



# Evaluación de la sostenibilidad socioeconómica y ecológica de los sistemas de producción orgánica y convencional del café en la cuenca del Cumbaza

Evaluation of the socioeconomic and ecological sustainability of the organic and conventional production systems of coffee of the cuenca del Cumbaza

Maldonado-Vásquez, Segundo Dario<sup>1</sup>

Alvarado-Ramírez, Jaime Walter<sup>1</sup>

García-Bautista, Aquilino<sup>1</sup>

Arévalo-Gardini, Enrique<sup>2,3</sup>

Ordóñez-Sánchez, Luis Alberto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

<sup>3</sup>Instituto de Cultivos Tropicales, Tarapoto, Perú

**Recibido:** 29 Oct. 2022 | **Aceptado:** 05 Dic. 2022 | **Publicado:** 20 Ene. 2023

**Autor de correspondencia\*:** laordonez@unsm.edu.pe

**Como citar este artículo:** Maldonado-Vásquez, S. D., García-Bautista, A., Ordóñez-Sánchez, L. A., Alvarado-Ramírez, J. W. & Arévalo-Gardini, E. (2023). Evaluación de la sostenibilidad socioeconómica y ecológica de los sistemas de producción orgánica y convencional del café en la cuenca del Cumbaza. *Revista Amazónica de Ciencias Ambientales y Ecológicas*, 2(1), e450.

<https://doi.org/10.51252/reacae.v2i1.e450>

## RESUMEN

En San Martín, el café es uno de los principales productos agrícolas para el mercado mundial; sin embargo, la producción enfrenta problemas y desafíos sociales, ambientales, ecológicos y económicos, que lo colocan en un nivel de alta vulnerabilidad productiva. El objetivo fue evaluar la sostenibilidad socioeconómica y ecológica de los sistemas orgánicos y convencionales del café. Se realizó en la cuenca del río Cumbaza, cordillera escalera, en las comunidades nativas Aviación, Chiricyacu y Chinchivi. Las mediciones de indicadores socioeconómicos fueron realizadas mediante entrevistas semiestructuradas. Se construyeron índices de 0 a 10, para cada indicador, a partir de valores y referencias, los que están relacionados a niveles de sostenibilidad. El sistema de producción orgánica certificada, presentó mayor sostenibilidad económica para los diferentes indicadores: precio, mercado, margen bruto/ha, productividad del trabajo y relación beneficio costo. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para los indicadores: productividad del café, costo de producción y costo unitario. El sistema de producción orgánica certificada mostró mayor sostenibilidad socioeconómica que el sistema convencional, debido principalmente al más alto precio del café.

**Palabras clave:** agricultura tradicional; caficultura sustentable; factores productivos del café

## ABSTRACT

In San Martín, coffee is one of the main agricultural products for the world market; however, production faces social, environmental, ecological and economic problems and challenges, which place it at a level of high productive vulnerability. The objective was to evaluate the socioeconomic and ecological sustainability of organic and conventional coffee systems. It was carried out in the Cumbaza river basin, Escalera mountain range, in the Aviación, Chiricyacu and Chinchivi native communities. The measurements of socioeconomic indicators were carried out through semi-structured interviews. Indices from 0 to 10 were built for each indicator, based on values and references, which are related to levels of sustainability. The certified organic production system presented greater economic sustainability for the different indicators: price, market, gross margin/ha, labor productivity, and cost-benefit ratio. No significant differences were found between the treatments for the indicators: coffee productivity, production cost and unit cost. The certified organic production system showed greater socioeconomic sustainability than the conventional system, mainly due to the higher price of coffee.

**Keywords:** traditional agriculture; sustainable coffee farming; coffee productive factors



## 1. INTRODUCCIÓN

En San Martín, Perú, la producción de café es el uso más representativo del territorio, donde están pequeñas y medianas parcelas de café, generalmente bajo el sistema agroforestal, orgánico y convencional, con sombras de diferentes especies forestales; y, a veces frutícolas. Existe abundante información inexplorada, referente a la producción del café, en los temas socioeconómicos y ecológicos que requiere ser investigada, a fin de fomentar su desarrollo sostenible.

Este problema es relevante, pues el deficiente gobierno de los recursos naturales, está generando el requerimiento de fortalecer los elementos de sostenibilidad, convirtiéndose en un parámetro de valoración que, sea apto de concebir encargos de pericias, que conduzcan a permutas reales en la sustentabilidad social y económica y también ecológica de los sistemas de agricultores orgánicos y convencionales, para tomar decisiones reales en proyectos de desarrollo. La pequeña cuenca del río Cumbaza ostenta un área alrededor de las 57 120 hectáreas. Esta superficie está circundada de espacios urbanos constituidos por Tarapoto, Morales y La Banda de Shilcayo (cerca de 240 mil seres humanos), en consecuencia, ostenta fuerte movimiento social, muy abundante y a la vez delicado (CGMC, 2015).

Hay carencia de ejecución de la gobernabilidad del agua en la cuenca Cumbaza y que, la comisión de los caudales acuáticos posee un nivel de consumación bajo (30 %), yaciendo el elemento financiero de más preocupación, por la ausencia de carácter política de las soberanías para asegurar los recursos de inversiones y expensas periódicas (Gárate Ríos, 2021). Por ejemplo, las chacras de café orgánico en el Alto Mayo (San Martín), son más sostenibles que las de obtención convencional, aunque existen puntos críticos en los que hay requerimiento de atarearse para incrementar la sustentabilidad y convertirla en perdurable en lapsos de tiempo mayores (Rojas Ruiz et al., 2021).

En los últimos 20 años, las fincas cafetaleras y los paisajes de toda la región han sufrido cambios biofísicos rápidos y profundos en respuesta a los bajos precios del café, las condiciones climáticas cambiantes, los brotes graves de patógenos de plantas y otros factores (Harvey et al., 2021). Los agricultores certificados obtienen significativas utilidades, que conducen al incremento general en los ingresos de los hogares a través de estándares de 16 a 22 % (Meemken, 2020). Existe evidencia de una variedad de beneficios sociales, económicos y ambientales de la certificación. Estas certificaciones tienen el potencial de crear valor para los pequeños productores, ya que cierto café certificado conlleva una prima de mercado (Wahyudi et al., 2020).

Los problemas relacionados con los pequeños agricultores en el sector del café, son el acceso limitado al mercado, el capital insuficiente y las organizaciones de agricultores subdesarrolladas (Ibnu et al., 2020). La mayoría de los agricultores no pueden alcanzar el punto de equilibrio, independientemente de su estado de certificación (Dietz et al., 2020). Existe necesidad urgente de una transición global hacia sistemas agrícolas sostenibles y amigables con la vida silvestre que brinden equidad social, económica y resguarden los valores ecosistémicos de los que se aguarda la actividad agraria (Campera et al., 2021), aunque, las fincas a las que se les ha otorgado una certificación interna demuestran una mejor conducta ambiental pero no una mejor conducta social que las fincas no certificadas (Giuliani et al., 2017).

