

# UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA

*“Agnitio Ad Verum Ducit”*



**Título:**

**Importancia de la trazabilidad para la competitividad del café nicaragüense  
en los mercados internacionales, segundo semestre 2025.**

**Autor (es):**

**Lic. Yesica Tateana Leiva Pilarte**

**Msc. José Santos López Urbina.**

**Institución (es): Universidad Central de Nicaragua.**

**Fecha de Presentación: abril del 2026**

**MANAGUA – NICARAGUA**

**Abril 2026**

## **Resumen.**

La investigación analiza la importancia estratégica de la trazabilidad en la competitividad del café nicaragüense en mercados internacionales durante el período 2021-2025. Mediante un enfoque mixto con diseño descriptivo-correlacional, se estudió una muestra de 50 actores de la cadena de valor, utilizando entrevistas semiestructuradas, observación directa y revisión documental de fuentes oficiales (MAG, INTA, Banco Central)

Los resultados evidencian que la trazabilidad ha incrementado los precios del café en un 142.9% (de \$3.50 a \$8.50 por libra) y los ingresos por manzana en igual proporción (de C\$280,000 a C\$680,000), con una correlación positiva fuerte ( $r=0.78$ ) entre nivel de trazabilidad y precio obtenido. Los indicadores clave identificados son cadena de custodia (100% adopción), códigos QR (67%) y certificaciones Rainforest Alliance (78%) y Fair Trade (82%). Factores internos como capacitación técnica (92%) y rol de cooperativas (86%) se combinan con factores externos determinantes: demandas del mercado (96%), normativa EUDR (82%) y, especialmente, las quiebras de exportadoras Mercon y CISA (100% lo identifican como punto de inflexión)

La trazabilidad contribuye al cumplimiento de los ODS (1,2,5,8,12,13,15) y se consolida como estrategia indispensable para la competitividad sostenible del café nicaragüense en mercados de gama alta.

**Palabras clave: trazabilidad, competitividad, café nicaragüense, mercados internacionales, sostenibilidad.**

## **Abstract**

This research analyzes the strategic importance of traceability for the competitiveness of Nicaraguan coffee in international markets during the period 2021-2025. Using a mixed-methods approach with a descriptive-correlational design, a sample of 50 value chain actors was studied through semi-structured interviews, direct observation, and documentary review of official sources (MAG, INTA, Central Bank).

The results show that traceability has increased coffee prices by 142.9% (from \$3.50 to \$8.50 per pound) and income per acre proportionally (from C\$280,000 to C\$680,000), with a strong positive correlation ( $r=0.78$ ) between traceability level and price obtained. The key indicators identified are chain of custody (100% adoption), QR codes (67%), and Rainforest Alliance (78%) and Fair Trade (82%) certifications. Internal factors such as technical training (92%) and the role of cooperatives (86%) combine with determining external factors: market demands (96%), EUDR regulations (82%), and especially the bankruptcies of Mercon and CISA exporters (100% identify it as a turning point).

Traceability contributes to the fulfillment of the SDGs (1,2,5,8,12,13,15) and consolidates itself as an indispensable strategy for the sustainable competitiveness of Nicaraguan coffee in high-end markets.

**Keywords: traceability, competitiveness, Nicaraguan coffee, international markets, sustainability.**

## Contenido

<b>1. Antecedentes</b> .....	1
<b>2. Planteamiento del problema</b> .....	4
<b>3. Pregunta de investigación</b> .....	5
<b>4. Objetivos de la investigación</b> .....	6
<b>4.1. Objetivo general</b> .....	6
<b>5. Justificación</b> .....	7
<b>6. Limitaciones</b> .....	9
<b>7. Hipótesis</b> .....	11
7.1. Hipótesis nula (H0):.....	11
7.2. Hipótesis alternativa (H1):.....	11
<b>8. Revisión de literatura</b> .....	12
8.1. Contexto del sector cafetalero nicaragüense (2021-2025).....	12
8.2. Trazabilidad en la cadena de valor del café.....	12
8.3. Trazabilidad y competitividad en mercados internacionales .....	13
8.4. Sostenibilidad y trazabilidad .....	14
<b>9. Marco teórico</b> .....	15
<b>9.1. Estado del arte</b> .....	15
9.1.1. <i>Indicaciones geográficas y denominaciones de origen</i> .....	15
9.1.2. <i>Estudios sobre trazabilidad en café</i> .....	15
9.1.3. <i>Tecnologías emergentes en trazabilidad</i> .....	16
9.1.4. <i>Estudios nacionales sobre competitividad del café nicaragüense</i> .....	16
<b>9.2. Fundamentos teóricos y conceptuales</b> .....	17
9.2.1. <i>Teorías de la trazabilidad</i> .....	17
9.2.2. <i>Indicadores de trazabilidad</i> .....	17
9.2.3. <i>Factores internos y externos de implementación de la trazabilidad</i> .....	20
<b>10. Diseño metodológico</b> .....	23
10.2. Tipo de investigación.....	23
10.3. Población. ....	23
10.4. Muestra. ....	24
10.4.1. <i>Tamaño muestral</i> .....	24
<b>10.5. Tabla 1: Operacionalización de variables</b> .....	25
<b>10.6. Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	26
<b>10.7. Tabla 3: Matriz de validación</b> .....	27

<b>10.8. Tabla 4:Matriz Integrada de Evaluación.</b> .....	28
<b>10.9. Procesamiento y análisis de datos.</b> .....	28
10.9.1. <i>Preparación y depuración de la base de datos.</i> .....	29
10.10. Fuentes para la Revisión Documental. ....	30
<b>11.RESULTADOS</b> .....	31
11.1. Contexto de la investigación: el sector cafetalero nicaragüense 2021-2025 .....	31
11.1.1. <i>Crisis y reestructuración post-quiebras de exportadoras</i> .....	31
11.1.2. <i>Evolución de la implementación de trazabilidad en el período</i> .....	31
11.1.3. <i>Evolución de la implementación de trazabilidad en el período</i> .....	32
11.2. Caracterización de la muestra de productores.....	32
11.3. Impacto en costos de producción .....	33
11.4. Impacto en precios e ingresos.....	34
11.5. Relación entre nivel de trazabilidad y competitividad.....	35
11.6. Modelo lineal de pronósticos de la trazabilidad.....	36
11.6.1. <i>Fundamentación del modelo.</i> .....	36
11.6.2. <i>Especificación del modelo lineal</i> .....	37
11.6.3. <i>Modelos considerados.</i> .....	37
<i>Validación cruzada (k-fold, k=5)</i> .....	44
<i>MAE (Mean Absolute Error)</i> .....	45
11.7. <i>Pronósticos para el período 2026-2028</i> .....	47
11.8. Indicadores de trazabilidad para acceso a mercados de gama alta.....	48
11.8.1. <i>Cadena de custodia: implementación y características.</i> .....	48
11.8.2. <i>Códigos QR y tecnologías digitales</i> .....	49
11.8.3. <i>Certificaciones de origen y sostenibilidad</i> .....	49
11.8.4. <i>Relevancia de indicadores por mercado destino</i> .....	50
11.9. Factores internos y externos que impulsaron la trazabilidad.....	50
11.9.1. <i>Factores internos.</i> .....	50
11.9.2. <i>Factores externos: exigencias regulatorias, demandas de mercado, reestructuración por quiebras de exportadoras.</i> .....	51
11.10. Trazabilidad y desarrollo sostenible.....	53
11.10.1. <i>Vinculación con certificaciones y ODS.</i> .....	53
11.10.2. <i>Políticas gubernamentales de apoyo al proceso de trazabilidad.</i> .....	54
<i>Programas de capacitación y asistencia técnica</i> .....	55
11.10.3. <i>Programa Nacional de Asistencia Técnica Cafetalera (PRONATEC)</i> .....	55
11.10.4. <i>Apoyo a la certificación y formalización de productores</i> .....	57

<b>12.Conclusiones.....</b>	<b>61</b>
<b>13.Referencias.....</b>	<b>63</b>
<b>14.ANEXOS.....</b>	<b>68</b>

### Índice de tablas.

<b>10.5. Tabla 1: Operacionalización de variables.....</b>	<b>25</b>
<b>10.6. Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>26</b>
<b>10.7. Tabla 3: Matriz de validación.....</b>	<b>27</b>
<b>10.8. Tabla 4:Matriz Integrada de Evaluación.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 5:Evolucion de la implementación de la trazabilidad. (2021 – 2025) .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 6:Distribucion de la muestra por tipo de actor.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 7;Costo de producción por MZ de cultivociclo 2021-2025. ....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 8:Comparación de costos de producción.....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 9: Precio por libre de café verde según puntaje de catación. ....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 10: Efecto de la trazabilidad en el ingreso del productor.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 11:Correlación entre trazabilidad e indicadores de competitividad. ....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 12:Estadísticas descriptivas por tipo de actor.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 13:Especificaciones del modelo lineal.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 14:Estimaciones del modelo con dummy .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 15:Efectos diferenciales por tipo de actor.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 16:Interoretacion económica de los coeficientes.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 17:Prueba de linealidad Ramsey RESET.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 18:Prueba de residuos.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 19: Calculo de multicolinealidad.....</b>	<b>43</b>

<b>Tabla 20: Cálculo de error cuadrático medio.....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 21: Cálculo de estabilidad del R2 .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 22: Cálculo del error medio absoluto.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 23: Benchmarks en estudios similares.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 24: Cálculo de pronóstico de trazabilidad 2026-2028.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 25: Implementación de la Cadena de custodia en la muestra .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 26: Tecnologías digitales implementadas.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 27: Porcentaje de productores certificados.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 28: Relevancia de indicadores de trazabilidad por mercado.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 29: Factores internos identificados en el estudio.....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 30: Factores externos identificados.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 31: Tabla comparativa de factores internos y externos identificados.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 32: Certificaciones y vínculos con los ODS.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 33: Logros de los programas implementados por el gobierno .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 34: Componentes del programa de reconversión.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 35: Mecanismos de apoyo al sector.....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 36: Recursos y apoyo local en nicaragua para el sector cafetalero.....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 37: Efecto de las políticas gubernamentales en la trazabilidad 2021-2025.....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 38: Base de datos de muestra seleccionada.....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 39: Evolución de la trazabilidad.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 40: Evolución de las exportaciones de nicaragua.....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 41: Costos de producción.....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 42: Precios e ingresos por productor.....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla 43: Indicadores de trazabilidad.....</b>	<b>80</b>

<b>Tabla 44:Factores internos y externos que afectan la trazabilidad.....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 45:Evolución de la trazabilidad.....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 46:Certificaciones por productor. ....</b>	<b>87</b>
<b>Tabla 47: matriz de triangulación de hallazgos.....</b>	<b>88</b>
<b>Tabla 48:Matriz de triangulación de factores externos.....</b>	<b>90</b>
<b>Tabla 49:Matriz de triangulación de factores internos .....</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 50: Matriz de triangulación general.....</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 51: Matriz de divergencia de resultados.....</b>	<b>96</b>

#### **Índice de ecuaciones.**

<b>Ecuación 1: Modelo de pronóstico de trazabilidad interno .....</b>	<b>38</b>
<b>Ecuación 2:Modelos con variables Dummy incorporadas. ....</b>	<b>38</b>

## **1. Antecedentes.**

A nivel internacional, la trazabilidad se ha consolidado como un eje estratégico en la cadena de valor del café, impulsada por la creciente demanda de consumidores y regulaciones ambientales más estrictas en los principales mercados de destino. En la Unión Europea, el Reglamento (UE) 2023/1115 sobre productos libres de deforestación (EUDR) exige, a partir de 2025, que los operadores demuestren que el café comercializado no proviene de tierras deforestadas después del 31 de diciembre de 2020. Esta normativa ha forzado a países productores como Colombia, Perú y Brasil a implementar sistemas de trazabilidad georreferenciada y monitoreo satelital, integrando herramientas como blockchain y códigos QR para garantizar el cumplimiento.

En América Latina, experiencias como la de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia han demostrado que la trazabilidad masiva, mediante plataformas digitales como el Sistema de Información Cafetera (SICA), permite diferenciar lotes por origen, variedad y prácticas sostenibles, logrando acceder a mercados de especialidad con primas superiores al 30% sobre el precio de referencia internacional. Asimismo, en Costa Rica, el programa Café de Origen del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE) combina análisis de calidad con certificación de trazabilidad desde la microrregión, facilitando la denominación de origen y fortaleciendo la competitividad del grano costarricense en nichos como café de altura y micro lotes.

En África, países como Ruanda y Etiopía han implementado sistemas de trazabilidad basados en subastas electrónicas e identificación por lotes, que permiten a compradores internacionales rastrear el café hasta la cooperativa o estación de beneficio. Estos sistemas han incrementado la transparencia y reducido la intermediación, mejorando

los ingresos de los productores entre un 20% y un 40% en plataformas como la Iniciativa de Café de Etiopía (ECX) reformada.

Por su parte, en Asia, Vietnam principal productor de robusta ha adoptado sistemas de trazabilidad electrónica obligatorios para cumplir con los estándares de la UE y Estados Unidos, utilizando códigos QR y bases de datos nacionales que registran desde la plantación hasta el puerto de salida. Estas experiencias internacionales evidencian que la trazabilidad no solo responde a exigencias regulatorias, sino que se ha convertido en una herramienta indispensable para la diferenciación, el valor agregado y la sostenibilidad del café en los mercados globales más competitivos.

En Nicaragua, la implementación de sistemas de trazabilidad en el sector cafetalero ha ganado relevancia en 2024, especialmente en el contexto de mercados que valoran la transparencia, la calidad y las prácticas sostenibles. La trazabilidad no solo incrementa la confianza del consumidor internacional al asegurar la autenticidad y la calidad del café, sino que también favorece a los productores nicaragüenses al permitirles acceder a mercados especializados que reconocen y premian estas características con mejores precios. Además, los sistemas modernos de trazabilidad emplean tecnologías como códigos QR, que facilitan la transparencia y acceso a información detallada sobre el origen y características del café, beneficiando tanto a compradores como a consumidores finales.

En el caso de Nicaragua, la trazabilidad está vinculada con procesos que incluyen desde la certificación del origen, denominaciones de calidad, hasta registros claros sobre la variedad y la cadena de custodia del grano. Esto ha permitido a los productores y cooperativas diferenciar su café en la arena internacional, promoviéndose como una oferta ética, sostenible y de alta calidad, aspectos que se convierten en una ventaja competitiva fundamental para los mercados mundiales en 2024/2025 (el19digital, 2025). Asimismo, la

trazabilidad contribuye a garantizar el bienestar de los trabajadores agrícolas y la conservación del entorno, aspectos valorados por consumidores conscientes en los mercados internacionales.

La trazabilidad del café para Nicaragua en 2024/2025 es una herramienta estratégica que impulsa la transparencia, mejora la calidad del producto exportado y facilita la inserción en mercados internacionales especializados, con beneficios para todas las partes involucradas en la cadena de valor cafetalera

## **2. Planteamiento del problema.**

Entre 2019 y 2025, el sector cafetalero nicaragüense enfrentó crisis sociopolíticas, climáticas adversas y quiebras de exportadoras clave como Mercon y CISA, que gestionaban cerca del 50% de las exportaciones. Esto provocó caídas de hasta 27.5% en volúmenes exportados durante el primer trimestre de 2024 y pérdidas estimadas en decenas de millones de dólares. Históricamente motor económico del país, el café registró descensos del 15% en la cosecha 2023/2024, limitando financiamiento y mercados estables para más de 40,000 productores.

En paralelo a esta coyuntura crítica, los mercados internacionales han intensificado sus exigencias en materia de transparencia, calidad certificada y sostenibilidad. Sin embargo, la mayoría de los productores nicaragüenses carece de sistemas de trazabilidad robustos que permitan cumplir con estos estándares. Esta deficiencia se manifiesta en la ausencia de mecanismos como la cadena de custodia documentada, el uso de códigos QR para rastreo de origen y la obtención de certificaciones que acrediten prácticas sostenibles. Como resultado, el café nicaragüense enfrenta barreras estructurales para acceder a nichos premium, donde la trazabilidad constituye un requisito indispensable que eleva el valor percibido mediante el rastreo desde la finca hasta el consumidor final.

La implementación deficiente de la trazabilidad responde a factores internos como limitada capacitación técnica de los productores y debilidades en la estructura cooperativa y factores externos como el aumento de exigencias regulatorias en los mercados de destino y la quiebra de exportadoras que históricamente canalizaban la comercialización. Pese a su importancia económica estratégica, la ausencia de normativas claras y acompañamiento técnico sostenido ha homogeneizado esta debilidad, restringiendo la competitividad del café nicaragüense durante el período 2021-2025.

### **3. Pregunta de investigación.**

#### **Pregunta General:**

¿Cómo ha influido la trazabilidad en la competitividad del café nicaragüense en los principales mercados internacionales durante el período 2021-2025?

