

Trazabilidad y calidad en la cadena de valor de productos pesqueros

Traceability and quality in the seafood value chain



Herrera-Sánchez, Daniela Jaqueline ¹



<https://orcid.org/0009-0005-3667-8395>



daniela.herrera@ute.edu.ec



Ecuador, Santo Domingo, Universidad UTE.



Gavilánez-Buñay, Tatiana Carolina ²



<https://orcid.org/0000-0002-7422-3122>



tatiana.gavilanez@utc.edu.ec



Ecuador, La Maná, Universidad Técnica de Cotopaxi.



Lizarraga-Aguirre, Hermes Rafael ³



<https://orcid.org/0000-0002-5223-7101>



hermesrafael@hotmail.com



Perú, La Libertad, Universidad Nacional de Trujillo.



Allebrandt, Sérgio Luís ⁴



<https://orcid.org/0000-0002-2590-6226>



sergio.allebrandt@unijui.edu.br



Brasil, Injuí, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI).

Autor de correspondencia ¹



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/revistacec/v1/n4/23>

Resumen: La elevada perecibilidad de los productos pesqueros y la fragmentación de sus cadenas de valor dificultan garantizar origen, inocuidad, frescura y autenticidad cuando existen fallas de registro, conservación e intercambio de información. El objetivo fue analizar la relación entre trazabilidad y calidad en la cadena de valor de productos pesqueros en América Latina. Se desarrolló una revisión bibliográfica exploratoria, documental, no experimental y descriptiva, mediante la selección intencional de publicaciones académicas y técnicas difundidas entre 2014 y 2024, examinadas con codificación temática y síntesis narrativa. Los resultados identificaron la individualización de lotes, el registro del origen y eventos críticos, la certificación, el control térmico y las tecnologías digitales como prácticas asociadas con mayor frescura, inocuidad, autenticidad, vida útil y conformidad comercial. También se observaron barreras económicas, tecnológicas, normativas, institucionales y culturales, especialmente en los primeros eslabones y entre actores de pequeña escala. La evidencia analizada indica que la trazabilidad favorece la prevención de riesgos, la reducción de pérdidas y fraudes, los retiros focalizados y la competitividad, aunque su efecto depende de datos confiables, interoperabilidad y uso gerencial. Se concluye que constituye una condición habilitante para cadenas pesqueras más transparentes, seguras, sostenibles y competitivas.

Palabras clave: trazabilidad; productos pesqueros; calidad alimentaria; cadena de valor; inocuidad.



Check for updates

Received: 21/Ago/2024

Accepted: 18/Sep/2024

Published: 17/Oct/2024

Cita: Herrera-Sánchez, D. J., Gavilánez-Buñay, T. C., Lizarraga-Aguirre, H. R., & Allebrandt, S. L. (2024). Trazabilidad y calidad en la cadena de valor de productos pesqueros. *Revista Científica Enfoques Del Conocimiento*, 1(4), 21-40. <https://doi.org/10.55813/gaea/revistacec/v1/n4/23>

Revista Científica Enfoques del Conocimiento (RCEC)

<https://www.blez.edu.ec>

<https://revistacec.blez.edu.ec>

revistacec@blez.edu.ec

© 2024. Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional**.



Abstract:

The high perishability of fishery products and the fragmentation of their value chains make it difficult to guarantee origin, safety, freshness, and authenticity when failures occur in recording, preservation, and information exchange. This study aimed to analyze the relationship between traceability and quality in the fishery product value chain in Latin America. An exploratory, documentary, nonexperimental, and descriptive literature review was conducted through the purposive selection of academic and technical publications issued between 2014 and 2024, examined using thematic coding and narrative synthesis. The results identified lot identification, recording of origin and critical events, certification, temperature control, and digital technologies as practices associated with improved freshness, safety, authenticity, shelf life, and commercial compliance. Economic, technological, regulatory, institutional, and cultural barriers were also observed, particularly in the initial stages and among small-scale stakeholders. The evidence indicates that traceability supports risk prevention, reduces losses and fraud, facilitates targeted recalls, and strengthens competitiveness, although its effectiveness depends on reliable data, interoperability, and managerial use. It is concluded that traceability is an enabling condition for more transparent, safe, sustainable, and competitive fishery value chains.

Keywords: traceability; fishery products; food quality; value chain; food safety.

1. Introducción

En América Latina y el Caribe, la trazabilidad y la calidad de los productos pesqueros se han convertido en condiciones estratégicas para sostener la competitividad, la seguridad alimentaria y la confianza del consumidor en una cadena de valor que articula captura, desembarque, acopio, transformación, transporte y comercialización. En 2022, la región produjo 17,7 millones de toneladas de productos de la pesca y la acuicultura, equivalentes al 8 % del total mundial; de ese volumen, cerca de 12,8 millones de toneladas provinieron de la pesca de captura y 4,3 millones de la acuicultura, con una participación destacada de Chile y Ecuador en la producción acuícola regional (FAO, 2024). Esta magnitud contrasta con un consumo regional de 10,7 kg per cápita, muy por debajo del promedio mundial de 20,7 kg, lo que revela una paradoja entre capacidad productiva, disponibilidad interna y exigencias de calidad en los mercados (FAO, 2024).

La relevancia del problema se amplía porque los productos pesqueros son altamente perecederos y dependen de controles continuos de temperatura, higiene, identificación de especie, origen y manipulación para conservar su valor sanitario y comercial. A escala global, el comercio de productos acuáticos alcanzó USD 195.000 millones en 2022, mientras que las exportaciones de animales acuáticos sumaron USD 192.000 millones; en ese mercado, Ecuador representó el 5 % y Chile el 4 % del

valor exportado, lo que ubica a América Latina en una posición económicamente sensible frente a rechazos, pérdidas y fraude (FAO, 2024). La falta de trazabilidad puede facilitar pesca ilegal, no declarada y no reglamentada —estimada por la FAO en alrededor del 20 % de las capturas mundiales—, deterioro de calidad y riesgos sanitarios, en un contexto donde la OMS estima 866 millones de enfermedades y 1,52 millones de muertes anuales asociadas a alimentos contaminados (FAO, 2026; WHO, 2026).

La literatura ha avanzado en definir la trazabilidad como la capacidad de seguir y documentar el movimiento de un alimento a través de etapas específicas, y en demostrar que la transparencia reduce asimetrías de información en cadenas alimentarias complejas (Olsen & Borit, 2013; Trienekens et al., 2012). Sin embargo, persisten vacíos relevantes: los estudios suelen concentrarse en tecnologías de identificación, certificación o comercio exterior, mientras integran de manera limitada variables de calidad operativa como frescura, cadena de frío, inocuidad, manipulación poscaptura y coordinación entre actores de pequeña escala. Esta omisión importa porque las pesquerías artesanales aportan al menos 40 % de la captura global, sostienen cerca del 90 % de la fuerza laboral pesquera y emplean a 60,2 millones de personas en la cadena de valor, con una participación sustantiva de mujeres en actividades poscaptura (FAO et al., 2023).

