

Análisis de la cadena productiva de café

Analysis of the coffee production chain

Guzmán Mendoza Rojas ^a 

✉ guzmanmendozarojas@gmail.com

^a Universidad César Vallejo. Chiclayo, Perú

Palabras clave:

Cadena productiva; Café peruano; Competitividad; Postcosecha; Sostenibilidad

Keywords:

Competitiveness; Peruvian coffee; Production chain; Post-harvest; Sustainability.

Cómo citar:

Mendoza Rojas G. Análisis de la cadena productiva de café. ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias. 2026; 10 (30).
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v10i30.506>

Resumen

Contexto: La cadena productiva del café genera empleo, ingresos y desarrollo rural, impulsa economías locales y preserva tradiciones culturales y ambientales. **Objetivo:** Analizar la cadena productiva del café en el Perú, identificando sus principales eslabones, limitaciones estructurales y oportunidades para fortalecer la competitividad, con implicancias para las políticas agrarias, la gestión organizacional y la articulación comercial. **Materiales y métodos:** Revisión sistemática con enfoque cualitativo y diseño descriptivo-documental, orientada por lineamientos del protocolo PRISMA 2020 adaptados al sector agrario. Se consultaron Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc y Dialnet, además de repositorios institucionales oficiales; de 57 registros identificados se incorporaron al análisis 42 fuentes académicas e institucionales publicadas entre 2020 y 2024, complementadas con literatura teórica de referencia. **Resultados:** La producción constituye el principal cuello de botella por la baja productividad, el envejecimiento de los cafetales, la limitada asistencia técnica y la vulnerabilidad frente a plagas y variabilidad climática. Persisten brechas en la infraestructura de postcosecha, en la transformación y en la comercialización, donde la dependencia de intermediarios y el acceso restringido a certificaciones limitan la captura de valor. Se identifican oportunidades en cafés especiales y orgánicos, certificaciones de sostenibilidad, trazabilidad tecnológica y fortalecimiento cooperativo. **Conclusión:** La competitividad del café peruano requiere intervenciones integrales en tecnificación, renovación de cafetales, infraestructura y organización, articuladas mediante políticas públicas de enfoque integral y territorial.

Abstract

Context: The coffee production chain generates employment, income, and rural development, boosts local economies, and preserves cultural and environmental traditions. **Objective:** To analyze the coffee production chain in Peru, identifying its main links, structural constraints, and opportunities to strengthen competitiveness, with implications for agricultural policies, organizational management, and commercial articulation. **Materials and methods:** A systematic review with a qualitative approach and a descriptive-documentary design was conducted, guided by PRISMA 2020 guidelines adapted to the agricultural sector. Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc, and Dialnet were searched, along with official institutional repositories; of 57 records identified, 42 academic and institutional sources published between 2020 and 2024 were included, complemented by reference theoretical literature. **Results:** Production is the main bottleneck due to low productivity, aging coffee



plantations, limited technical assistance, and vulnerability to pests and climate variability. Significant gaps remain in post-harvest infrastructure, processing, and commercialization, where dependence on intermediaries and restricted access to certifications limit value capture. Opportunities are identified in specialty and organic coffees, sustainability certifications, technological traceability, and cooperative strengthening. **Conclusion:** The competitiveness of Peruvian coffee requires integrated interventions in technological improvement, plantation renewal, infrastructure, and organizational capacity, articulated through public policies with a territorial approach.

Introducción

El Perú se ha consolidado como uno de los principales países productores de café en América Latina y ocupa el noveno lugar mundial en producción y exportación de café convencional, con presencia comercial en 52 mercados internacionales. El sector constituye el sustento de más de 220 mil familias productoras distribuidas en 15 regiones del país, con una superficie cultivada superior a las 427 mil hectáreas, concentrada en Junín, San Martín, Cajamarca, Cusco y Amazonas ⁽¹⁾. En promedio, el 95 % de la producción cafetalera nacional se destina a la exportación, mientras que una fracción minoritaria se orienta al consumo interno ⁽²⁾. La producción se basa casi exclusivamente en café arábica, cultivado bajo sombra en condiciones agroecológicas andino-amazónicas, lo que otorga al grano peruano atributos reconocidos en los mercados internacionales ⁽³⁾. Por su aporte al valor bruto agropecuario y a las divisas, el café continúa siendo el primer producto agrícola tradicional de exportación del país ⁽⁴⁾.

El contexto internacional de la caficultura ha experimentado transformaciones profundas en su organización, su regulación y sus patrones de consumo. La denominada revolución del café desplazó el comercio de un producto homogéneo hacia segmentos diferenciados por calidad, origen y atributos de sostenibilidad, con una concentración creciente del valor agregado en los tramos finales de la cadena ⁽⁵⁾. En paralelo, los precios internacionales han mostrado una alta volatilidad y un repunte reciente asociado a tensiones de oferta global y a la expansión de la demanda ⁽⁶⁾. Esta dinámica ha consolidado una agenda de sostenibilidad impulsada por compradores y consumidores, que exige certificaciones, trazabilidad y estándares sociales y ambientales a lo largo de toda la cadena ^(7,8). En consecuencia, la capacidad de los países productores para responder a estas exigencias condiciona hoy su participación en los mercados de mayor valor.

En el plano conceptual, el análisis de las cadenas agroalimentarias evolucionó desde los enfoques centrados en los flujos físicos y comerciales hacia los marcos de cadena global de valor y de gobernanza, que incorporan las relaciones de poder, la coordinación entre actores y las oportunidades de actualización productiva a lo largo de la cadena ^(9,10). Para el café, esta evolución se tradujo en la identificación de la diferenciación, de la sostenibilidad y de la regulación privada como vectores centrales del funcionamiento contemporáneo del mercado mundial ^(5,7). La proliferación de esquemas voluntarios de certificación y de estándares de sostenibilidad reconfiguró, además, las relaciones entre tostadores, exportadores, cooperativas y productores, con efectos heterogéneos sobre los ingresos y las capacidades locales ^(8,11). Este desarrollo conceptual proporciona el marco necesario para examinar de manera integrada los eslabones de la cadena del café peruano y sus brechas estructurales.

