad y evitar que la formalización individual debilite derechos comunales Yánesha.

El índice ambiental de 2,9 convirtió a la granadilla en el sistema más vulnerable. El cultivo se desarrolla con frecuencia en laderas y estructuras de tutorado; el estudio local describe que puede coexistir con café o árboles y que la adaptación social es una fortaleza [19]. Sin embargo, la apertura de nuevas áreas, la dependencia de agroquímicos y la erosión reportadas en la encuesta indican que la expansión sin planificación puede erosionar la base natural que sostiene su rentabilidad. Las medidas prioritarias incluyen selección de sitios según pendiente y capacidad de uso, cobertura permanente, barreras vivas, drenaje, manejo integrado de plagas, fertilización basada en análisis y protección de franjas ribereñas.

En café, el índice ambiental de 4,3 fue superior, pero no representa ausencia de riesgo. La literatura muestra que la estructura productiva importa: los cafetales bajo sombra pueden conservar más biodiversidad que plantaciones simplificadas [21], y el manejo diversificado de árboles ofrece servicios de regulación, carbono y fertilidad [22]. Los sistemas sombreados también pueden combinar conservación y rentabilidad bajo ciertas condiciones [23] [33]. En Oxapampa, mantener árboles nativos, estratos diferenciados y conectividad con remanentes boscosos es especialmente relevante por la condición de reserva de biósfera [14] [15]. La intensificación debería evaluarse no solo por el aumento inmediato del rendimiento, sino por sus efectos sobre suelo, agua, microclima y dependencia de insumos.

La diversificación constituye una estrategia transversal para ambos cultivos. Los diseños agroecológicos reducen la exposición a una sola fuente de ingreso, favorecen funciones ecosistémicas y pueden aumentar resiliencia climática [24]. Para café, los árboles de sombra moderan temperaturas extremas y aportan productos adicionales; para granadilla, la combinación con cobertura, especies perennes y rotaciones puede reducir suelo desnudo y presión de expansión. Sin embargo, diversificar no significa añadir especies sin

diseño. Es necesario ajustar densidad, competencia por luz y agua, requerimientos sanitarios y calendario de trabajo a cada zona y finca.

El cambio climático refuerza la urgencia de estas medidas. Las revisiones sistemáticas informan riesgos para rendimiento, calidad, plagas y aptitud territorial del café [25] [26]. Las proyecciones para *C. arabica* anticipan desplazamientos de zonas adecuadas y respuestas regionalmente desiguales [27]. Aunque este estudio no midió clima, la adaptabilidad forma parte de MESMIS y debe incorporarse en futuros monitoreos mediante registros de temperatura, precipitación, eventos extremos, incidencia de plagas y variación productiva. Los sistemas con árboles pueden almacenar más carbono y reducir la huella neta respecto de monocultivos, siempre que no provengan de deforestación reciente [28].

El manejo poscosecha es otro punto crítico del café. La descarga de aguas mieles y residuos orgánicos hacia cursos de agua combina pérdida de recursos con contaminación. La evidencia muestra que pulpa y cascarilla pueden utilizarse en compostaje, fermentación y producción de insumos o compuestos de valor [29] [30]. A su vez, los efluentes del beneficio húmedo pueden deteriorar de forma significativa la calidad del agua cuando se vierten sin tratamiento [31]. Para Oxapampa se requieren módulos de bajo costo que reduzcan el consumo de agua, separen sólidos, controlen pH y carga orgánica y permitan aprovechar subproductos. Las iniciativas locales de caficultura de residuo cero y economía circular muestran una dirección aplicable [42], pero su escalamiento debe acompañarse de evaluación técnica y económica.

La coincidencia con otros estudios de Oxapampa fortalece la interpretación territorial. Los fundos cafetaleros analizados recientemente exhiben diferencias internas que justifican intervenciones según tipologías y no recetas únicas [16]. Los sistemas pecuarios provinciales también presentan tensiones entre sostenibilidad económica, social y ambiental [20]. Por su parte, las parcelas de monitoreo de la reserva de biósfera ofrecen una base para vincular información de finca con cambios de paisaje [15]. Integrar monitoreo productivo, cobertura del suelo, calidad de agua y variables sociales permitiría observar tendencias que una encuesta transversal no capta.