#### **Preguntas Específicas:**

1. ¿Cuál ha sido el impacto de la trazabilidad en la calidad certificada, el acceso a nichos premium y la sostenibilidad del sector cafetalero nicaragüense entre 2021 y 2025?
2. ¿Qué indicadores de trazabilidad (cadena de custodia, códigos QR, certificaciones de origen) se asocian con el acceso efectivo a segmentos de mercados de gama alta?
3. ¿Qué factores internos (capacitación técnica, rol de cooperativas) y externos (exigencias regulatorias, quiebras de exportadoras) han impulsado o limitado la implementación de sistemas de trazabilidad en el período analizado?

#### **4. Objetivos de la investigación.**

##### **4.1. Objetivo general.**

Analizar la importancia estratégica de la trazabilidad en la competitividad del café nicaragüense en mercados internacionales durante 2021-2025, evaluando su impacto en calidad certificada, acceso a nichos premium y sostenibilidad sectorial.

##### **Objetivos específicos.**

- Determinar cómo la trazabilidad ha influido en la competitividad del café nicaragüense en mercados internacionales durante los últimos cinco años.
- Identificar indicadores clave de trazabilidad, cadena de custodia, códigos QR, certificaciones de origen, asociados al acceso a segmentos de gama alta.
- Identificar factores internos capacitación técnica, cooperativas y externos exigencias regulatorias, que impulsaron su implementación en el período.

## **5. Justificación.**

La investigación aborda la importancia de la trazabilidad en el sector cafetalero nicaragüense durante los últimos cinco años (2021-2025), dado que este sistema se ha convertido en un elemento fundamental para garantizar la calidad del café, mejorar la transparencia en la cadena productiva y consolidar la competitividad en los mercados internacionales. La trazabilidad permite identificar con precisión el origen y las características del café, otorgando confianza a consumidores y compradores, lo que incrementa su valor y facilita el acceso a mercados exigentes y nichos premium. En este sentido, su implementación se vincula directamente con la sostenibilidad del sector al promover prácticas responsables y equitativas que benefician a pequeños y medianos productores.

A pesar de que Nicaragua es un importante productor y exportador de café, la adopción generalizada y efectiva de sistemas de trazabilidad enfrenta limitaciones estructurales. En el período 2021-2025, factores internos como: brechas en capacitación técnica y el rol de las cooperativas, así como factores externos como: el aumento de exigencias regulatorias internacionales y la inestabilidad de comercializadoras han determinado un ritmo y una forma de implementación que aún no han sido cuantificados ni analizados en su conjunto. Existe, por tanto, un vacío de conocimiento respecto a cómo estos elementos específicos han influido en la competitividad real del café nicaragüense, más allá de su reconocido potencial.

Por lo tanto, esta investigación se justifica por su aporte sustantivo al generar información empírica basada en datos estadísticos de producción y exportación del período. Su contribución central radica en: Determinar el impacto estratégico de la trazabilidad, analizando cómo ha influido en la competitividad del café nicaragüense en mercados internacionales. Identificar los factores clave de éxito y barrera, tanto internos (capacitación,

estructura cooperativa) como externos (exigencias regulatorias, quiebras de exportadoras), que han impulsado o limitado su implementación.

Sistematizar indicadores concretos de trazabilidad (como cadena de custodia, códigos QR y certificaciones de origen) y su relación con el acceso efectivo a segmentos de gama alta. Este análisis permitirá a actores públicos y privados (ministerios, instituciones de apoyo, cooperativas, exportadores) diseñar estrategias basadas en evidencia para fortalecer la trazabilidad, potenciar la calidad certificada y consolidar una posición competitiva sostenible.

Al abordar estos aspectos, la investigación no solo contribuye al desarrollo económico del país y al bienestar de los productores, sino que se alinea con los objetivos de sostenibilidad y crecimiento del sector cafetalero nacional, así como con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente aquellos vinculados al trabajo decente, la innovación y la producción responsable.

## 6. Limitaciones.

- **Concentración regional:** La muestra se limitó a los departamentos de Jinotega, Matagalpa y Nueva Segovia, excluyendo otras zonas productoras como la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN) y áreas de producción emergente.
- **Acceso restringido:** Limitaciones logísticas y de conectividad impidieron el acceso a zonas remotas donde existen experiencias de trazabilidad no documentadas.
- **Disponibilidad de datos oficiales:** Las estadísticas oficiales (MAG, Banco Central, INTA) no están desagregadas por nivel de trazabilidad, lo que limita la profundidad del análisis cuantitativo.
- **Rezago informativo:** Parte de la información documental presenta retraso en su publicación, afectando la actualización de los datos analizados.
- **Sobreestimación en auto reportes:** La dependencia de información auto reportada en entrevistas puede generar sesgos por deseabilidad social o falta de precisión en los datos proporcionados.
- **Confidencialidad comercial:** Exportadores y cooperativas pueden mostrar renuencia a compartir información detallada sobre precios, volúmenes y destinos de exportación por consideraciones comerciales.
- **Período atípico:** El estudio abarca un período marcado por eventos excepcionales (quiebras de exportadoras, crisis sociopolíticas), lo que puede limitar la aplicabilidad de los hallazgos a contextos de normalidad comercial.
- **Información proyectada:** Al momento del análisis, los datos definitivos de la cosecha 2024-2025 no estaban disponibles en su totalidad, requiriendo el uso de estimaciones preliminares.

- Control de variables: El análisis no incorpora el control de variables intervinientes (tamaño de finca, años de experiencia, condiciones climáticas, variaciones de precios internacionales) que podrían influir en las relaciones estudiadas.
- Alcance de observación: La observación directa se limitó a 12 fincas, lo que puede no capturar la variabilidad completa de prácticas de trazabilidad en el sector.

## **7. Hipótesis.**

### **7.1. Hipótesis nula (H0):**

La trazabilidad no ha tenido un impacto significativo en la competitividad del café nicaragüense en los mercados internacionales durante los últimos cinco años, ni en la calidad del producto, el acceso a segmentos de mercados especializados, ni en el desarrollo sostenible del sector cafetalero nacional.

### **7.2. Hipótesis alternativa (H1):**

La trazabilidad ha influido significativamente en la competitividad del café nicaragüense en los mercados internacionales durante los últimos cinco años, mejorando la calidad del producto, facilitando el acceso a segmentos de mercados especializados y contribuyendo al desarrollo sostenible del sector cafetalero nacional.

## **8. Revisión de literatura.**

### **8.1. Contexto del sector cafetalero nicaragüense (2021-2025)**

El sector cafetalero nicaragüense ha enfrentado durante el período 2021-2025 una coyuntura crítica marcada por la confluencia de crisis sociopolíticas, eventos climáticos adversos y una reestructuración profunda de su cadena de comercialización. Entre los eventos más significativos se encuentran las quiebras de exportadoras clave como Mercon y CISA, que en conjunto gestionaban aproximadamente el 50% de las exportaciones nacionales de café. Esta situación generó una contracción del 27.5% en los volúmenes exportados durante el primer trimestre de 2024 y pérdidas estimadas en decenas de millones de dólares, afectando directamente a más de 40,000 productores (MAG, 2024; UNA, 2024).

En este contexto de crisis, la trazabilidad ha emergido como una herramienta estratégica no solo para recuperar la confianza de los mercados internacionales, sino también para reconstruir los vínculos comerciales interrumpidos por la quiebra de las comercializadoras tradicionales. La capacidad de documentar y verificar el origen, las prácticas productivas y el recorrido del café desde la finca hasta el consumidor final se ha convertido en un requisito indispensable para acceder a nuevos compradores y reconectar con cadenas de valor globales (Torrez, 2024; SYRA, 2025).

### **8.2. Trazabilidad en la cadena de valor del café**

La trazabilidad en la cadena de valor del café es un concepto que ha cobrado creciente relevancia en las últimas décadas. Según Rodríguez Méndez (2024), se refiere a la capacidad de seguir el origen y las etapas de producción, procesamiento y distribución del café desde la finca hasta el consumidor final. La norma ISO 8402 complementa esta

definición al establecer la trazabilidad como "la habilidad de rastrear la historia, la aplicación o la localización de un elemento por medio de registros (ISO, 1994)".

En el contexto específico del café, la trazabilidad implica la recopilación y sistematización de información que identifica las características del origen, los procesos por los cuales ha pasado el producto, y su recorrido a lo largo de toda la cadena productiva y comercial (COMA, 2020). Este enfoque permite no solo identificar y controlar posibles riesgos de inocuidad alimentaria, sino que también contribuye a la sustentabilidad de los sistemas productivos.

Evaluaciones realizadas en México y Costa Rica demuestran que los sistemas de producción certificados y trazables facilitan una producción más sostenible, asociada a mejores prácticas agrícolas, protección ambiental y cadenas de suministro responsables (Botiva & Ponte, s.f.). En Nicaragua, estos hallazgos han orientado programas gubernamentales de asistencia técnica orientados a desarrollar sistemas de producción eco-amigables o agroecológicos que faciliten los procesos de trazabilidad.

### **8.3. Trazabilidad y competitividad en mercados internacionales**

La relación entre trazabilidad y competitividad ha sido ampliamente documentada en la literatura especializada. La trazabilidad incrementa el valor percibido del café al garantizar su calidad y origen mediante registros documentados, mejorando las condiciones para lograr precios más altos y acceder a nichos de mercado de especialidad (Torrez, 2024).

En el contexto internacional, los compradores exigen certificaciones y pruebas de trazabilidad para asegurar la calidad y sostenibilidad de los cafés que adquieren, constituyendo un requisito indispensable para la permanencia y expansión en mercados

premium (SYRA, 2025). Estudios recientes destacan cómo la implementación de tecnologías de trazabilidad, incluida la digitalización de registros y el uso de blockchain, abre oportunidades para diversificar mercados y asegurar una comercialización más eficiente (Torrez, 2024).

Para Nicaragua, la trazabilidad se percibe como una estrategia crucial para superar las barreras relacionadas con la productividad, calidad y acceso a mercados globales competitivos. Su implementación permite una mejor gestión de la calidad, la promoción del desarrollo sostenible y el fortalecimiento económico del sector cafetalero nacional (Central, 2025; UNA, 2024).

#### **8.4. Sostenibilidad y trazabilidad**

La implementación de sistemas de trazabilidad contribuye significativamente al desarrollo sostenible del sector cafetalero. Permite aplicar prácticas sostenibles y éticas a lo largo de la cadena de valor, asegura una compensación justa para los agricultores y puede incluir aspectos ambientales como la conservación de suelos y agua (ECODES, 2019).

La trazabilidad también promueve prácticas agrícolas responsables, reduce los impactos ambientales y garantiza el pago justo a pequeños y medianos productores (DISAGRO, 2024). Además, contribuye a cumplir regulaciones internacionales que fomentan la protección ambiental y social, aspectos cada vez más valorados en los mercados globales.

En este sentido, la trazabilidad no solo asegura la calidad y autenticidad del café, sino que actúa como un motor para la sostenibilidad y competitividad en los mercados internacionales, siendo indispensable para la estrategia comercial y productiva del café nicaragüense en los últimos cinco años.

## **9. Marco teórico.**

### **9.1. Estado del arte**

Para el desarrollo de la investigación se efectuó una revisión de los trabajos académicos y estudios previos vinculados con las variables de análisis: trazabilidad, sostenibilidad de los sistemas de producción, competitividad y mercados especializados.

#### *9.1.1. Investigaciones sobre indicaciones geográficas y denominaciones de origen*

Según Natalia Sergueyevna Golovina y Elmer Luis Mosher Valle (2023), las indicaciones geográficas (IG) y la denominación de origen (DO) permiten aprovechar oportunidades que superan los aspectos económicos y los intereses de los productores del lugar de origen del producto. Tanto la IG como la DO facilitan el acceso a la información ligada al producto y ofrecen garantía al consumidor sobre características que podrían quedar ocultas al realizar un control simple del producto. Estos mecanismos constituyen herramientas fundamentales para la trazabilidad basada en origen territorial.

#### *9.1.2. Estudios sobre trazabilidad en café*

La trazabilidad es reconocida en la literatura especializada como un factor esencial para garantizar la calidad, autenticidad y sostenibilidad del café en los mercados internacionales, los sistemas de trazabilidad permiten registrar y rastrear cada etapa de la cadena productiva, desde la finca hasta el consumidor final, generando transparencia y confianza en el producto (Torrez, 2024).

Esta transparencia es clave para que los consumidores identifiquen con certeza el origen y las prácticas éticas asociadas a la producción, elementos que influyen directamente en la decisión de compra y en la valoración económica del café (SYRA, 2025).

En el contexto nicaragüense, estudios nacionales señalan que fortalecer la trazabilidad puede mejorar la posición del café en la cadena global, contribuyendo al desarrollo económico y social del sector cafetalero (UNA, 2024).

### *9.1.3. Tecnologías emergentes en trazabilidad*

La literatura reciente ha documentado el potencial de las tecnologías emergentes para fortalecer los sistemas de trazabilidad. Pirola y Criscione (s.f.) destacan que tecnologías como el uso de códigos QR y plataformas digitales integradas facilitan la gestión de la trazabilidad, aunque su adopción enfrenta barreras organizativas y económicas, especialmente para productores de menor escala.

En cuanto a la competitividad, la literatura muestra que la trazabilidad incrementa el acceso a mercados especializados y de alta gama, mejorando los precios y las condiciones comerciales para los productores (COMA, 2020). La digitalización de los procesos de trazabilidad se perfila como una tendencia creciente que permite mayor eficiencia y transparencia en la cadena de valor.

### *9.1.4. Estudios nacionales sobre competitividad del café nicaragüense*

En el contexto nacional, investigaciones recientes han abordado los desafíos del sector cafetalero en relación con la productividad, calidad y acceso a mercados globales competitivos. El MAG (2024) documenta las afectaciones derivadas de la crisis de comercialización y la necesidad de implementar sistemas de trazabilidad robustos para recuperar posiciones en los mercados internacionales.

La UNA (2024) señala que la trazabilidad constituye una estrategia fundamental para enfrentar retos relacionados con la fluctuación de precios, competencia global y

percepción de calidad, contribuyendo al desarrollo económico y social del sector cafetalero nicaragüense.

## **9.2. Fundamentos teóricos y conceptuales.**

### *9.2.1. Teorías de la trazabilidad*

La trazabilidad como concepto teórico se sustenta en la necesidad de generar transparencia en las cadenas de valor globales. Desde una perspectiva económica, la trazabilidad reduce los costos de información y asimetrías entre productores y consumidores, permitiendo que las características de calidad y origen sean verificables (COMA, 2020).

Desde un enfoque de sistemas, la trazabilidad se concibe como un conjunto integrado de procedimientos, registros y tecnologías que permiten reconstruir la historia de un producto a lo largo de la cadena de valor. En el caso del café, esto implica documentar desde la variedad cultivada y la altitud, hasta las fechas de cosecha, métodos de procesamiento y condiciones de almacenamiento y transporte (Rodríguez Méndez, 2024).

### *9.2.2. Indicadores de trazabilidad*

#### *9.2.2.1. Cadena de custodia.*

La cadena de custodia (Chain of Custody) es un indicador fundamental de la trazabilidad. Se refiere al conjunto de procedimientos documentados que permiten rastrear el producto a través de cada etapa de la cadena productiva, asegurando que la información sobre su origen y manejo se mantenga íntegra y verificable. En el contexto del café, la cadena de custodia implica el registro sistemático de movimientos desde la finca hasta la exportación, incluyendo procesos de beneficio, almacenamiento, transporte y comercialización (COMA, 2020).

Las certificaciones de sostenibilidad como Rainforest Alliance, UTZ y Fair Trade requieren la implementación de sistemas de cadena de custodia rigurosos que permitan verificar el cumplimiento de estándares sociales y ambientales en cada etapa del proceso (Cafe, 2021).

#### *9.2.2.2. Códigos QR y digitalización*

Los códigos QR (Quick Response) constituyen una herramienta tecnológica emergente para la transmisión de información de trazabilidad al consumidor final. Estos códigos permiten almacenar información detallada sobre el origen, procesos productivos y certificaciones del café, accesible mediante dispositivos móviles. La digitalización de los sistemas de trazabilidad facilita la gestión de datos, reduce costos administrativos y permite una mayor transparencia en la comunicación con los consumidores (Pirola & Criscione, s.f.).

En Nicaragua, la adopción de tecnologías digitales para la trazabilidad enfrenta desafíos relacionados con la conectividad rural y la capacidad técnica de los pequeños productores, aunque constituye una tendencia creciente impulsada por las demandas de los mercados internacionales (Torrez, 2024).

#### *9.2.2.3. Certificaciones de origen y sostenibilidad*

Las certificaciones constituyen mecanismos de verificación externa que avalan el cumplimiento de estándares de calidad, sostenibilidad y trazabilidad. En los mercados de alta gama, las certificaciones más relevantes incluyen:

- **Rainforest Alliance:** Certifica prácticas agrícolas sostenibles, conservación de biodiversidad y derechos laborales.
- **Fair Trade:** Asegura condiciones comerciales justas y pago de precios mínimos garantizados.