También se observa una brecha metodológica: aunque existen revisiones sobre herramientas moleculares, RFID, IoT y sistemas digitales para certificar origen o monitorear condiciones de producto, hay menos evidencia integrada sobre cómo esas soluciones se relacionan con resultados de calidad percibida, cumplimiento sanitario, reducción de pérdidas y gobernanza institucional en cadenas pesqueras latinoamericanas (Leal et al., 2015; Rahman et al., 2021). Esta carencia es crítica porque el sector moviliza más de 230 países y territorios en el comercio mundial, opera con más de 12.000 especies comercializables y enfrenta fraudes como sustitución de especie, adulteración, sobrecongelamiento, falsificación de origen y declaraciones engañosas de sostenibilidad (FAO, 2026). En consecuencia, estudiar la relación entre trazabilidad y calidad no solo es conveniente para ordenar evidencia dispersa, sino también útil para diseñar indicadores comparables, protocolos verificables y decisiones gerenciales basadas en datos accesibles, encuestas a actores y resguardo ético de la información (FAO, 2026).

En este marco, el estudio se orienta a analizar la relación entre la trazabilidad y la calidad en la cadena de valor de productos pesqueros en América Latina, considerando como unidad de análisis los procesos y actores vinculados con pesca, manipulación, conservación, transformación y comercialización. De manera específica, busca describir las prácticas actuales de trazabilidad aplicadas en los principales eslabones de la cadena, determinar los factores de calidad asociados a inocuidad, frescura y cumplimiento normativo, comparar diferencias entre actores según nivel de formalización y acceso tecnológico, y relacionar el grado de trazabilidad con indicadores de calidad percibida y control operativo. La formulación de estos

objetivos responde a la necesidad de pasar de enfoques centrados solo en cumplimiento documental hacia modelos que integren trazabilidad, control de calidad y desempeño económico en una cadena donde los productos frescos o refrigerados representan el 43 % del consumo mundial de animales acuáticos (FAO, 2024; Olsen & Borit, 2018).

La contribución esperada radica en proponer una lectura integrada de la cadena de valor pesquera que vincule tres dimensiones usualmente tratadas por separado: trazabilidad, calidad e impacto competitivo. Su originalidad se sostiene en abordar la trazabilidad no solo como registro de origen o exigencia comercial, sino como mecanismo para elevar la calidad verificable, reducir pérdidas, fortalecer la confianza del consumidor y mejorar la toma de decisiones en contextos latinoamericanos donde coexisten pesca artesanal, exportación de alto valor y capacidades institucionales heterogéneas (FAO, 2024; Leal et al., 2015). Al conectar indicadores operativos con brechas de gobernanza y calidad, el trabajo puede aportar evidencia para la academia, criterios de gestión para empresas y cooperativas, e insumos para políticas públicas que promuevan cadenas pesqueras más transparentes, seguras y sostenibles (Trienekens et al., 2012; FAO et al., 2023).

2. Materiales y métodos

La investigación se concibió como una revisión bibliográfica exploratoria orientada a mapear, organizar y analizar la producción académica relacionada con la trazabilidad y la calidad en la cadena de valor de productos pesqueros. Esta decisión metodológica resulta pertinente porque el objeto de estudio combina dimensiones tecnológicas, sanitarias, comerciales e institucionales que han sido abordadas de forma dispersa por la literatura, sin que necesariamente exista una integración suficiente entre trazabilidad, control de calidad y desempeño de la cadena de valor. El diseño fue no experimental y documental, ya que no se manipularon variables ni se trabajó con sujetos humanos, sino con publicaciones científicas, informes técnicos y documentos especializados disponibles en fuentes secundarias. El alcance fue exploratorio-descriptivo, en tanto buscó identificar tendencias, categorías analíticas, vacíos de investigación y relaciones conceptuales preliminares, sin pretender establecer causalidad estadística ni generalizaciones inferenciales.

La unidad de análisis estuvo constituida por documentos académicos y técnicos referidos a productos pesqueros, trazabilidad alimentaria, calidad, inocuidad, cadena de frío, fraude, certificación, sostenibilidad y gestión de cadenas de suministro pesqueras. La búsqueda se delimitó a literatura publicada entre 2014 y 2024, periodo seleccionado por concentrar el avance reciente de sistemas digitales, exigencias de transparencia comercial y herramientas de control aplicadas al sector alimentario. Al tratarse de una revisión bibliográfica exploratoria, no se calculó una muestra probabilística; el corpus se conformó mediante selección intencional de documentos pertinentes, considerando saturación temática y relevancia conceptual.

La estrategia de búsqueda combinó términos en español e inglés mediante operadores booleanos para ampliar la recuperación documental y reducir omisiones relevantes. Entre las expresiones utilizadas se incluyeron “trazabilidad” OR “traceability”, “productos pesqueros” OR “seafood” OR “fishery products”, “calidad” OR “quality”, “inocuidad” OR “food safety”, “cadena de valor” OR “value chain”, “cadena de frío” OR “cold chain” y “fraude alimentario” OR “food fraud”. Se incluyeron artículos científicos, revisiones, capítulos académicos e informes técnicos que abordaran de manera explícita la relación entre trazabilidad, calidad o control en productos pesqueros. Se excluyeron documentos sin acceso al texto completo, publicaciones duplicadas, textos sin relación directa con pesca o productos pesqueros, trabajos meramente opinativos y fuentes que no permitieran identificar autoría, año o procedencia institucional.

El proceso de selección se desarrolló en tres momentos sucesivos: primero, lectura de títulos y resúmenes para verificar correspondencia temática; después, revisión del texto completo para determinar pertinencia metodológica y conceptual; finalmente, organización del corpus en una matriz de extracción. En dicha matriz se registraron autoría, año, país o región de estudio, tipo de producto pesquero, eslabón de la cadena de valor, enfoque metodológico, variable o dimensión de trazabilidad, atributo de calidad analizado, principales hallazgos y limitaciones reportadas. La valoración de los documentos no se utilizó como criterio excluyente rígido, debido al carácter exploratorio del estudio, pero sí permitió diferenciar fuentes con mayor solidez metodológica, pertinencia sectorial y capacidad explicativa. Esta organización facilitó comparar enfoques, detectar convergencias y reconocer vacíos persistentes en la literatura revisada.

El análisis de la información se realizó mediante síntesis narrativa y codificación temática, agrupando los hallazgos en categorías vinculadas con mecanismos de trazabilidad, atributos de calidad, actores de la cadena de valor, barreras de implementación y efectos esperados sobre competitividad, inocuidad y confianza del consumidor. La interpretación siguió una lógica analítico-sintética, porque primero descompuso los aportes de cada documento y luego integró patrones comunes, tensiones y vacíos de investigación. Las consideraciones éticas se centraron en el uso responsable de fuentes secundarias, la fidelidad en la interpretación de los autores consultados, la prevención del plagio y la transparencia en los criterios de selección documental. Al no involucrar participantes humanos, datos personales ni intervención directa sobre comunidades pesqueras, el estudio no requirió consentimiento informado, aunque mantuvo criterios de integridad académica y trazabilidad de las fuentes revisadas.