El estudio aporta una línea de base comparable para dos cultivos prevalentes con un mismo marco y un instrumento de 38 indicadores. La validación por expertos y el alfa de Cronbach respaldan la pertinencia y consistencia interna iniciales [40] [41]. Asimismo, la presentación desagregada evita que el índice global oculte carencias. Estas fortalezas permiten orientar prioridades: saneamiento, agua segura, caminos, asociatividad, asistencia técnica, igualdad salarial, conservación de suelos, sistemas agroforestales y tratamiento de residuos.

Deben reconocerse varias limitaciones. Primero, el diseño transversal describe 2023 y no demuestra cambios, causalidad ni resiliencia efectiva ante perturbaciones. Segundo, la información fue autodeclarada y puede estar afectada por recuerdo o deseabilidad social. Tercero, el documento fuente no incluyó la base individual, la asignación muestral por cultivo y distrito, las ponderaciones completas ni intervalos de incertidumbre, lo que impidió recalcular índices o realizar contrastes inferenciales. Cuarto, la variable electricidad de granadilla contiene una inconsistencia de codificación. Quinto, la referencia temporal de algunas condiciones territoriales debe actualizarse antes de generalizar los resultados. Sexto, el archivo no consigna aprobación ética institucional. Estas limitaciones no invalidan la descripción, pero aconsejan interpretar los índices como línea de base y completar la documentación antes de la publicación.

Futuros estudios deberían aplicar ciclos repetidos de MESMIS, porque el marco fue concebido como proceso de seguimiento y aprendizaje [9] [10] [11]. Conviene estratificar por distrito, tamaño predial, altitud, sistema de sombra, régimen de tenencia, sexo de la persona responsable y pertenencia asociativa; incorporar mediciones de suelo, agua, biodiversidad, uso de agroquímicos, rendimientos y costos; y documentar la construcción participativa de ponderaciones. La evaluación longitudinal permitiría comprobar si las intervenciones corrigen los puntos críticos o desplazan el problema hacia otra dimensión.

Conclusiones

Los sistemas productivos de café y granadilla de la provincia de Oxapampa fueron moderadamente sostenibles, con índices globales de 4,5 y 4,2, respectivamente. La dimensión económica constituyó la principal fortaleza y fue mayor en granadilla; sin embargo, no compensó las brechas de servicios básicos, organización y equidad laboral. La ausencia de desagüe, el uso de agua de riachuelos o manantiales, la conectividad vial limitada y la baja asociatividad redujeron la sostenibilidad social de ambos cultivos.

La dimensión ambiental distinguió con claridad a los sistemas. El café obtuvo 4,3 y la granadilla 2,9. La situación de la granadilla requiere atención prioritaria por la dependencia de agroquímicos, la expansión hacia áreas no aptas, la erosión y la pérdida de cobertura vegetal. En café, la conservación de la sombra y del suelo y el tratamiento de aguas mieles y subproductos son indispensables para mantener el desempeño observado.

Las acciones deben ser integrales y territorialmente coordinadas. Se recomienda ampliar agua segura y saneamiento rural; fortalecer asociaciones con participación efectiva de mujeres y jóvenes; asegurar igualdad de remuneración; ofrecer asistencia técnica diferenciada; promover cobertura permanente, barreras vivas, sistemas agroforestales y manejo integrado; y aprovechar los residuos del café mediante estrategias de economía circular. La repetición periódica de la evaluación MESMIS permitirá determinar si estas intervenciones mejoran de forma equilibrada la sostenibilidad social, económica y ambiental.

Acerca de

Financiamiento: Los autores declaran que no recibieron financiamiento para esta investigación.

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Certificación ética: La presente investigación, al involucrar a agricultores como participantes, consideró los principios éticos de participación voluntaria, confidencialidad y protección de los datos, garantizando el uso de la información exclusivamente con fines académicos y científicos.