Los problemas que afrontan los caficultores están referidos a los factores bióticos. Se identificaron como importantes, las enfermedades, las plagas de insectos, las especies de malezas y los animales vertebrados. La sequía recurrente, las heladas, el patrón de lluvia fluctuante, la alta humedad, la alta temperatura, la baja humedad, el granizo, las tormentas, el viento y la fertilidad reducida del suelo, se encuentran entre los factores abióticos que afectan la producción de café y que podrían causar una pérdida de rendimiento de hasta el 70% (Tadesse et al., 2020), pues, la valorización y revalorización del SCG (pozos de café gastados) tiene un gran impacto en la sostenibilidad socioeconómica y ambiental. de la industria, hasta la realización de la bioeconomía circular (Gebreyessus, 2022).

La Agricultura Orgánica (OA) es un ejemplo destacado, que ha recibido una atención sustancial de la investigación relacionada con el desempeño agronómico y ambiental (Curran et al., 2020). La relación positiva entre la identidad propia de sostenibilidad y la intención de comprar café con la etiqueta de sostenibilidad fue moderada por el escepticismo sobre el cambio climático (Chen, 2020). Los productores que expanden sus cafetales hacia áreas boscosas tienen mayores niveles de sostenibilidad que aquellos productores que convierten actividades agrícolas en cafetales y productores con ambas transiciones en expansión-conversión cafetalera (Jiménez-Ortega et al., 2022).

Desarrollar un sistema agrícola más razonable y cuidadoso con los humanos y el ecosistema, es fundamental para garantizar el acceso de las generaciones futuras a los recursos naturales. En el caso del café arábica, se ha encontrado la solución. La agrosilvicultura se propone como una estrategia basada en ecosistemas para mitigar y adaptarse al CC. Al menos el 60% del café Arábica se produce en sistemas agroforestales (SAF), que son la forma más sostenible de producir café (Breitler et al., 2022).

Los rendimientos más bajos de los pequeños agricultores podrían abordarse mediante la gestión de los niveles de sombra o mediante esquemas de pagos por servicios ambientales. En comparación con los monocultivos de café y tubérculos, la agrosilvicultura de pino-café proporcionó niveles más altos de servicios de apoyo y regulación; sin embargo, los rendimientos del producto fueron menores (Fitch et al., 2022).

Resulta imperante, presentar la geomorfología y la geografía aplicada como líneas de base en la planificación del uso del suelo para paisajes agrícolas, impulsores socioeconómicos y el rendimiento del café de altura (Quesada-Román et al., 2022). La producción de café de calidad representa el resultado de los esfuerzos de múltiples partes interesadas, y sugieren las intervenciones políticas para mejorar la producción colaborativa de café de calidad mediante el empoderamiento de los grupos de interés en los métodos de emprender disposiciones en la cadena de valor del café, que son importantes para hacer a los medios de vida basados en el café sostenibles y resilientes al cambio climático (Adane & Bewket, 2022).

Existe razón justificada para la ejecución de la presente investigación, pues, los pequeños productores de café de los dos sistemas (convencional y orgánico), conviven en el mismo territorio; sin embargo, los primeros ofrecen férrea resistencia de cambio al otro sistema. Entonces, faltaba ofertar nuevos conocimientos que arguyan y propendan inclinar su decisión de cambio; por ejemplo, los productores orgánicos certificados presentan la gran ventaja de destinar su producción al comercio de exportación, lo cual conlleva a un sobreprecio del café; además, presenta mayor sostenibilidad económica para diferentes indicadores como precio, mercado, margen bruto/ha, productividad del trabajo y relación beneficio costo.

El propósito del estudio fue evaluar la sostenibilidad socioeconómica y ecológica de los sistemas de producción orgánica y convencional del café, en la cuenca del río Cumbaza, distrito de San Roque. El aumento de la conciencia de los consumidores sobre los problemas de sostenibilidad ha llevado a la creciente adopción de estándares voluntarios de sostenibilidad en la agricultura (Winter et al., 2020).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Desarrollamos la investigación en el espacio circundante al río Cumbaza que tiene origen en la Cordillera Escalera en tierras de las comunidades nativas de Aviación, Chiricyacu y Chinchivi. Las fuentes se desplazan hacia el lado suroeste de la cordillera y deposita sus aguas en el río Mayo. El clima es de tipo tropical con rangos de lluvias que van desde 1 280 a 1 853 mm/año. El espacio territorial tiene especial característica por ostentar comportamiento bimodal de lluvia, constituyéndose el período de marzo a abril, el más lluvioso, y el menos lluvioso de julio a agosto. La cuenca está entre las cotas altitudinales de 350 a 1 800 m.s.n.m. Los suelos de los cafetales están ubicados en la sección alta de las pendientes de los cerros. Son ordinariamente de poca profundidad, ácidos y de menor fertilidad. La temperatura oscila entre 18°C a 30°C, dependiendo de la elevación y humedad relativa.

El tipo de investigación es aplicado, de nivel descriptivo, explicativo y correlacional. La población estaba referida a los 150 productores de café del distrito de San Roque de Cumbaza. La muestra fue de 40 caficultores, comprendiendo 20 de café convencional y 20 de café orgánico. Fueron incluidos los productores de la parte media de la micro cuenca; y, excluidos, los residentes de los extremos de la micro cuenca del río Cumbaza. El muestreo fue probabilístico, porque cualquiera de los productores de la parte media de la micro cuenca podría formar parte de los investigados. Las variables fueron económica, social y ecológica. Utilizamos el método científico cuantitativo con análisis inductivo explicativo. Escogimos el inductivo, porque iniciamos con datos particulares para llegar a conclusiones generales. Explicativo, porque nos permitió explorar las variables que intervienen.

Utilizamos la técnica de la observación para obtener información, mediante el uso de escalas de clasificación. Utilizamos el instrumento encuesta con la finalidad de recabar información mediante preguntas desarrolladas en el cuestionario; la entrevista, donde se hizo preguntas del cuestionario y se anotaron en las respuestas. También se usó escalas tipo Likert, constituidas en un conjunto de ítems, bajo la modalidad de afirmaciones con un valor numérico atribuido; el cuestionario, que son directas, obtenidas a través de preguntas en el cuestionario; tabla de registro, instrumento muy valioso donde se consignan aspectos de primera línea que se generan en el campo. Las técnicas de procesamiento y análisis de datos se hicieron en el trabajo de campo, ordenando y codificando datos, tabulación, manejo de tablas estadísticas, figuras, análisis e interpretaciones.

