AGROCHAIN: DIGITAL TRACEABILITY SYSTEM TO IMPROVE TRANSPARENCY IN THE MARKETING OF ORGANIC SWISS CHEESE FROM CAJAMARCA

- **Castillo Diaz Cesar Martin , Gonzales Velásquez Ángel Jesús , Soto Rudas Nataly**
  1-4 Universidad Privada del Norte, Perú, n00185449@upn.pe, n00380032@upn.pe, n00364673@upn.pe,

Abstract —

This study aims to develop Agrochain, a technological proposal focused on improving traceability and transparency in the commercialization of organic Swiss cheese in Cajamarca through the use of QR codes and secure digital records. The research arises from the problem of lack of trust and transparency within the agricultural supply chain, which limits the competitiveness of small producers and generates consumer distrust regarding product origin and authenticity. The methodology used corresponds to a descriptive and applied research, with a non-experimental and cross-sectional design, under a mixed approach combining quantitative and qualitative analysis. Data collection was carried out through surveys and observation involving consumers, university students, and small agricultural producers from Cajamarca. The results show a high appreciation for food traceability, revealing significant acceptance of technological solutions that enable verification of reliable information about organic Swiss cheese. It is concluded that Agrochain represents a viable alternative to strengthen trust between producers and consumers, promote fair trade, and contribute to the sustainable development of the agricultural sector.

Keywords — traceability, organic Swiss cheese, QR codes, supply chain, Agrochain.

AGROCHAIN: SISTEMA DE TRAZABILIDAD DIGITAL PARA MEJORAR LA TRANSPARENCIA EN LA COMERCIALIZACIÓN DE QUESO SUIZO ORGÁNICO DE CAJAMARCA

- **Castillo Diaz Cesar Martin , Gonzales Velásquez Ángel Jesús , Soto Rudas Nataly**
  1-4 Universidad Privada del Norte, Perú, n00185449@upn.pe, n00380032@upn.pe, n00364673@upn.pe,

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo desarrollar Agrochain, una propuesta tecnológica orientada a mejorar la trazabilidad y transparencia en la comercialización de queso suizo orgánico de Cajamarca mediante el uso de códigos QR y registros digitales seguros. La investigación surge a partir de la problemática relacionada con la falta de confianza y transparencia dentro de la cadena de suministro agrícola, lo que limita la competitividad de pequeños productores y genera desconfianza en los consumidores respecto al origen y autenticidad de los productos. La metodología empleada corresponde a una investigación de tipo descriptiva y aplicada, con un diseño no experimental y transversal, bajo un enfoque mixto que combina análisis cuantitativo y cualitativo. Para la recolección de datos se aplicaron encuestas y observación a consumidores, estudiantes universitarios y pequeños productores agrícolas de Cajamarca. Los resultados evidencian una alta valoración de la trazabilidad alimentaria, mostrando una aceptación significativa hacia soluciones tecnológicas que permitan verificar información confiable sobre el queso suizo orgánico. Se concluye que Agrochain representa una alternativa viable para fortalecer la confianza entre productores y consumidores, promover un comercio más justo y contribuir al desarrollo sostenible del sector agrícola.

Palabras clave — trazabilidad, queso suizo orgánico, códigos QR, cadena de suministro, Agrochain.

I. INTRODUCCIÓN

Las cadenas de suministro de alimentos presentan una enorme complejidad, lo que suele ser la causa de la falta de transparencia y trazabilidad. En los últimos años, el consumo de productos orgánicos ha experimentado un crecimiento significativo a nivel mundial debido al aumento de la preocupación de los consumidores por la salud, la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria. Cada vez más personas buscan alimentos cuya producción sea natural, responsable con el medio ambiente y libre de sustancias químicas perjudiciales. Este cambio en los hábitos de consumo ha generado una mayor demanda de mecanismos que permitan garantizar la autenticidad, calidad y procedencia de los productos agrícolas dentro de la cadena de suministro. Sin embargo, uno de los principales desafíos en este sector es la falta de transparencia en el seguimiento de los productos desde su origen hasta el consumidor final, situación que puede generar desconfianza y afectar la competitividad de pequeños productores en mercados más exigentes [1].