Historia del artículo: Artículo recibido 29 de mayo 2026 | Aceptado 30 de junio 2026 | Publicado 11 de agosto 2026

Referencias

1. World Commission on Environment and Development. *Our common future*. Oxford: Oxford University Press; 1987. https://digitallibrary.un.org/record/139811
2. Martens S, Spaargaren G. The politics of sustainable consumption: the case of the Netherlands. *Sustain Sci Pract Policy*. 2005;1(1):29-42. https://doi.org/10.1080/15487733.2005.11907963
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems (SAFA): guidelines version 3.0*. Rome: FAO; 2014. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i3957e
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The state of food and agriculture 2015: social protection and agriculture: breaking the cycle of rural poverty*. Rome: FAO; 2015. https://doi.org/10.18356/88b78e6f-en
5. Deponti CM, Eckert C, Azambuja JLB. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. *Agroecol Desenvolv Rural Sustentável*. 2002;3(4):44-52.

https://wp.ufpel.edu.br/consagro/2010/11/18/estrategia-para-construcao-de-indicadores-para-avaliacao-de-sustentabilidade/

6. Sarandón SJ, editor. *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*. La Plata: Ediciones Científicas Americanas; 2002. https://books.google.com/books?id=jp6jPgAACAAJ

7. Sarandón SJ, Flores CC. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*. 2009;4:19-28. https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131

8. Masera O, Astier M, López-Ridaura S. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS*. México, D.F.: Mundi-Prensa, GIRA, Instituto de Ecología-UNAM; 1999. https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=311181

9. López-Ridaura S, Masera O, Astier M. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems: the MESMIS framework. *Ecol Indic*. 2002;2(1-2):135-48. https://doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00043-2

10. Speelman EN, López-Ridaura S, Colomer NA, Astier M, Masera OR. Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. *Int J Sustain Dev World Ecol*. 2007;14(4):345-61. https://doi.org/10.1080/13504500709469735

11. Astier M, García-Barrios L, Galván-Miyoshi Y, González-Esquivel CE, Masera OR. Assessing the sustainability of small farmer natural resource management systems: a critical analysis of the MESMIS program (1995-2010). *Ecol Soc*. 2012;17(3):25. https://doi.org/10.5751/ES-04910-170325

12. Sepúlveda S. *Biograma: metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; 2008. https://repositorio.iica.int/items/932758a5-b64f-4ede-880e-2dfa4af17fbb

13. Ministerio de Agricultura y Riego. *Plan Estratégico Sectorial Multianual (PESEM) 2015-2021 del Sector Agricultura y Riego*. Lima: MINAGRI; 2015. https://www.gob.pe/institucion/inia/informes-publicaciones/462435-plan-estrategico-sectorial-multianual-2015-2021

14. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Oxapampa-Ashaninka-Yanesha Biosphere Reserve, Peru. Paris: UNESCO. https://www.unesco.org/en/mab/oxapampa-ashaninka-yanesha

15. Hernández-Castán J, Mattos-Olivarra J, Mendoza-Caballero W. Parcelas de monitoreo en el paisaje productivo de la reserva de biósfera Oxapampa Ashaninka Yanesha del Perú. *Biotempo*. 2025;22(1):75-89. https://doi.org/10.31381/biotempo.v22i1.7336

16. Acosta Trinidad LT, Huerta Cecilio ND, Acosta Huamán GC, Céspedes Ratto JB, Cabello Sacramento PJ, Arizapana Soto N. Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de 42 fundos de cafeto en Oxapampa, Pasco, Perú. *Rev Alfa*. 2026;10(28):185-99. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v10i28.427

17. Pérez Romero LF. *Sostenibilidad de unidades productivas convencionales de café y cacao en una cuenca de Río Negro, Satipo* (tesis de maestría en Internet). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2015. http://hdl.handle.net/20.500.12894/322

18. Romero Simón EM. *Sostenibilidad de la agricultura familiar: el caso del cultivo de granadilla (Passiflora ligularis Juss.) en la provincia de Oxapampa, Pasco, Perú* (tesis doctoral en Internet). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2019. https://hdl.handle.net/20.500.12996/4111

19. Romero EM, Canto Sáenz M, Jiménez Dávalos JE, Blas Sevillano R, Vargas Winstanley SE, Julca Otiniano A. Sostenibilidad social de un sistema productivo familiar con granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en la provincia de Oxapampa, Pasco-Perú. *Agric Soc Desarro*. 2020;17(2):217-32. https://doi.org/10.22231/asyd.v17i2.1343

20. Tongo Pizarro E, Soplín Villacorta H. Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción pecuaria en la provincia de Oxapampa, Pasco, Perú. *Ecol Apl*. 2022;21(1):67-75. https://doi.org/10.21704/rea.v21i1.1876

21. Perfecto I, Rice RA, Greenberg R, Van der Voort ME. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience*. 1996;46(8):598-608. https://doi.org/10.2307/1312989