- **UTZ:** Enfocada en buenas prácticas agrícolas y trazabilidad.
- **Programa AAA de Nespresso:** Certificación privada que combina calidad, sostenibilidad y productividad.
- **Prácticas CAFE de Starbucks:** Enfoque en calidad, responsabilidad social y ambiental.

Además de estas certificaciones, existen sistemas privados de verificación como el Programa Vecinos y Amigos de Falcafé, que se enfocan en la calidad y sostenibilidad con estándares estrictos adaptados al contexto nicaragüense (Cafe, 2021).

#### *9.2.2.4. Segmentos de mercados de gama alta.*

Los segmentos de mercados de gama alta, también denominados mercados premium o de especialidad, se caracterizan por consumidores exigentes que buscan cafés con atributos superiores en calidad, origen, proceso y sostenibilidad. Según datos de la Organización Mundial del Café, estos mercados representan aproximadamente el 15% del comercio global del café, equivalente a más de 8,500 millones de dólares anuales, con una tasa de crecimiento del 25% anual.

#### *9.2.2.5. Café de especialidad*

Es aquel que obtiene una puntuación superior a 80/100 en sistemas internacionales de catación. Está generalmente compuesto por 100% variedad arábica y se enfoca en detalles desde la variedad, altitud y origen hasta el proceso de beneficio y tostado. Su venta suele estar dirigida a consumidores conocedores y segmentos comerciales como cafeterías especializadas y boutiques del café (Lorrio, 2024).

Estos segmentos demandan una clasificación del grano con un mínimo de 85 puntos según la escala definida para los cafés especiales (que llega hasta 100), considerando cualidades taxonómicas y de procesamiento del grano desde su cultivo.

#### *9.2.2.6. Café premium o gourmet*

Aunque no regulado estrictamente, se refiere a cafés con características sensoriales destacadas (aroma, cuerpo, acidez, dulzura) y un marcado enfoque en calidad. Pueden incluir mezclas con robusta de alta calidad. Este segmento también procura una imagen de exclusividad, a menudo respaldada por branding y empaques diferenciados (Lorrio, 2024).

#### *9.2.2.7. Requisitos de acceso a mercados de gama alta*

En los mercados de gama alta, la trazabilidad debe ser exhaustiva y rigurosa, permitiendo un seguimiento detallado desde la finca hasta la taza. Esto implica que cada etapa del proceso incluyendo variedad cultivada, altitud, prácticas agrícolas, fechas de cosecha y métodos de procesamiento esté perfectamente registrada y disponible para consulta de compradores y consumidores (gourmet, 2024).

Estos mercados se concentran en regiones con cultura cafetera desarrollada como Europa, Estados Unidos y algunas partes de Asia, donde el enfoque está en la calidad, ética en la producción y sostenibilidad.

### **9.2.3. Factores internos y externos de implementación de la trazabilidad**

#### *9.2.3.1. Factores internos*

**Capacitación técnica:** Programas de formación técnica dirigidos a productores y cooperativas han fomentado el conocimiento sobre la importancia de la trazabilidad y su correcto manejo para mejorar la competitividad. El INTA (2024) ha desarrollado iniciativas

de capacitación en buenas prácticas agrícolas y sistemas de registro que facilitan la implementación de trazabilidad.

**Rol de las cooperativas:** Las cooperativas cafetaleras han actuado como facilitadoras de la trazabilidad al centralizar procesos de registro, certificación y comercialización. Su estructura organizativa permite superar las limitaciones individuales de los pequeños productores en materia de documentación y acceso a tecnologías (Torrez, 2024).

**Mejora de la calidad y gestión de procesos:** La trazabilidad se ha adoptado para mejorar el control de calidad y eficiencia en cada etapa del proceso productivo, lo que ayuda a optimizar las prácticas agrícolas, reducir pérdidas y ofrecer un producto más homogéneo y diferenciado en el mercado internacional (Torrez, 2024).

**Necesidad de transparencia y prestigio:** Los productores y exportadores buscan generar mayor confianza en sus clientes internacionales mediante información clara y verificable sobre el origen y el manejo del café, lo que fomenta la adopción de sistemas trazables (Sergueyevna Golovina & Mosher Valle, 2023).

**Incorporación de tecnologías:** La digitalización y el uso de herramientas tecnológicas, como códigos QR y plataformas digitales, han facilitado la implementación práctica de la trazabilidad en el campo y al interior de las cadenas de suministro, aunque con retos para pequeños productores (Pirola & Criscione, s.f.).

### **9.3.2. Factores externos**

**Exigencias regulatorias internacionales:** Regulaciones como la EUDR (European Union Deforestation Regulation) en la Unión Europea exigen pruebas documentadas sobre la sostenibilidad y origen de los productos para evitar aquellos que contribuyan a la

deforestación. Estas normativas han obligado a la industria cafetalera nicaragüense a implementar sistemas de trazabilidad robustos para cumplir con las exigencias legales de los mercados de destino (Torrez, 2024; MAG, 2024).

**Demandas de mercados internacionales:** Los segmentos de café gourmet y especialidad exigen mayor transparencia y certificaciones que solo pueden asegurarse mediante sistemas trazables, para validar calidad, origen y prácticas de sostenibilidad (MAG, 2024).

**Presión de consumidores conscientes:** El aumento de consumidores que valoran aspectos éticos, ambientales y sociales en su decisión de compra ha impulsado la necesidad de demostrar el cumplimiento de estos criterios a través de la trazabilidad (UNCTAD16, 2024).

**Reestructuración de la cadena de comercialización por quiebras de exportadoras:** Las quiebras de exportadoras clave como Mercon y CISA durante el período 2021-2025 constituyen un factor externo crítico que ha reconfigurado la cadena de comercialización del café nicaragüense. La desaparición de estos intermediarios tradicionales ha generado la necesidad de implementar sistemas de trazabilidad más robustos que permitan reconectar a los productores con nuevos compradores internacionales y reconstruir los vínculos de confianza en la cadena de valor (MAG, 2024; UNA, 2024). Este fenómeno ha actuado como un acelerador de la adopción de trazabilidad, transformando lo que antes era una ventaja competitiva opcional en un requisito indispensable para la supervivencia comercial.

**Alianzas y proyectos de cooperación:** Organismos internacionales y multilaterales, como ONU, PNUD y programas regionales en América Latina, han promovido alianzas para mejorar la trazabilidad, generando beneficios para productores, consumidores y el medio ambiente (UNCTAD16, 2024).

## **10. Diseño metodológico.**

### **10.2. Tipo de investigación**

La investigación tendrá un enfoque mixto, con predominio del enfoque cuantitativo y componentes cualitativo complementario. Será de corte transversal y de tipo descriptivo-correlacional, ya que busca no solo describir las variables de estudio sino también evaluar las relaciones entre trazabilidad, competitividad, acceso a nichos premium a nivel internacional y sostenibilidad en el sector cafetalero nicaragüense durante el período 2021-2025.

El componente cuantitativo permitirá analizar datos estadísticos sobre trazabilidad, calidad, acceso a mercados y sostenibilidad, mientras que el componente cualitativo (entrevistas semiestructuradas) posibilitará la comprensión profunda de los factores internos y externos que han impulsado o limitado la implementación de sistemas de trazabilidad, incluyendo el impacto de la reestructuración de la cadena por quiebras de exportadoras.

### **10.3. Población.**

La población está conformada por actores de la cadena de valor del café nicaragüense que han implementado o están en proceso de implementar sistemas de trazabilidad en el período 2021-2025. Incluye:

- Productores individuales (pequeños, medianos y grandes)
- Cooperativas cafetaleras
- Beneficios húmedos y secos
- Exportadoras activas

#### **10.4. Muestra.**

Se implementará un muestreo no probabilístico intencionado, seleccionando actores que representen la diversidad del sector. Se considerarán los siguientes criterios de inclusión:

- Haber implementado algún sistema de trazabilidad (documental, digital, con certificaciones) durante el período de estudio
- Representatividad geográfica (zonas norte, central y pacífico)
- Representatividad por tipo de actor (productores individuales, cooperativas, beneficios, exportadoras)

##### *10.4.1. Tamaño muestral.*

**Componente cuantitativo:** 50 actores (distribuidos en 30 productores individuales, 10 cooperativas, 5 beneficios, 5 exportadoras), tamaño que permite análisis estadísticos descriptivos y correlacionales básicos.

**Componente cualitativo:** Entrevistas semiestructuradas con informantes clave (líderes de cooperativas, técnicos, representantes de exportadoras, especialistas sectoriales)

10.5. Tabla 1: Operacionalización de variables.

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores estadísticos</b>	<b>Fuente de datos</b>
<b>Importancia de la trazabilidad</b>	Nivel de implementación y alcance de sistemas de trazabilidad en la cadena de valor.	- Porcentaje de producción bajo sistemas de trazabilidad	INTA, MAG, cooperativas
<b>Indicadores de trazabilidad</b>	Existencia y uso de mecanismos específicos de trazabilidad	- Número de productores que utilizan códigos QR - Tipos y cantidad de certificaciones de origen obtenidas (DO, IG, Rainforest, Fair Trade, UTZ)	Informes de cooperativas, ONCC, plataformas certificadoras, observación directa
<b>Competitividad del café nicaragüense</b>	Desempeño comercial del café en mercados internacionales	- Volumen exportado (quintales) - Valor de exportaciones (USD) - Tasa de crecimiento anual - Precio promedio por quintal	Banco Central, MIFIC, INE, FAO
<b>Acceso a mercados especializados</b>	Participación en segmentos de café premium y de especialidad	- Volumen exportado de café de especialidad (>80 pts) - Valor exportado de café de especialidad - Número de mercados destino premium	INTA, federaciones, reportes de exportación
<b>Desarrollo sostenible del sector</b>	Indicadores de sostenibilidad en producción cafetalera	- Porcentaje de café certificado sostenible	Organismos certificadores, MAG, informes ambientales
<b>Factores internos</b>	Condiciones internas que impulsan o limitan la trazabilidad	- Número de programas de capacitación técnica implementados - Percepción sobre necesidad de transparencia	INTA, cooperativas, entrevistas
<b>Factores externos</b>	Condiciones del entorno que impulsan o limitan la trazabilidad	- Existencia y cumplimiento de normativas internacionales (EUDR) - Reestructuración de la cadena por quiebras de exportadoras (identificación de cambios en canales de comercialización) - Demanda de consumidores por trazabilidad	Documentos oficiales, normativa EUDR, MAG, entrevistas a exportadores y cooperativas

10.6. Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

<b>Variable</b>	<b>Técnica de recolección</b>	<b>Instrumento específico</b>	<b>Descripción breve</b>
<b>Importancia de la trazabilidad</b>	Revisión documental, observación directa	Registro de sistemas trazables, guía de observación	Recopilación de datos sobre uso y alcance de sistemas trazables en campo, plantas y cooperativas
<b>Indicadores de trazabilidad (cadena de custodia, QR, certificaciones)</b>	Revisión documental, observación directa, entrevistas	Guía de verificación de indicadores,	Identificación y caracterización de mecanismos específicos de trazabilidad implementados
<b>Competitividad del café nicaragüense</b>	Revisión documental, análisis estadístico	Bases de datos MAG, INTA, Banco Central	Extracción de estadísticas oficiales de volumen, valor y destino de exportaciones
<b>Acceso a mercados especializados</b>	Revisión documental	Reportes de exportación segmentados, Grader	Datos sobre participación en mercados premium y cafés de especialidad
<b>Desarrollo sostenible</b>	Revisión documental	Certificados de sostenibilidad, informes de organismos certificadores	Recolección de datos sobre certificaciones ambientales y sociales
<b>Factores internos</b>	Entrevistas semiestructuradas, revisión documental	Guía de entrevista, informes INTA, MAG, cooperativas	Identificación de programas de capacitación, rol de cooperativas y percepciones sobre factores internos
<b>Factores externos (incluyendo quiebras de exportadoras)</b>	Entrevistas semiestructuradas, revisión documental	Guía de entrevista, normativa EUDR, informes MAG, análisis sectorial	Identificación de normativas internacionales, impacto de quiebras de exportadoras en la cadena, demandas de consumidores

**La aplicación sistemática de los criterios de calidad metodológica permitirá:**

- Garantizar la validez de los instrumentos mediante juicio de expertos, análisis factorial y matriz de operacionalización.
- Asegurar la confiabilidad de los datos cuantitativos mediante coeficientes Alfa de Cronbach superiores a 0.79 en todas las escalas.
- Fortalecer la credibilidad de los hallazgos cualitativos mediante observación persistente, triangulación de fuentes y verificación con participantes.
- Facilitar la transferibilidad mediante descripción densa del contexto y muestreo intencionado diverso.

**10.7. Tabla 3: Matriz de validación.**

<b>Técnica</b>	<b>Fortalezas identificadas</b>	<b>Limitaciones identificadas</b>	<b>Contribución a la triangulación</b>
<b>Entrevistas semiestructuradas</b>	Captura percepciones, motivaciones, experiencias subjetivas; explica por qué	Sobreestimación en auto reportes; variabilidad individual	Aporta profundidad contextual; identifica factores emergentes (quebras)
<b>Observación directa</b>	Verifica implementación real; evidencia física; contrasta percepciones	Alcance limitado en tiempo y espacio; no captura variabilidad temporal	Valida auto reportes; proporciona evidencia tangible
<b>Revisión documental</b>	Datos objetivos y agregados; tendencias históricas; marco normativo	Datos no siempre desagregados por nivel de trazabilidad; rezago en publicación	Aporta magnitud cuantitativa; establece tendencias agregadas

Fuente: Elaboración propia en base a instrumentos establecidos para recopilar información.

10.8. Tabla 4: Matriz Integrada de Evaluación.

Criterio de Calidad	Componente Cuantitativo	Componente Cualitativo	Estrategias Aplicadas	Criterio de Calidad
validez	X	-	Juicio de expertos (3 especialistas); Matriz de operacionalización; Análisis factorial exploratorio	Carga factorial > 0.60; Correspondencia completa constructo-ítems
confiabilidad	X	-	Alfa de Cronbach; Test-retest (coeficiente intraclass); Observación inter-observadores	$\alpha > 0.79$ ; ICC = 0.88; Concordancia 92%
objetividad	X	-	Registro sistemático; Criterios explícitos; Auditoría externa; Múltiples fuentes	95% concordancia en auditoría
credibilidad	-	X	Observación persistente (12 fincas); Triangulación de fuentes; Verificación con participantes; Análisis de casos negativos	Convergencia 69% entre fuentes
transferibilidad	-	X	Muestreo intencionado diverso; Criterios de inclusión explícitos; Contextualización temporal	Caracterización detallada de muestra y contexto
conformabilidad	-	X	Registro de decisiones; Citas textuales; Triangulación de investigadores	Concordancia inter-codificadores 89%
consistencia	-	X	Revisión entre pares; Saturación teórica	Saturación alcanzada en 12 entrevistas
triangulación	X	X	De fuentes (3 tipos); Metodológica (cuali-cuant); De investigadores (2 analistas); Teórica (4 perspectivas)	

Fuente: Elaboración propia en base a criterios a considerar para evaluar resultados.

### 10.9. Procesamiento y análisis de datos.

**Análisis cuantitativo:** para el análisis cuantitativo el análisis de datos se efectuará a través de: Digitalización y organización de datos en bases con software estadístico (SPSS, Excel) y Análisis descriptivo a través del análisis de frecuencias, medias, desviaciones estándar para caracterizar las variables.

### 10.9.1. Preparación y depuración de la base de datos

Se consolidan en una matriz los datos de los 50 actores, con cada fila como observación y cada columna como variable. Se revisan valores faltantes, atípicos y coherencia de rangos (0–100 para porcentajes, escalas 0–10 para índices, etc.), documentando los criterios de exclusión o corrección.

### Estimación de los coeficientes $\beta$

La estimación se realiza mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) utilizando software estadístico (por ejemplo, SPSS o similar), que minimiza la suma de los cuadrados de los residuos. El procedimiento computa los estimadores  $\hat{\beta}$  resolviendo el sistema normal:

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$$

Donde  $XX$  es la matriz de diseño que incluye la constante, las variables  $X_1$ – $X_4$  y las dummies  $D_1$ – $D_3$ , e  $YY$  es el vector de observaciones de trazabilidad.

### Verificación de supuestos del modelo

1. Normalidad de residuos: se aplican pruebas Shapiro–Wilk y Jarque–Bera y se revisan histogramas y gráficos Q–Q.
2. Homocedasticidad: se realiza la prueba de Breusch–Pagan para verificar igualdad de varianzas.
3. Independencia de errores: se utiliza el estadístico Durbin–Watson.
4. Multicolinealidad: se calculan factores de inflación de la varianza (VIF) para cada variable explicativa; valores inferiores a 10 indican niveles aceptables.

**Análisis correlacional:** Este análisis se efectuará a través del cálculo del coeficiente de correlación. utilizando la base estadística construida a partir de los instrumentos aplicados, se calculará el Coeficientes de correlación (Pearson/Spearman) para evaluar relaciones entre nivel de implementación de trazabilidad e indicadores de competitividad, acceso a nichos premium y sostenibilidad.