3. Resultados

3.1. Relación entre trazabilidad y calidad en la cadena de valor de productos pesqueros

Los resultados de la revisión permiten establecer que la trazabilidad y la calidad conforman una relación de interdependencia funcional en la cadena de valor de productos pesqueros: la primera aporta memoria documental, verificabilidad y continuidad informacional; la segunda se expresa en frescura, inocuidad, autenticidad, vida útil y conformidad comercial. Esta relación adquiere especial relevancia en un sector que alcanzó en 2022 una producción mundial de 223,2 millones de toneladas de productos pesqueros y acuícolas, con 185,4 millones de toneladas de animales acuáticos y 37,8 millones de toneladas de algas, mientras el consumo aparente per cápita llegó a 20,7 kg anuales (FAO, 2024). En este contexto, la trazabilidad deja de ser un simple expediente de procedencia y se convierte en un dispositivo de gobernanza técnica que permite reconstruir la historia del producto, identificar fallas en los eslabones críticos y sostener decisiones de control sobre evidencia verificable (Olsen & Borit, 2013; Olsen & Borit, 2018).

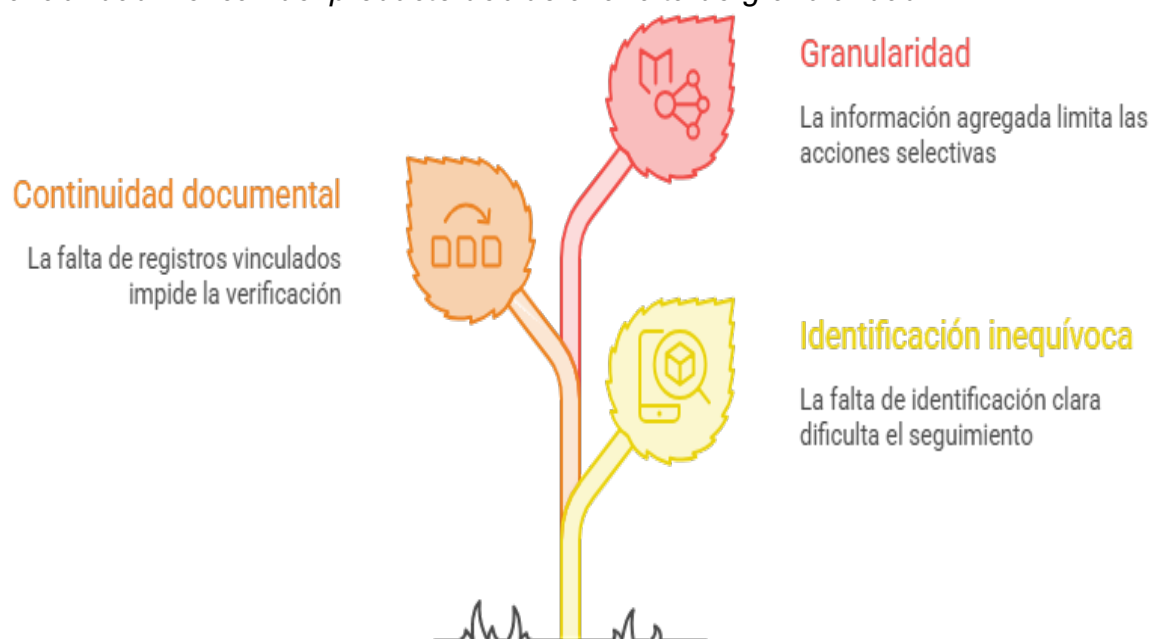
Desde una perspectiva sistémica, la cadena pesquera presenta una vulnerabilidad superior a la de otros alimentos porque articula captura o cultivo, desembarque, acopio, eviscerado, enfriamiento, congelación, transformación, transporte, distribución y venta minorista bajo restricciones de tiempo y temperatura. La calidad, por tanto, no se define únicamente al final del proceso, sino que se acumula o se deteriora en cada transferencia física e informacional del producto. La literatura especializada coincide en que un sistema de trazabilidad robusto debe identificar unidades trazables, registrar transformaciones —uniones, divisiones, mezclas o reprocesamientos— y conservar atributos críticos asociados al producto, lo cual resulta indispensable cuando una misma partida pesquera puede fragmentarse en lotes, presentaciones y destinos comerciales distintos (Olsen & Borit, 2018).

3.1.1. Prácticas de trazabilidad identificadas en la literatura

Las prácticas de trazabilidad identificadas en la literatura se estructuran, en primer lugar, alrededor de la identificación inequívoca del producto y del lote. Esta práctica incluye registrar especie declarada, nombre científico cuando corresponde, zona de captura o unidad de cultivo, fecha de extracción o cosecha, embarcación o centro productivo, arte de pesca, proveedor, volumen, condición de conservación y destino inmediato. La relevancia de estos registros no reside solo en “saber de dónde viene” el producto, sino en asegurar una continuidad documental que permita vincular cada evento físico con datos verificables y transferibles entre actores. Por ello, la trazabilidad efectiva exige granularidad: no basta con registrar una empresa o un puerto, sino que se requiere asociar información a unidades trazables suficientemente precisas para permitir retiros selectivos, auditorías y reconstrucción de responsabilidades (Olsen & Borit, 2013; Blaha et al., 2023).

Figura 1

Trazabilidad ineficaz del producto debido a la falta de granularidad



Nota: (Autores, 2026).

Una segunda práctica recurrente es el registro de eventos críticos de trazabilidad, conocidos en la literatura técnica como *critical tracking events*, junto con sus elementos clave de datos o *key data elements*. Estos eventos incluyen captura, desembarque, primera venta, recepción, procesamiento, congelación, empaque, despacho, importación, distribución y venta final. Su utilidad radica en que transforman la trazabilidad en una arquitectura de datos estandarizada: cada evento exige información mínima para evitar rupturas en la cadena documental. En productos pesqueros, esta estandarización resulta decisiva porque la cadena suele involucrar múltiples intermediarios, especialmente en pesca artesanal y mercados mayoristas, donde la pérdida de datos durante el primer tramo puede comprometer toda la verificabilidad posterior del producto (Blaha et al., 2023; Borit & Olsen, 2020).

La revisión también muestra que las prácticas tradicionales —guías de remisión, facturas, certificados sanitarios, bitácoras de pesca, formularios de desembarque y etiquetas de lote— continúan siendo predominantes en numerosos contextos, aunque presentan debilidades cuando no existe interoperabilidad entre instituciones y empresas. Estos registros pueden ser suficientes para cumplir exigencias mínimas de control, pero se vuelven frágiles cuando el producto se transforma, se mezcla o cambia de presentación. En consecuencia, la literatura insiste en diferenciar trazabilidad interna y trazabilidad externa: la primera permite seguir el producto dentro de una organización; la segunda garantiza la continuidad entre organizaciones. La brecha aparece cuando cada actor conserva datos propios, pero no existe un lenguaje común para transferirlos aguas arriba y aguas abajo (Olsen & Borit, 2018; Borit & Olsen, 2016).

Una cuarta práctica, cada vez más visible, corresponde a la digitalización de la trazabilidad mediante códigos de barras, códigos QR, sistemas RFID, sensores de temperatura, plataformas en la nube, aplicaciones móviles, bases de datos interoperables y soluciones apoyadas en blockchain. Estas herramientas no son equivalentes entre sí: los códigos QR facilitan acceso rápido a información, RFID automatiza lectura e identificación, los sensores capturan condiciones ambientales y blockchain promete inmutabilidad relativa de registros. Sin embargo, su eficacia depende menos del artefacto tecnológico que de la calidad del dato, la disciplina operativa y la validación institucional. La literatura sobre RFID en cadenas pesqueras destaca su utilidad para reforzar seguridad, calidad y disponibilidad de información, pero advierte que el sistema no corrige por sí mismo registros incompletos, erróneos o deliberadamente falsos (Rahman et al., 2021).