El concepto de cadena productiva comprende el conjunto de actores, procesos, flujos y recursos que transforman un insumo primario en un producto con valor agregado, y constituye una herramienta analítica central para diagnosticar las fuentes de ventaja competitiva ⁽¹²⁾. La literatura sobre cadenas globales de valor añade que la gobernanza entendida como la autoridad ejercida por los actores dominantes para coordinar actividades, determina cómo se distribuyen funciones, ingresos y oportunidades de actualización productiva

entre los eslabones ⁽⁹⁾. Para el caso peruano, se consideran cinco eslabones fundamentales: producción; cosecha y postcosecha; transformación; comercialización; y consumo, cuya eficiencia articulada determina la productividad, la calidad y la capacidad competitiva del producto final ^(4,13).

A pesar de la relevancia del cultivo, persisten limitaciones estructurales documentadas por la evidencia institucional: baja productividad, envejecimiento de cafetales, asistencia técnica insuficiente, mecanización limitada, infraestructura deficiente de beneficio húmedo y seco, y debilidad asociativa ⁽¹³⁾. Estas brechas se agravan por la variabilidad climática, dado que los escenarios proyectados anticipan reducciones significativas de la superficie apta para la caficultura mundial y desplazamientos de las zonas aptas hacia mayores altitudes ^(14,15,16). Asimismo, la roya amarilla del café constituye una amenaza fitosanitaria recurrente que, en su crisis más reciente, redujo de manera considerable la producción de varios países latinoamericanos, incluido el Perú ^(17,18).

En contraste, la caficultura peruana presenta ventajas competitivas asociadas con su diversidad genética y con los atributos organolépticos del grano, verificados incluso en condiciones altoandinas comparables a las de la región fronteriza Perú–Bolivia ⁽¹⁹⁾. A ello se suman el desempeño de los sistemas agroforestales, que combinan productividad con conservación de suelos y biodiversidad ^(20,21), el liderazgo histórico del país en café orgánico ^(22,23), la participación en esquemas de certificación de sostenibilidad ⁽²⁴⁾ y el potencial de la digitalización y de la trazabilidad para diferenciar el producto ^(25,26).

En el plano institucional, el sector cafetalero peruano cuenta con instrumentos de política y de acompañamiento orientados a la tecnificación, a la renovación de cafetales y al fortalecimiento de la gestión empresarial de los productores organizados ⁽²⁷⁾. La evidencia estadística oficial, sistematizada en informes de cadena de suministro y en estudios sectoriales, permite caracterizar el comportamiento de la producción, de los precios y de las exportaciones, y constituye la base para evaluar las brechas de competitividad del grano ^(4,13). No obstante, la articulación entre estos instrumentos y las capacidades efectivas de los productores sigue siendo desigual entre regiones, lo que justifica un análisis integrado de la cadena y no una lectura fragmentada por eslabón.

No obstante, la literatura disponible analiza con frecuencia los eslabones de la cadena de manera fragmentada, y existen pocas síntesis actualizadas que integren, para el caso peruano, la evidencia académica e institucional reciente desde una perspectiva de cadena completa. Frente a esta brecha de conocimiento, el objetivo del presente artículo de revisión es analizar la cadena productiva del café peruano, identificando sus principales desafíos y oportunidades para la competitividad, con implicancias para las políticas agrarias, la gestión organizacional y la articulación comercial.

Materiales y métodos

La investigación correspondió a una revisión sistemática de literatura, con enfoque cualitativo y alcance descriptivo-documental, orientada a sintetizar la evidencia disponible sobre la cadena productiva del café peruano. Como guía de reporte se emplearon los lineamientos de la declaración PRISMA 2020, adaptados al contexto agrario ⁽²⁸⁾. Esta adaptación resultó pertinente porque el corpus está integrado no solo por artículos arbitrados, sino también por informes técnicos y estadísticos de entidades oficiales que documentan el funcionamiento sectorial.

La búsqueda se efectuó en las bases de datos Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc y Dialnet, y se complementó con repositorios institucionales del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, del Ministerio de la Producción y del Servicio Nacional de Sanidad Agraria, así como con el portal de comunicaciones oficiales del Estado peruano. Los descriptores utilizados comprendieron términos en español e inglés: cadena productiva del café, coffee value chain, café peruano, competitividad agrícola, post-harvest technology, asociatividad y

trazabilidad. Los descriptores se combinaron mediante operadores booleanos (AND, OR) para delimitar la búsqueda por eslabón de la cadena. El periodo temporal comprendió las publicaciones de 2020 a 2024; de manera complementaria, se admitieron fuentes teóricas y metodológicas de referencia sin restricción temporal, por su valor para el encuadre conceptual de la cadena de valor y de la gobernanza de las cadenas globales.

Se incluyeron artículos científicos arbitrados, informes técnicos oficiales, notas estadísticas y comunicaciones institucionales publicados en español o inglés, pertenecientes a las disciplinas de agronomía, economía agraria, gestión y comercio agroindustrial, y que aportaran evidencia sobre al menos un eslabón de la cadena o sobre sus factores transversales (clima, sanidad, certificación y organización productiva). Se excluyeron documentos sin respaldo metodológico suficiente, trabajos exclusivamente biológicos o fisiológicos sin implicancias directas sobre la cadena, fuentes de opinión no verificables y registros duplicados o sin acceso verificable al texto completo.

Proceso de selección

La identificación inicial arrojó 57 registros. Tras la eliminación de duplicados, la tamización por título y resumen y la evaluación de elegibilidad según los criterios establecidos, se incorporaron 42 fuentes al análisis final. Las razones principales de exclusión fueron la duplicidad entre bases, la falta de pertinencia temática con los eslabones definidos y la insuficiente calidad metodológica. La evaluación de calidad consideró cuatro dimensiones: pertinencia temática con los eslabones definidos, transparencia metodológica del documento, trazabilidad de los datos utilizados y vigencia institucional de la fuente. En el caso de los artículos científicos se verificó, además, la existencia de revisión por pares declarada por la revista de origen; en el de los documentos institucionales, su publicación en portales oficiales con identificación del área responsable. La matriz de sistematización con las fuentes seleccionadas se conserva como respaldo del proceso y está disponible para consulta mediante solicitud al autor de correspondencia. La Figura 1 presenta el flujograma del proceso de selección, elaborado conforme a los lineamientos PRISMA 2020 (28).