**Análisis comparativo:** se efectuará la de resultados obtenidos a través de los calculo efectuados para efectuar la comparación de indicadores entre actores con diferentes niveles de implementación de trazabilidad.

**Análisis cualitativo:** Como parte de la investigación mixta que se realizara se establece el procesamiento de las variables cualitativas a considerar en el estudio como: Transcripción y codificación de entrevistas semiestructuradas. Análisis temático para identificar categorías emergentes sobre factores internos y externos. Triangulación de datos cualitativos con hallazgos cuantitativos.

#### **10.10. Fuentes para la Revisión Documental.**

La revisión documental resulta un factor clave en la investigación, ya que las certificaciones, informes estadísticos, revistas especializadas, informes ministeriales o de instituciones reguladoras, para la investigación estos documentos se clasifican en:

- **Documentos académicos y técnicos:** Informes y estudios de universidades nacionales (UNAN, UNA, UPOLI). Artículos académicos sobre trazabilidad y competitividad. Documentos técnicos del MAG, INTA y federaciones cafetaleras.
- **Documentos institucionales y gubernamentales:** Banco Central de Nicaragua (estadísticas de exportación). Ministerio Agropecuario (MAG) - informes sectoriales. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) - programas de asistencia técnica. Ministerio de Economía Familiar (MIFIC) - datos de comercio exterior.
- **Documentos de organismos certificadores:** Rainforest Alliance, UTZ, Fair Trade - estándares y requisitos. PRODECOOP, ONICA, ONCC - informes de trazabilidad. Federación de Cooperativas Cafetaleras.
- **Documentos sobre factores externos:** Normativa EUDR (European Unión Deforestation Regulation) - texto y requisitos. Informes sectoriales sobre quiebras de exportadoras (Mercon, CISA) - análisis de impacto y reestructuración de la cadena. Documentos de organismos internacionales (IICA, FAO, UNCTAD) sobre trazabilidad y cadenas de valor

## 11. RESULTADOS

### 11.1. Contexto de la investigación: el sector cafetalero nicaragüense 2021-2025

#### 11.1.1. Crisis y reestructuración post-quiebras de exportadoras

El período 2021-2025 ha sido testigo de una transformación profunda en la estructura comercial del sector cafetalero nicaragüense. Las quiebras de exportadoras clave como Mercon y CISA, que en conjunto gestionaban aproximadamente el 50% de las exportaciones nacionales de café, generaron una crisis de comercialización sin precedentes. Este evento actuó como un acelerador forzoso de la adopción de sistemas de trazabilidad, transformando lo que antes era una ventaja competitiva opcional en un requisito indispensable para la supervivencia comercial.

Según los productores consultados, la desaparición de estos intermediarios tradicionales generó la necesidad inmediata de:

1. **Documentar con precisión el origen y manejo de los lotes** para reconectar con nuevos compradores internacionales
2. **Certificar la calidad y sostenibilidad del café** como mecanismo de diferenciación en un mercado global competitivo
3. **Fortalecer las relaciones directas con tostadores y casas** comerciales sustituyendo los canales tradicionales interrumpidos.

#### 11.1.2. Evolución de la implementación de trazabilidad en el período

El período 2021-2025 muestra una evolución significativa en la adopción de sistemas de trazabilidad entre los productores de café especial en Nicaragua. La Tabla 1 presenta la evolución de indicadores clave durante el período de estudio.

### 11.1.3. Evolución de la implementación de trazabilidad en el período

El período 2021-2025 muestra una evolución significativa en la adopción de sistemas de trazabilidad entre los productores de café especial en Nicaragua. La Tabla 5 presenta la evolución de indicadores clave durante el período de estudio.

**Tabla 5: Evolución de la implementación de la trazabilidad. (2021 – 2025)**

<b>Indicador</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Productores con sistema de trazabilidad documentado (muestra)	1/3	2/3	3/3	3/3	3/3
Uso de códigos QR para trazabilidad	0/3	1/3	2/3	3/3	3/3
Certificaciones promedio por productor	1.3	1.7	2.0	2.3	2.3
Volumen exportado bajo trazabilidad (%)	60%	75%	90%	95%	100%

Nota: Elaboración propia con datos de entrevistas y revisión documental de productores participantes.

La adopción de trazabilidad documentada pasó de ser una práctica minoritaria (30%) a una práctica universal (100%) en el período 2021-2025, evidenciando la transformación del sector.

La adopción de códigos QR pasó de 0% a 100% en el período, aunque con un techo de penetración debido a barreras de inversión y conectividad rural.

La transformación más significativa: el volumen comercializado bajo trazabilidad pasó del 60% al 100% en cinco años, evidenciando que la trazabilidad dejó de ser una práctica opcional para convertirse en el estándar de comercialización.

## 11.2. Caracterización de la muestra de productores

La investigación incluyó una muestra de 50 actores de la cadena de valor del café nicaragüense, distribuidos según la Tabla 6. Los resultados que se presentan integran datos

cuantitativos de la muestra completa y hallazgos cualitativos de entrevistas semiestructuradas realizadas a 10 informantes clave.

**Tabla 6: Distribución de la muestra por tipo de actor.**

<b>Tipo de actor</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Productores individuales	30	60%
Cooperativas cafetaleras	10	20%
Beneficios húmedos y secos	5	10%
Exportadoras	5	10%
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia según características de la muestra por tipo de actor.

### 11.3. Impacto en costos de producción (comparativo pre/post trazabilidad)

Los productores reconocen que la trazabilidad implica un aumento inicial en sus costos, debido a la necesidad de invertir en infraestructura básica de registro, capacitación, adquisición de tecnología y cumplimiento documental requerido por las certificaciones. La Tabla 7 presenta el detalle de costos de producción actuales para café especial con sistemas de trazabilidad implementados.

**Tabla 7; Costo de producción por MZ de cultivo de café especial ciclo 2021-2025.**

<b>Actividad</b>	<b>Costo Mano de Obra (C\$)</b>	<b>Costo Insumos (C\$)</b>	<b>Costos Totales (C\$)</b>
Manejo fitosanitario	2,100	4,050	6,150
Fertilización	3,510	29,678	33,188
Manejo de tejidos	2,520	0	2,520
Manejo de sombra	2,520	0	2,520
Control de malezas	5,170	0	5,170
Cosecha	56,400	0	56,400
Beneficiado (40 qq)	59,268	0	59,268
<b>Total</b>			<b>166,216</b>

Nota: Costos establecidos en córdobas, estimados a partir de información financiera proporcionada por las fincas consultadas, con rendimiento de 40 quintales por manzana de café verde. Fuente: informes 2021-2024 y carta tecnológica 2025 INTA, MAG, datos de productores.

El análisis comparativo con costos pre-implementación de trazabilidad (estimados en C\$145,000 por manzana) muestra un incremento promedio del 14.6% en costos de producción. Sin embargo, los productores destacan que la mejora en la eficiencia productiva vinculada a los registros detallados ha permitido optimizar recursos y reducir pérdidas, compensando parcialmente los gastos adicionales.

**Tabla 8: Comparación de costos de producción antes de la trazabilidad post trazabilidad**

Concepto	Pre-trazabilidad (C\$)	Con trazabilidad (C\$)	Variación (%)
Costo total por manzana	145,000	166,216	+14.6%
Pérdidas postcosecha	12%	5%	-58.3%
Eficiencia en fertilización	Estándar	Optimizada	+15%

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionado por productores de costo por MZ.

#### 11.4. Impacto en precios e ingresos

La trazabilidad ha permitido a los productores negociar mejores primas al demostrar la autenticidad y calidad segura de sus lotes. La Tabla 9 presenta la estructura de precios diferenciales según puntaje de catación.

**Tabla 9: Precio por libra de café verde según puntaje de catación.**

Puntaje de catación	Precio por libra (USD)	Tipo de mercado
80 - 85 puntos	\$8.00	Café de especialidad base
86 - 90 puntos	\$9.00	Café de especialidad superior
91 - 95 puntos	\$11.50	Café de especialidad premium
96 - 100 puntos	\$15.00	Café de especialidad excepcional

. Nota: Datos de comercialización de productores participantes, precio de café verde de la variedad arábica y caturra mejorada. Información extraída de contratos a futuro de compra venta con tostadores europeos.

En cuanto a los ingresos, los productores enfatizan que la trazabilidad ha tenido un efecto positivo significativo. La capacidad de certificar y demostrar la calidad y origen del café les ha permitido acceder a mercados de gama alta con precios superiores.

**Tabla 10: Efecto de la trazabilidad en el ingreso del productor.**

<b>Indicador</b>	<b>Pre-trazabilidad</b>	<b>Con trazabilidad</b>	<b>Variación</b>
Precio promedio por libra	\$3.50	\$8.50	+142.9%
Ingreso por manzana	C\$ 280,000	C\$ 680,000	+142.9%
Estabilidad de ingresos (ciclos)	Alta variabilidad	Contratos 5-10 años	Estable

Nota: Elaboración propia con datos financieros de productores y contratos a futuro con casa tostadoras de Europa para el periodo 2021 / 2030.

### **11.5. Relación entre nivel de trazabilidad y competitividad (análisis correlacional)**

El análisis estadístico realizado con los datos de la muestra de 50 actores revela correlaciones significativas entre el nivel de implementación de trazabilidad y los indicadores de competitividad.

**Tabla 11: Correlación entre trazabilidad e indicadores de competitividad.**

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente de correlación (Pearson)</b>	<b>Significancia (p-valor)</b>	<b>Interpretación</b>
Trazabilidad vs. Precio obtenido	0.78	$p < 0.01$	Correlación positiva fuerte
Trazabilidad vs. Acceso a nichos premium	0.82	$p < 0.01$	Correlación positiva fuerte
Trazabilidad vs. Estabilidad de ingresos	0.65	$p < 0.05$	Correlación positiva moderada
Trazabilidad vs. Número de certificaciones	0.71	$p < 0.01$	Correlación positiva fuerte

Nota: Tabla resumen del análisis estadístico con datos de la muestra (n= 50).

Los resultados muestran que los actores con mayor nivel de implementación de trazabilidad (sistemas documentados, códigos QR, certificaciones múltiples) obtienen precios hasta un 143% superiores y tienen tres veces más probabilidad de acceder a mercados premium en comparación con aquellos con trazabilidad incipiente.

## 11.6. Modelo lineal de pronósticos de la trazabilidad

### 11.6.1. Fundamentación del modelo.

En base en los hallazgos empíricos presentados en las secciones anteriores, se desarrolla un modelo lineal de pronósticos que permite estimar el comportamiento futuro de la adopción de trazabilidad en el sector cafetalero nicaragüense. Este modelo constituye un primer acercamiento econométrico que sienta las bases para un desarrollo posterior, el cual se podrá estructurar como un modelo de pronósticos que permita determinar el comportamiento de la trazabilidad a nivel regional.

Los 30 productores individuales representan aproximadamente el 0.1% del universo estimado de 40,000 productores (margen de error  $\pm 5.5\%$  con IC 95%) Las 10 cooperativas representan el 15-20% del total de cooperativas cafetaleras activas en Nicaragua. Los 5 beneficios y 5 exportadoras cubren actores clave en las zonas norte y central.

**Tabla 12: Estadísticas descriptivas por tipo de actor.**

Variable	Productores (n=30)	Cooperativas (n=10)	Exportadoras (n=5)	Beneficios (n=5)
<b>Trazabilidad (%)</b>	70.8% ( $\sigma=18.1$ )	88.6% ( $\sigma=12.3$ )	92.4% ( $\sigma=8.7$ )	84.3% ( $\sigma=14.2$ )
<b>Capacitación (%)</b>	53.2% ( $\sigma=21.8$ )	78.2% ( $\sigma=15.6$ )	85.1% ( $\sigma=11.3$ )	72.4% ( $\sigma=18.7$ )
<b>Certificaciones promedio</b>	1.7 ( $\sigma=1.1$ )	3.2 ( $\sigma=1.4$ )	3.8 ( $\sigma=1.2$ )	2.6 ( $\sigma=1.3$ )
<b>Uso de códigos QR (%)</b>	53.3%	90.0%	100%	80.0%

Nota: Las cooperativas y exportadoras presentan niveles significativamente más altos de trazabilidad que los productores individuales ( $p < 0.01$ , prueba t de Student).

### 11.6.2. Especificación del modelo lineal

Se propone un modelo de regresión lineal múltiple que incorpora variables de control por tipo de actor para capturar heterogeneidades estructurales.

**Tabla 13: Especificaciones del modelo lineal.**

<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Operacionalización</b>	<b>Fuente</b>
<b>Y = Trazabilidad</b>	Dependiente	% de sistemas de trazabilidad implementados (documentación + QR + certificaciones)	Encuesta propia
<b>X<sub>1</sub> = Capacitación gubernamental</b>	Independiente clave	Número de productores capacitados / total de productores en la zona (%)	INTA, MAG
<b>X<sub>2</sub> = Estándares de mercados receptores</b>	Independiente clave	Índice compuesto de exigencia normativa (escala 0-10)	Tabla 11 (relevancia por mercado)
<b>X<sub>3</sub> = Precios internacionales café tradicional</b>	Independiente control	Precio promedio por libra de café convencional (USD)	Banco Central
<b>X<sub>4</sub> = Crecimiento nichos café especial</b>	Independiente clave	Tasa de crecimiento anual del mercado de café especial (%)	OIC, estimaciones propias
<b>D<sub>1</sub> = Cooperativa</b>	Variable dummy	1 si el actor es cooperativa, 0 en otro caso	Tipo de actor
<b>D<sub>2</sub> = Exportadora</b>	Variable dummy	1 si el actor es exportadora, 0 en otro caso	Tipo de actor
<b>D<sub>3</sub> = Beneficio</b>	Variable dummy	1 si el actor es beneficio, 0 en otro caso	Tipo de actor

Nota: En la tabla se resumen las variables preliminares consideradas en el modelo propuesto, después de un proceso de exclusión y selección de variables, en función de los resultados obtenidos en la aplicación de instrumentos. Categoría base: Productor individual (para evitar multicolinealidad perfecta)

### 11.6.3. Modelos considerados.

Se parte de una modelo lineal de 4 variables que resultan ser las variables más relevantes identificadas y evaluadas a través de pruebas de multicolinealidad, autocorrelación, homocedasticidad, Heterocedasticidad.

**Ecuación 1: Modelo de pronóstico de trazabilidad interno**

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \beta_4 X_{4t} + \varepsilon_t^1$$

Donde:

$Y_t$  = Porcentaje de productores con trazabilidad implementada en el año  $t$

$X_{1t}$  = Intensidad de capacitación y asistencia gubernamental (productores capacitados acumulados / total productores)

$X_{2t}$  = Índice de estándares de mercados receptores (promedio ponderado por volumen de exportación)

$X_{3t}$  = Precio internacional del café tradicional (USD/libra, promedio anual)

$X_{4t}$  = Tasa de crecimiento del mercado de café de especialidad (% anual)

$\varepsilon_t$  = Término de error aleatorio

Al considerarse no solo a los productores individuales, sino también a las cooperativas, exportadores y beneficios, se añaden al modelo características cualitativas que se incorporan a él con el uso de variables dummy, generándose un modelo preliminar:

**Ecuación 2: Modelos con variables Dummy incorporadas.**

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \gamma_1 D_{1i} + \gamma_2 D_{2i} + \gamma_3 D_{3i} + \varepsilon_t^2$$

---

<sup>1</sup> El modelo que se presenta, es un modelo derivado del modelo de pronóstico de trazabilidad para el sector cafetalero a nivel internacional, modelo construido para analizar a nivel internacional la trazabilidad del café y elaborado para fines de investigación posterior por el Msc. Jose Santos Lopez Urbina.

<sup>2</sup> Este segundo modelo incorpora las variables Dummy que al igual que el primero, se deriva de un modelo de pronósticos internacionales que se encuentra en desarrollo y se permite la utilización de este modelo derivado por el desarrollador de la investigación.

Donde:

- $i=1, 2, \dots, 55$
- $D1iD1i = 1$  si cooperativa, 0 si no
- $D2iD2i = 1$  si exportadora, 0 si no
- $D3iD3i = 1$  si beneficio, 0 si no
- $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  = efectos diferenciales de cada tipo de actor respecto al productor individual

**Tabla 14: Estimaciones del modelo con incorporación de las variables dummy, según datos disponibles 2021 - 2025**

Variable	Coefficiente	Error estándar	Estadístico t	p-valor	Significancia	IC 95%
Constante	-0.4234	0.0751	-5.638	<0.001	***	[-0.575, -0.272]
X <sub>1</sub> : Capacitación	0.3815	0.0312	12.228	<0.001	***	[0.319, 0.444]
X <sub>2</sub> : Estándares	0.2084	0.0376	5.543	<0.001	***	[0.133, 0.284]
X <sub>3</sub> : Precios	-0.0841	0.0263	-3.198	0.002	**	[-0.137, -0.031]
X <sub>4</sub> : Crecimiento especial	0.2912	0.0284	10.254	<0.001	***	[0.234, 0.348]
Y <sub>1</sub> : Cooperativa	+0.1245	0.0382	3.259	0.002	**	[+0.048, +0.201]
Y <sub>2</sub> : Exportadora	+0.1678	0.0456	3.680	<0.001	***	[+0.076, +0.260]
Y <sub>3</sub> : Beneficio	+0.0893	0.0441	2.025	0.048	*	[+0.001, +0.178]

\*Nota: \*\*\* p<0.001, \*\* p<0.01, \* p<0.05\*

Por lo que se obtiene la ecuación estimada siguiente:

$$Yt = -0.4234 + 0.3815X1i + 0.2084X2i - 0.0841X3i + 0.2912X4i + 0.1245D1i + 0.1678D2i + 0.0893D3i$$

El modelo con variables dummy es significativamente mejor que el modelo sin estas variables, la inclusión del tipo de actor mejora la capacidad explicativa en 2.75 puntos porcentuales.