22. Tscharntke T, Clough Y, Bhagwat SA, Buchori D, Faust H, Hertel D, et al. Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes: a review. *J Appl Ecol*. 2011;48(3):619-29. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01939.x

23. Jezeer RE, Verweij PA, Santos MJ, Boot RGA. Shaded coffee and cocoa: double dividend for biodiversity and small-scale farmers. *Ecol Econ*. 2017;140:136-45. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.04.019

24. Altieri MA, Nicholls CI, Henao A, Lana MA. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agron Sustain Dev*. 2015;35(3):869-90. https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2

25. Bilen C, El Chami D, Mereu V, Trabucco A, Marras S, Spano D. A systematic review on the impacts of climate change on coffee agrosystems. *Plants*. 2023;12(1):102. https://doi.org/10.3390/plants12010102

26. Pham Y, Reardon-Smith K, Mushtaq S, Cockfield G. The impact of climate change and variability on coffee production: a systematic review. *Clim Change*. 2019;156(4):609-30. https://doi.org/10.1007/s10584-019-02538-y

27. Ovalle-Rivera O, Läderach P, Bunn C, Obersteiner M, Schroth G. Projected shifts in *Coffea arabica* suitability among major global producing regions due to climate change. *PLoS One*. 2015;10(4):e0124155. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124155

28. van Rikxoort H, Schroth G, Läderach P, Rodríguez-Sánchez B. Carbon footprints and carbon stocks reveal climate-friendly coffee production. *Agron Sustain Dev*. 2014;34(4):887-97. https://doi.org/10.1007/s13593-014-0223-8

29. Murthy PS, Naidu MM. Sustainable management of coffee industry by-products and value addition: a review. *Resour Conserv Recycl*. 2012;66:45-58. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005

30. Pandey A, Soccol CR, Nigam P, Brand D, Mohan R, Roussos S. Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. *Biochem Eng J*. 2000;6(2):153-62. https://doi.org/10.1016/S1369-703X(00)00084-X

31. Ulsido MD, Geleto MZ, Berego YS. Waste water management in wet coffee processing mills and their impact on the water quality status of Gidabo River and its tributaries, Southern Ethiopia. *Environ Health Insights*. 2024;18:11786302241260953. https://doi.org/10.1177/11786302241260953

32. Bacon CM. Confronting the coffee crisis: can fair trade, organic, and specialty coffees reduce small-scale farmer vulnerability in northern Nicaragua? *World Dev*. 2005;33(3):497-511. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.10.002

33. Gobbi JA. Is biodiversity-friendly coffee financially viable? An analysis of five different coffee production systems in western El Salvador. *Ecol Econ*. 2000;33(2):267-81. https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00147-0

34. Martín Pérez A. *Del rural agrario al rural periurbano: instrumentos de desarrollo rural en la comarca de Torrijos (Toledo)* (tesis doctoral en Internet). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 2016. https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.39545

35. López-Roldán P, Fachelli S. *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Bellaterra: Universitat Autónoma de Barcelona; 2015. https://ddd.uab.cat/record/129382

36. Arias FG. *El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica*. 6.ª ed. Caracas: Episteme; 2012. https://archive.org/details/2012ElProyectoDeInvestigacion

37. Sánchez Carlessi HH, Reyes Romero CA, Mejía Sáenz KB. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Lima: Universidad Ricardo Palma; 2018. https://hdl.handle.net/20.500.14138/1480

38. Valderrama Mendoza S. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta*. 2.ª ed. Lima: Editorial San Marcos; 2013. https://isbn.bnp.gob.pe/catalogo.php?mode=detalle&nt=53643

39. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Ann Intern Med*. 2007;147(8):573-7. https://doi.org/10.7326/0003-4819-147-8-200710160-00010

40. Aiken LR. Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educ Psychol Meas*. 1985;45(1):131-42. https://doi.org/10.1177/0013164485451012

41. Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*. 1951;16(3):297-334. https://doi.org/10.1007/BF02310555

42. Ríos Rosales W. Sostenibilidad ambiental: promueven caficultura de residuo cero con economía circular. *Agencia Peruana de Noticias Andina*. 2026. https://andina.pe/agencia/noticia-sostenibilidad-ambiental-promueven-caficultura-residuo-cero-economia-circular-1077450.aspx