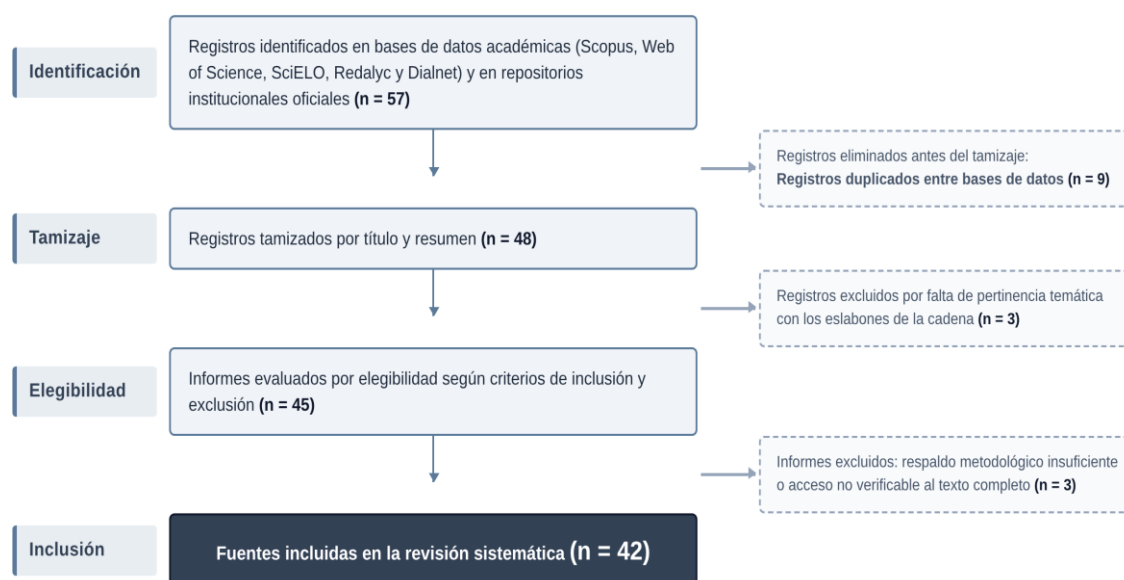


Figura 1. Flujograma del proceso de selección de fuentes conforme a los lineamientos PRISMA 2020

Nota: Elaboración propia con base en los lineamientos PRISMA 2020 (28).

Estrategia de análisis

La información se procesó mediante una síntesis temático-categorial organizada por eslabón de la cadena (producción; cosecha y postcosecha; transformación; comercialización; y consumo), complementada con

categorías transversales: clima y sanidad; certificación y trazabilidad; y organización productiva. Para cada fuente se registraron, en una matriz de sistematización, los datos de identificación, el eslabón abordado, el tipo de documento, el método empleado y los hallazgos principales, lo que permitió comparar la evidencia de manera uniforme. Se realizó una triangulación entre la evidencia académica y la institucional para fortalecer la validez de los hallazgos, priorizando las coincidencias entre fuentes independientes y señalando las divergencias cuando existieron. La comparación sistemática permitió identificar tendencias investigativas, brechas recurrentes y oportunidades estratégicas, cuyos resultados se presentan de forma descriptiva en la sección siguiente.

Resultados

Los resultados se organizan según los eslabones definidos en el método y sus categorías transversales, en coherencia con la síntesis temática realizada. La Tabla 1 muestra la composición del corpus analizado, que combina literatura internacional indexada, estudios nacionales arbitrados y evidencia institucional peruana. La presentación de los hallazgos es descriptiva y se apoya, además, en tres tablas que consolidan la caracterización de los eslabones, las brechas identificadas y las oportunidades estratégicas derivadas de la revisión.

Tabla 1. Composición del corpus analizado según categoría temática

Categoría temática	Referencias del corpus	Aporte principal
Marco conceptual y gobernanza de cadenas	(5,9,11,12,29,10)	Encuadre teórico de la cadena de valor y su gobernanza
Producción, clima y sanidad	(14,15,17,20,30,31,18,16,32,33,21)	Riesgos climáticos y fitosanitarios y respuestas productivas
Postcosecha y calidad	(19,34,35,36,37)	Efectos de la fermentación, el secado y la preparación sobre la calidad de taza
Organización, certificación y comercialización	(24,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50)	Desempeño cooperativo, efectos de la certificación y acceso a mercados
Trazabilidad y tecnologías digitales	(25,26,51)	Potencial de la trazabilidad digital en cadenas agroalimentarias
Evidencia institucional peruana y estadística sectorial	(1,2,3,4,6,13,22,23,27,52)	Estadísticas oficiales, programas públicos y comunicaciones sectoriales
Metodología de revisión	(28)	Guía de reporte PRISMA 2020
Literatura internacional de referencia	(7,8)	Visión de sostenibilidad del sector y regulación privada global
Consumo y comportamiento del consumidor	(53)	Determinantes del consumo y de la compra de café

Nota: Elaboración propia con base en la revisión documental del artículo.

Eslabón de producción

El eslabón de producción constituye el principal punto crítico identificado. La productividad nacional promedio se sitúa entre 12 y 18 quintales por hectárea, un nivel inferior al de los principales países competidores considerados en la revisión. Más del 60 % de los cafetales supera los 15 años de establecimiento, lo que reduce los rendimientos potenciales y eleva la necesidad de renovación varietal ⁽¹³⁾; en ese sentido, la difusión de cultivares mejorados e híbridos adaptados constituye una vía para conciliar productividad, resiliencia fitosanitaria y calidad del grano ⁽³³⁾. La superficie sembrada se mantiene en torno a 425–427 mil hectáreas en 15 regiones, con predominio de pequeños productores ^(1,3). A ello se suman limitaciones de asistencia técnica

y de extensión agraria, un financiamiento restringido y un manejo insuficiente de plagas ⁽¹³⁾; además, las decisiones de manejo de los pequeños productores dependen de sus activos de sustento y de los riesgos percibidos, lo que condiciona la adopción de estrategias de sombra y de uso de insumos ⁽³¹⁾. La evidencia regional indica que la sensibilidad climática de los productores organizados del Amazonas peruano es alta y que su capacidad adaptativa depende de la cohesión organizativa, del acceso a asistencia técnica y de la diversificación productiva ⁽³⁰⁾. En contraste, los sistemas agroforestales cafetaleros de la región amazónica presentan ventajas agronómicas y económicas: mejoran la fertilidad del suelo, contribuyen a la biodiversidad y resultan rentables cuando se articulan con mercados diferenciados ⁽²⁰⁾. Finalmente, los escenarios climáticos globales proyectan pérdidas de aptitud para el café arábica en zonas de baja altitud, lo que refuerza la urgencia de renovación y adaptación ^(14,15).