La trazabilidad se ha convertido en una herramienta fundamental dentro del sector agroalimentario, ya que permite registrar, monitorear y verificar cada etapa por la que atraviesa un producto, desde su producción hasta su comercialización. Gracias a ello, es posible identificar el origen del alimento, conocer su proceso de elaboración y validar certificaciones relacionadas con su calidad. En este contexto, las tecnologías digitales han adquirido gran relevancia como soluciones innovadoras para mejorar la gestión de la

información dentro de las cadenas de suministro agrícolas [1].

Diversos antecedentes internacionales evidencian la importancia de integrar herramientas tecnológicas en sistemas de trazabilidad. Lin et al. señalan que tecnologías como blockchain permiten almacenar información de forma segura, inmutable y verificable, reduciendo riesgos de fraude alimentario y fortaleciendo la confianza de los consumidores [2]. Del mismo modo, Mirabelli y Solina destacan que la digitalización de la cadena de suministro agrícola mejora la eficiencia logística, optimiza la gestión de datos y facilita la transparencia entre todos los actores involucrados [3]. Además, estudios enfocados en productos orgánicos indican que el uso de sistemas digitales de trazabilidad favorece modelos de comercio más sostenibles y justos [4].

En el contexto peruano, el sector agrícola representa una actividad económica clave, especialmente en regiones con alto potencial productivo como Cajamarca. Esta región destaca por la producción de alimentos orgánicos y naturales como el queso suizo, arándanos, café y otros productos agrícolas con alto valor comercial. No obstante, muchos pequeños productores enfrentan dificultades para posicionar sus productos en mercados nacionales e internacionales debido a la limitada disponibilidad de sistemas accesibles de certificación y verificación. A nivel nacional, PROMPERÚ ha impulsado la implementación de sistemas de trazabilidad para alimentos orgánicos como estrategia para fortalecer las exportaciones peruanas [5].

A nivel local, uno de los principales problemas identificados es la asimetría de información entre productores y consumidores. En muchos casos, los consumidores no cuentan con herramientas que les permitan verificar fácilmente el verdadero origen del producto, su autenticidad o sus certificaciones orgánicas. Asimismo, la presencia de intermediarios dentro de la cadena de comercialización reduce las ganancias de los pequeños agricultores y dificulta el desarrollo de un comercio más justo.

Frente a esta problemática, surge Agrochain, una propuesta tecnológica orientada a fortalecer la trazabilidad, autenticidad y transparencia en la comercialización de queso suizo orgánico mediante el uso de códigos QR y registros digitales seguros. A través de esta solución, los consumidores podrán acceder de manera rápida y confiable a in

formación relacionada con el origen del producto, certificaciones y procesos de producción. La plataforma también integrará un módulo de geolocalización para mapear mediante coordenadas GPS la ubicación exacta de las fincas y centros de acopio.

Por ello, el presente estudio tiene como objetivo desarrollar una propuesta tecnológica denominada Agrochain que permita mejorar la transparencia, autenticidad y trazabilidad del queso suizo orgánico de Cajamarca, contribuyendo al fortalecimiento de la relación entre productores y consumidores y promoviendo el desarrollo sostenible del sector agrícola.

Descripción del Problema

En la región de Cajamarca, los pequeños productores de queso suizo orgánico enfrentan serias dificultades para demostrar el origen y la autenticidad de sus productos ante el consumidor final. La cadena de comercialización actual carece de mecanismos accesibles de verificación, lo que genera asimetría de información entre productor y consumidor: mientras el productor conoce el proceso real de elaboración, el consumidor solo puede confiar en el etiquetado, sin forma de comprobarlo. Esta situación se agrava por la presencia de intermediarios que reducen el margen de ganancia del pequeño agricultor y dificultan un comercio más justo. Como resultado, los productores pierden competitividad frente a marcas certificadas y el consumidor pierde confianza en la etiqueta "orgánico".

Formulación del Problema

Problema general: ¿En qué medida la implementación de un sistema de trazabilidad

digital basado en códigos QR y registros digitales seguros mejora la transparencia, autenticidad y confianza del consumidor en la comercialización de queso suizo orgánico de Cajamarca?