La metodología que empleamos para la estimación de la sostenibilidad de los esquemas de producción de café, considera las siguientes etapas: áreas de evaluación, que incluyen variables económicas, sociales y ecológicas. Descripción del sistema de producción. Selección de indicadores estratégicos como, mediciones y monitoreo, análisis de los resultados, integración de resultados e indicadores y conclusiones. El examen de sostenibilidad toma en cuenta un par de tipologías de la producción de café, orgánico y convencional.

Los indicadores socioeconómicos y ecológicos seleccionados, fueron contrastados con las consultas bibliográficas, tomando en cuenta características de la población y consulta a expertos del cultivo. Hicimos selección de los indicadores que mostraban más confianza; y que, además, ofrecían dúctil medición.

Las mediciones de indicadores socioeconómicos lo realizamos mediante entrevistas semiestructuradas a los caficultores, buscando que las preguntas sean similares a los entrevistados. Las informaciones se obtuvieron en diferentes sectores de la cuenca del río Cumbaza, tanto de agricultores orgánicos como convencionales, en la misma área de producción.

Los indicadores financieros, los calculamos en función a los costos variables (efectivos y no efectivos), ya que hay inestabilidad en dichos rubros. Para el cómputo de los salarios empleados en la producción de café, tomamos en cuenta los costos del total de las tareas de manejo, así como mano de obra de la familia y personal contratado, y se repartió por el valor del jornal.

En relación al presupuesto para la producción de café hecho para los productores, tomamos en cuenta el proceso productivo del cultivo, así como los precios referidos al 2018. Para computar el importe de comercialización del café para el productor, sacamos medias de los costes empleados durante la etapa de mercadeo de la recolección de frutos del mismo año 2018.

Los indicadores ecológicos, fueron obtenidos y medidos en cada una de las parcelas de los productores, mediante procedimientos y muestreos determinados relacionados a cada indicador, espesor de la capa de hojarasca, cobertura muerta del suelo y densidad de lombrices del suelo.

Referente a las mediciones de estos indicadores, desarrollamos muestreo cada 20 metros en cada parcela, con repeticiones de cuatro muestreos por parcela. Utilizamos marcador de 1,00 m x 1,00 m (1 m<sup>2</sup>), donde se cogieron muestras para los indicadores. El grosor de hojarasca lo registramos con regla milimétrica; la cubierta muerta de la superficie estimamos con la observación visual porcentual; la densidad de lombrices

lo registramos zanjando con machete, un hoyo de 12 cm x 12 cm x 2 cm (Dangel, 2020); en el montículo de suelo extraído se contó las lombrices. Los datos los registramos en números de lombrices / m<sup>2</sup>.

Los procesos erosivos han sido observados en cafetales, medidos mediante escala de Likert, los mismos que fueron validadas en el campo. Esta escala es una medida ordinal, asignando valores numéricos de 0-4, a las características de erosión (Barrantes Echavarría, 1999) (Tabla 1). Realizamos dos desplazamientos en diagonal, cruzando la parcela y tomando cinco coordenadas de visualización.

**Tabla 1.**

*Escala Likert para la medición de evidencia de procesos erosivos cuenca del Cumbaza*

Características	Valor
Ausencia de erosión	0
Erosión laminear incipiente	1
Erosión laminar evidente y/o en surcos (raíces de café)	2
Erosión de surcos evidente, evidencia en formas de cárcavas	3
Erosión con formación de cárcavas (mínimo dos cárcavas)	4

Para la evaluación de la sanidad del cafetal, empleamos la sistematización planteada por Staver et al. (2001) que se refiere al recuento de hojas con presencia de enfermedades. Empleamos los mismos cinco puntos de muestreo del cafetal, seccionados para la evidencia de erosión. Las características tomadas en cuenta eran: número de hojas con roya (*Hemileia vatratrix*); número de hojas con mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*); número de hojas con antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*); número de hojas con ojo de gallo (*Mycena citricolor*). Para el cómputo de un indicador único de la salubridad del cafetal, se hizo una clasificación, tomando en cuenta por productor, los horizontes críticos de presencia de cada enfermedad, atribuyendo una apreciación y un respectivo índice (Tabla 2).

**Tabla 2.**

*Categorización de un indicador para la sanidad del café*

Características/Índice	Calificación	
Todas las enfermedades bajo del nivel crítico	Muy bueno	5
Por lo menos 50% de las enfermedades bajo del nivel crítico y los demás dentro del nivel crítico	Bueno	4
Todas las enfermedades dentro el nivel crítico	Regular	3
Por lo menos una enfermedad con nivel de incidencia al nivel críticos	Malo	2
Todas las enfermedades arriba del nivel crítico	Muy malo	1

Obtuvimos la cantidad de experiencias tendientes a la conservación con el desplazamiento y la visualización de los cafetales. Consideramos conocimientos de conservación: el uso del establecimiento de la plantación a curvas de nivel; el empleo de abono verde; la práctica de terrazas; las coberturas viva y muerta del suelo. El indicador uso de pesticidas, lo obtuvimos mediante encuestas semicerradas a los caficultores, registrando el volumen y tipo por año utilizado en la plantación.

Agrupamos las informaciones de los indicadores en una matriz, empleando unidades normalizadas específicas para cada indicador, porque tienen unidades de mediciones diferentes; las cuales, dificultan la comparación directa entre ellos. Determinamos los índices para cada indicador, desde valores, referencias o umbrales. Los umbrales se establecieron a partir del mayor valor encontrado en la muestra, para luego hacer un análisis comparativo entre los dos sistemas de producción. Los índices los tabulamos en escala de 0 – 10, vinculados a nivel de sostenibilidad para cada indicador por productor (Mäser & López Ridaura, 1999; Astier & Arnés, 2018) (Tabla 3).

**Tabla 3.***Escala de valorización del nivel de sostenibilidad*

Nivel de índice de sostenibilidad	Representación	Valor de sostenibilidad
Sostenible	S	10-8
Potencialmente sostenible	PS	6-8
Medianamente sostenible	MS	4-6
Potencialmente insostenible	PI	2-4
Insostenible	I	0-2

Establecimos media por sistema, considerando índices concebidos por indicador y productor; los que sometimos al análisis de variancia y prueba de Student, realizadas en el Software Minitab- 17, para evaluar las discrepancias entre indicadores en las tres dimensiones de la sostenibilidad (social, económica y ecológica).