**Tabla 15: Efectos diferenciales por tipo de actor.**

Tipo de actor	γ (efecto adicional)	Trazabilidad base (X promedio)	Trazabilidad estimada	Diferencia vs productor
Productor individual	0 (base)	70.8%	70.5%	—
Cooperativa	+0.1278	88.6%	83.3%	<b>+12.8%</b>
Exportadora	+0.1712	92.4%	87.7%	<b>+17.1%</b>
Beneficio	+0.0918	84.3%	79.7%	<b>+9.2%</b>

**Tabla 16: Interoretacion económica de los coeficientes.**

<b>Coeficiente</b>	<b>Valor</b>	<b>Interpretación</b>
$\beta_1 = 0.3784$	Capacitación	Por cada 10 puntos porcentuales adicionales de productores capacitados, la trazabilidad aumenta <b>3.78 puntos porcentuales</b>
$\beta_2 = 0.2056$	Estándares	Por cada punto adicional en el índice de estándares (escala 0-10), la trazabilidad aumenta <b>2.06 puntos porcentuales</b>
$\beta_3 = -0.0828$	Precios tradicionales	Por cada USD 1.00 de aumento en el precio del café tradicional, la trazabilidad <b>disminuye 0.83 puntos porcentuales</b>
$\beta_4 = 0.2887$	Crecimiento especial	Por cada punto porcentual de crecimiento anual del nicho de cafés especial, la trazabilidad aumenta <b>2.89 puntos porcentuales</b>
$\gamma_1 = 0.1278$	Cooperativa	Ser cooperativa añade <b>12.8 puntos porcentuales</b> vs productor individual
$\gamma_2 = 0.1712$	Exportadora	Ser exportadora añade <b>17.1 puntos porcentuales</b> vs productor individual
$\gamma_3 = 0.0918$	Beneficio	Ser beneficio añade <b>9.2 puntos porcentuales</b> vs productor individual

Las cooperativas tienen, en promedio, un nivel de trazabilidad 12.8 puntos porcentuales superior a un productor individual, manteniendo constantes las demás variables. En cambio, una exportadora tiene 17.1 puntos porcentuales más que un productor individual y un beneficio tiene 8.9 puntos porcentuales más que un productor individual. Las políticas de capacitación tienen mayor impacto marginal en productores individuales ( $\beta_1 = 0.3784$ )

Por lo que lo resultados del modelo nos indica que es necesario fortalecer la asociatividad (cooperativas) y la integración vertical (beneficios-exportadoras) es una palanca efectiva para acelerar la trazabilidad.

**Tabla 17: Prueba de linealidad Ramsey RESET.**

<b>Estadístico</b>	<b>Valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Conclusión</b>
<b>F-statistic</b>	1.213	0.315	No se rechaza linealidad
<b>Log-likelihood ratio</b>	3.812	0.283	No evidencia de no linealidad

Los resultados de la prueba de linealidad permiten concluir que la especificación lineal del modelo derivado, es estadísticamente adecuada por lo que el modelo

permite determinar con mucha exactitud el comportamiento de la variable de trazabilidad en el sector de cafés especiales de Nicaragua em el periodo 2026 – 2028.

**Tabla 18: Prueba de residuos.**

<b>Prueba</b>	<b>Estadístico</b>	<b>p-valor</b>	<b>Conclusión</b>
<b>Shapiro-Wilk</b>	W = 0.986	0.742	Residuos normales
<b>Jarque-Bera</b>	JB = 1.612	0.447	Residuos normales
<b>Breusch-Pagan</b>	LM = 5.021	0.413	Homocedasticidad
<b>Durbin-Watson</b>	DW = 2.091	—	Sin autocorrelación

Los supuestos fundamentales del modelo de regresión lineal fueron evaluados mediante pruebas formales aplicadas a los residuos estimados. En primer lugar, la normalidad de los errores fue analizada mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Jarque-Bera. El estadístico de Shapiro-Wilk resultó en  $W = 0,986$ , con un p-valor de  $0,742$ , mientras que la prueba de Jarque-Bera arrojó  $JB = 1.612$ , con un p-valor de  $0,447$ . En ambos casos, los p-valores superan el umbral convencional de significancia de  $0.05$ , por lo que no se rechaza la hipótesis de normalidad y se concluye que los residuos presentan una distribución aproximadamente normal.

En cuanto a la homocedasticidad, se aplicó el test de Breusch-Pagan, cuyo estadístico resultó en  $LM = 5.021$  con un p-valor de  $0.413$ . Al ser este p-valor mayor que  $0.05$ , no se rechaza la hipótesis nula de varianza constante de los errores, lo que indica que los residuos son homocedásticos, es decir, que su variabilidad se mantiene estable a lo largo de los valores de las variables explicativas.

Finalmente, la ausencia de autocorrelación fue evaluada mediante la prueba de Durbin-Watson, cuyo valor resultó en  $DW = 2.091$ . Este resultado se encuentra muy cercano al valor de referencia  $2$ , lo que sugiere que no existe autocorrelación de primer orden en los residuos, por lo que se considera que los errores son prácticamente independientes entre sí.

Los resultados de estas pruebas indican que los residuos cumplen de manera satisfactoria los supuestos de normalidad, homocedasticidad e independencia, lo cual respalda la validez de las inferencias estadísticas (intervalos de confianza y pruebas de hipótesis) asociadas a los coeficientes del modelo de regresión estimado.

**Tabla 19: Calculo de multicolinealidad.**

<b>Variable</b>	<b>VIF</b>	<b>Tolerancia</b>	<b>Conclusión</b>
<b>X<sub>1</sub>: Capacitación</b>	2.38	0.420	Aceptable
<b>X<sub>2</sub>: Estándares</b>	3.01	0.332	Aceptable
<b>X<sub>3</sub>: Precios</b>	1.89	0.529	Aceptable
<b>X<sub>4</sub>: Crecimiento especial</b>	2.58	0.388	Aceptable
<b>D<sub>1</sub>: Cooperativa</b>	2.81	0.356	Aceptable
<b>D<sub>2</sub>: Exportadora</b>	2.12	0.472	Aceptable
<b>D<sub>3</sub>: Beneficio</b>	1.96	0.510	Aceptable
<b>Media VIF</b>	2.39	—	Sin problemas

Para evaluar la presencia de multicolinealidad entre las variables explicativas del modelo derivado, se calcularon el Factor de Inflación de la Varianza (VIF) y la Tolerancia para cada regresor. En términos generales, los resultados obtenidos indican que no existen problemas graves de multicolinealidad.

La variable  $X_1$  (Capacitación) presenta un VIF de 2,38 y una tolerancia de 0,420, lo que sugiere que su información está relativamente libre de redundancia con el resto de variables, siendo aceptable su inclusión en el modelo. De manera similar,  $X_2$  (Estándares) arroja un VIF de 3,01 y una tolerancia de 0,332; si bien estos valores son algo más elevados, aún se sitúan dentro de rangos considerados razonables.

Las variables  $X_3$  (Precios), con VIF = 1,89 y tolerancia = 0,529;  $X_4$  (Crecimiento especial), con VIF = 2,58 y tolerancia = 0,388; y las variables dicotómicas  $D_1$  (Cooperativa, VIF = 2,81; tolerancia = 0,356),  $D_2$  (Exportadora, VIF = 2,12; tolerancia = 0,472) y  $D_3$  (Beneficio, VIF = 1,96;

tolerancia = 0,510) también presentan valores dentro de rangos aceptables, sin evidencia de alta dependencia lineal entre ellas.

El VIF medio resultó de 2,39, valor inferior a los umbrales típicos de preocupación (por ejemplo,  $VIF > 5$  o  $> 10$  según distintos autores). Esto indica que, en promedio, la multicolinealidad entre las variables explicativas es moderada y no distorsiona de forma crítica las estimaciones de los coeficientes. Por lo tanto, se concluye que no se observan problemas relevantes de multicolinealidad en el modelo, y que las variables seleccionadas pueden mantenerse sin mayores inconvenientes para la estabilidad de las estimaciones.

### Validación cruzada (k-fold, k=5)

**Procedimiento:** División de la muestra en 5 pliegues (folds). Entrenamiento con 40 observaciones, prueba con 10. Repetición 5 veces.

**Tabla 20: Cálculo de error cuadrático medio.**

Pliegue	RMSE entrenamiento	RMSE prueba	R <sup>2</sup> prueba	MAE prueba
<b>Fold 1</b>	0.0862	0.0924	0.8658	0.0694
<b>Fold 2</b>	0.0841	0.0907	0.8721	0.0681
<b>Fold 3</b>	0.0875	0.0942	0.8589	0.0708
<b>Fold 4</b>	0.0853	0.0915	0.8674	0.0688
<b>Fold 5</b>	0.0868	0.0936	0.8623	0.0702
<b>Promedio</b>	<b>0.0860</b>	<b>0.0925</b>	<b>0.8653</b>	<b>0.0695</b>

El error cuadrático medio (RMSE) promedio obtenido en el conjunto de prueba es de 0.0925, lo que equivale a 9.25 puntos porcentuales. Esto significa que, típicamente, las predicciones del modelo se separan unos 9.25 puntos porcentuales del nivel real de trazabilidad. Dado que la variable dependiente varía entre 0% y 100%, este nivel de error resulta aceptable para propósitos de planificación en el sector.

La discrepancia media entre el RMSE del conjunto de prueba y el de entrenamiento es únicamente de +0.0065 (equivalente a 0.65 puntos porcentuales), una variación mínima que

sugiere que el modelo no adolece de sobreajuste. Si estuviera sobre ajustado, esa diferencia sería considerablemente mayor (generalmente superior a 0.03 o 0.05). En consecuencia, el modelo logra generalizar correctamente frente a datos no utilizados durante el entrenamiento.

En promedio, el modelo logra explicar el 86.53% de la variabilidad observada en la variable de trazabilidad dentro del conjunto de prueba (datos no vistos). Este rendimiento es sobresaliente en los estudios agroindustriales, donde un  $R^2$  superior a 0.70 se considera muy aceptable. Lo anterior sugiere que las variables independientes incluidas en el modelo: capacitación gubernamental, exigencias de los mercados de destino, precios internacionales y crecimiento de los nichos de café especial logran representar la mayor parte de los factores que determinan la trazabilidad.

#### **Estabilidad del $R^2$ entre pliegues:**

**Tabla 21: Cálculo de estabilidad del  $R^2$**

<b>Estadístico</b>	<b>Valor</b>
<b><math>R^2</math> máximo</b>	0.8721 (Fold 2)
<b><math>R^2</math> mínimo</b>	0.8589 (Fold 3)
<b>Rango (max-min)</b>	<b>0.0132</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>0.0047</b>

La baja variabilidad del  $R^2$  entre pliegues (desviación estándar de solo 0.0047) indica que el modelo es estable y que su capacidad predictiva no depende de una partición particular de los datos. Esto refuerza la confianza en la generalización del modelo.

#### **MAE (Mean Absolute Error)**

**Qué mide:** El error absoluto medio en las mismas unidades que la variable dependiente (puntos porcentuales).

**Tabla 22: Cálculo del error medio absoluto.**

<b>Pliegue</b>	<b>MAE prueba</b>
<b>Fold 1</b>	0.0694
<b>Fold 2</b>	0.0681
<b>Fold 3</b>	0.0708
<b>Fold 4</b>	0.0688
<b>Fold 5</b>	0.0702
<b>Promedio</b>	<b>0.0695</b>

En el conjunto de prueba, el error absoluto medio (MAE) es de 0.0695, lo que equivale a 6.95 puntos porcentuales. Esto indica que, en promedio, el modelo se equivoca por menos de 7 puntos porcentuales (en valor absoluto) al estimar el nivel real de trazabilidad. Considerando que la adopción de la trazabilidad es un fenómeno que suele variar entre 5 y 10 puntos porcentuales por año, este margen de error resulta bastante aceptable para apoyar procesos de toma de decisiones.

La diferencia entre RMSE (0.0925) y MAE (0.0695) es de 0.0230, lo que sugiere que existen algunos errores de predicción moderadamente grandes (outliers en la predicción), pero no son extremadamente frecuentes. Esta es una característica normal en modelos con  $R^2 \approx 0.87$ .

Con un  $R^2$  promedio en prueba de 0.8653 (86.5%), el modelo se sitúa en el rango de capacidad predictiva excelente. Esto significa que, si se aplicara el modelo a una nueva muestra de productores, cooperativas, exportadoras y beneficios en Nicaragua, se esperaría que explicara aproximadamente el 86-87% de la variabilidad en los niveles de trazabilidad.

**Tabla 23: Benchmarks en estudios similares.**

Tipo de estudio	R <sup>2</sup> típico en validación	Posición del modelo
Adopción de tecnologías agrícolas (Feder et al., 1985)	0.55 - 0.75	Superior
Estudios de trazabilidad en cadenas agroindustriales	0.60 - 0.80	Superior
Modelos de pronóstico en economía agrícola	0.65 - 0.85	Dentro del rango superior
Modelo presentado	<b>0.865</b>	<b>Excelente</b>

### 11.7. Pronósticos para el período 2026-2028

Utilizando la ecuación estimada y proyecciones de las variables independientes (basadas en tendencias 2021-2025 y metas de política), se generan los siguientes pronósticos:

**Tabla 24: Calculo de pronóstico de trazabilidad 2026-2028.**

Tipo de actor	n	2026 (IC 95%)	2027 (IC 95%)	2028 (IC 95%)
<b>Productores individuales</b>				
<b>Cooperativas</b>	10	93.1% [88.8%-97.4%]	96.6% [92.9%-100.3%]	98.4% [95.0%-101.8%]
<b>Exportadoras</b>	5	95.5% [91.5%-99.5%]	98.0% [94.6%-101.4%]	99.3% [96.2%-102.4%]
<b>Beneficios</b>	5	91.6% [87.1%-96.1%]	95.0% [90.9%-99.1%]	97.3% [93.5%-101.1%]
<b>Promedio ponderado</b>	<b>50</b>	<b>88.3%</b>	<b>92.9%</b>	<b>95.9%</b>

#### Supuestos del pronóstico:

- Mantenimiento de los niveles actuales de capacitación gubernamental
- Incremento gradual de los estándares de mercados receptores (EUDR)
- Precios del café tradicional en el rango USD 3.40-3.80

#### Conclusiones del modelo de pronóstico

El modelo lineal estimado (basado en datos 2021-2025) muestra que la capacitación gubernamental y el crecimiento del nicho de café especial son los predictores más significativos de la adopción de trazabilidad. Los pronósticos indican que Nicaragua alcanzaría una adopción

de trazabilidad cercana al 90-97% hacia 2028 si se mantienen las tendencias actuales de política y mercado.

El efecto sustitución de precios (coeficiente negativo de  $X_3$ ) sugiere que períodos de precios altos del café tradicional podrían desacelerar la adopción de trazabilidad, un hallazgo relevante para la política sectorial. El modelo presenta buena capacidad predictiva (MAPE = 2.7% en backtesting), pero requiere extensiones sustanciales (panel, umbrales, endogeneidad) para alcanzar el nivel de contribución requerido a otros niveles.

Se deja semiestructurado el desarrollo futuro hacia un modelo de panel dinámico con efectos umbral, el cual constituiría una contribución significativa a la literatura sobre trazabilidad y diferenciación en cadenas agroindustriales.

### **11.8. Indicadores de trazabilidad para acceso a mercados de gama alta**

A continuación, se mencionan los principales indicadores de trazabilidad su peso en proporción a los requerimientos de los mercados de destinos y los nichos de mercados especializados.

#### *11.8.1. Cadena de custodia: implementación y características.*

La cadena de custodia constituye el indicador fundamental de trazabilidad. En la muestra de productores, el 100% reporta contar con sistemas documentados que permiten rastrear cada lote desde la finca hasta la exportación.

**Tabla 25: Implementación de la Cadena de custodia en la muestra**

<b>Componente de cadena de custodia</b>	<b>Productores implementando (%)</b>
Registro de lotes por parcela	100%
Documentación de cosecha por fecha	100%
Registro de beneficios (húmedo y seco)	94%
Documentación de almacenamiento	88%
Registro de transporte a exportación	76%

Fuente: Elaboración propia con datos de muestra e información proporcionada por los participantes.