Otra práctica relevante es la vinculación de la trazabilidad con certificaciones, controles oficiales y estándares privados orientados a legalidad, sostenibilidad, inocuidad y acceso a mercados. En el ámbito pesquero, la trazabilidad opera como soporte para demostrar cumplimiento de requisitos sanitarios, origen legal, condiciones de captura y, en algunos casos, atributos sociales o ambientales. El informe de FAO sobre beneficios de la trazabilidad muestra que los incentivos para implementarla no se limitan a la regulación: también incluyen reducción de riesgos, protección reputacional, mejora de la gestión de la cadena, diferenciación comercial y preservación de cuotas de mercado (Borit & Olsen, 2020). En este sentido, la trazabilidad funciona como un puente entre control público, gobernanza empresarial y confianza del consumidor (Borit & Olsen, 2020).

3.1.2. Atributos de calidad vinculados con la trazabilidad

El primer atributo de calidad asociado con la trazabilidad es la frescura, entendida como condición sensorial, microbiológica y fisicoquímica que se deteriora progresivamente desde la muerte del pez. La frescura depende de factores como tiempo transcurrido desde captura o cosecha, temperatura, manipulación, eviscerado, higiene, carga microbiana, oxidación lipídica y actividad enzimática. En este punto, la trazabilidad aporta una función explicativa: permite reconstruir el itinerario del producto y asociar una pérdida de frescura con eventos concretos, como demora en desembarque, insuficiencia de hielo, ruptura de cadena de frío o almacenamiento prolongado. Así, la calidad no se interpreta como una condición aislada del producto final, sino como resultado acumulativo de decisiones operativas documentables (Huss, 1995; Mai, 2010).

La inocuidad constituye el segundo atributo central, porque los productos pesqueros pueden vehiculizar peligros biológicos, químicos y físicos cuando fallan las condiciones de captura, manipulación, procesamiento o conservación. El Código de Prácticas para Pescado y Productos Pesqueros del Codex Alimentarius integra buenas prácticas de higiene, manufactura y HACCP, y está dirigido a quienes participan en manipulación, producción, almacenamiento, distribución, exportación,

importación y venta de estos productos (Codex Alimentarius Commission, 2003). En consecuencia, la trazabilidad se vincula con la inocuidad porque permite aislar lotes, identificar el punto de contaminación, ejecutar retiros focalizados y evitar respuestas generalizadas que destruyen valor comercial sin resolver la causa del riesgo (Codex Alimentarius Commission, 2003; Aung & Chang, 2014).

La conservación de la cadena de frío aparece como un atributo transversal, pues conecta frescura, inocuidad y vida útil. La evidencia sobre gestión tiempo-temperatura muestra que la cadena de frío preserva alimentos perecederos al ralentizar procesos biológicos de deterioro; en productos pesqueros, temperaturas inadecuadas aceleran crecimiento bacteriano, actividad enzimática y oxidación, reduciendo la aceptabilidad del producto y aumentando riesgos sanitarios. Por esta razón, la trazabilidad más avanzada no se limita a registrar movimientos, sino que incorpora datos ambientales mediante termógrafos, sensores, etiquetas inteligentes o registros de almacenamiento. Cuando la información térmica queda asociada al lote, el control de calidad deja de depender exclusivamente de inspecciones puntuales y se convierte en vigilancia continua del historial logístico (Mercier et al., 2017; Huss, 1995).

La autenticidad de especie y origen es otro atributo de calidad decisivo, particularmente en productos fileteados, congelados, empacados o transformados, donde las características morfológicas originales desaparecen. La literatura sobre trazabilidad de productos pesqueros señala que las herramientas moleculares, bioquímicas y geoquímicas pueden complementar los registros documentales para certificar origen y combatir sustitución de especies. El metaanálisis de Luque y Donlan ubicó el problema del etiquetado erróneo dentro de una discusión global sobre fraude, mercado y conservación, mientras que Leal et al. destacan que la trazabilidad de origen es clave para aplicar regulaciones sanitarias, controlar pesquerías, combatir fraude y responder a consumidores más exigentes (Leal et al., 2015; Luque & Donlan, 2019).

La vida útil, como atributo comercial y sanitario, también se vincula estrechamente con la trazabilidad porque depende de la interacción entre calidad inicial, tiempo, temperatura, empaque, manipulación y condiciones de distribución. Un producto puede salir de puerto o planta con atributos adecuados, pero perder valor si atraviesa tramos logísticos con temperaturas fluctuantes o exposición prolongada. La tesis doctoral de Mai muestra que la gestión de calidad en cadenas de pescado fresco requiere integrar logística, monitoreo y trazabilidad para preservar valor en mercados exigentes, lo que confirma que la trazabilidad solo tiene impacto real cuando se enlaza con indicadores operativos del proceso (Mai, 2010). Desde esta perspectiva, vida útil y trazabilidad no son dimensiones paralelas: la trazabilidad ofrece la evidencia para explicar, anticipar y gestionar la vida útil comercial del producto (Mai, 2010; Aung & Chang, 2014).

3.1.3. Limitaciones para implementar trazabilidad efectiva

La primera limitación identificada es conceptual y normativa: “trazabilidad” se utiliza para nombrar propósitos distintos —legalidad, inocuidad, sostenibilidad, autenticidad, logística, certificación o transparencia— sin que todos los sistemas tengan la misma profundidad, precisión ni capacidad de verificación. Esta ambigüedad produce un problema metodológico: dos cadenas pueden afirmar que son trazables aunque una registre solo proveedor y comprador, mientras otra documenta especie, lote, transformación, temperatura, certificaciones y destino final. Olsen y Borit advierten que escoger una definición de trazabilidad tiene consecuencias prácticas, porque determina qué datos se recogen, qué nivel de granularidad se exige y qué capacidad real existe para reconstruir la historia del producto (Olsen & Borit, 2013).

Una segunda limitación es la fragmentación de estándares, plataformas y responsabilidades institucionales. El análisis de brechas de FAO sobre sistemas de trazabilidad pesquera encontró inconsistencias en normas y estándares, especialmente en significado, alcance, estatus legal, capacidad de implementación y mecanismos de control. Esta fragmentación genera costos de conversión entre sistemas, duplicación documental y pérdida de información cuando un producto se desplaza entre jurisdicciones o mercados. En cadenas latinoamericanas, donde coexisten pesca artesanal, intermediación informal, plantas exportadoras, mercados mayoristas y controles públicos con capacidades heterogéneas, esta limitación puede traducirse en trazabilidad parcial: fuerte en los eslabones exportadores, pero débil en el primer tramo de captura, acopio y desembarque (Borit & Olsen, 2016; Blaha et al., 2023).

Una tercera barrera corresponde a los costos económicos y organizacionales de implementación. Digitalizar trazabilidad implica inversión en dispositivos, conectividad, software, capacitación, mantenimiento, auditorías y rediseño de procesos. Estos costos pueden ser razonables para empresas integradas, pero se vuelven restrictivos para pescadores artesanales, pequeños centros de acopio o mercados locales con márgenes reducidos. Aung y Chang señalan que los sistemas digitales pueden demandar infraestructura, recursos humanos calificados, certificación y mantenimiento, lo que tiende a favorecer a productores de mayor escala o cadenas verticalmente coordinadas. Esta asimetría plantea un riesgo: que la trazabilidad se convierta en barrera de entrada para pequeños actores si no se acompaña de modelos proporcionales, asistencia técnica y estándares adaptados al contexto (Aung & Chang, 2014).