Los indicadores se agruparon en sus respectivas dimensiones de sostenibilidad; y luego, se promediaron, creando el índice de sostenibilidad social (IS); índice de sostenibilidad económica (ISE); y, el índice de sostenibilidad ecológica (ISEC), por productor y tratamiento; los que, sometimos a análisis de variancia univariado, para comprobar diferencia entre tratamientos con relación a las tres dimensiones de sostenibilidad (Tabla 4).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Dimensiones económicas

La producción orgánica certificada, exhibe en sus indicadores, mayor sostenibilidad económica: precio, mercado, margen bruto/ha, productividad del trabajo y relación beneficio costo. Los productores orgánicos certificados ostentan significativa ventaja de alcanzar su producto al comercio de exportación, que conlleva obtener mejor precio (Tabla 4).

**Tabla 4.***Comparación de indicadores económicos en dos sistemas de producción de café en la cuenca del Cumbaza*

Indicador	Prueba T	SO (N=20)	Significación	SC (N=20)
Precio	0,000	10,000	Significativo	5,4900
Mercado (escala)	0,000	8,5050	Significativo	3,5450
Margen bruto/ha	0,000	4,5000	Significativo	2,2850
Costo de producción	0,826	5,3700	No significativo	5,4500
Productividad del trabajo	0,000	4,9700	Significativo	2,6000
Productividad del café	0,665	4,2000	No significativo	4,4550
Relación beneficio/costo	0,000	5,4050	Significativo	3,2750
Costo unitario	0,259	5,6666	No significativo	5,2550

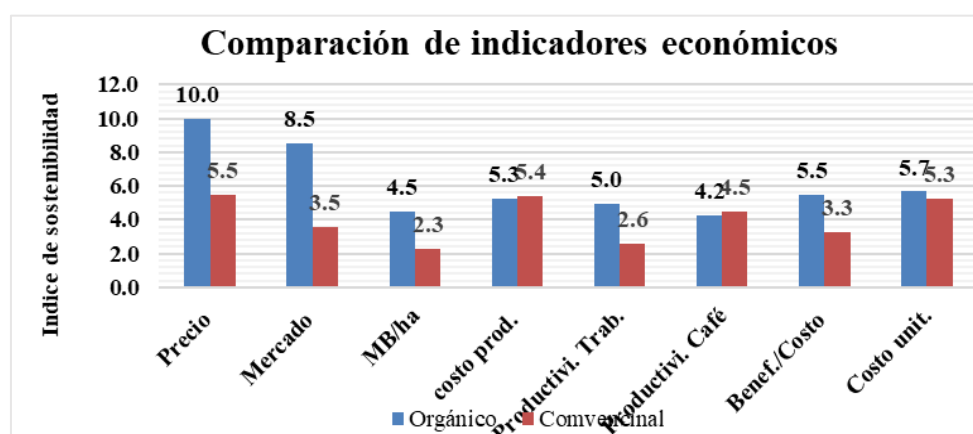
*Nota:* SO= Sistema orgánico, SC= Sistema convencional

El excedente general, como evidencia si el método de obtención de cosechas concibe dividendos con suficiencia que permita abrigar los costos operativos, resultó ser más significativo en el método orgánico, vinculado primariamente al mejor precio y facilidad al comercio, manifestando estabilidad entre los referidos indicadores y con los resultados presentados por Adriano Anaya et al. (2011). Inversamente este indicador simboliza mayor debilidad en el procedimiento de caficultores convencionales. Los productores orgánicos presentaron menor dependencia externa, lo que significa un mayor grado de sostenibilidad. Los productores convencionales hacen que la subordinación de caudales del exterior signifique un alto riesgo para el caficultor, debido a que se incrementan los costos de producción y la fragilidad ante el aumento del precio de insumos. Los caficultores orgánicos, mostraron menor monto del costo total de producción que los productores convencionales, debido especialmente al alto coste de agroquímicos empleados en la conducción del cafetal. En cambio, al examinar el indicador MB/ha se comprueba que el coste de

producción no simboliza una dificultad en su producción, debido a que es rentable; sin embargo, subsiste luego una potencial amenaza, cuando ocurra una baja fuerte del precio de café, o en el otro caso, se presente notable incremento del precio de las materias sintéticas y/o de la mano de obra.

Hay carencias de divergencias explicativas entre los métodos para los indicadores, rendimiento del café, costo de producción y costo unitario. En cambio, para el indicador productividad del café, el tratamiento de productores convencionales mostró mayor valor que los demás tratamientos, quizá por merecer más intenso manejo de la plantación de café, con el uso de fertilizantes, foliares y pesticidas. Empero, los productores orgánicos certificados también realizaron manejo intenso del cafetal, la cosecha fue menor en comparación a los cafetaleros convencionales.

Con relación al costo unitario, el sistema convencional promedio fue más alto, debido a que muchos productores carecen de capitales económicos para usar en la conducción de la plantación de café, lo que conduce a menores costos en mano de obra que los productores orgánicos, y menores costos con agroquímicos. Sin embargo, esto tiene que estar armonizado con el costo total y los beneficios causados con la producción, son premiados con el elevado rendimiento o un elevado precio en el comercio (Figura 1).



**Figura 1.** Integración de indicadores económicos para los dos sistemas de producción de café

En los ocho indicadores económicos, el esquema de producción orgánica presentó estadísticamente mayor sostenibilidad, en comparación al esquema convencional, precio, mercado, margen bruto, costo de producción, productividad del trabajo y relación beneficio costo. Existe coincidencia de los agricultores certificados con la obtención de mayores ganancias, lo que lleva a un aumento general en los ingresos de los hogares a través de estándares de 16 a 22 % (Meemken, 2020).

### 3.2. Dimensión social

Los productores de café orgánicos certificados presentaron mejores indicadores de sostenibilidad. Se encuentran diferencias significativas para los indicadores sociales: autoconsumo de producción de café, grado de participación, de consenso social y satisfacción de los productores e institucionalidad (Tabla 5).