Problemas específicos:

¿Cuál es el nivel de asimetría de información entre productores y consumidores de queso suizo orgánico en Cajamarca?
¿Qué arquitectura tecnológica permite un registro completo y auditable del producto desde campo hasta el consumidor final?
¿En qué medida un mecanismo de validación QR incrementa el Índice de Confianza del Consumidor (ICC) y la Disposición de Pago Premium (DPP)?
¿La planificación táctica de operaciones garantiza la viabilidad logística del escalamiento del sistema Agrochain?

Objetivo General

Desarrollar e implementar un sistema de trazabilidad digital denominado "Agrochain", basado en tecnologías de registros digitales seguros y códigos QR, para mejorar la transparencia, autenticidad y confianza en la comercialización de queso suizo orgánico en la región de Cajamarca durante el año 2026.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la cadena de suministro y el nivel de asimetría de información entre los pequeños productores agrícolas y los consumidores de queso suizo orgánico en Cajamarca.
- Diseñar la arquitectura tecnológica de la plataforma Agrochain, definiendo el flujo de las 7 etapas secuenciales de trazabilidad, desde el registro georreferenciado en campo hasta la consulta del consumidor final.
- Evaluar estadísticamente la percepción de confianza, aceptación tecnológica y la disposición de pago premium por parte de los consumidores ante la presencia de un mecanismo de validación digital QR.
- Desarrollar la planificación táctica de operaciones mediante la elaboración del Pronóstico de Demanda, el Plan Agregado de Producción (PAP) y el Plan Maestro de Producción (PMP) para garantizar la viabilidad logística y el escalamiento del sistema en un horizonte semestral.

Justificación

Justificación teórica: El estudio contribuye a la literatura sobre trazabilidad digital y blockchain aplicado a cadenas agroalimentarias, aportando evidencia empírica desde un contexto latinoamericano y rural poco explorado en la bibliografía existente, la cual se concentra mayormente en casos europeos y asiáticos [2],[3].
Justificación práctica: Agrochain ofrece una solución concreta y de bajo costo (QR + registro digital) que los pequeños productores de queso suizo orgánico de Cajamarca pueden adoptar sin infraestructura costosa, permitiéndoles competir en mercados que exigen certificación de origen y mejorando directamente su rentabilidad mediante la disposición de pago premium identificada en la investigación (63.5%).
Justificación metodológica: Se diseñan y validan instrumentos de medición (cuestionario estructurado, indicadores ICC y DPP, NCT) que pueden ser replicados en investigaciones futuras sobre adopción tecnológica en cadenas agrícolas similares.

Hipótesis

Hipótesis General

La implementación del sistema de trazabilidad digital Agrochain, basado en códigos QR y registros digitales seguros, mejora significativamente la transparencia, autenticidad y confianza del consumidor en la comercialización de queso suizo orgánico de la región de Cajamarca.

Hipótesis Específicas

H1: Existe un nivel significativo de asimetría de información entre los pequeños productores agrícolas y los consumidores de queso suizo orgánico en Cajamarca, lo que genera desconfianza respecto al origen y autenticidad de los productos.

H2: El diseño de una arquitectura tecnológica basada en 7 etapas secuenciales de trazabilidad permite un registro completo, verificable y auditable del queso suizo orgánico desde el registro en campo hasta la consulta del consumidor final.

H3: La presencia de un mecanismo de validación digital QR incrementa significativamente el Índice de Confianza del Consumidor (ICC) y la Disposición de Pago Premium (DPP) en la comercialización de queso suizo orgánico de Cajamarca.

H4: La planificación táctica de operaciones, mediante el Pronóstico de Demanda, el Plan Agregado de Producción (PAP) y el Plan Maestro de Producción (PMP), garantiza la viabilidad logística y el escalamiento del sistema Agrochain en un horizonte semestral.

Proceso de Funcionamiento de la Trazabilidad en Agrochain

El funcionamiento de Agrochain se estructura en siete etapas secuenciales que abarcan desde el registro del productor en campo hasta la verificación final por parte del consumidor. La Tabla 1 resume dichas etapas, describiendo la acción realizada en cada una y su aporte a la trazabilidad del queso suizo orgánico.