Eslabón de cosecha y postcosecha

En el eslabón de cosecha y postcosecha se identifica una brecha importante de infraestructura. Cerca del 70 % de los productores carece de sistemas adecuados de beneficio húmedo y de infraestructura de secado estandarizado, situación asociada con fermentaciones inadecuadas, secado deficiente y pérdidas de calidad y volumen ⁽¹³⁾. Estas pérdidas son especialmente relevantes porque la calidad de taza se define, en gran medida, en las etapas posteriores a la cosecha, cuando el potencial del grano puede conservarse o deteriorarse según el manejo ⁽³⁴⁾. La literatura especializada confirma que el control de la fermentación, donde se incluyen las estrategias con inóculos y las fermentaciones lácticas, mejora de manera significativa los atributos sensoriales de la bebida ^(34,35), en coherencia con la relación intrínseca entre la fermentación y el perfil aromático del café descrita por la literatura internacional ⁽³⁷⁾. De igual modo, la técnica de secado influye sobre la calidad de taza, de modo que los protocolos estandarizados y el monitoreo de la humedad resultan determinantes para la consistencia del producto ⁽³⁶⁾. Las experiencias revisadas indican que las organizaciones con infraestructura compartida, protocolos homogéneos y equipos de control de calidad obtienen mejores resultados y mayores probabilidades de acceso a los segmentos especializados, en línea con la evidencia internacional sobre el desempeño de las cooperativas cafetaleras ^(38,39), pues la acción colectiva facilita la adopción de innovaciones, reduce los costos de transacción y mejora el acceso a mercados ^(44,45).

Eslabón de transformación

En la transformación se observan limitaciones de equipamiento, de selección y de control de calidad que se traducen en una consistencia desigual del café pergamino y verde ⁽¹³⁾. La literatura sobre cafés especiales subraya que la consistencia del proceso de transformación es una condición necesaria para sostener en el tiempo los atributos de calidad y diferenciación exigidos por los compradores ⁽⁷⁾. La evaluación de la calidad organoléptica en condiciones altoandinas como la realizada en Puno y La Paz evidencia que el potencial de calidad del grano peruano es alto, pero que su expresión depende de las prácticas de beneficio y de preparación ⁽¹⁹⁾. En consecuencia, la tecnificación de los centros de transformación y la incorporación de equipos de control constituyen oportunidades directas para capturar valor.

Eslabón de comercialización

En la comercialización persiste una fuerte dependencia de intermediarios, acompañada por información limitada sobre precios, baja capacidad de negociación individual y acceso restringido a las certificaciones ⁽¹³⁾. La dinámica internacional de precios refuerza la importancia de contar con información oportuna para las decisiones de venta ⁽⁶⁾. La evidencia empírica sobre certificaciones muestra resultados diferenciados: en Uganda, la certificación de comercio justo se asoció con incrementos de alrededor del 30 % en los estándares de vida de los hogares cafetaleros, mientras que otros esquemas no reportaron efectos significativos ⁽⁴⁰⁾; la evidencia económica sobre el comercio justo confirma, no obstante, que sus beneficios dependen del diseño

del esquema, de los costos de cumplimiento y de las condiciones del mercado ⁽⁴⁸⁾. Las revisiones globales concluyen que los efectos de la certificación son heterogéneos y dependen del contexto, de los costos de cumplimiento y del diseño institucional ^(41,42), y que las primas asociadas a la calidad certificada se transmiten de manera limitada hacia el productor ^(47,50). Para el Perú, el sistema sanitario oficial certificó 193 212 toneladas de café en grano verde durante la campaña 2024, lo que sustenta su presencia en más de 60 países y su liderazgo mundial en café orgánico y convencional ⁽²³⁾. El sector orgánico ha mostrado un crecimiento sostenido en la última década ⁽²²⁾, y las cooperativas certificadas logran mejores condiciones comerciales, fortalecen la trazabilidad y mejoran la gobernanza organizacional ^(38,39); asimismo, la participación en mercados especiales a través de organizaciones colectivas se asocia con precios superiores a los del mercado convencional ⁽⁴⁶⁾. No obstante, la participación en esquemas voluntarios no garantiza por sí sola un mejor desempeño económico, por lo que debe complementarse con estrategias de calidad y de coordinación entre actores ⁽¹¹⁾.

Eslabón de consumo y oportunidades estratégicas

En el eslabón de consumo, la demanda internacional favorece los cafés especiales, orgánicos y de origen, en el marco de una gobernanza de la cadena cada vez más orientada a la sostenibilidad y a la coordinación entre actores ^(5,7,29). Esta tendencia responde a las preferencias de los consumidores, que valoran de manera creciente la calidad, los atributos de salud y la sostenibilidad del producto ⁽⁵³⁾, y se traduce en primas de precio para los atributos verificables de calidad y origen en los segmentos especializados ⁽⁴⁹⁾. El comercio directo y los vínculos con compradores especializados emergen como mecanismos para una distribución más equitativa del valor agregado, aunque exigen capacidades organizativas y de calidad sostenidas por parte de los productores ⁽⁴³⁾. En el plano tecnológico, la trazabilidad digital basada en tecnologías de registro distribuido mejora la transparencia, la auditabilidad y la confianza del comprador, y se perfila como una oportunidad concreta para el café peruano ^(25,26), tal como han documentado las síntesis internacionales sobre tecnologías de registro distribuido en cadenas agroalimentarias ⁽⁵¹⁾. En el plano institucional, programas públicos como AGROIDEAS acompañan la tecnificación, la renovación y la adopción de tecnologías sostenibles de los pequeños productores organizados ⁽²⁷⁾. Estas capacidades empiezan a reflejarse en el desempeño exportador: en 2024, las exportaciones cafetaleras crecieron 33 % y superaron los 1 100 millones de dólares estadounidenses ⁽⁵²⁾.