**Tabla 5.**

*Comparación de indicadores sociales en dos sistemas de producción de café en la sub cuenca del Cumbaza*

Indicador	Prueba T	SO (N=20)	Significación	SC (N=20)
Autoconsumo	0,005	5,1600	Significativo	3,5050
Consenso social	0,075	6,9800	Significativo	4,2700
Participación	0,979	4,9200	Significativo	1,9050
Grado de satisfacción	0,051	6,6800	Significativo	5,9600
Institucionalidad	0,000	6,7500	Significativo	5,2800

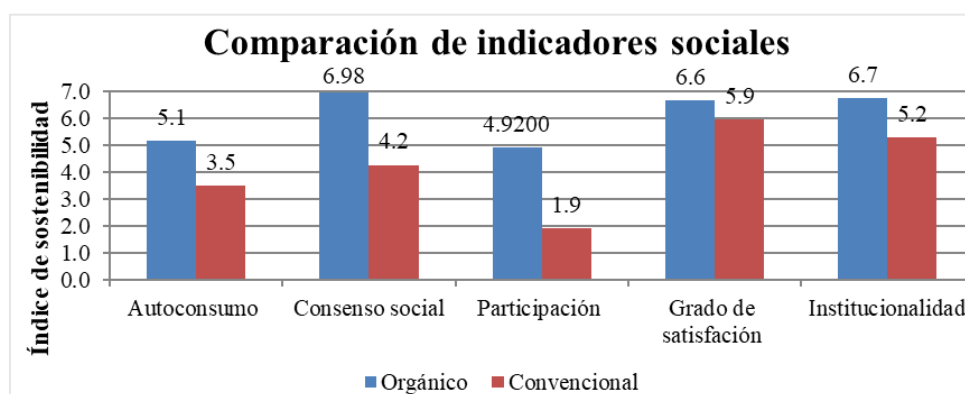
Nota: SO= Sistema orgánico, SC= Sistema convencional

El autoconsumo deja de ser un indicador evidente de sostenibilidad, debido a que este indicador puede ser analizado desde diferentes puntos de vista, por ejemplo, un productor por no tener accesibilidad al mercado puede tener un alto nivel de autoconsumo. Contrariamente el productor no puede consumir nada de la parcela porque le representa mayor rentabilidad decidir expender su cosecha. Si analizamos este indicador desde el punto de vista alimentario, puede existir una vinculación directa entre el nivel de autoconsumo y la sostenibilidad, primordialmente en el método orgánico. En relación al indicador consenso social de caficultores orgánicos certificados, está congruente a la organización constituida por ellos mismos. Los hogares dependientes del café tienen menor diversidad productiva y acceso a mayores ingresos agrícolas, lo que afecta negativamente su alimentación. Comprender los canales de comunicación entre la comercialización agrícola y la nutrición es fundamental, ya que las zonas rurales están cada vez más integradas en los mercados (Van Asselt & Useche, 2022).

El consenso social está relacionado a la responsabilidad social, en organizaciones, como se puede observar en la firmeza dentro del grupo de indicadores. Los cafetaleros orgánicos tienen mayor valor de índice de participación. Cabe indicar que, los productores orgánicos y convencionales, tienen intervención en la colectividad, pero en horizontes disímiles. La intervención, primordialmente en comunidades de café orgánico, podría promover alivios, por tener mejores precios en el mercado internacional. Las organizaciones de productores (OP) en las cadenas de valor orgánicas responden a los incentivos del mercado, mientras que las organizaciones de productores en las cadenas de valor convencionales responden a los incentivos gubernamentales (Groot Kormelinck et al., 2019).

El grado de satisfacción, enuncia la satisfacción del caficultor vinculada a aspectos concernientes a la calidad de vida, llegar a tener infraestructuras (agua, luz, carretera), salud, educación y alimentación, debido a que ambos grupos viven en el área urbana de la sub cuenca del Cumbaza. La producción de café de calidad representa el resultado de los esfuerzos de múltiples partes interesadas, y sugieren que las intervenciones políticas para mejorar la producción colaborativa de café de calidad mediante el empoderamiento de las partes involucradas en los cuestionamientos de toma de decisiones en la cadena de valor del café, son importantes para hacer que los medios de vida basados en el café sostenible y resiliente al cambio climático (Adane & Bewket, 2022).

De los cinco indicadores sociales evaluados, el proceso orgánico mostró estadísticamente elevado nivel de sostenibilidad que el sistema convencional. Los indicadores de autoconsumo, consenso social, participación, grado de satisfacción e institucionalidad, presentaron mayores valores en tendencia de los promedios. Figura 2.



**Figura 2.** Integración de indicadores sociales en los dos sistemas de producción



### 3.3. Dimensión ecológica

Se hallaron discrepancias reveladoras entre los métodos orgánico y convencional, en cada uno de los parámetros establecidos para los indicadores ecológicos, espesor de hojarasca, número de prácticas de conservación, cobertura muerta del suelo, densidad de lombrices, sanidad del cultivo, uso de agroquímicos y erosión (Tabla 6).

**Tabla 6.**

*Comparación de indicadores ecológicos en dos sistemas de producción de café en la cuenca del Cumbaza*

Indicador	Prueba T	SO (N=20)	Significación	SC (N=20)
Espesor de hojarasca	0,2590	5,100	Significativo	3,590
N° de prácticas conservación	0,0000	5,630	Significativo	3,000
Cobertura muerta del suelo	0,0050	7,650	Significativo	6,450
Densidad de lombrices	0,0100	3,515	Significativo	2,640
Sanidad del cultivo	0,0050	7,750	Significativo	6,100
Uso de agroquímicos	0,0442	9,000	Significativo	8,500
Erosión (escala)	0,0670	6,450	Significativo	5,800

*Nota:* SO= Sistema orgánico, SC= Sistema Convencional

El volumen de hojarasca en los suelos de plantaciones de café arrojó significativo en el método orgánico en relación al método convencional. Esta respuesta podría vincularse al desistimiento de aplicación de herbicidas en la plantación, debido a que el producto químico posee acción de quema de la cobertura del suelo (Price, 2012). Cuanto mayor es el grosor de hojarasca sobre el suelo, especialmente de especies de la familia leguminosae (Fabaceae), mayor es la contribución al sustento de su fertilidad, debido al acrecentamiento de la actividad microbiana, la mengua de mermas de nutrientes y de procesos erosivos (Codillo Gutiérrez et al., 2008). Cada planta de sombra tiene un efecto diferente en la cantidad de SOC, TN y pH. El grosor de la hojarasca en el suelo afecta la cantidad de SOC y TN del suelo (Khotimah et al., 2022).

El sistema de producción orgánico presentó mayor cobertura muerta en el suelo. La salvaguardia que despliega la cubierta vegetal del suelo, lleva a menor merma del suelo y pequeño volumen de escorrentía, por la interrupción de la precipitación, que empequeñece el golpe de las gotas de lluvia y proporciona la filtración en el suelo (Rosas Arellano et al., 2008). El grosor de hojarasca y el porcentaje de cobertura del suelo, son factores apreciables en la conducción del cafetal, para el sustento de la producción del suelo y la sostenibilidad productiva a largo plazo. La producción de café está limitada por la baja fertilidad del suelo y la falta de mantillo orgánico (Bucagu et al., 2013). La aplicación de mantillo resultó en reducciones significativas en la densidad aparente del suelo y el potencial de erosión (Pb 0,001) y aumentos significativos en el carbono orgánico del suelo y la estabilidad de los agregados húmedos (Pb 0,001) (Nzeyimana et al., 2017).