TABLA I

ETAPAS DEL PROCESO DE TRAZABILIDAD DIGITAL DE AGROCHAIN

N.°	Etapa	Descripción
1	**Registro del productor y georreferenciación**	El productor se registra en la plataforma y su finca o centro de acopio es geolocalizado mediante coordenadas GPS, vinculando el lote a un punto geográfico real y verificable.
2	**Recepción y clasificación del lote**	En el centro de acopio se clasifica el producto orgánico (queso, café, arándanos, entre otros) y se conforma un lote comercial identificable.
3	**Generación del código QR único**	El sistema genera de forma automática un código QR único, vinculado de manera indisoluble al lote y a las coordenadas GPS registradas.
4	**Registro digital seguro de la información**	Se almacenan en la base de datos el origen, la fecha de producción, el proceso de elaboración y las certificaciones orgánicas correspondientes al lote.
5	**Etiquetado del producto**	El código QR se imprime y se coloca sobre el empaque del producto antes de su despacho hacia los puntos de venta.
6	**Distribución y control logístico**	Los registros de despacho actualizan automáticamente el sistema, permitiendo dar seguimiento al lote durante toda la cadena de distribución.
7	**Escaneo y verificación por el consumidor**	El consumidor final escanea el código QR con su teléfono y accede al mapa interactivo de origen, las certificaciones y un breve cuestionario que mide el Índice de Confianza del Consumidor (ICC).

Este flujo garantiza que la información registrada en cada etapa quede vinculada de forma permanente al lote físico correspondiente, de modo que cualquier punto de la cadena pueda ser auditado y que el consumidor final acceda a un historial completo y verificable del producto al momento de la compra.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación corresponde a un estudio de tipo descriptivo y aplicado, debido a que analiza la problemática relacionada con la falta de transparencia en la comercialización de queso suizo orgánico y propone una solución tecnológica denominada Agrochain. Asimismo, se empleó un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una visión más completa del problema.

El diseño de investigación fue no experimental y transversal, ya que no se manipularon variables y la recolección de datos se realizó en un único periodo de tiempo. La investigación se centró en evaluar la percepción de consumidores y productores respecto a la trazabilidad y confianza en queso suizo orgánico comercializados en Cajamarca.

La población estuvo conformada por consumidores de queso suizo orgánico, estudiantes universitarios y pequeños productores agrícolas de Cajamarca vinculados con la cadena de comercialización agroalimentaria. La muestra fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la accesibilidad y

disponibilidad de los participantes, y estuvo conformada por 34 participantes (n = 34).
Como instrumento de investigación se empleó un cuestionario estructurado con preguntas orientadas a evaluar el nivel de conocimiento sobre trazabilidad, la percepción de confianza en queso suizo orgánico y la aceptación de una plataforma tecnológica basada en códigos QR y registros digitales seguros. Para el análisis de los datos recolectados, se emplearon herramientas de estadística descriptiva, representadas mediante gráficos circulares y de barras.
Para cumplir con los criterios metodológicos y permitir una evaluación cuantitativa del impacto de la solución propuesta, se identificaron y definieron las variables de estudio bajo un enfoque sistémico.

Variable Independiente: Sistema de Trazabilidad Digital Agrochain. Se define como la infraestructura tecnológica basada en registros digitales seguros y códigos QR. Operacionalmente, se medirá a través del Nivel de Cobertura de Trazabilidad (NCT), expresado en porcentaje (%), que evalúa la relación matemática entre lotes con código QR emitido frente al total de lotes generados en la campaña.

Variable Dependiente: Transparencia y Confianza en la Comercialización. Se operacionaliza mediante el Índice de Confianza del Consumidor (ICC), medido en escala Likert de 1 a 5; y la Disposición de Pago Premium (DPP), expresada en porcentaje (%), que mide la capacidad del mercado de absorber un sobreprecio estimado del 10% al 20% a cambio de una certificación de origen inalterable.

III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir de las encuestas y pruebas del prototipo permitieron identificar una percepción positiva hacia la implementación de Agrochain como solución tecnológica para la trazabilidad de queso suizo orgánico.
En primer lugar, se observó que el 97% de los encuestados considera muy importante conocer el origen exacto del queso suizo orgánico antes de realizar una compra (Figura 1). Este resultado evidencia el alto interés de los consumidores por contar con información clara y verificable sobre la procedencia de los alimentos.