Tendencias investigativas y enfoques metodológicos

La síntesis del corpus muestra tres tendencias investigativas predominantes. Primero, un interés creciente por los determinantes de la calidad y de la diferenciación como la fermentación, secado y calidad de taza, abordado mediante diseños experimentales y evaluaciones sensoriales ^(19,34,35,36,37). Segundo, una línea consolidada sobre certificaciones, asociatividad y gobernanza, sustentada en estudios de impacto y en revisiones de evidencia ^(38,39,40,41,42,44,45,47,48,50). Tercero, una agenda emergente sobre adaptación climática y agroforestería en territorios cafetaleros ^(14,15,20,30,16,32,21), acompañada por estudios exploratorios sobre trazabilidad digital ^(25,26,51). En cuanto a los enfoques metodológicos predominantes, se observan revisiones sistemáticas y de evidencia, estudios de caso regionales y organizacionales, evaluaciones de impacto con métodos cuasiexperimentales y análisis institucionales basados en estadística oficial ^(4,13,28).

En este sentido, la Tabla 2 muestra los cinco eslabones de la cadena productiva del café peruano, destacando sus actividades principales, las limitaciones más relevantes y las oportunidades identificadas. Se observa que el eslabón de producción es el que presenta mayores desafíos estructurales, como la baja productividad y el envejecimiento de los cafetales, lo que limita la competitividad inicial de la cadena. En contraste, la postcosecha y la transformación enfrentan problemas de infraestructura y estandarización, que afectan directamente la calidad final del grano, un factor clave para acceder a mercados diferenciados. En la comercialización, la dependencia de intermediarios y el limitado acceso a certificaciones reflejan una débil capacidad de negociación por parte de los productores, mientras que el consumo evidencia una tendencia creciente hacia la

demanda de cafés especiales y sostenibles, lo que abre ventanas de oportunidad si se articulan adecuadamente los eslabones previos.

Tabla 2. Caracterización de los principales eslabones de la cadena productiva del café peruano

Eslabón	Principales actividades	Principales limitaciones	Oportunidades identificadas
Producción	Manejo del cultivo, renovación, fertilización y control fitosanitario	Baja productividad, cafetales envejecidos, asistencia técnica limitada y restricciones de financiamiento	Tecnificación, renovación varietal, sistemas agroforestales y extensión agraria
Cosecha y postcosecha	Cosecha selectiva, beneficio húmedo, fermentación y secado	Infraestructura insuficiente y procesos poco estandarizados	Secado controlado, protocolos de fermentación e infraestructura compartida
Transformación	Procesamiento, selección y preparación de café pergamino y verde	Limitaciones de equipamiento y de control de calidad	Centros de transformación tecnificada y control de calidad
Comercialización	Venta, negociación, certificación y acceso a mercados	Dependencia de intermediarios, información limitada y baja certificación	Comercio directo, certificaciones y trazabilidad
Consumo	Demanda nacional e internacional de café convencional y diferenciado	Exigencias crecientes de calidad, sostenibilidad y trazabilidad	Crecimiento de cafés especiales, orgánicos y de origen

Nota: Elaboración propia con base en la revisión documental del artículo.

Por otra parte, en la Tabla 3 se condensan las principales brechas estructurales que afectan la competitividad de la cadena productiva del café peruano, organizadas en seis dimensiones críticas. Se destaca que la productividad (12–18 qq/ha) y la edad de los cafetales (más del 60 % supera los 15 años) son los factores que más limitan el rendimiento agrícola, lo que coloca al Perú en desventaja frente a otros países productores. Estas carencias se agravan por la asistencia técnica insuficiente, que dificulta la adopción de buenas prácticas y tecnologías. En la postcosecha, la falta de infraestructura adecuada afecta a cerca del 70 % de los productores, lo que se traduce en pérdidas de calidad y volumen, impactando directamente la capacidad de acceder a mercados de mayor valor. Por su parte, la comercialización refleja una alta dependencia de intermediarios y limitado acceso a información, lo que reduce el poder de negociación y la captura de valor.

Tabla 3. Principales brechas identificadas en la cadena productiva del café

Dimensión	Evidencia reportada en la revisión	Implicancia para la competitividad
Productividad	12–18 qq/ha en promedio nacional	Menor capacidad productiva frente a países competidores
Edad de cafetales	Más del 60 % supera los 15 años de establecimiento	Menor productividad y necesidad de renovación
Asistencia técnica	Provisión y extensión agraria insuficientes	Dificulta la adopción de tecnologías y buenas prácticas
Postcosecha	Cerca del 70 % de productores carece de beneficio húmedo y secado estandarizados	Pérdidas de calidad y volumen
Comercialización	Alta dependencia de intermediarios e información comercial limitada	Menor capacidad de negociación y captura de valor
Certificación	Acceso limitado a certificaciones orgánicas y de comercio justo	Restricción para ingresar a mercados diferenciados

Nota: Elaboración propia con base en la revisión documental del artículo.

Adicionalmente, la Tabla 4 presenta un conjunto de oportunidades estratégicas y líneas de intervención orientadas a fortalecer la competitividad del café peruano, organizadas por área de aplicación, resultado esperado e indicador de seguimiento sugerido. Se observa que las estrategias están alineadas con los principales eslabones críticos identificados en las tablas anteriores. Por ejemplo, la renovación y tecnificación de cafetales responde directamente a la baja productividad y al envejecimiento de las plantaciones, mientras que la innovación en postcosecha (secado controlado y fermentación estandarizada) ataca las deficiencias que afectan la calidad del grano.

En el plano comercial, las certificaciones de sostenibilidad como Comercio Justo, Alianza para la Selva y Certificado orgánico por el USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), así como la trazabilidad digital emergen como herramientas clave para acceder a mercados diferenciados, mejorar la transparencia y generar confianza con los compradores. Asimismo, la asociatividad y el comercio directo permiten reducir la dependencia de intermediarios y aumentar la captura de valor mediante economías de escala y negociación colectiva. Un aspecto destacable es que cada oportunidad viene acompañada de un indicador de seguimiento concreto (volumen exportado, superficie certificada, lotes con registro digital y otros), lo que facilita la monitorización y evaluación de las intervenciones.