### 11.8.2. Códigos QR y tecnologías digitales

El uso de códigos QR para transmitir información de trazabilidad al consumidor final ha sido adoptado por el 67% de los productores en la muestra. Las plataformas tecnológicas utilizadas incluyen:

#### Adopción de tecnologías digitales para trazabilidad

**Tabla 26: Tecnologías digitales implementadas.**

Tecnología	Productores que la utilizan (%)	Principales beneficios reportados
<b>Códigos QR</b>	67%	Transparencia al consumidor, diferenciación
<b>Plataformas móviles (INATrace, Dimitra)</b>	54%	Registro en campo, acceso en tiempo real
<b>Blockchain</b>	12%	Registro inmutable, confianza del comprador
<b>RFID</b>	8%	Control logístico

Fuente: Elaboración propia con datos observados de la muestra de estudio.

### 11.8.3. Certificaciones de origen y sostenibilidad

Las certificaciones constituyen mecanismos de verificación externa que avalan el cumplimiento de estándares de calidad, sostenibilidad y trazabilidad. La Tabla 10 presenta la distribución de certificaciones en la muestra.

#### Certificaciones obtenidas por los actores de la muestra

**Tabla 27: Porcentaje de productores certificados.**

Certificación	Productores con certificación (%)	Requisito clave de trazabilidad
<b>Rainforest Alliance</b>	78%	Cadena de custodia documentada
<b>Fair Trade</b>	82%	Registro de prácticas sociales y comerciales
<b>Certificación Orgánica (USDA/EU)</b>	44%	Registro de insumos y prácticas
<b>Nespresso AAA</b>	36%	Trazabilidad desde finca a taza
<b>4C (Common Code)</b>	28%	Sistema de mejora continua

Fuente: Elaboración propia en base a procesamiento de datos obtenidos de la muestra.

#### 11.8.4. Relevancia de indicadores por mercado destino

La Tabla 11 presenta la relevancia de los indicadores de trazabilidad según mercado destino, con una escala de 1 a 10 (10 = máxima relevancia).

**Tabla 28: Relevancia de indicadores de trazabilidad por mercado de destino.**

Indicador	Unión Europea	EE.UU.	China	Comentarios clave
<b>Cumplimiento normativo y certificaciones</b>	10	9	10	Diferenciación y entrada a mercado premium
<b>Registro detallado</b>	9	8	9	Base para transparencia y conexión con consumidor
<b>Certificación y documentación de origen</b>	9	8	9	Identidad única para el lote
<b>Eficiencia logística y control de calidad</b>	9	8	8	Confianza y cumplimiento contractual
<b>Integración de criterios ESG</b>	8	7	8	Sello de sostenibilidad y ética
<b>Uso tecnológico (Blockchain, RFID, QR)</b>	8	7	8	Garantiza trazabilidad segura y efectiva

Fuente: Elaboración propia con información de la Comisión Internacional del Café y datos de comercialización de productores y datos estadísticos del CETREX 2019/2025.

### 11.9. Factores internos y externos que impulsaron la trazabilidad

#### 11.9.1. Factores internos.

Capacitación técnica, rol de cooperativas, cultura de sostenibilidad, los factores internos identificados en el estudio incluyen:

- **Capacitación técnica:** El 92% de los productores reporta haber participado en programas de capacitación sobre trazabilidad y buenas prácticas agrícolas en el período 2021-2025. El INTA y las cooperativas han sido los principales facilitadores.
- **Rol de las cooperativas:** Las cooperativas han actuado como facilitadoras clave de la trazabilidad. En la muestra, el 86% de los productores asociados a cooperativas reporta

contar con sistemas de trazabilidad más robustos en comparación con productores individuales.

- **Cultura de sostenibilidad:** El 78% de los productores señala que la conciencia ambiental y social ha sido un motivador interno para adoptar prácticas que responden a estándares internacionales

**Tabla 29: Factores internos identificados en el estudio.**

<b>Factor interno</b>	<b>Productores que lo identifican (%)</b>	<b>Descripción</b>
<b>Mejora continua en calidad</b>	94%	Necesidad de estandarizar y mejorar procesos para diferenciación
<b>Capacitación técnica</b>	92%	Programas de formación de INTA y cooperativas
<b>Necesidad de acceso a mercados premium</b>	88%	Requisito para ingresar y mantenerse en segmentos de gama alta
<b>Cultura de sostenibilidad</b>	78%	Compromiso con prácticas responsables y estándares internacionales
<b>Asociatividad</b>	74%	Fortalecimiento de cooperativas para compartir recursos tecnológicos

Fuente: Elaboración propia con datos procesados de la muestra.

*11.9.2. Factores externos: exigencias regulatorias, demandas de mercado, reestructuración por quiebras de exportadoras.*

**Exigencias regulatorias internacionales:** La normativa EUDR (European Unión Deforestation Regulation) ha sido identificada por el 82% de los exportadores como un factor determinante para acelerar la implementación de trazabilidad. Esta regulación exige pruebas documentadas sobre sostenibilidad y origen para evitar productos que contribuyan a la deforestación.

**Demandas del mercado internacional:** El 96% de los productores señala que la presión de compradores, tostadores y supermercados en Europa, Estados Unidos y Asia exige transparencia y certificaciones como condición para la comercialización.

**Reestructuración por quiebras de exportadoras:** Las quiebras de Mercon y CISA han sido identificadas por el 100% de los productores y exportadores consultados como un punto de inflexión que reconfiguró la cadena de comercialización. Este factor externo actuó como acelerador forzoso de la adopción de trazabilidad.

**Tabla 30; Factores externos identificados.**

<b>Factor externo</b>	<b>Actores que lo identifican (%)</b>	<b>Descripción</b>
<b>Demandas de mercado internacional</b>	96%	Exigencias de transparencia y certificaciones
<b>Reestructuración por quiebras (Mercon, CISA)</b>	<b>100%</b>	<b>Punto de inflexión que aceleró adopción de trazabilidad</b>
<b>Normativas internacionales (EUDR)</b>	82%	Requisitos legales sobre deforestación y origen
<b>Innovación tecnológica global</b>	68%	Plataformas digitales accesibles para trazabilidad
<b>Apoyo de cooperación internacional</b>	62%	Programas técnicos y financieros de organismos multilaterales

Fuente: Elaboración propia con datos procesados de la muestra.

**Tabla 31: Tabla comparativa de factores internos y externos identificados.**

<b>Factores Internos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Factores Externos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Mejora continua en calidad y producción</b>	Mejorar procesos para calidad y diferenciación constante	Demandas del mercado internacional	Exigencias de transparencia y certificaciones
<b>Necesidad de acceso a mercados premium</b>	Requisito para ingresar y mantener mercados de gama alta	Reestructuración por quiebras de exportadoras	Acelerador forzoso de adopción de trazabilidad
<b>Capacitación y asociatividad</b>	Fortalecimiento de habilidades para implementar trazabilidad	Normativas y regulaciones internacionales	Requisitos legales y sanitarios de países importadores
<b>Cultura de sostenibilidad</b>	Compromiso con prácticas responsables para cumplir estándares internacionales	Innovación tecnológica global	Uso de plataformas digitales y soluciones móviles para trazabilidad

Fuente: Elaboración propia en base a tablas de factores internos y externos identificados.

La interacción de estos factores ha generado un círculo virtuoso: las demandas externas (regulaciones, quiebras, exigencias de mercado) han creado la necesidad, mientras que las capacidades internas (capacitación, asociatividad, cultura de sostenibilidad) han permitido la respuesta efectiva del sector.

### 11.10. Trazabilidad y desarrollo sostenible

#### 11.10.1. Vinculación con certificaciones y ODS.

Las certificaciones obtenidas por la verificación de la trazabilidad del grano permiten transar montos más elevados y a mejor precio, bajo el esquema de comercio justo. Además, estas certificaciones están estrechamente vinculadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

#### Vinculación de certificaciones con ODS

**Tabla 32: Certificaciones y vínculos con los ODS.**

<b>Certificación</b>	<b>ODS relacionados</b>	<b>Contribución específica</b>
<b>Rainforest Alliance</b>	ODS 6, 12, 13, 15	Conservación de ecosistemas, gestión de agua, acción climática
<b>Fair Trade</b>	ODS 1, 2, 5, 8, 10	Precios justos, trabajo decente, igualdad de género
<b>Certificación Orgánica</b>	ODS 3, 12, 15	Producción sin químicos, salud, conservación de suelos
<b>Nespresso AAA</b>	ODS 8, 12, 13	Calidad, sostenibilidad, resiliencia climática

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada y la triangulación efectuada.

### *11.10.2. Políticas gubernamentales de apoyo al proceso de trazabilidad.*

El gobierno de Nicaragua ha desarrollado un entramado institucional y normativo para fortalecer la competitividad y sostenibilidad del sector cafetalero, reconociendo su importancia estratégica para la economía nacional. Este marco se fundamenta en:

- **Estrategia Nacional de Desarrollo (END) 2022-2026:**

La END establece al sector agropecuario, y específicamente al café, como un eje prioritario para el desarrollo económico del país. En sus lineamientos, se contempla el fortalecimiento de la productividad, la calidad y el acceso a mercados internacionales mediante la adopción de tecnologías innovadoras y prácticas sostenibles. La trazabilidad se posiciona como una herramienta transversal para alcanzar estos objetivos.

- **Ley de Fomento a la Producción Agropecuaria (Ley 979):**

Esta ley establece incentivos para la producción sostenible y la incorporación de tecnologías que mejoren la competitividad del sector agropecuario. En su articulado, se contempla el apoyo a procesos de certificación y trazabilidad como mecanismos para acceder a mercados diferenciados.

### **Política Nacional de Desarrollo Sostenible del Sector Cafetalero:**

Documento rector que orienta las acciones del Estado para el período 2021-2030, estableciendo metas específicas para:

- Incrementar la superficie bajo sistemas de trazabilidad certificada
- Fortalecer las capacidades técnicas de pequeños y medianos productores
- Promover la reconversión hacia sistemas agroecológicos y resilientes al clima

El gobierno de Nicaragua ha implementado una agenda orientada a fortalecer la trazabilidad y sostenibilidad del sector café mediante:

1. **Programas de capacitación y asistencia técnica** para pequeños y medianos productores, promoviendo la adopción de tecnologías digitales y buenas prácticas agrícolas sostenibles.
2. **Apoyo a la certificación y formalización** de productores, facilitando el acceso a certificaciones internacionales y promoviendo la integración en cadenas de valor globales.
3. **Iniciativas de desarrollo rural inclusivo**, que mejoran infraestructura, acceso a servicios financieros y fomentan la participación equitativa de mujeres y jóvenes en la caficultura.
4. **Políticas ambientales y climáticas**, incentivando prácticas resilientes al cambio climático y protección de biodiversidad en zonas cafetaleras.

Estas políticas se alinean con la Estrategia Nacional de Desarrollo y con la Agenda 2030, potenciando el impacto positivo de la trazabilidad en el sector.

### **Programas de capacitación y asistencia técnica**

El gobierno ha desarrollado una oferta programática orientada a fortalecer las capacidades técnicas de los productores en materia de trazabilidad y buenas prácticas agrícolas.

#### *11.10.3. Programa Nacional de Asistencia Técnica Cafetalera (PRONATEC)*

Este programa, ejecutado por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) en coordinación con el Ministerio Agropecuario (MAG), constituye el principal mecanismo de transferencia tecnológica para el sector.

### **Objetivos específicos:**

- Capacitar a productores en sistemas de registro y documentación para trazabilidad

- Formar en buenas prácticas agrícolas y manejo integrado de cultivos
- Transferir tecnologías digitales para el registro de información en campo

**Tabla 33; Logros de los programas implementados por el gobierno, periodo 2021 - 2025.**

Indicador	2021	2022	2023	2024	2025	Total
<b>Productores capacitados en trazabilidad</b>	1,200	1,800	2,500	3,200	3,800	12,500
<b>Técnicos formados como facilitadores</b>	85	110	135	150	160	640
<b>Comunidades atendidas</b>	45	68	92	115	128	448
<b>Fincas con sistema de registro implementado</b>	380	620	890	1,150	1,450	4,490

Fuente: INTA, Informes de Gestión 2021-2025/estadísticas de ciclo productivos, informe estadístico del sector cafetalero 2019/2025 MAG.

#### **Metodología de capacitación:**

- Escuelas de Campo (ECA): Metodología participativa donde productores aprenden haciendo, con énfasis en el registro de prácticas y su relación con la calidad final del café.
- Formación de promotores locales: Líderes comunitarios capacitados para replicar conocimientos sobre trazabilidad y buenas prácticas
- Giras de intercambio: Visitas entre fincas y regiones para compartir experiencias exitosas en implementación de trazabilidad.

#### **Programa de Reconversión Productiva hacia Cafés Especiales**

Este programa, implementado en coordinación con el MAG y las cooperativas cafetaleras, se enfoca en la transición de caficultura convencional hacia sistemas de producción para mercados de especialidad.

**Tabla 34: Componentes del programa de reconversión.**

Componente	Descripción	Resultados (2021-2025)
<b>Asistencia técnica especializada</b>	Acompañamiento técnico para adopción de prácticas de cultivo para cafés de especialidad	4,200 productores asistidos
<b>Establecimiento de parcelas demostrativas</b>	Fincas modelo donde se implementan sistemas completos de trazabilidad	85 parcelas establecidas

<b>Laboratorios de calidad</b>	Equipamiento de centros de catación para evaluación de calidad y trazabilidad	12 laboratorios instalados
<b>Formación en catación</b>	Capacitación en análisis sensorial para productores y técnicos	320 catadores formados

Fuente: MAG, Programa de Reconversión Productiva 2016- 2028

#### 11.10.4. Apoyo a la certificación y formalización de productores

El gobierno ha implementado mecanismos para facilitar el acceso de pequeños y medianos productores a certificaciones internacionales, reconociendo que estas constituyen la puerta de entrada a mercados premium.

#### Programa de Apoyo a la Certificación (PAC)

Este programa, coordinado por el MAG y el INTA con apoyo de la cooperación internacional, proporciona asistencia técnica y financiera para que los productores puedan cumplir con los requisitos de certificaciones internacionales.

**Tabla 35: Mecanismos de apoyo al sector.**

<b>Tipo de apoyo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cobertura (2021-2025)</b>
<b>Asistencia técnica pre-certificación</b>	Acompañamiento para implementar requisitos documentales y de campo	2,800 productores
<b>Apoyo a auditorías</b>	Financiamiento parcial de costos de auditoría inicial	450 cooperativas/fincas
<b>Grupos de certificación</b>	Facilitación de certificación grupal para pequeños productores	65 grupos conformados
<b>Mantenimiento de certificaciones</b>	Apoyo continuo para renovación de certificaciones	380 productores/cooperativas anuales

Fuente: MAG, Programa de Apoyo a la Certificación

**Certificaciones facilitadas:** Rainforest Alliance. Fair Trade. Certificación Orgánica (USDA Organic, EU Organic). 4C (Common Code for the Coffee Community)

**Tabla 36: Recursos y apoyo local en nicaragua para el sector cafetalero.**

<b>Recurso</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Servicios</b>	<b>Contacto</b>
<b>Escuela Nacional del Café (INTA)</b>	Matagalpa	Cursos catación, Q Grader, laboratorio	inta.gob.ni
<b>Escuela del Café (INTA)</b>	Jinotega	Diplomados Q Grader, calibración	inta.gob.ni
<b>Laboratorio Bolcomer</b>	Managua	Certificación SCA, análisis taza	bolcomerni.com
<b>CQI/USAID CADR</b>	Nacional	Programas Coffee Corps para productores	coffeeinstitute.org
<b>App NICA FÉ</b>	Norte (Jinotega)	Monitoreo digital y catación básica	INTANICA FÉ

**Tabla 37: Efecto de las políticas gubernamentales en la trazabilidad del café 2021-2025.**

<b>Política / Programa</b>	<b>Principal aporte a trazabilidad</b>	<b>Cobertura acumulada</b>	<b>Relación con ODS</b>
<b>PRONATEC</b>	Capacitación en sistemas de registro	12,500 productores	ODS 8, 12
<b>Programa de Reconversión</b>	Transición a cafés especiales	4,200 productores	ODS 1, 2
<b>Programa de Apoyo a Certificación</b>	Acceso a certificaciones	2,800 productores	ODS 8, 12
<b>Programa de Formalización</b>	Registro único de productores	18,500 productores	ODS 8
<b>Programa de Infraestructura Rural</b>	Conectividad digital	185 comunidades	ODS 9
<b>Programa de Inclusión Financiera</b>	Crédito para trazabilidad	C\$ 85 millones	ODS 1, 8
<b>Programa de Equidad de Género</b>	Participación de mujeres	980 mujeres capacitadas	ODS 5
<b>Programa de Adaptación Climática</b>	Prácticas sostenibles	25,000 manzanas	ODS 13, 15
<b>Programa de Incentivos</b>	Beneficios fiscales por sostenibilidad	8,000 productores	ODS 12

Fuente: Elaboración propia con datos de programas de fortalecimiento del sector cafetalero 2020- 2028, MAG, INTA, MARENA, MIFIC

Las políticas gubernamentales de apoyo a la trazabilidad y sostenibilidad del sector cafetalero nicaragüense han sido fundamentales para:

- Crear condiciones habilitantes para la adopción de sistemas de trazabilidad mediante programas de capacitación, asistencia técnica y formalización de productores
- Facilitar el acceso a certificaciones internacionales que validan la calidad, origen y sostenibilidad del café nicaragüense
- Mejorar la infraestructura y conectividad en zonas cafetaleras, reduciendo barreras para la implementación de tecnologías digitales
- Promover la inclusión equitativa de mujeres y jóvenes en los procesos de trazabilidad y certificación
- Alinear el sector con los ODS y las demandas de sostenibilidad de los mercados internacionales.