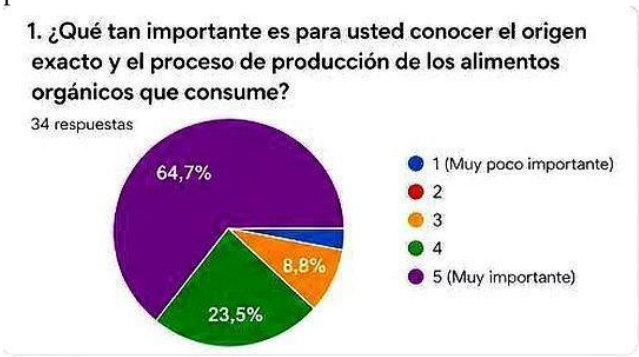


Fig. 1. Importancia de conocer el origen y proceso de producción del queso suizo orgánico (34 respuestas). Elaboración propia.

Asimismo, el 82.4% de los participantes indicó que disponer de información detallada sobre el origen, certificaciones y proceso de producción, verificable mediante código QR en tiempo real, aumentaría su confianza en la marca (Figura 2). Esto demuestra que la trazabilidad puede convertirse en un factor determinante al momento de elegir queso suizo orgánico.

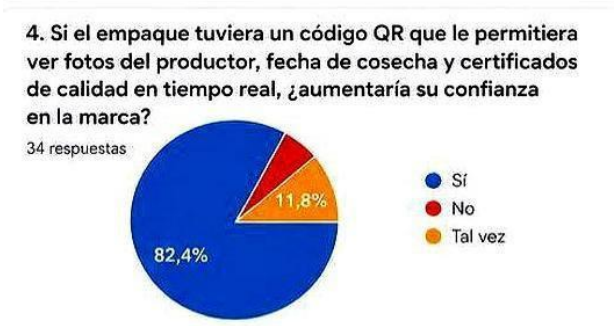


Fig. 2. Efecto de la verificación QR en la confianza del consumidor (34 respuestas). Elaboración propia.

Por otro lado, el 63.5% de los encuestados manifestó estar dispuesto a pagar un precio mayor por productos cuya autenticidad pueda ser verificada mediante herramientas digitales como códigos QR. Este hallazgo sugiere que la implementación de Agrochain no solo fortalecería la confianza del consumidor, sino que también podría generar un mayor valor económico para los productores.

Durante la fase de testeo del prototipo, los usuarios mostraron una respuesta favorable frente al uso de códigos QR para acceder a información del producto (Figura 3). Los consumidores destacaron la facilidad de uso y el valor de poder verificar datos relacionados con el origen, certificación y proceso de producción. Por su parte, algunos productores señalaron que podrían existir dificultades iniciales relacionadas con el uso de la tecnología y la conectividad en zonas rurales.

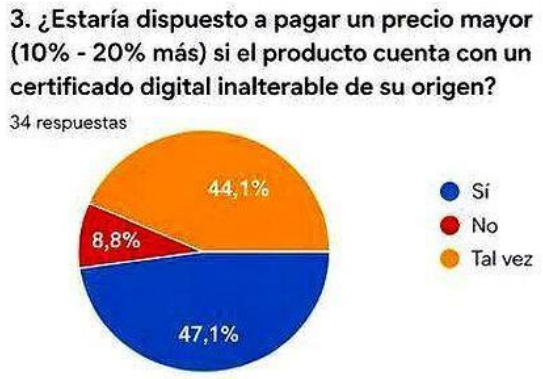


Fig. 3. Prueba del prototipo Agrochain con usuarios. Elaboración propia.

A. Planificación Táctica y Pronóstico de Demanda

La tabla de consolidación semestral recopila el comportamiento de la demanda real traducida a unidades de distribución logística (cajas máster). Este cuadro resume el escalamiento del proyecto Agrochain: el paso de un volumen de partida de 100 cajas mensuales en el escenario inicial a una tasa de crecimiento incremental de 20 cajas adicionales por mes. El volumen global de 900 cajas máster representa la validación matemática de la viabilidad del proyecto, actuando como entrada de datos maestra para la posterior explosión de necesidades de materiales (MRP).