Tabla 4. Oportunidades estratégicas y estrategias de intervención para la competitividad del café peruano

Oportunidad / estrategia	Aplicación en la cadena	Resultado esperado	Indicador de seguimiento sugerido
Cafés especiales y orgánicos	Diferenciación por calidad, origen y sistema productivo	Acceso a segmentos de mayor valor	Volumen y precio exportado en segmentos diferenciados
Certificaciones de sostenibilidad	Fair Trade, Rainforest Alliance, USDA Organic y EU Organic	Mejor posicionamiento y acceso a mercados exigentes	Superficie y volumen certificados
Trazabilidad digital	Registro y seguimiento de procesos desde la producción hasta la comercialización	Mayor transparencia y confianza del comprador	Lotes con registro digital completo
Innovación de postcosecha	Secado monitoreado y fermentación controlada	Mayor consistencia y calidad de taza	Lotes procesados bajo protocolos estandarizados
Asociatividad y comercio directo	Cooperativas, infraestructura compartida y vínculos con compradores especializados	Economías de escala, negociación colectiva y mayor captura de valor	Proporción de ventas directas y organizaciones articuladas
Renovación y tecnificación de cafetales	Renovación varietal, agroforestería y extensión agraria	Mayor productividad y resiliencia climática	Productividad (qq/ha) y superficie renovada

Nota: Elaboración propia con base en la revisión documental del artículo.

Discusión

Los hallazgos convergen con la literatura internacional en que la competitividad del café peruano no depende exclusivamente del incremento de la productividad agrícola, sino de la articulación de todos los eslabones de la cadena y de su gobernanza ^(9,12). Las brechas productivas identificadas como el envejecimiento de plantaciones, asistencia técnica insuficiente y restricciones de inversión, coinciden con el diagnóstico institucional nacional ⁽¹³⁾ y explican la distancia de rendimientos frente a los países competidores. Por ello, las estrategias de renovación y tecnificación deben complementarse con mecanismos de financiamiento y de extensión agraria y con la difusión de germoplasma mejorado ⁽³³⁾, en línea con la evidencia regional sobre la importancia de la organización productiva para la adaptación al cambio climático ^(20,30,32).

Las deficiencias de postcosecha tienen implicancias directas sobre la calidad y el acceso a los mercados diferenciados. La evidencia revisada sugiere que la infraestructura colectiva y la estandarización de la fermentación y del secado pueden reducir la variabilidad y las pérdidas (34,35,36,37), mientras que la asociatividad facilita economías de escala, control de calidad y negociación (38,39,44,45). Estos hallazgos son consistentes con la experiencia internacional de cooperativas cafetaleras, en la que el capital social y la gobernanza interna explican una parte importante del desempeño comercial (38), y con la evidencia de que la participación en mercados especiales organizados puede reportar precios superiores (46).

No obstante, existen controversias relevantes. La certificación voluntaria, frecuentemente presentada como vía de mejora automática, muestra impactos heterogéneos: si bien en algunos contextos incrementa los ingresos y reduce la pobreza (40,48), las revisiones sistemáticas advierten que sus beneficios dependen del costo de cumplimiento, del premio efectivo y del diseño institucional (41,42,47,50). La participación en sistemas voluntarios tampoco asegura, por sí sola, un mejor desempeño económico (11). Además, la regulación privada global puede trasladar costos y exigencias de cumplimiento hacia los pequeños productores, acentuando las asimetrías de poder en la cadena (8). Estas tensiones sugieren que las certificaciones deben gestionarse como componentes de estrategias integrales de calidad y diferenciación, y no como fines en sí mismos.

En términos de vacíos de conocimiento, la revisión identifica tres áreas poco desarrolladas. Primero, la falta de mediciones primarias actualizadas sobre productividad, costos y calidad a nivel de productores y organizaciones, que permitan validar los indicadores agregados institucionales (13). Segundo, la escasa evidencia sobre la distribución del valor agregado entre los eslabones de la cadena cafetalera peruana, tema central de la literatura de cadenas globales (5,9). Tercero, la limitada documentación de experiencias de trazabilidad digital y de comercio directo en el Perú, pese a su potencial señalado por la literatura internacional (25,26,43,51).

Desde la perspectiva de política pública, los resultados respaldan un enfoque integral y territorial que articule innovación tecnológica, renovación productiva, infraestructura de postcosecha, capacidades organizacionales y acceso a mercados diferenciados (13,27). Para la gestión cooperativa, la evidencia sugiere fortalecer la gobernanza interna, la transparencia en la información de precios y la inversión en servicios de postcosecha compartidos, condiciones que la literatura asocia con un mejor desempeño comercial (38,39,45,46). Para la gestión comercial, la adopción gradual de esquemas de trazabilidad y de comercio directo puede reducir la asimetría informativa y acercar a los productores a los segmentos de mayor valor (25,26,43,51). Como limitación, el estudio se sustenta en evidencia documental y no incorpora mediciones primarias de productores, organizaciones o empresas; asimismo, la heterogeneidad de los tipos de documento exige prudencia en la comparación de indicadores. Futuras investigaciones deberían complementar la revisión con estudios de campo y análisis cuantitativos de productividad, costos, calidad y distribución del valor, así como con evaluaciones de impacto de los programas de tecnificación y certificación.

Conclusiones

La cadena productiva del café peruano presenta importantes ventajas competitivas asociadas con la calidad, la diversidad y el reconocimiento internacional, pero mantiene brechas estructurales en la producción, la postcosecha y la comercialización.

La baja productividad, el envejecimiento de los cafetales, la asistencia técnica limitada y las restricciones de financiamiento constituyen factores críticos que requieren renovación, tecnificación y fortalecimiento de la extensión agraria, en un contexto de creciente presión climática y fitosanitaria.

La infraestructura de postcosecha y la estandarización de la fermentación, del secado y de la selección son determinantes para mejorar la calidad de taza y facilitar el acceso a los mercados especializados.

La asociatividad, las certificaciones gestionadas con criterio, la trazabilidad digital y el comercio directo representan mecanismos relevantes para mejorar la negociación y la captura de valor por parte de los productores.