Otra limitación relevante es la calidad del dato. La tecnología puede asegurar persistencia, velocidad de consulta o automatización, pero no garantiza veracidad si la información inicial es incorrecta, incompleta o manipulada. En el caso de blockchain, por ejemplo, la literatura advierte que la inmutabilidad del registro no resuelve el problema del “dato de entrada”: si se registra una especie falsa, un origen incorrecto o una temperatura no verificada, el sistema preservará de forma muy eficiente una

información deficiente. Por ello, las soluciones digitales necesitan mecanismos de validación, auditoría, control cruzado y verificación analítica, especialmente en cadenas de alto riesgo de fraude o sustitución de especies (Galvez et al., 2018; Rahman et al., 2021).

También se observa una limitación socioinstitucional vinculada con confianza, cultura de cooperación y disposición a compartir datos. La trazabilidad de cadena completa exige que actores con intereses diferentes revelen información sobre proveedores, precios, volúmenes, rutas, procesos o clientes, lo cual puede percibirse como pérdida de poder negociador. Esta tensión es particularmente visible en cadenas largas y fragmentadas, donde intermediarios cumplen funciones logísticas y financieras, pero pueden operar con bajos niveles de formalización documental. La literatura sobre beneficios de trazabilidad muestra que los incentivos no son homogéneos: algunos actores capturan beneficios comerciales o reputacionales, mientras otros asumen costos operativos sin retorno inmediato, lo que explica resistencias prácticas a la implementación (Borit & Olsen, 2020; Mai et al., 2010).

Una limitación adicional se relaciona con la trazabilidad incompleta del “primer kilómetro”, es decir, el tramo que va desde la captura o cosecha hasta el primer punto formal de registro. Este eslabón resulta crítico porque allí se producen datos primarios sobre especie, zona, fecha, arte de pesca, embarcación, condiciones de manipulación y volumen. Si esos datos no se capturan con rigor, los registros posteriores pueden adquirir apariencia de formalidad sin garantizar autenticidad. La literatura técnica reciente insiste en que los eventos críticos iniciales son esenciales para prevenir fraude, pesca ilegal, errores de especie y pérdida de atributos de calidad. En consecuencia, una cadena con trazabilidad fuerte desde planta hacia adelante, pero débil desde captura hacia planta, no puede considerarse plenamente confiable (Blaha et al., 2023; Borit & Olsen, 2016).

3.1.4. Aportes de la trazabilidad a la mejora de la calidad

El primer aporte de la trazabilidad a la mejora de la calidad es su capacidad para convertir eventos dispersos en evidencia operativa. En cadenas pesqueras, una queja por olor, textura, coloración, descongelamiento, daño físico o reducción de vida útil puede investigarse mediante el historial del lote: hora de captura, cantidad de hielo, temperatura de transporte, tiempo de espera, fecha de procesamiento, condiciones de almacenamiento y punto de venta. Esta reconstrucción permite pasar de explicaciones genéricas —“falló la calidad”— a diagnósticos causales más precisos —“la pérdida se originó durante transporte, almacenamiento o manipulación”—. Por ello, Aung y Chang sostienen que la trazabilidad contribuye a minimizar la producción y distribución de alimentos inseguros o de baja calidad, además de reducir costos reputacionales y facilitar retiros (Aung & Chang, 2014).

El segundo aporte consiste en mejorar la gestión preventiva de la inocuidad. La trazabilidad permite delimitar el alcance de una no conformidad sanitaria y focalizar acciones correctivas sobre lotes, proveedores, fechas o rutas específicas. En

ausencia de trazabilidad, una alerta sanitaria puede obligar a retirar volúmenes amplios de producto, con pérdidas económicas innecesarias y daño reputacional. En cambio, cuando los datos están estructurados, se puede identificar el lote comprometido, reconstruir sus movimientos y proteger al consumidor sin paralizar toda la cadena. Este valor es coherente con el enfoque del Codex, que articula higiene, buenas prácticas y HACCP como mecanismos preventivos para productos pesqueros (Codex Alimentarius Commission, 2003; Aung & Chang, 2014).

Un tercer aporte es la reducción de pérdidas poscaptura y pérdidas de valor. La calidad del pescado no se pierde únicamente por descarte físico, sino también por degradación comercial: menor precio, reducción de vida útil, reclasificación hacia mercados de menor valor o transformación obligada de producto fresco a producto procesado. La trazabilidad permite identificar puntos de deterioro recurrente, comparar proveedores, evaluar rutas, medir desviaciones térmicas y diseñar mejoras logísticas. En este sentido, el documento de FAO sobre pérdidas poscosecha define estas pérdidas como reducción de cantidad, calidad o valor monetario en la cadena, lo que coincide con una lectura amplia de la calidad como atributo económico y no solo sanitario (FAO, 2018; Huss, 1995).

Un cuarto aporte reside en fortalecer la autenticidad y combatir el fraude alimentario. La trazabilidad documental, cuando se combina con verificación molecular o analítica, puede disminuir sustitución de especies, origen falso, etiquetado engañoso y comercialización de productos que no corresponden con lo declarado. Esto es particularmente importante porque la globalización del comercio pesquero ha ampliado la distancia entre productor y consumidor, mientras que el procesamiento reduce la posibilidad de identificación visual. Leal et al. argumentan que las herramientas de trazabilidad pueden cerrar vacíos a lo largo de la cadena y facilitar certificación de origen, mientras Luque y Donlan muestran que el etiquetado erróneo constituye un problema global con implicaciones económicas y de conservación (Leal et al., 2015; Luque & Donlan, 2019).

El quinto aporte se vincula con la competitividad y el acceso a mercados exigentes. Los compradores internacionales no solo demandan volumen y precio, sino documentación de origen, condiciones sanitarias, cumplimiento normativo y, crecientemente, evidencia de sostenibilidad y responsabilidad social. En ese escenario, la trazabilidad actúa como capital informacional: permite demostrar cumplimiento, diferenciar productos, reducir incertidumbre del comprador y sostener relaciones comerciales de mayor valor. Borit y Olsen muestran que los beneficios de la trazabilidad exceden el cumplimiento regulatorio e incluyen facilitación de acceso a mercado, mitigación de riesgos y mejoras en la gestión de la cadena de suministro, lo que confirma su papel estratégico en cadenas orientadas a exportación y mercados premium (Borit & Olsen, 2020).

Finalmente, la trazabilidad contribuye a una mejora metodológica de la gestión de calidad porque permite construir indicadores longitudinales y comparables: porcentaje

de lotes con historial completo, tiempo entre captura y enfriamiento, desviaciones de temperatura, frecuencia de no conformidades, exactitud de etiquetado, reclamos por lote, pérdidas por eslabón y cumplimiento documental. Estos indicadores convierten la calidad en un objeto medible y auditable, no en una apreciación subjetiva. La originalidad de este enfoque radica en que integra trazabilidad, calidad e inteligencia de cadena: los datos no se almacenan solo para cumplir una exigencia, sino para aprender del proceso y corregir sistemáticamente los puntos donde se pierde valor. En consecuencia, la relación entre trazabilidad y calidad es más fuerte cuando la información se usa para decidir, verificar y mejorar, no solo para archivar (Olsen & Borit, 2018; Rahman et al., 2021).