B. Plan Agregado de Producción (PAP)

El Plan Agregado de Producción establece la estrategia de manufactura a nivel táctico para un horizonte de 6 meses. La demanda proyectada inicia con 100 cajas en el Mes 1 y experimenta un crecimiento constante impulsado por la adopción de la plataforma tecnológica, alcanzando un volumen de 200 cajas en el Mes 6, acumulando una necesidad total de 900 cajas para el semestre.

Dado que la asociación aplica una estrategia de producción de persecución de la demanda, el Plan de Producción se acopla exactamente a las necesidades del mercado, manteniendo un Inventario Final de 0 cajas al cierre de cada periodo para asegurar la frescura del queso suizo orgánico. El requerimiento de mano de obra se calculó en función al tiempo estándar de procesamiento por lote. Durante los primeros tres meses la carga de trabajo es absorbida por 1 operario, mientras que a partir del Mes 4 se incorpora un segundo operario para evitar cuellos de botella.

C. Plan Maestro de Producción (PMP)

El Plan Maestro de Producción representa la desagregación operativa a corto plazo del plan agregado. Al fragmentar las 100 cajas del Mes 1 en un horizonte semanal, se determinó un ritmo de producción uniforme de 25 cajas semanales de queso suizo desde la Semana 1 hasta la Semana 4. Dado que este modelo piloto opera bajo un enfoque Make-to-Order, la fila de pedidos comprometidos iguala exactamente al pronóstico semanal. El inventario disponible proyectado se mantiene en cero al término de cada semana, validando un flujo logístico tenso y eficiente.

D. Contrastación de Hipótesis

A partir de los hallazgos descritos anteriormente, se contrastó cada hipótesis frente a la evidencia recogida, tomando como criterio de aceptación que la proporción de respuestas favorables sea superior al 50% (mayoría simple):

- **H1: Se acepta.** El 97% de los encuestados consideró muy importante conocer el origen exacto del producto, y el 88.2% manifestó haber dudado alguna vez de la autenticidad de un producto etiquetado como orgánico. Ambos porcentajes superan ampliamente el criterio de mayoría simple, confirmando una asimetría de información real entre productores y consumidores.
- **H2: Se acepta parcialmente.** Las pruebas del prototipo confirmaron que el flujo de las 7 etapas permite vincular

la información al lote físico de forma completa y auditable; sin embargo, algunos productores señalaron dificultades iniciales de conectividad en zonas rurales, por lo que se recomienda una validación adicional mediante pruebas piloto (ver Recomendaciones).

- **H3: Se acepta.** El 82.4% de los encuestados indicó que la información verificable mediante código QR aumenta su confianza en la marca (ICC), y el 63.5% manifestó disposición a pagar un sobreprecio del 10%-20% (DPP) por productos con autenticidad verificable. Ambos porcentajes superan el criterio de mayoría simple, respaldando estadísticamente la hipótesis.
- **H4: Se acepta.** El Plan Agregado y el Plan Maestro de Producción mantuvieron un Inventario Final de 0 cajas al cierre de cada periodo bajo una estrategia de persecución de la demanda, validando la viabilidad logística del escalamiento de 100 a 200 cajas mensuales en el horizonte semestral.

Nota metodológica: dado que el diseño del estudio es descriptivo y no experimental, la contrastación anterior se basa en el análisis de proporciones frente al criterio de mayoría simple sobre una muestra de 34 participantes (n = 34). Para un contraste inferencial más riguroso (prueba de Chi-cuadrado de bondad de ajuste o prueba Z para una proporción, con su respectivo valor p), se recomienda ampliar el tamaño muestral en futuras investigaciones.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que existe una necesidad significativa de mejorar la transparencia en la comercialización de queso suizo orgánico en Cajamarca. La alta valoración otorgada por los encuestados respecto a la importancia de conocer el origen y proceso de producción de los alimentos demuestra que los consumidores actuales buscan mayor acceso a información confiable antes de realizar una compra.

En particular, el resultado de la primera encuesta mostró que la mayoría de los participantes considera muy importante conocer el origen exacto del queso suizo orgánico. Este hallazgo coincide con lo señalado por Casino et al. [1], quienes afirman que la trazabilidad digital mejora la transparencia dentro de la cadena de suministro agrícola y fortalece la confianza del consumidor.