Para el indicador densidad de lombrices, entre el orgánicos y el sistema convencional, el sistema orgánico mostró mayor nivel de sostenibilidad. Resultados similares se reportaron por Hole et al. (2005), en donde se imputa a los abonos orgánicos, cobertura del suelo y no aplicación de herbicidas, siendo los trascendentales elementos que ayudan a la mayor cantidad de lombrices en la administración orgánica. La mayor cantidad de vermes en el suelo involucra progreso de las propiedades de la sostenibilidad, productividad y estabilidad, ya que socorren a conservar la capacidad productiva y el equilibrio emprendedor del agro ecosistema (Masera & López Ridaura, 1999). La merma vinculada de la profusión y multiplicidad de vermes, así como de otros elementos de la fauna edáfica, transporta infaliblemente a detrimento de situaciones significativas del hábitat suelo, como por ejemplo la desintegración de la materia orgánica, el ciclaje de nutrientes, la ordenación de la estructura y microclima del suelo, las cuales determinan la fertilidad y el mantenimiento de la capacidad productiva del suelo (Giller et al., 1997). Los agricultores tienen poco conocimiento explícito de las actividades de las lombrices y su relación con la hojarasca como fuente de alimento. El conocimiento de los agricultores sobre los servicios ecosistémicos

proporcionados por las lombrices de tierra puede enriquecer la literatura científica actual y desencadenar un diálogo bidireccional con declaraciones resultantes (Mardiani et al., 2022).

De los indicadores ecológicos valuados, el procedimiento orgánico exhibió una media de valor significativamente mayor que, el método convencional, lo que nos indica un mayor nivel de sostenibilidad ecológica. En general, el método orgánico ostentó, en la propensión de las medias de los índices, valores más altos hacia la sostenibilidad.

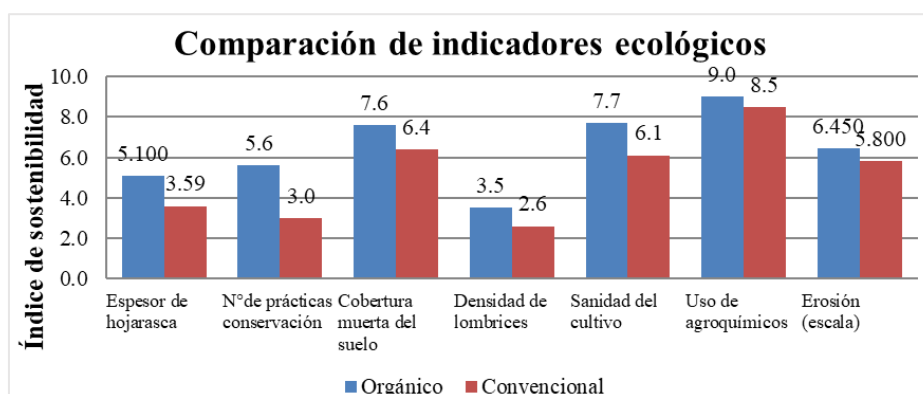
El método orgánico, exteriorizó mayor sostenibilidad que el procedimiento de producción convencional en el uso de herbicidas y pesticidas, existiendo discrepancias significativas entre los sistemas de producción de café.

El uso de pesticidas y herbicidas ayuda vigorosamente a la contaminación del suelo, agua, disminuyendo la biodiversidad, la calidad del café y la sostenibilidad agrícola. La aplicación de pesticidas para mejorar la producción agrícola tiene serias implicaciones ambientales y para la salud humana. Su aplicación ineficiente y no reglamentada es una de las principales razones de su contaminación en el suelo, el agua y los sistemas alimentarios (Rasool et al., 2022). Idealmente, un plaguicida debe ser letal para las plagas objetivo, pero no para las especies no objetivo, incluido el hombre (Aktar et al., 2009). Se abren caminos alternativos al uso intensivo de productos químicos para la protección de cultivos, como los organismos genéticamente modificados, la agricultura orgánica, el cambio de hábitos dietéticos y el desarrollo de tecnologías alimentarias (Carvalho, 2017).

Las especies complementarias, asociadas en el cafetal, conllevan a conocer acerca de la diversidad de aves a través de mosaicos de paisajes simulados de café al sol, café a la sombra y bosques para comparar los enfoques de conservación de tierras compartidas, de conservación de tierras y de híbridos (Valente et al., 2022). El paradigma de conservación dominante en las regiones cafetaleras tropicales implica compartir la tierra, en el que los árboles de sombra amigables con la vida silvestre se integran en las plantaciones (Eurasia Review, 2022). Los sistemas agroforestales tienen la sombra, un factor muy polémico para la producción de café en términos de reducción potencial del rendimiento, así como necesidades de manejo adicionales e interacciones entre los árboles de sombra y las plagas y enfermedades (Koutouleas et al., 2022).

En el sistema orgánico, hay una cifra significativamente mayor de experiencias de conducción de conservación del suelo. Varias prácticas de manejo del suelo que promueven un uso más racional del agua, la labranza profunda combinada con enmiendas de cal, yeso y fertilizantes conducen a un aumento en la profundidad efectiva de las raíces del café, lo que reduce el estrés hídrico (Montoani Silva et al., 2020).

Las pericias conservacionistas esgrimidas por los trabajadores orgánicos son cubierta muerta del suelo, abono orgánico, cubierta viva. Cuanto mayor es el uso de experiencias de conducción conservacionista, mayor es la predisposición de permanencia y sostenibilidad ecológica del agro ecosistema. El mayor uso de habilidades de conservación puede influenciar también en los otros indicadores ecológicos encontrados, pues los productores orgánicos presentaron mayores valores de índices, así como una mejor propensión de sostenibilidad (Figura 3).



**Figura 3.** Integración de los indicadores ecológicos para los dos sistemas de producción de café orgánico y convencional en la cuenca del río Cumbaza

De los 20 indicadores que utilizamos en el análisis, el método orgánico exteriorizó mayores valores de sostenibilidad. Las fincas con certificación interna demuestran una mejor conducta ambiental pero no una mejor conducta social que las fincas no certificadas (Giuliani et al., 2017).

La Agricultura Orgánica (OA) es un ejemplo destacado, que ha recibido una atención sustancial de la investigación relacionada con el desempeño agronómico y ambiental (Curran et al., 2020). Al menos el 60% del café Arábica se produce en sistemas agroforestales (SAF), que son la forma más sostenible de producir café (Breitler et al., 2022).

#### 4. CONCLUSIONES

Como producto de los dos sistemas estudiados, el sistema de producción orgánica certificada mostró mayor sostenibilidad socioeconómica que el procedimiento convencional, debido principalmente al más alto precio del café, coligado al acceso al mercado internacional.