Estas políticas han generado un entorno favorable que ha permitido que la trazabilidad pase de ser una práctica opcional a un estándar requerido para la comercialización en mercados internacionales, contribuyendo a la competitividad del café nicaragüense y al desarrollo sostenible de las comunidades cafetaleras.

La continuidad y fortalecimiento de estas políticas será crucial para consolidar los avances y enfrentar los desafíos emergentes, incluyendo la implementación de nuevas normativas internacionales como la EUDR y el aprovechamiento de oportunidades en mercados premium en crecimiento.

## 12. Conclusiones.

La investigación confirma que la trazabilidad ha influido significativamente en la competitividad del café nicaragüense en los mercados internacionales durante el período 2021-2025. El precio por libra con trazabilidad certificada pasó de USD 3.50 a USD 8.50 (+142.9%), mientras que el ingreso por manzana saltó de C\$ 280,000 a C\$ 680,000. La correlación entre nivel de trazabilidad y precio obtenido resultó fuerte ( $r = 0.78$ ,  $p < 0.01$ ), y quienes implementaron sistemas robustos con cadena de custodia documentada, códigos QR y certificaciones múltiples, que es lo más recomendable, no solo obtuvieron mejores precios, sino también contratos estables de cinco a diez años.

Los costos de producción aumentaron 14.6% en promedio (de C\$ 145,000 a C\$ 166,216 por manzana), principalmente por inversiones en tecnología, certificaciones y capacitación. Sin embargo, las pérdidas postcosecha se redujeron del 12% al 5% y la eficiencia en fertilización mejoró un 15%, compensando parcialmente los gastos adicionales.

Según a los resultados tres indicadores de trazabilidad resultaron clave para acceder a mercados de gama alta. La cadena de custodia implementada por productores con sistemas de trazabilidad, constituyendo la base documental de toda verificación. Las certificaciones internacionales alcanzaron una adopción del 78% para Rainforest Alliance y 82% para Fair Trade, con una relevancia que llega a 9 o 10 puntos sobre 10 en la Unión Europea, especialmente ante la normativa EUDR contra la deforestación.

Los códigos QR y tecnologías digitales son utilizados por el 67% de los productores, aunque con brechas entre la percepción y la implementación real; las plataformas digitales alcanzan el 54% de adopción, mientras que tecnologías avanzadas como blockchain apenas superan el 12%, concentradas en exportadoras de mayor escala.

Entre los factores internos que impulsaron la trazabilidad, la capacitación técnica fue la variable con mayor peso en el modelo de regresión ( $\beta_1 = 0.3815$ ,  $p < 0.001$ ): por cada 10 puntos porcentuales adicionales de productores capacitados, la trazabilidad aumenta casi 4 puntos.

El 92% de los productores con mejores niveles participó en programas del INTA, MAG o cooperativas. El rol de las cooperativas también resultó determinante: los productores asociados presentaron niveles de trazabilidad 12.8 puntos porcentuales superiores a los individuales ( $\gamma_1 = 0.1245$ ,  $p = 0.002$ ), actuando como centralizadoras de costos y facilitadoras de certificación.

Entre los factores externos, las demandas del mercado internacional fueron identificadas por el 96% de los actores como el principal motor: sin trazabilidad, no hay venta. Sin embargo, el hallazgo más revelador fue el impacto de las quiebras de las exportadoras Mercon y CISA, que manejaban cerca del 50% de las exportaciones nacionales, el 100% de los consultados señaló este evento como el punto de inflexión más crítico del período. Al desaparecer los intermediarios tradicionales, los productores se vieron obligados a documentar su origen y prácticas para reconectar con nuevos compradores; la trazabilidad dejó de ser una ventaja competitiva opcional y se convirtió en un requisito de supervivencia. Complementariamente, la normativa EUDR fue mencionada por el 82% de los exportadores como un factor acelerador de la adaptación tecnológica.

### 13. Referencias.

Banco Central de Nicaragua. (2022-2025). *Estadísticas de exportación de café*.

Botiva, M. A., & Ponte, S. (s.f.). Estándares y sostenibilidad en el sector cafetero: Una aproximación global a la cadena de valor. *Instituti Dnes de estudios Internacionales*, 31-83.

Cafe, O. I. (2021). *Reglamento de estadística certificados de origen*.

Central, R. (2025, 25 de junio). Café nicaragüense destaca en el ciclo 2024/2025. *Barricada*. <https://diariobarricada.com/2025/06/25/cafe-nicaraguense-destaca-en-el-ciclo-2024-2025/>

CETREX. (2019-2025). *Datos estadísticos de exportación de café*.

Coffee Institute. (s.f.). Programas Coffee Corps para productores.  
<https://coffeeinstitute.org>

COMA. (2020). *La importancia de la trazabilidad en el café de especialidad*.  
<https://comacoffeeoasters.com/la-importancia-de-la-trazabilidad-en-el-cafe-de-especialidad>

Comisión Internacional del Café. (2021-2025). *Informes de comercialización y estadísticas globales*.

DISAGRO. (2024, 15 de noviembre). Sostenibilidad y trazabilidad en café.  
<https://www.disagro.com.gt/blog-agritecgeo/sostenibiliad-y-trazabilidad-en-cafe/>

ECODES. (2019). Fortalecimiento del desarrollo en las cadenas de valor apícola, café y cacao en el municipio de San Juan del Río Coco, departamento de Madriz.

<https://ecodes.org/hacemos/cooperacion-para-el-desarrollo/eje-3-desarrollo-economico/fortalecimiento-del-desarrollo-en-las-cadenas-de-valor-apicola-cafe-y-cacao-en-el-municipio-de-san-juan-del-rio-coco-departamento-de-madriz>

el19digital. (2025, 25 de junio). <https://www.el19digital.com/>

Fair Trade International. (2021-2025). Estándares y requisitos de certificación.

FAO. (2021-2025). Estadísticas de producción y comercio de café.

Federación de Cooperativas Cafetaleras. (2021-2025). Informes de trazabilidad.

Gobierno de Nicaragua. (2019). Ley de Fomento a la Producción Agropecuaria (Ley N.º 979). La Gaceta, Diario Oficial.

Gobierno de Nicaragua. (2021). \*Política Nacional de Desarrollo Sostenible del Sector Cafetalero 2021-2030\*.

Gobierno de Nicaragua. (2022). \*Estrategia Nacional de Desarrollo (END) 2022-2026\*.

gourmet, c. (2024, 1 de octubre). La trazabilidad en el café de especialidad. <https://cafegourmetexpress.com/blogs/news/la-trazabilidad-en-el-cafe-de-especialidad>

IICA. (2021-2025). Documentos técnicos sobre trazabilidad y cadenas de valor.

INATrace. (2021-2025). Plataforma digital de trazabilidad para café.

INTA. (2021-2025). Informes de gestión y estadísticas de ciclos productivos.

INTA. (2024, 17 de diciembre). Entrega de certificados del curso de catación y barismo de café en Matagalpa. <https://inta.gob.ni/entrega-de-certificados-del-curso-de-catacion-y-barismo-de-cafe-en-matagalpa/>

INTA. (2025). Carta tecnológica del café 2025.

Lorrio, L. (2024). ¿Cómo es un café premium? Distingue café de origen, de finca y de especialidad. <https://cafeplatino.com/como-es-un-cafe-premium-distingue-cafe-de-origen-de-finca-de-especialidad/>

MAG. (2016-2028). \*Programa de reconversión productiva hacia cafés especiales 2016-2028\*.

MAG. (2019-2025). \*Informe estadístico del sector cafetalero 2019-2025\*.

MAG. (2020-2028). \*Programas de fortalecimiento del sector cafetalero 2020-2028\*.

MAG. (2021-2025). Informes estadísticos del sector cafetalero.

MAG. (2024). La trazabilidad en el café de especialidad. <https://www.specialtycoffeemag.com/la-trazabilidad-en-el-cafe-de-especialidad/>

MARENA. (2021-2025). Programas de adaptación climática y conservación.

MIFIC. (2019-2025). Datos de comercio exterior.

Nespresso. (2021-2025). Programa AAA: estándares de calidad y sostenibilidad.

Nicaragua. (2021-2025). Programa de Equidad de Género en el sector cafetalero.

Nicaragua. (2021-2025). Programa de Incentivos por sostenibilidad para productores de café.

Nicaragua. (2021-2025). Programa de Inclusión Financiera para el sector cafetalero.

Nicaragua. (2021-2025). Programa de Infraestructura Rural.

OIC. (2021-2025). Estadísticas del mercado global del café.

ONCCA. (2021-2025). Informes de trazabilidad.

ONICA. (2021-2025). Informes de trazabilidad.

Pirola, C., & Criscione, E. (s.f.). Implementación de herramientas de trazabilidad del café: Desafíos y oportunidades.

<https://www.digitalcoffeefuture.com/magazinees/implementacion-de-herramientas-de-trazabilidad-del-cafe-desafios-y-oportunidades>

PRODECOOP. (2021-2025). Informes de trazabilidad.

Rainforest Alliance. (2021-2025). Estándares de certificación y requisitos de trazabilidad.

Rodríguez Méndez, E. (2024). Trazabilidad del café: Una estrategia de diferenciación.

SCA. (2021-2025). Estándares de café de especialidad.

Sergueyevna Golovina, N., & Mosher Valle, E. L. (2023). La trazabilidad del café como estrategia de marketing socialmente responsable. *FACE*, 23(2), 43-55.

<https://doi.org/10.24054/face.v23i2.2458>

SYRA Coffee. (2025, 5 de julio). Fairtrade y trazabilidad en el café.

<https://syra.coffee/blogs/news/fairtrade>

Torrez, M. (2024, 10 de abril). Estandarizar sistemas de trazabilidad en café: Oportunidades y desafíos. <https://perfectdailygrind.com/es/2024/07/10/estandarizar-sistemas-trazabilidad-cafe/>

UNA. (2024). Tecnología manejo de cultivo café. En *Tecnologías para mejorar la producción y productividad agropecuaria*.

UNCTAD. (2024, 23 de diciembre). Cadenas de valor del café: Mejorando la trazabilidad en América Latina. <https://unctad.org/es/news/cadenas-de-valor-del-cafe-mejorando-la-trazabilidad-en-america-latina>

Unión Europea. (2023). \*Reglamento (UE) 2023/1115 sobre productos libres de deforestación (EUDR)\*. *Diario Oficial de la Unión Europea*.

UTZ. (2021-2025). Estándares de buenas prácticas agrícolas y trazabilidad.

## 14. ANEXOS.

## Anexo 1:

## Características del café de especialidad.

**CAFÉ DE ESPECIALIDAD**

*Café que obtiene una puntuación mínima de 80 puntos sobre 100 en una evaluación de cata realizada por un catador certificado (Q Grader) de acuerdo con los estándares de la SCA, Specialty Coffee Association*

- 1 El café debe estar libre de defectos primarios como granos negros, agrios...
- 2 Debe tener un sabor limpio, con un aroma complejo y agradable
- 3 Una acidez brillante y equilibrada
- 4 Un cuerpo completo y redondo
- 5 Una dulzura natural y equilibrada
- 6 Todos los elementos del sabor del café deben estar en equilibrio
- 7 Las plantaciones de café deben ser manejadas de manera sostenible
- 8 Procesado cuidadoso del café para preservar su calidad y sabor
- 9 Debe ser tostado artesanalmente por tostadores experimentados

**SABORA**  
café tostados no día



## Anexo 2: Clasificación del café de especialidad por puntaje de catación.

Puntuación	Clasificación
90-100	Café de especialidad exquisito
85-89,99	Café de especialidad excelente
80-84,99	Café de especialidad muy bueno
Menos de 80	Por debajo de la calidad mínima: no se considera café de especialidad

**Anexo 3: Galera de secado bajo sombra y controlado.**



**selección manual del grano.**



## Anexo: 4

Tabla 38: Base de datos de muestra seleccionada.

ID	Tipo actor	Departamento	Municipio	Años experiencia	Manzanas cultivadas	Año inicio trazabilidad	Sistema trazabilidad	Participa programa gobierno
P01	Productor individual	Jinotega	Jinotega	25	15	2019	Documental + QR	Sí
P02	Productor individual	Matagalpa	Matagalpa	30	22	2020	Documental + QR + Blockchain	Sí
P03	Productor individual	Jinotega	San Rafael del Norte	18	8	2021	Documental	No
P04	Productor individual	Matagalpa	San Ramón	22	12	2020	Documental + QR	Sí
P05	Productor individual	Jinotega	La Concordia	35	25	2018	Documental + QR + RFID	Sí
P06	Productor individual	Nueva Segovia	Jalapa	20	18	2021	Documental + QR	Sí
P07	Productor individual	Matagalpa	Matagalpa	28	30	2019	Documental + QR + Certificaciones	Sí
P08	Productor individual	Jinotega	Jinotega	15	10	2022	Documental	No
P09	Productor individual	Matagalpa	San Ramón	32	20	2020	Documental + QR + Blockchain	Sí
P10	Productor individual	Nueva Segovia	Ocotal	12	6	2022	Documental	No
P11	Productor individual	Jinotega	San Rafael del Norte	40	35	2018	Documental + QR + RFID	Sí
P12	Productor individual	Matagalpa	Matagalpa	25	14	2020	Documental + QR	Sí
P13	Productor individual	Jinotega	La Concordia	18	9	2021	Documental	No
P14	Productor individual	Matagalpa	San Ramón	29	24	2019	Documental + QR + Certificaciones	Sí
P15	Productor individual	Nueva Segovia	Jalapa	22	16	2020	Documental + QR	Sí

<b>P16</b>	Productor individual	Jinotega	Jinotega	33	28	2018	Documental + QR + Blockchain	Sí
<b>P17</b>	Productor individual	Matagalpa	Matagalpa	17	11	2022	Documental	No
<b>P18</b>	Productor individual	Jinotega	San Rafael del Norte	24	13	2020	Documental + QR	Sí
<b>P19</b>	Productor individual	Matagalpa	San Ramón	31	26	2019	Documental + QR + RFID	Sí
<b>P20</b>	Productor individual	Nueva Segovia	Jalapa	19	7	2022	Documental	No
<b>P21</b>	Productor individual	Jinotega	La Concordia	27	19	2020	Documental + QR	Sí
<b>P22</b>	Productor individual	Matagalpa	Matagalpa	34	32	2018	Documental + QR + Certificaciones	Sí
<b>P23</b>	Productor individual	Jinotega	Jinotega	16	9	2021	Documental	No
<b>P24</b>	Productor individual	Matagalpa	San Ramón	23	15	2020	Documental + QR	Sí
<b>P25</b>	Productor individual	Nueva Segovia	Ocotal	14	5	2023	Documental	No
<b>P26</b>	Productor individual	Jinotega	San Rafael del Norte	38	30	2019	Documental + QR + Blockchain	Sí
<b>P27</b>	Productor individual	Matagalpa	Matagalpa	26	17	2020	Documental + QR	Sí
<b>P28</b>	Productor individual	Jinotega	La Concordia	21	11	2021	Documental	No
<b>P29</b>	Productor individual	Matagalpa	San Ramón	36	29	2018	Documental + QR + RFID	Sí
<b>P30</b>	Productor individual	Nueva Segovia	Jalapa	15	10	2022	Documental	No
<b>C01</b>	Cooperativa	Jinotega	Jinotega	40	850	2019	Documental + QR + Plataforma	Sí
<b>C02</b>	Cooperativa	Matagalpa	Matagalpa	35	1200	2020	Documental + QR + Certificaciones	Sí
<b>C03</b>	Cooperativa	Jinotega	San Rafael del Norte	28	450	2021	Documental	Sí
<b>C04</b>	Cooperativa	Matagalpa	San Ramón	30	620	2020	Documental + QR	Sí

<b>C05</b>	Cooperativa	Nueva Segovia	Jalapa	25	380	2021	Documental	No
<b>C06</b>	Cooperativa	Jinotega	La Concordia	32	540	2019	Documental + QR + Certificaciones	Sí
<b>C07</b>	Cooperativa	Matagalpa	Matagalpa	28	410	2020	Documental	Sí
<b>C08</b>	Cooperativa	Jinotega	Jinotega	38	980	2018	Documental + QR + Plataforma	Sí
<b>C09</b>	Cooperativa	Matagalpa	San Ramón	22	290	2022	Documental	No
<b>C10</b>	Cooperativa	Nueva Segovia	Jalapa	30	520	2020	Documental + QR	Sí
<b>B01</b>	Beneficio húmedo	Jinotega	Jinotega	15	2500	2020	Documental + QR	Sí
<b>B02</b>	Beneficio húmedo	Matagalpa	Matagalpa	12	1800	2021	Documental	Sí
<b>B03</b>	Beneficio seco	Jinotega	Jinotega	10	3200	2020	Documental + RFID	Sí
<b>B04</b>	Beneficio húmedo	Matagalpa	San Ramón	8	950	2022	Documental	No
<b>B05</b>	Beneficio seco	Nueva Segovia	Jalapa	14	2100	2021	Documental + QR	Sí
<b>E01</b>	Exportadora	Managua	Managua	20	15000	2019	Documental + QR + Blockchain	Sí
<b>E02</b>	Exportadora	Managua	Managua	18	8500	2020	Documental + Certificaciones	Sí
<b>E03</b>	Exportadora	Managua	Managua	25	22000	2018	Documental + QR + RFID	Sí
<b>E04</b>	Exportadora	Managua	Managua	12	3200	2021	Documental	Sí
<b>E05</b>	Exportadora	Managua	Managua	15	5600	2020	Documental + QR	Sí

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la muestra del estudio.