Asimismo, el 88.2% de los encuestados indicó haber dudado en algún momento sobre la autenticidad de un producto etiquetado como orgánico. Este resultado refleja la existencia de desconfianza en el mercado y evidencia una problemática real relacionada con la falta de mecanismos accesibles de verificación. Dicho hallazgo guarda relación con Lin et al. [2], quienes sostienen que las tecnologías digitales permiten reducir el fraude alimentario y mejorar la autenticidad de la información.

Por otro lado, el 82.4% afirmó que la implementación de un código QR con información verificable aumentaría su confianza en la marca. Esto demuestra una alta aceptación hacia soluciones tecnológicas como Agrochain y respalda la viabilidad de la propuesta. En ese sentido, Mirabelli y Solina [3] destacan que la digitalización de la cadena de suministro optimiza la gestión de información y mejora la relación entre productores y consumidores.

Además, una parte importante de los encuestados manifestó disposición a pagar un precio mayor por productos con certificación digital verificable. Este hallazgo coincide con van Hilten et al. [4], quienes señalan que los sistemas de trazabilidad en productos orgánicos favorecen modelos de comercio más sostenibles y justos, en línea con las iniciativas de trazabilidad promovidas por PROMPERÚ para el sector agroexportador peruano [5]. En conjunto, los resultados indican que Agrochain representa una alternativa tecnológica viable para mejorar la transparencia, autenticidad y

confianza en la comercialización de queso suizo orgánico.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de la investigación realizada, se concluye que la falta de transparencia y trazabilidad en la comercialización de queso suizo orgánico representa una problemática significativa para los pequeños productores de Cajamarca, ya que limita su competitividad dentro del mercado y afecta la confianza de los consumidores.

Los resultados obtenidos mediante las encuestas evidenciaron que los consumidores valoran altamente la posibilidad de conocer el origen, proceso de producción y certificación de los alimentos antes de realizar una compra. Esto demuestra que existe una necesidad real de implementar mecanismos accesibles que permitan verificar la autenticidad del queso suizo orgánico.

Asimismo, se determinó que Agrochain presenta una alta aceptación como propuesta tecnológica, debido a que el uso de códigos QR y registros digitales seguros facilita el acceso a información confiable y verificable. Esta solución puede fortalecer la relación entre productores y consumidores, promoviendo una mayor transparencia dentro de la cadena de suministro.

Finalmente, se concluye que la implementación de Agrochain podría contribuir al desarrollo sostenible del sector agrícola, reduciendo la desinformación, mejorando la competitividad de los pequeños productores y promoviendo un comercio más justo y transparente.

Se recomienda realizar pruebas piloto de Agrochain con productores orgánicos reales de Cajamarca para evaluar su funcionamiento en un entorno práctico y medir su impacto dentro de la cadena de comercialización.

Asimismo, se sugiere ampliar la muestra de participantes en futuras investigaciones para obtener resultados más representativos y analizar la percepción de un mayor número de productores y consumidores.

También se recomienda incorporar funcionalidades adicionales dentro de la plataforma, como certificaciones digitales, monitoreo en tiempo real y mayor accesibilidad para zonas rurales con conectividad limitada.

Finalmente, se propone continuar investigando nuevas tecnologías aplicadas a la trazabilidad agrícola que permitan optimizar la seguridad, autenticidad y transparencia de los productos orgánicos.

REFERENCIAS

[1] F. Casino, V. Kanakaris, T. Dasaklis, S. Pappas, N. M. Rachaniotis, y M. Douligeris, "Blockchain in Agriculture Traceability Systems: A Review," Applied Sciences, vol. 10, no. 12, p. 4113, 2020.

[2] J. Lin, Z. Shen, A. Zhang, y Y. Chai, "Blockchain: A New Safeguard for Agri-Foods," Artificial Intelligence in Agriculture, vol. 4, pp. 153-161, 2020.

[3] G. Mirabelli y V. Solina, "Blockchain and Agricultural Supply Chains Traceability: Research Trends and Future Challenges," Procedia Manufacturing, vol. 42, pp. 414- 421, 2020.

[4] M. van Hilten, G. Ongena, y P. Ravesteijn, "Blockchain for Organic Food Traceability: Case Studies on Drivers and Challenges," Frontiers in Blockchain, vol. 3, 2020.

[5] PROMPERÚ, Implementación del sistema de trazabilidad para alimentos orgánicos, Perú.