Los productores orgánicos certificados también exhibieron mayor sostenibilidad ecológica y social que los caficultores convencionales, debido principalmente al uso de prácticas de conservaciones utilizadas en la conducción del cafetal, las que fueron significativamente mayores en los productores orgánicos, comparados con los del sistema convencional.

#### FINANCIAMIENTO

El trabajo recibió financiamiento de la Universidad Nacional de San Martín mediante Resolución N° 296-201-UNSM/CU-R/NLU (2 de mayo de 2018).

#### CONFLICTO DE INTERESES

El artículo no presenta conflicto de intereses.

#### AGRADECIMIENTO

Los investigadores, hacen llegar su sincero agradecimiento a los caficultores de Perú, en especial de San Martín y de la micro cuenca del río Cumbaza. También a las autoridades de la Universidad Nacional de San Martín, por su apoyo en la gestión y en el financiamiento de ejecución de la presente investigación.

#### CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Maldonado-Vásquez, S. D.: Conceptualización, adquisición de fondos, administración del proyecto, recursos, software

García-Bautista, A.: Curación de datos, análisis formal  
 Maldonado-Vásquez, S. D., Ordóñez-Sánchez, L. A., Alvarado-Ramírez, J. W. y Arévalo-Gardini. E.: Investigación  
 García-Bautista, A. y Maldonado-Vásquez, S. D.: Metodología  
 Ordóñez-Sánchez, L. A.: Supervisión  
 García-Bautista, A. y Alvarado Ramírez, J. W.: Validación  
 Maldonado-Vásquez, S. D., Ordóñez-Sánchez, L. A., Alvarado-Ramírez, J. W.: Redacción (borrador)  
 Arévalo-Gardini. E., García-Bautista, A. y Maldonado-Vásquez, S. D., Ordóñez-Sánchez, L. A.: Redacción (revisión y edición)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adane, A., & Bewket, W. (2022). Assessment of stakeholders' roles and linkages in quality coffee production in Yirgacheffe District, southern Ethiopia: Implications for local adaptation to climate change. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, 76(3), 164–176. <https://doi.org/10.1080/00291951.2022.2079559>
- Adriano Anaya, M. de L., Jarquín Gálvez, R., Hernández Ramos, C., Salvador Figueroa, M., & Monreal Vargas, C. T. (2011). Biofertilización De Café Orgánico En Etapa De Vivero En Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(3), 417–431. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-09342011000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342011000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Aktar, W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7>
- Astier, M., & Arnés, E. (2018). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS* (1st ed.). Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental.
- Barrantes Echavarría, R. (1999). *Investigación: un camino al conocimiento un enfoque cualitativo y cuantitativo* (1st ed.). EUNED.
- Breitler, J.-C., Etienne, H., Léran, S., Marie, L., & Bertrand, B. (2022). Description of an Arabica Coffee Ideotype for Agroforestry Cropping Systems: A Guideline for Breeding More Resilient New Varieties. *Plants*, 11(16), 2133. <https://doi.org/10.3390/plants11162133>
- Bucagu, C., Vanlauwe, B., & Giller, K. E. (2013). Managing Tephrosia mulch and fertilizer to enhance coffee productivity on smallholder farms in the Eastern African Highlands. *European Journal of Agronomy*, 48, 19–29. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.02.005>
- Campera, M., Budiadi, B., Adinda, E., Ahmad, N., Balestri, M., Hedger, K., Imron, M. A., Manson, S., Nijman, V., & Nekarís, K. A. I. (2021). Fostering a Wildlife-Friendly Program for Sustainable Coffee Farming: The Case of Small-Holder Farmers in Indonesia. *Land*, 10(2), 121. <https://doi.org/10.3390/land10020121>
- Carvalho, F. P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. *Food and Energy Security*, 6(2), 48–60. <https://doi.org/10.1002/fes3.108>
- CGMC. (2015). *Microcuenca del río Cumbaza*. El Comité de Gestión de La Microcuenca Del Cumbaza. <http://comitecumbaza.org/cumbaza/>
- Chen, M. (2020). The impacts of perceived moral obligation and sustainability self-identity on sustainability development: A theory of planned behavior purchase intention model of sustainability-labeled coffee and the moderating effect of climate change skepticism. *Business Strategy and the Environment*, 29(6), 2404–2417. <https://doi.org/10.1002/bse.2510>

- Codillo Gutiérrez, J. G., Gómez, L. I. A., & Esquivel, C. E. G. (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia*, 15(46), 51–87.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1405-14352008000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-14352008000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Curran, M., Lazzarini, G., Baumgart, L., Gabel, V., Blockeel, J., Epple, R., Stolze, M., & Schader, C. (2020). Representative Farm-Based Sustainability Assessment of the Organic Sector in Switzerland Using the SMART-Farm Tool. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4.  
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.554362>
- Dangel, G. (2020). Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. *TecnoAgro*, 138, 1–88.  
<http://agroecologiar.com/wp-content/uploads/2019/08/Guia-eval-calidad-y-salud-del-suelo.pdf>
- Dietz, T., Estrella Chong, A., Grabs, J., & Kilian, B. (2020). How Effective is Multiple Certification in Improving the Economic Conditions of Smallholder Farmers? Evidence from an Impact Evaluation in Colombia's Coffee Belt. *The Journal of Development Studies*, 56(6), 1141–1160.  
<https://doi.org/10.1080/00220388.2019.1632433>
- Eurasia Review. (2022). *Birds Win In Coffee Landscapes With Forests And Shade Trees*. Eurasia Review News & Analysis. <https://www.eurasiareview.com/09062022-birds-win-in-coffee-landscapes-with-forests-and-shade-trees/>
- Fitch, A., Rowe, R. L., McNamara, N. P., Prayogo, C., Ishaq, R. M., Prasetyo, R. D., Mitchell, Z., Oakley, S., & Jones, L. (2022). The Coffee Compromise: Is Agricultural Expansion into Tree Plantations a Sustainable Option? *Sustainability*, 14(5), 3019. <https://doi.org/10.3390/su14053019>
- Gárate Ríos, J. (2021). *Modelo de gobernanza de los recursos hídricos cuenca río Cumbaza, Provincias de San Martín y Lamas - 2021* [Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/81205>
- Gebreeyessus, G. D. (2022). Towards the sustainable and circular bioeconomy: Insights on spent coffee grounds valorization. *Science of The Total Environment*, 833, 155113.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155113>
- Giller, K. E., Beare, M. H., Lavelle, P., Izac, A.-M. N., & Swift, M. J. (1997). Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology*, 6(1), 3–16.  
[https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(96\)00149-7](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(96)00149-7)
- Giuliani, E., Ciravegna, L., Vezzulli, A., & Kilian, B. (2017). Decoupling Standards from Practice: The Impact of In-House Certifications on Coffee Farms' Environmental and Social Conduct. *World Development*, 96, 294–314. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.03.013>
- Groot Kormelinck, A., Bijman, J., & Trienekens, J. (2019). Characterizing Producer Organizations: The case of organic versus conventional vegetables in Uruguay. *Journal of Rural Studies*, 69, 65–75.  
<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.04.012>
- Harvey, C. A., Pritts, A. A., Zwetsloot, M. J., Jansen, K., Pulleman, M. M., Armbrecht, I., Avelino, J., Barrera, J. F., Bunn, C., García, J. H., Isaza, C., Muñoz-Ucros, J., Pérez-Alemán, C. J., Rahn, E., Robiglio, V., Somarriba, E., & Valencia, V. (2021). Transformation of coffee-growing landscapes across Latin America. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(5), 62.  
<https://doi.org/10.1007/s13593-021-00712-0>
- Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., & Evans, A. D. (2005). Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122(1), 113–130.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.07.018>
- Ibnu, M., Offermans, A., & Glasbergen, P. (2020). Toward a more sustainable coffee production. *Pelita*

- Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)*, 35(3), 212–229.  
<https://doi.org/10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v35i3.361>
- Jiménez-Ortega, A. D., Aguilar Ibarra, A., Galeana-Pizaña, J. M., & Núñez, J. M. (2022). Changes over Time Matter: A Cycle of Participatory Sustainability Assessment of Organic Coffee in Chiapas, Mexico. *Sustainability*, 14(4), 2012. <https://doi.org/10.3390/su14042012>
- Khotimah, K., Suratno, Asyiah, I. N., & Haryadi, S. (2022). Analysis Of The Effect Of Leaf Litter Thickness On Soil Organic Carbon And Total Nitrogen In Coffee Plantations With Different Shade Plants In East Java, Indonesia. *Journal of Positive School Psychology*, 6(6), 2595–2603.  
<https://www.journalppw.com/index.php/jpsp/article/view/7663/5010>
- Koutouleas, A., Sarzynski, T., Bordeaux, M., Bosselmann, A. S., Campa, C., Etienne, H., Turreira-García, N., Rigal, C., Vaast, P., Ramalho, J. C., Marraccini, P., & Ræbild, A. (2022). Shaded-Coffee: A Nature-Based Strategy for Coffee Production Under Climate Change? A Review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.877476>
- Mardiani, M. O., Kusumawati, I. A., Purnamasari, E., Prayogo, C., Van Noordwijk, M., & Hairiah, K. (2022). Local ecological knowledge of coffee agroforestry farmers on earthworms and their relation to soil quality in East Java (Indonesia). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(7).  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d230705>
- Masera, O., & López Ridaura, S. (1999). *Sustentabilidad y sistemas campesinos. cinco exper: cinco experiencias de evaluación en el México rural* (2nd ed.). Ediciones Mundi-Prensa.
- Meemken, E.-M. (2020). Do smallholder farmers benefit from sustainability standards? A systematic review and meta-analysis. *Global Food Security*, 26, 100373.  
<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100373>
- Montoani Silva, B., César de Oliveira, G., Evaldo Serafim, M., Eloize Carducci, C., Andressa da Silva, É., Martins Barbosa, S., Beatriz Batista de Melo, L., Junior Reis dos Santos, W., Henrique Pereira Reis, T., Henrique Caputo de Oliveira, C., & Tácito Gontijo Guimarães, P. (2020). Soil Management and Water-Use Efficiency in Brazilian Coffee Crops. In *Coffee - Production and Research*. IntechOpen.  
<https://doi.org/10.5772/intechopen.89558>
- Nzeyimana, I., Hartemink, A. E., Ritsema, C., Stroosnijder, L., Lwanga, E. H., & Geissen, V. (2017). Mulching as a strategy to improve soil properties and reduce soil erodibility in coffee farming systems of Rwanda. *CATENA*, 149, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.08.034>
- Price, A. (2012). *Weed Control* (1st ed.). BoD – Books on Demand.
- Quesada-Román, A., Quirós-Arias, L., & Zamora-Pereira, J. C. (2022). Interactions between Geomorphology and Production Chain of High-Quality Coffee in Costa Rica. *Sustainability*, 14(9), 5265.  
<https://doi.org/10.3390/su14095265>
- Rasool, S., Rasool, T., & Gani, K. M. (2022). A review of interactions of pesticides within various interfaces of intrinsic and organic residue amended soil environment. *Chemical Engineering Journal Advances*, 11, 100301. <https://doi.org/10.1016/j.ceja.2022.100301>
- Rojas Ruiz, R., Alvarado Huamán, L., Borjas Ventura, R., Carbonell Torres, E., Castro Cepero, V., & Julca Otiniano, A. (2021). Sustentabilidad en fincas productoras de café (*Coffea arabica* L.) convencional y orgánica en el Valle del Alto Mayo, Región San Martín, Perú. *RIVAR*, 8(23), 1–13.  
<https://doi.org/10.35588/rivar.v8i23.4916>
- Rosas Arellano, J., Escamilla Prado, E., & Ruiz Rosado, O. (2008). Relación de los nutrientes del suelo con las características físicas y sensoriales del café orgánico. *Terra Latinoamericana*, 26(4), 1–10.

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792008000400010&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792008000400010&script=sci_arttext)

- Staver, C., Guharay, F., Monterroso, D., & Muschler, R. G. (2001). Designing pest-suppressive multistrata perennial crop systems: shade-grown coffee in Central America. *Agroforestry Systems*, 53, 151–170. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1013372403359>
- Tadesse, T., Tesfaye, B., & Abera, G. (2020). Coffee production constraints and opportunities at major growing districts of southern Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), 1741982. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1741982>
- Valente, J. J., Bennett, R. E., Gómez, C., Bayly, N. J., Rice, R. A., Marra, P. P., Ryder, T. B., & Sillett, T. S. (2022). Land-sparing and land-sharing provide complementary benefits for conserving avian biodiversity in coffee-growing landscapes. *Biological Conservation*, 270, 109568. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109568>
- Van Asselt, J., & Useche, P. (2022). Agricultural commercialization and nutrition evidence from smallholder coffee farmers. *World Development*, 159, 106021. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.106021>
- Wahyudi, A., Wulandari, S., Aunillah, A., & Alouw, J. C. (2020). Sustainability certification as a pillar to promote Indonesian coffee competitiveness. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 418(1), 012009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/418/1/012009>
- Winter, E., Marton, S. M. R. R., Baumgart, L., Curran, M., Stolze, M., & Schader, C. (2020). Evaluating the Sustainability Performance of Typical Conventional and Certified Coffee Production Systems in Brazil and Ethiopia Based on Expert Judgements. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00049>