4. Discusión

Los hallazgos derivados de la revisión bibliográfica permiten sostener que la trazabilidad constituye un eje articulador de la calidad en la cadena de valor de productos pesqueros, porque conecta origen, proceso, manipulación, conservación, distribución y comercialización mediante registros verificables. Esta relación adquiere especial importancia en un sector cuya producción mundial alcanzó 223,2 millones de toneladas en 2022, con 185,4 millones de toneladas de animales acuáticos, lo que evidencia la magnitud económica, alimentaria y logística de un sistema en el que la pérdida de información puede traducirse en deterioro sanitario, fraude, pérdida de valor y debilitamiento de la confianza del consumidor (FAO, 2024). Desde esta perspectiva, la trazabilidad no debe interpretarse como un requisito burocrático, sino como una arquitectura de control que permite reconstruir la historia del producto y vincular los atributos de calidad con decisiones operativas concretas (Olsen & Borit, 2018).

La discusión central que emerge de la literatura es que la calidad pesquera no se produce en un punto único de la cadena, sino que se preserva o se degrada gradualmente a través de múltiples transiciones físicas e informacionales. La captura, el desembarque, el acopio, el transporte, el procesamiento, el empaque y la venta minorista son momentos donde el producto puede conservar su valor o perder frescura, inocuidad y aceptabilidad comercial. En ese sentido, los sistemas de trazabilidad cumplen una función epistemológica y gerencial: permiten saber no solo dónde estuvo el producto, sino qué le ocurrió, bajo qué condiciones, por cuánto tiempo y bajo responsabilidad de qué actor. Esta lectura coincide con Olsen y Borit (2013), quienes advierten que definir la trazabilidad de manera imprecisa reduce la capacidad analítica de los sistemas y genera registros que aparentan control, pero no garantizan reconstrucción efectiva del historial alimentario (Olsen & Borit, 2013).

Las prácticas identificadas en la literatura muestran una evolución desde mecanismos documentales básicos hacia sistemas de información más complejos, aunque esa transición no es homogénea. La identificación de lotes, el registro de especie, zona de captura, fecha, proveedor, volumen, tipo de conservación y destino comercial siguen

siendo prácticas indispensables; sin embargo, su utilidad depende de la continuidad del dato entre eslabones. La trazabilidad interna permite ordenar procesos dentro de una empresa, pero la trazabilidad externa exige interoperabilidad entre pescadores, acopiadores, procesadores, transportistas, distribuidores y comercializadores. Por ello, una cadena puede disponer de registros parciales y, aun así, ser incapaz de responder con precisión ante una alerta sanitaria, una sospecha de sustitución de especie o una reclamación por deterioro de calidad (Olsen & Borit, 2018; Borit & Olsen, 2016).

La digitalización aparece como una oportunidad relevante, aunque no como una solución autosuficiente. Códigos QR, RFID, sensores de temperatura, plataformas en la nube, blockchain e Internet de las cosas amplían la capacidad de registrar, transmitir y consultar información, pero su valor depende de la veracidad del dato inicial, de la disciplina operativa y de la existencia de estándares compartidos. Rahman et al. (2021) señalan que las aplicaciones RFID en cadenas pesqueras han sido utilizadas para reforzar calidad, seguridad y confianza, especialmente por su capacidad de seguimiento en tiempo real; no obstante, la tecnología solo potencia la trazabilidad cuando existe gobernanza de datos, capacitación y validación. En consecuencia, digitalizar registros deficientes no resuelve la opacidad: puede incluso sofisticarla si no se acompaña de controles, auditorías y criterios de interoperabilidad (Rahman et al., 2021).

Los atributos de calidad más estrechamente vinculados con la trazabilidad son la frescura, la inocuidad, la autenticidad de especie, la conservación de la cadena de frío, la vida útil y la conformidad comercial. En productos pesqueros, la frescura es un atributo dinámico, afectado por cambios post mortem, actividad microbiana, oxidación, temperatura y manipulación; por ello, no puede evaluarse únicamente en el punto de venta sin considerar el historial del producto. Huss (1995) explica que la calidad del pescado fresco depende de transformaciones biológicas y químicas tempranas, lo que refuerza la necesidad de registrar tiempos, temperaturas y condiciones de manejo desde la captura. Así, la trazabilidad funciona como una memoria técnica que permite explicar por qué dos productos de la misma especie pueden presentar calidades distintas al llegar al mercado (Huss, 1995; Mercier et al., 2017).

La inocuidad representa un campo donde la trazabilidad adquiere especial fuerza argumentativa, porque permite delimitar el alcance de una no conformidad y ejecutar acciones correctivas proporcionales. Una cadena sin trazabilidad suficiente tiende a responder de forma amplia, costosa e imprecisa ante riesgos sanitarios; en cambio, una cadena con registros completos puede aislar lotes, identificar proveedores, reconstruir rutas y reducir la exposición del consumidor. Esta lógica es coherente con el enfoque preventivo del Codex Alimentarius, cuyo Código de Prácticas para Pescado y Productos Pesqueros orienta la manipulación, producción, almacenamiento, distribución, exportación, importación y venta hacia productos inocuos y aptos para mercados nacionales e internacionales (Codex Alimentarius Commission, 2020). Por tanto, la trazabilidad no sustituye las buenas prácticas ni el sistema HACCP, pero

incrementa su capacidad de respuesta y aprendizaje (Codex Alimentarius Commission, 2020; Aung & Chang, 2014).

La autenticidad constituye otro hallazgo crítico, porque los productos pesqueros son vulnerables a sustitución de especies, etiquetado incorrecto, falsificación de origen y declaraciones comerciales engañosas. Esta vulnerabilidad aumenta cuando el producto se filetea, congela, empaqueta o transforma, ya que pierde rasgos morfológicos que permitirían su identificación visual. Leal et al. (2015) sostienen que la trazabilidad de origen en productos pesqueros requiere complementar los registros documentales con herramientas geoquímicas, bioquímicas y moleculares, especialmente cuando existen incentivos económicos para el fraude. De manera convergente, Luque y Donlan (2019) muestran que el etiquetado erróneo de productos pesqueros es un problema global asociado con identidad, valor y seguridad alimentaria, por lo que la trazabilidad documental debe dialogar con mecanismos analíticos de verificación (Leal et al., 2015; Luque & Donlan, 2019).

Las limitaciones identificadas revelan que la trazabilidad efectiva no depende únicamente de la disponibilidad tecnológica, sino de condiciones económicas, institucionales y culturales. Los costos de implementación, la baja conectividad en zonas de desembarque, la informalidad de algunos eslabones, la escasa capacitación, la fragmentación normativa y la resistencia a compartir información reducen la continuidad del sistema. Esta dificultad es particularmente sensible en cadenas donde los actores más pequeños asumen costos de registro sin capturar necesariamente los beneficios comerciales posteriores. Mai et al. (2010) demostraron que los beneficios de la trazabilidad en cadenas de pescado no se distribuyen de manera uniforme, lo cual obliga a considerar incentivos, cooperación interorganizacional y modelos proporcionales de implementación para evitar que la trazabilidad se convierta en una barrera excluyente (Mai et al., 2010; Borit & Olsen, 2020).