El fortalecimiento sostenible de la cadena requiere políticas públicas integrales que articulen innovación tecnológica, renovación productiva, infraestructura, capacidades organizacionales y acceso a mercados internacionales; la evidencia disponible indica que la investigación futura debe orientarse hacia mediciones primarias y hacia la distribución del valor entre eslabones.

Acerca de

Contribución de los autores: El autor contribuyó a la conceptualización del estudio, al desarrollo metodológico, a la investigación y análisis de las fuentes, a la redacción del manuscrito y a la revisión crítica de su contenido intelectual, y aprobó la versión final para su publicación (taxonomía CRediT).

Financiamiento: El autor declara que no recibió financiamiento para esta investigación.

Conflicto de interés: El autor declara no tener conflictos de interés.

Certificación ética: La naturaleza documental de la investigación, basada exclusivamente en fuentes públicas citadas, no requiere certificación de un comité de ética, conforme a las normas editoriales de la revista.

Historia del artículo: Artículo recibido 26 de junio 2026 | Aceptado 24 de julio 2026 | Publicado 28 de septiembre 2026

Referencias

1. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. El café peruano sigue conquistando mercados y generando oportunidades para millones de peruanos. Lima: MIDAGRI; 2025. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/1211096-midagri-el-cafe-peruano-sigue-conquistando-mercados-y-generando-oportunidades-para-millones-de-peruanos>
2. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Café peruano conquista 52 mercados en el mundo y es el sustento de 223 mil familias. Lima: MIDAGRI; 2023. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/822680-cafe-peruano-conquista-52-mercados-en-el-mundo-y-es-el-sustento-de-223-mil-familias>
3. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. El Café Peruano. Lima: MIDAGRI; 2026. <https://www.midagri.gob.pe/portal/485-feria-scaa/10775-el-cafe-peruano>
4. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Cadena de suministro para la exportación de café. Lima: Repositorio Institucional MIDAGRI; 2024. <https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/1749>
5. Ponte S. The 'Latte Revolution'? Regulation, markets and consumption in the global coffee chain. *World Dev.* 2002;30(7):1099-122. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(02\)00032-3](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(02)00032-3)
6. Organización Internacional del Café. Coffee Market Report -- March 2023. Londres: ICO; 2023. <https://icocoffee.org/documents/cy2022-23/cmr-0323-e.pdf>
7. Samper LF, Quiñones-Ruiz XF. Towards a balanced sustainability vision for the coffee industry. *Resources.* 2017;6(2):17. <https://doi.org/10.3390/resources6020017>
8. Neilson J. Global private regulation and value-chain restructuring in Indonesian smallholder coffee systems. *World Dev.* 2008;36(9):1607-22. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.09.005>
9. Gereffi G, Humphrey J, Sturgeon T. The governance of global value chains. *Rev Int Polit Econ.* 2005;12(1):78-104. <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>

10. Kaplinsky R. Globalisation and unequalisation: what can be learned from value chain analysis? *J Dev Stud.* 2000;37(2):117-46. <https://doi.org/10.1080/713600071>
11. Muradian R, Pelulessy W. Governing the coffee chain: the role of voluntary regulatory systems. *World Dev.* 2005;33(12):2029-44. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.06.007>
12. Porter ME. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance.* Nueva York: Free Press; 1985. <https://archive.org/details/competitiveadvan0000mich>
13. Ministerio de la Producción. PRODUCE presenta estudio sectorial sobre el desempeño del café peruano en la última década [Internet]. Lima: PRODUCE; 2025. <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/1113770-produce-presenta-estudio-sectorial-sobre-el-desempeno-del-cafe-peruano-en-la-ultima-decada>
14. Bunn C, Läderach P, Ovalle Rivera O, Kirschke D. A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Clim Change.* 2015;129(1-2):89-101. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1306-x>
15. 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>
16. Magrach A, Ghazoul J. Climate and pest-driven geographic shifts in global coffee production: implications for forest cover, biodiversity and carbon storage. *PLoS One.* 2015;10(7):e0133071. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133071>
17. Avelino J, Cristancho M, Georgiou S, Imbach P, Aguilar L, Bornemann G, et al. The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008–2013): impacts, plausible causes and proposed solutions. *Food Secur.* 2015;7(2):303-21. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0446-9>
18. McCook S, Vandermeer J. The Big Rust and the Red Queen: long-term perspectives on coffee rust research. *Phytopathology.* 2015;105(9):1164-73. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-04-15-0085-RVW>
19. Ramos Cotacallapa E, Lima-Medina I, Cornejo-Condori GB. Comparativo de calidad organoléptica de café (*Coffea arabica* L.) en Puno -- Perú y La Paz -- Bolivia. *Rev Investig Altoand.* 2019;21(4):283-92. <https://doi.org/10.18271/ria.2019.505>
20. Grandez-Alberca MA, Cotrina-Sanchez A, Haro N, Zabaleta-Santisteban JA, Silva-Melendez TB, Sanchez-Vega JA. Agronomic and economic sustainability perspectives in coffee-based agroforestry system (*Coffea arabica* L.) in Rodríguez de Mendoza, Peru. *Trees For People.* 2025;21:100924. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2025.100924>
21. Méndez VE, Bacon CM, Olson M, Petchers S, Herrador D, Carranza C, et al. Agrobiodiversity and shade coffee smallholder livelihoods: a review and synthesis of ten years of research in Central America. *Prof Geogr.* 2010;62(3):357-76. <https://doi.org/10.1080/00330124.2010.483638>
22. Junta Nacional del Café. Perú duplicó producción de café orgánico en la última década. Lima: JNC; 2021. <https://juntadelcafe.org.pe/peru-duplico-produccion-de-cafe-organico-en-la-ultima-decada>
23. Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Perú reafirma liderazgo mundial en café convencional y orgánico con presencia en más de 90 mercados internacionales. Lima: SENASA; 2025. <https://www.gob.pe/institucion/senasa/noticias/1230342-peru-reafirma-liderazgo-mundial-en-cafe-convencional-y-organico-con-presencia-en-mas-de-90-mercados-internacionales>
24. Fairtrade International. Fairtrade coffee data. Bonn: Fairtrade International; 2025. https://www.fairtrade.net/en/products/Fairtrade_products/coffee.html
25. Kamble SS, Gunasekaran A, Sharma R. Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. *Int J Inf Manag.* 2020;52:101967. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.023>