La revisión permite discutir, además, una tensión frecuente entre trazabilidad formal y trazabilidad sustantiva. La primera se limita a cumplir requisitos documentales mínimos; la segunda genera información útil para prevenir deterioro, corregir fallas, respaldar certificaciones y sostener decisiones de calidad. Esta diferencia es decisiva porque una cadena puede conservar facturas, guías o certificados sin disponer de datos suficientes para explicar una desviación de temperatura, un reclamo por baja frescura o una sustitución de especie. Por ello, la trazabilidad sustantiva exige que cada registro tenga utilidad analítica: debe permitir vincular eventos, productos, actores y condiciones. En esta línea, Aung y Chang (2014) plantean que los sistemas bien diseñados reducen la distribución de alimentos inseguros o de baja calidad y fortalecen la confianza del consumidor, especialmente cuando la información permite una respuesta rápida ante incidentes (Aung & Chang, 2014).

Los aportes de la trazabilidad a la mejora de la calidad son más consistentes cuando los datos dejan de archiversse con fines regulatorios y se convierten en insumos para gestión. El seguimiento de temperatura, tiempos de espera, rutas logísticas, reclamos,

devoluciones, no conformidades y vida útil permite identificar puntos críticos donde se pierde valor. La tesis doctoral de Mai (2010) mostró que la mejora de la gestión de calidad en cadenas de pescado fresco requiere integrar logística, trazabilidad y monitoreo continuo de temperatura, pues los datos registrados pueden utilizarse para calcular calentamiento del producto, identificar pasos peligrosos y mejorar decisiones de transporte. Esto confirma que la trazabilidad tiene un potencial correctivo y predictivo: no solo explica fallas pasadas, sino que ayuda a anticipar riesgos futuros (Mai, 2010).

Desde el punto de vista competitivo, la trazabilidad fortalece la diferenciación comercial y el acceso a mercados exigentes porque convierte atributos invisibles — origen, legalidad, sostenibilidad, inocuidad, autenticidad— en información verificable. En cadenas globales, donde el consumidor rara vez conoce al productor y el producto atraviesa múltiples intermediarios, la confianza depende de mecanismos capaces de reducir asimetrías de información. Borit y Olsen (2020) identifican beneficios de la trazabilidad asociados con cumplimiento regulatorio, mejora de la gestión de cadena, facilitación de acceso a mercados y mitigación de riesgos. Esta evidencia sugiere que la trazabilidad no debe concebirse como un costo añadido, sino como una inversión estratégica cuyo retorno se expresa en menor incertidumbre, mayor reputación, reducción de rechazos y fortalecimiento de relaciones comerciales (Borit & Olsen, 2020).

La discusión también evidencia que el vínculo entre trazabilidad y calidad no es automático ni lineal. Una cadena trazable puede mantener problemas de calidad si los datos no se usan para tomar decisiones, si las temperaturas no se controlan, si los registros no se auditan o si los actores carecen de incentivos para reportar con exactitud. Del mismo modo, una cadena con buenas prácticas empíricas puede preservar calidad en ciertos tramos, pero quedar expuesta a pérdidas comerciales si no puede demostrar origen, inocuidad o autenticidad. Por ello, el aporte teórico de esta revisión consiste en proponer que la trazabilidad es una condición habilitante de la calidad verificable, no su sustituto. La calidad se materializa en prácticas sanitarias, logísticas y tecnológicas; la trazabilidad permite demostrar, explicar y mejorar esas prácticas (Olsen & Borit, 2018; Leal et al., 2015).

En términos metodológicos, el carácter exploratorio de la revisión permitió integrar literatura sobre trazabilidad alimentaria, tecnología, inocuidad, autenticidad, cadena de frío y gestión de calidad, pero también deja abierta la necesidad de estudios empíricos que midan la relación entre niveles de trazabilidad y resultados concretos de calidad. Futuras investigaciones deberían comparar cadenas artesanales e industriales, mercados locales y de exportación, así como modelos manuales, híbridos y digitales de trazabilidad. También resulta pertinente desarrollar indicadores que estimen completitud del registro, precisión del lote, continuidad documental, desviaciones térmicas, frecuencia de no conformidades y efectos sobre vida útil o rechazos comerciales. Esta agenda permitiría pasar de una discusión conceptual a

una evaluación mensurable del desempeño trazable en productos pesqueros (Mai, 2010; Rahman et al., 2021).

En conjunto, la evidencia discutida permite afirmar que la trazabilidad aporta valor a la cadena pesquera cuando se integra con calidad, inocuidad, logística y gobernanza institucional. Su mayor contribución no reside en acumular información, sino en producir confianza verificable: confianza para el consumidor, para el comprador, para la autoridad sanitaria, para el exportador y para el propio productor. La originalidad del enfoque propuesto radica en desplazar la trazabilidad desde una visión documental hacia una concepción estratégica de gestión de calidad, donde los datos permiten prevenir deterioro, autenticar productos, reducir pérdidas, responder ante riesgos y mejorar la competitividad. Así, la trazabilidad se consolida como un mecanismo de transparencia operativa y una condición necesaria para cadenas pesqueras más seguras, sostenibles y económicamente robustas (FAO, 2024; Borit & Olsen, 2020).

5. Conclusiones

La trazabilidad se consolida como un componente estratégico para asegurar la calidad en la cadena de valor de los productos pesqueros, debido a que permite reconstruir el recorrido del producto desde la captura o cultivo hasta su comercialización final. Su función no se limita al registro documental, sino que aporta una base técnica para verificar origen, condiciones de manipulación, conservación, transformación y distribución, aspectos decisivos en productos altamente perecederos.

El análisis realizado evidencia que la calidad pesquera depende de una secuencia acumulativa de prácticas desarrolladas en cada eslabón de la cadena. La frescura, la inocuidad, la autenticidad de especie, la vida útil y la conservación de la cadena de frío no pueden garantizarse únicamente mediante controles finales, sino mediante sistemas capaces de registrar y controlar los eventos críticos que afectan el producto durante todo su tránsito comercial.

Las prácticas de trazabilidad más relevantes identificadas en la literatura se relacionan con la identificación de lotes, el registro del origen, la documentación de capturas, la certificación sanitaria, el etiquetado, el control de temperatura y el uso progresivo de tecnologías digitales. No obstante, su efectividad depende de la calidad de los datos, la interoperabilidad entre actores, la capacitación operativa y la existencia de procedimientos verificables en todos los niveles de la cadena.

Las principales limitaciones para implementar una trazabilidad efectiva se concentran en la informalidad de ciertos eslabones, los costos tecnológicos, la fragmentación institucional, la escasa digitalización, la débil cultura de registro y la falta de incentivos equitativos para pequeños productores, pescadores artesanales e intermediarios. Estas restricciones generan sistemas parciales, capaces de cumplir exigencias documentales mínimas, pero insuficientes para garantizar una trazabilidad completa y útil para la gestión de calidad.

La trazabilidad aporta mejoras sustantivas a la calidad cuando se integra con buenas prácticas de manipulación, sistemas de inocuidad, control de cadena de frío, verificación de autenticidad y gestión logística. En estos casos, permite reducir pérdidas, prevenir fraudes, focalizar retiros sanitarios, disminuir rechazos comerciales, fortalecer la confianza del consumidor y mejorar la competitividad de los productos pesqueros en mercados cada vez más exigentes.

La relación entre trazabilidad y calidad no debe entenderse como automática, sino como dependiente de la forma en que la información se registra, valida y utiliza para tomar decisiones. La trazabilidad solo genera valor real cuando deja de ser un archivo administrativo y se convierte en una herramienta de gestión, control y mejora continua. Por ello, su fortalecimiento constituye una condición necesaria para avanzar hacia cadenas pesqueras más transparentes, seguras, competitivas y sostenibles.

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.

Referencias Bibliográficas

- Alcocer-Quinteros, R. P., Knudsen-González, J. A., & Marrero-Delgado, F. (2024). *Contribución a la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en cantones del Ecuador*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.80>
- Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food Control*, 39, 172–184. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.007>
- Avellaneda Vázquez, J. P., & Herrera-Eguez, F. E. (2024). *Dosis de silicio como nueva estrategia para el control de la mancha marrón (Bipolaris oryzae) en arroz (Oryza sativa L.)*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.81>
- Beltrán-Jimenez, S. S., Gómez-Reina, M. Ángel, Monsalve-Estrada, N. Y., Ospina-Ladino, M. C., & López-Muñoz, L. G. (2023). Optimización del Overrun (aireado), del rendimiento, de los sólidos solubles y los costos de un helado mediante el diseño de mezclas. *Journal of Economic and Social Science Research*, 3(4), 68–83. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v3/n4/81>
- Blaha, F., Vincent, A., & Piedrahita, Y. (2023). *Guidance document: Advancing end-to-end traceability: Critical tracking events and key data elements along capture fisheries and aquaculture value chains*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc5484en>
- Borit, M., & Olsen, P. (2016). *Seafood traceability systems: Gap analysis of inconsistencies in standards and norms* (FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1123). FAO. <https://www.fao.org/3/i5944e/i5944e.pdf>
- Borit, M., & Olsen, P. (2020). *Beyond regulatory compliance: Seafood traceability benefits and success cases* (FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1197). FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9550en>

- Caicedo-Aldaz, J. C., & Herrera-Sánchez, D. J. (2022). El Rol de la Agroecología en el Desarrollo Rural Sostenible en Ecuador. *Revista Científica Zambos*, 1(2), 1-16. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n2/24>
- Campuzano-Vera, S. E., Alcázar-Espinoza, J. A., Alcázar-Campuzano, M. Z., & Wolf-Noblecilla, D. M. (2024). Contenido fenólico y capacidad antioxidante de un vino a base de Reina Claudia roja (*Prunus domestica*). *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(4), 303–320. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n4/149>
- Codex Alimentarius Commission. (2003). *Code of practice for fish and fishery products* (CXC 52-2003). FAO/WHO. https://www.fao.org/input/download/standards/10273/CXP_052e.pdf
- FAO, Duke University, & WorldFish. (2023). *Illuminating Hidden Harvests: The contributions of small-scale fisheries to sustainable development*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc4576en>
- FAO. (2024). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in action*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
- FAO. (2026). *Food fraud in the fisheries and aquaculture sector* (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 742). Rome. <https://doi.org/10.4060/cd8244en>
- Guamán-Rivera, S. A. (2022). Desarrollo de Políticas Agrarias y su Influencia en los Pequeños Agricultores Ecuatorianos. *Revista Científica Zambos*, 1(3), 15-28. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n3/30>
- Guamán-Rivera, S. A., & Flores-Mancheno, C. I. (2023). Seguridad Alimentaria y Producción Agrícola Sostenible en Ecuador. *Revista Científica Zambos*, 2(1), 1-20. <https://doi.org/10.69484/rcz/v2/n1/35>
- Herrera-Feijoo, R. J. (2024). Principales amenazas e iniciativas de conservación de la biodiversidad en Ecuador. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 33–56. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n1/85>
- Herrera-Sánchez, D. J., & Gavilánez-Buñay, T. C. (2023). Estrategias de agricultura regenerativa para mejorar la salud del suelo. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 1(2), 15-28. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v1/n2/12>
- Huss, H. H. (1995). *Quality and quality changes in fresh fish* (FAO Fisheries Technical Paper No. 348). FAO. <https://www.fao.org/4/v7180e/v7180e00.htm>
- Leal, M. C., Pimentel, T., Ricardo, F., Rosa, R., & Calado, R. (2015). Seafood traceability: Current needs, available tools, and biotechnological challenges for origin certification. *Trends in Biotechnology*, 33(6), 331–336. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2015.03.003>
- Luque, G. M., & Donlan, C. J. (2019). The characterization of seafood mislabeling: A global meta-analysis. *Biological Conservation*, 236, 556–570. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.04.006>
- Mai, N. T. T. (2010). *Enhancing quality management of fresh fish supply chains through improved logistics and ensured traceability* [Doctoral dissertation, University of

- Iceland]. https://www.matis.is/media/utgafa/krokur/Nga-Mai_PhD-dissertation-June2010.pdf
- Mercier, S., Villeneuve, S., Mondor, M., & Uysal, I. (2017). Time–temperature management along the food cold chain: A review of recent developments. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(4), 647–667. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12269>
- Mieles-Giler, J. W., Guerrero-Calero, J. M., Moran-González, M. R., & Zapata-Velasco, M. L. (2024). Evaluación de la degradación ambiental en hábitats Naturales. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(3), 65–88. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n3/121>
- Olsen, P., & Borit, M. (2013). How to define traceability. *Trends in Food Science & Technology*, 29(2), 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.10.003>
- Olsen, P., & Borit, M. (2018). The components of a food traceability system. *Trends in Food Science & Technology*, 77, 143–149. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.05.004>
- Rahman, L. F., Alam, L., Marufuzzaman, M., & Sumaila, U. R. (2021). Traceability of sustainability and safety in fishery supply chain management systems using radio frequency identification technology. *Foods*, 10(10), 2265. <https://doi.org/10.3390/foods10102265>
- Rojas, F. E., & Saavedra-Mera, K. A. . (2022). Diversificación de Cultivos y su Impacto Económico en las Fincas Ecuatorianas. *Revista Científica Zambos*, 1(1), 51-68. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n1/21>
- Sangacha-Tapia, L. M., Celi, R. J., Acosta-Guzmán, I. L., & Varela-Tapia, E. A. (2024). *Inteligencia Artificial Aplicada a Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) con Python y Machine Learning*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.88>
- Sarango-Ordóñez, J. P., Arellano-Reinoso, K. G., Arias-Ramirez, B. J., & Ureta-Leones, D. A. (2024). Distribución geográfica y estado de conservación actual de *Cedrela odorata* y *Cedrelinga cateniformis* en la Amazonía ecuatoriana. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(4), 89–106. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n4/134>
- Trienekens, J. H., Wognum, P. M., Beulens, A. J. M., & van der Vorst, J. G. A. J. (2012). Transparency in complex dynamic food supply chains. *Advanced Engineering Informatics*, 26(1), 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2011.07.007>
- Villanueva-Conforme, G. M., & Cervantes-Molina, X. P. (2024). *Cadena de Valor de los Residuos Sólidos Urbanos: Un Enfoque Integral*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.82>
- World Health Organization. (2026). *Food safety*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>