26. Kamilaris A, Fonts A, Prenafeta-Boldú FX. The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends Food Sci Technol*. 2019;91:640-52. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.034>
27. Programa de Compensaciones para la Competitividad -- AGROIDEAS. Portal institucional AGROIDEAS. Lima: MIDAGRI; 2026. <https://agroideas.gob.pe>
28. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
29. Samoggia A, Fantini A. Revealing the governance dynamics of the coffee chain in Colombia: a state-of-the-art review. *Sustainability*. 2023;15(18):13646. <https://doi.org/10.3390/su151813646>
30. Campos Trigos JA, Rituay P, Aldea C, Bustos Chavez MP, García L, Ramos-Sandoval R. Sensitivity and adaptive capacity to climate change in organised coffee growers in Amazonas, Peru. *Sustainability*. 2025;17(23):10666. <https://doi.org/10.3390/su172310666>
31. Jezeer RE, Verweij PA, Boot RGA, Junginger M, Santos MJ. Influence of livelihood assets, experienced shocks and perceived risks on smallholder coffee farming practices in Peru. *J Environ Manage*. 2019;242:496-506. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.101>
32. Baca M, Läderach P, Haggard J, Schroth G, Ovalle O. An integrated framework for assessing vulnerability to climate change and developing adaptation strategies for coffee growing families in Mesoamerica. *PLoS One*. 2014;9(2):e88463. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088463>
33. Van der Vossen H, Bertrand B, Charrier A. Next generation variety development for sustainable production of arabica coffee (*Coffea arabica* L.): a review. *Euphytica*. 2015;204(2):243-56. <https://doi.org/10.1007/s10681-015-1398-z>
34. Elhalis H, Cox J, Zhao J. Coffee fermentation: expedition from traditional to controlled process and perspectives for industrialization. *Appl Food Res*. 2023;3(1):100253. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100253>
35. Zambrano-Díaz MC, Torres Suarez WJ, Ibañez Ojeda J. La fermentación láctica mejora la calidad de taza del café (*Coffea arabica* L.). *Manglar*. 2025;22(2):255-64. <https://doi.org/10.57188/manglar.2025.027>
36. Moon SA, Wongsakul S, Kitazawa H, Saengrayap R. Comparative analysis of post-harvest processing and drying techniques on the cupping quality of Thai Arabica coffee. *J Agric Food Res*. 2025;21:101991. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101991>
37. Lee LW, Cheong MW, Curran P, Yu B, Liu SQ. Coffee fermentation and flavor -- an intricate and delicate relationship. *Food Chem*. 2015;185:182-91. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.124>
38. Ruben R, Heras J. Social capital, governance and performance of Ethiopian coffee cooperatives. *Ann Public Coop Econ*. 2012;83(4):463-84. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8292.2012.00473.x>
39. Tello Vidal LE. La asociatividad de las mypes cafetaleras peruanas como mecanismo de impulso a la agroexportación: un recorrido histórico y una revisión del marco regulatorio. *Desafíos Econ Empresa*. 2025;(7):99-118. <https://doi.org/10.26439/ddee2025.n007.7512>
40. Chiputwa B, Qaim M. Food standards, certification, and poverty among coffee farmers in Uganda. *World Dev*. 2015;66:400-12. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.09.006>
41. DeFries RS, Fanzo J, Mondal P, Remans R, Wood SA. Is voluntary certification of tropical agricultural commodities achieving sustainability goals for small-scale producers? A review of the evidence. *Environ Res Lett*. 2017;12(3):033001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa625e>
42. Bray JG, Neilson J. Reviewing the impacts of coffee certification programmes on smallholder livelihoods. *Int J Biodivers Sci Ecosyst Serv Manag*. 2017;13(1):216-32. <https://doi.org/10.1080/21513732.2017.1316520>

43. 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>
44. Fischer E, Qaim M. Linking smallholders to markets: determinants and impacts of farmer collective action in Kenya. *World Dev.* 2012;40(6):1255-68. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.11.018>
45. Bernard T, Spielman DJ. Reaching the rural poor through rural producer organizations? A study of agricultural marketing cooperatives in Ethiopia. *Food Policy.* 2009;34(1):60-9. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2008.08.001>
46. Wollni M, Zeller M. Do farmers benefit from participating in specialty markets and cooperatives? The case of coffee marketing in Costa Rica. *Agric Econ.* 2007;37(2-3):243-8. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2007.00270.x>
47. Minten B, Dereje M, Engida E, Tamru S. Tracking the quality premium of certified coffee: evidence from Ethiopia. *World Dev.* 2018;101:119-32. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.08.010>
48. Dragusanu R, Giovannucci D, Nunn N. The economics of fair trade. *J Econ Perspect.* 2014;28(3):217-36. <https://doi.org/10.1257/jep.28.3.217>
49. Donnet ML, Weatherspoon DD, Hoehn JP. What adds value in specialty coffee? Managerial implications from hedonic price analysis of Central and South American e-auctions. *Int Food Agribus Manag Rev.* 2007;10(3):1-18. <https://www.ifama.org/resources/Documents/v10i3/Donnet-Weatherspoon-Hoehn.pdf>
50. Kilian B, Jones C, Pratt L, Villalobos A. Is sustainable agriculture a viable strategy to improve farm income in Central America? A case study on coffee. *J Bus Res.* 2006;59(3):322-30. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2005.09.015>
51. Zhao G, Liu S, Lopez C, Lu H, Elgueta S, Chen H, et al. Blockchain technology in agri-food value chain management: a synthesis of applications, challenges and future research directions. *Comput Ind.* 2019;109:83-99. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.002>
52. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. MIDAGRI: exportaciones de café crecieron 33 % y sumaron más de US\$ 1 100 millones en el 2024. Lima: MIDAGRI; 2025. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/1117296-midagri-exportaciones-de-cafe-crecieron-33-y-sumaron-mas-de-us-1-100-millones-en-el-2024>
53. Samoggia A, Riedel B. Coffee consumption and purchasing behavior review: insights for further research. *Appetite.* 2018;129:70-81. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.07.002>