## Anexo 5.

Tabla 39: Evolución de la trazabilidad.

Indicador	2021	2022	2023	2024	2025	Fuente
Productores con sistema de trazabilidad documentado por porcentaje	34	48	62	78	86	MAG / INTA
Volumen exportado con trazabilidad certificada miles de libras.	450	520	610	720	850	CETREX, COOPERATIVAS, PRODUCTORES
Certificaciones Rainforest Alliance vigentes	42	48	55	63	72	Certificadoras
Certificaciones Fair Trade vigentes	38	44	51	58	65	Certificadoras
Certificaciones Orgánicas USDA EU vigentes	28	32	38	44	52	Certificadoras
Certificaciones Nespresso AAA vigentes	15	18	22	28	36	Nespresso
Productores usando códigos QR	5	12	24	38	52	Cooperativas / INTA
Productores usando plataformas digitales	3	8	18	32	48	INTA / Cooperativas
Productores capacitados en trazabilidad	1200	1800	2500	3200	3800	INTA / MAG

<b>Indicador</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>Fuente</b>
<b>Precio promedio café especial USD libra</b>	7.2	7.5	7.8	8.2	8.5	Exportadores / MAG
<b>Precio promedio café tradicional USD libra</b>	3.2	3.1	3	2.9	2.8	MAG / Banco Central
<b>Volumen exportado a mercados premium porcentaje</b>	18	22	28	35	42	Banco Central
<b>Valor exportaciones café especial millones USD</b>	324	390	476	590	723	CETREX, EXPORTADORAS
<b>Productores concertificacion activa x porcentaje</b>	28	36	45	58	72	MAG / Certificadoras
<b>Cooperativas con sistema de trazabilidad x porcentaje</b>	42	55	68	78	86	PRODECOOP / ONICA
<b>Exportadores con trazabilidad certificada porcentaje</b>	35	48	62	75	85	MAG / MIFIC
<b>Inversión en tecnología trazabilidad millones</b>	25	35	48	62	78	INTA / Cooperativas

## Anexo N° 6.

Tabla 40: Evolución de las exportaciones de Nicaragua.

Año	Volumen exportado (millones de quintales)	Ingresos por exportación (millones USD)	Observaciones principales
2022	3.46	714.1	Precios altos por demanda de cafés especiales y calidad
2023	2.52	-15% respecto a 2022	Caída en volumen e ingresos por crisis en exportación
2024-25*	3.3 (proyectado)	Aumento esperado	Enfoque en calidad, trazabilidad y certificaciones

**Nota:** En 2022, Nicaragua exportó alrededor de 3.46 millones de quintales, generando ingresos por 714.1 millones de dólares. El café especial representó una proporción significativa de estas exportaciones. Para 2023, las exportaciones totales de café cayeron a 2.52 millones de quintales, con una reducción del 12.4% en volumen. En el panorama más reciente para 2024-2025, hay expectativas de recuperación y aumento en la producción hasta 3.3 millones de quintales, con esfuerzos para mejorar la calidad y la trazabilidad de cafés especiales, además de enfocarse en nichos de mercado y certificaciones de alta calidad para sostener mejores precios. Información Extraída de: informes anuales 2021-2024, informe del sector café INTA 2019/ 2025, CETREX datos estadísticos 2019 – 2025.

## Anexo N° 7.

Tabla 41: Costos de producción.

ID productor	Año	C\$ Costo MO	C\$ Costos Insumos	C\$ Costos Tecnología	C\$ Costos Certificaciones	C\$ Costo Total	Rendimiento QQ x MZ	C\$ Costo por QQ
P01	2021	115000	35000	5000	8000	163000	38	4289.47
P01	2022	118000	36500	6000	8500	169000	39	4333.33
P01	2023	122000	38000	7000	9000	176000	40	4400
P01	2024	125000	39500	7500	9500	181500	40	4537.5
P01	2025	128000	41000	8000	10000	187000	41	4560.98
P02	2021	108000	32000	4000	7000	151000	36	4194.44
P02	2022	112000	33500	5000	7500	158000	37	4270.27
P02	2023	115000	35000	6000	8000	164000	38	4315.79
P02	2024	118000	36500	7000	8500	170000	39	4358.97
P02	2025	121000	38000	7500	9000	175500	39	4500
P03	2021	95000	28000	0	0	123000	32	3843.75
P03	2022	98000	29000	0	0	127000	33	3848.48
P03	2023	102000	31000	2000	3000	138000	35	3942.86
P03	2024	105000	32000	3000	4000	144000	36	4000
P03	2025	108000	33000	3500	4500	149000	37	4027.03
P04	2021	112000	34000	3000	6000	155000	37	4189.19
P04	2022	115000	35000	4000	7000	161000	38	4236.84
P04	2023	118000	36000	5000	8000	167000	39	4282.05
P04	2024	121000	37000	6000	9000	173000	39	4435.9
P04	2025	124000	38000	6500	9500	178000	40	4450
P05	2021	125000	38000	6000	9000	178000	40	4450
P05	2022	128000	39000	7000	9500	183500	41	4475.61
P05	2023	131000	40000	8000	10000	189000	42	4500
P05	2024	134000	41000	8500	10500	194000	42	4619.05
P05	2025	137000	42000	9000	11000	199000	43	4627.91
P06	2021	105000	31000	2000	4000	142000	35	4057.14
P06	2022	108000	32000	3000	5000	148000	36	4111.11
P06	2023	111000	33000	4000	6000	154000	37	4162.16

ID productor	Año	C\$ Costo MO	C\$ Costos Insumos	C\$ Costos Tecnología	C\$ Costos Certificaciones	C\$ Costo Total	Rendimiento QQ x MZ	C\$ Costo por QQ
P06	2024	114000	34000	4500	6500	159000	38	4184.21
P06	2025	117000	35000	5000	7000	164000	38	4315.79
P07	2021	118000	36000	5000	8000	167000	39	4282.05
P07	2022	121000	37000	6000	8500	172500	40	4312.5
P07	2023	124000	38000	7000	9000	178000	40	4450
P07	2024	127000	39000	7500	9500	183000	41	4463.41
P07	2025	130000	40000	8000	10000	188000	42	4476.19
P08	2021	98000	29000	0	0	127000	33	3848.48
P08	2022	101000	30000	0	0	131000	34	3852.94
P08	2023	104000	31000	1500	2000	138500	35	3957.14
P08	2024	107000	32000	2000	2500	143500	36	3986.11
P08	2025	110000	33000	2500	3000	148500	36	4125
P09	2021	120000	37000	5500	8500	171000	39	4384.62
P09	2022	123000	38000	6500	9000	176500	40	4412.5
P09	2023	126000	39000	7500	9500	182000	41	4439.02
P09	2024	129000	40000	8000	10000	187000	41	4560.98
P09	2025	132000	41000	8500	10500	192000	42	4571.43
P10	2021	92000	27000	0	0	119000	30	3966.67
P10	2022	95000	28000	0	0	123000	31	3967.74
P10	2023	98000	29000	1500	2000	130500	32	4078.13
P10	2024	101000	30000	2000	2500	135500	33	4106.06
P10	2025	104000	31000	2500	3000	140500	34	4132.35
<b>Promedio</b>	<b>2021</b>	<b>111500</b>	<b>33500</b>	<b>4500</b>	<b>7500</b>	<b>157000</b>	<b>37</b>	<b>4243.24</b>
<b>Promedio</b>	<b>2022</b>	<b>115000</b>	<b>35000</b>	<b>5500</b>	<b>8000</b>	<b>163500</b>	<b>38</b>	<b>4302.63</b>
<b>Promedio</b>	<b>2023</b>	<b>118500</b>	<b>36500</b>	<b>6500</b>	<b>8500</b>	<b>170000</b>	<b>39</b>	<b>4358.97</b>
<b>Promedio</b>	<b>2024</b>	<b>121500</b>	<b>38000</b>	<b>7200</b>	<b>9000</b>	<b>175700</b>	<b>40</b>	<b>4392.5</b>
<b>Promedio</b>	<b>2025</b>	<b>124500</b>	<b>39500</b>	<b>7800</b>	<b>9500</b>	<b>181300</b>	<b>40</b>	<b>4532.5</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos estadísticos históricos de los últimos 5 años según registros contables de los productores observados.

## Anexo N° 8.

Tabla 42: Precios e ingresos por productor.

Productor	Año	Precio del café tradicional en USD x libra	Precio del café bajo trazabilidad en USD x libra	Puntaje de catación	Volumen de café exportado N° Q	Ingreso total en USD	Mercado de destino
P01	2021	3.2	7.5	82	380	285000	EE.UU.
P01	2022	3	8	83	390	312000	EE.UU.
P01	2023	ND	8.5	84	400	340000	EE.UU. / UE
P01	2024	ND	8.8	85	400	352000	UE
P01	2025	DN	9	86	410	369000	UE / China
P02	2021	3.5	8	84	350	280000	EE.UU.
P02	2022	3.2	8.5	85	360	306000	EE.UU.
P02	2023	ND	9	87	370	333000	UE
P02	2024	ND	9.5	88	380	361000	UE
P02	2025	ND	10	89	380	380000	UE / China
P03	2021	2.8	AN	78	280	78400	Mercado local
P03	2022	2.9	NA	79	290	84100	Mercado local
P03	2023	3	7	81	300	210000	EE.UU.
P03	2024	ND	7.5	82	310	232500	EE.UU.
P03	2025	ND	8	83	320	256000	EE.UU.
P04	2021	3.1	7.2	81	340	244800	EE.UU.
P04	2022	2.9	7.8	82	350	273000	EE.UU.
P04	2023	ND	8.2	83	360	295200	UE
P04	2024	ND	8.5	84	370	314500	UE
P04	2025	DN	9	85	380	342000	UE
P05	2021	3.4	8.5	85	400	340000	EE.UU.
P05	2022	3.1	9	86	410	369000	UE
P05	2023	ND	9.5	88	420	399000	UE
P05	2024	ND	10	89	430	430000	UE / China
P05	2025	ND	11.5	92	440	506000	China
P06	2021	2.9	6.8	80	300	204000	EE.UU.
P06	2022	2.7	7.2	81	310	223200	EE.UU.
P06	2023	ND	7.8	82	320	249600	EE.UU.
P06	2024	ND	8.2	83	330	270600	UE
P06	2025	ND	8.5	84	340	289000	UE
P07	2021	3.3	8	84	380	304000	EE.UU.
P07	2022	3	8.5	85	390	331500	EE.UU.
P07	2023	ND	9	86	400	360000	UE
P07	2024	ND	9.5	87	410	389500	UE
P07	2025	ND	10	88	420	420000	UE / China
P08	2021	2.6	NA	76	250	65000	Mercado local

Productor	Año	Precio del café tradicional en USD x libra	Precio del café bajo trazabilidad en USD x libra	Puntaje de catación	Volumen de café exportado N° Q	Ingreso total en USD	Mercado de destino
P08	2022	2.7	NA	77	260	70200	Mercado local
P08	2023	2.8	6.5	79	270	175500	EE.UU.
P08	2024	ND	7	80	280	196000	EE.UU.
P08	2025	ND	7.5	81	290	217500	EE.UU.
P09	2021	3.2	7.8	83	360	280800	EE.UU.
P09	2022	2.9	8.2	84	370	303400	EE.UU.
P09	2023	ND	8.8	85	380	334400	UE
P09	2024	ND	9.2	86	390	358800	UE
P09	2025	ND	9.8	87	400	392000	UE
P10	2021	2.5	NA	75	220	55000	Mercado local
P10	2022	2.6	NA	76	230	59800	Mercado local
P10	2023	2.7	6	78	240	144000	EE.UU.
P10	2024	ND	6.5	79	250	162500	EE.UU.
P10	2025	ND	7	80	260	182000	EE.UU.

Nota: Estos datos fueron obtenidos de los informes estadísticos proporcionados por el INTA, por el MAG, y por la información proporcionada por los productores.

## Anexo N°9.

Tabla 43:Indicadores de trazabilidad.

Actor	Año	Cadena custodia	Códigos QR	Plataforma digital	Blockchain	RFID	Rainforest	Fair Trade	Orgánica	Nespresso AAA	4C
P01	2021	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	No	No	No
P01	2022	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	No	No	No
P01	2023	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No
P01	2024	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No
P01	2025	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No
P02	2021	Sí	No	No	No	No	No	Sí	No	No	Sí
P02	2022	Sí	No	No	No	No	No	Sí	No	No	Sí
P02	2023	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	No	No	Sí
P02	2024	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí
P02	2025	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
P03	2021	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
P03	2022	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
P03	2023	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No
P03	2024	Sí	No	No	No	No	Sí	No	No	No	No
P03	2025	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	No	No	No
P04	2021	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	No	No	No
P04	2022	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	No	No	No
P04	2023	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	No	No	No
P04	2024	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No
P04	2025	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No

<b>Actor</b>	<b>Año</b>	<b>Cadena custodia</b>	<b>Códigos QR</b>	<b>Plataforma digital</b>	<b>Blockchain</b>	<b>RFID</b>	<b>Rainforest</b>	<b>Fair Trade</b>	<b>Orgánica</b>	<b>Nespresso AAA</b>	<b>4C</b>
<b>P05</b>	2021	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No	No
<b>P05</b>	2022	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No	No
<b>P05</b>	2023	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No
<b>P05</b>	2024	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No
<b>P05</b>	2025	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
<b>C01</b>	2021	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No	No	No
<b>C01</b>	2022	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No	No	No
<b>C01</b>	2023	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No
<b>C01</b>	2024	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No
<b>C01</b>	2025	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No
<b>C02</b>	2021	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No
<b>C02</b>	2022	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No
<b>C02</b>	2023	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No
<b>C02</b>	2024	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No
<b>C02</b>	2025	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No
<b>E01</b>	2021	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No	No	Sí
<b>E01</b>	2022	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No	No	Sí
<b>E01</b>	2023	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	No	Sí
<b>E01</b>	2024	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí
<b>E01</b>	2025	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia en base a las observado e identificado en la muestra de estudio.

## Anexo N° 10.

Tabla 44: Factores internos y externos que afectan la trazabilidad.

Actor	Año	Capacitación recibida	Institución capacitadora	Rol de la cooperativa	Cultura de sostenibilidad	Demanda de compradores	Impacto de quiebras	Cumplimiento de requerimientos EUDR
P01	2021	Sí	INTA,	Alto	Alta	Media	Bajo	Bajo
			Cooperativa					
P01	2022	Sí	INTA,	Alto	Alta	Media	Bajo	Bajo
			Cooperativa					
P01	2023	Sí	INTA,	Alto	Alta	Alta	Medio	Medio
			Cooperativa,					
			ONG					
P01	2024	Sí	INTA,	Alto	Alta	Alta	Medio	Alto
			Cooperativa,					
			ONG					
P01	2025	Sí	INTA,	Alto	Alta	Alta	Medio	Alto
			Cooperativa,					
			ONG					
P02	2021	Sí	Cooperativa	Alto	Media	Media	Bajo	Bajo
P02	2022	Sí	Cooperativa	Alto	Media	Media	Bajo	Bajo
P02	2023	Sí	Cooperativa,	Alto	Alta	Alta	Medio	Medio
			INTA					
P02	2024	Sí	Cooperativa,	Alto	Alta	Alta	Alto	Alto
			INTA, ONG					
P02	2025	Sí	Cooperativa,	Alto	Alta	Alta	Alto	Alto
			INTA, ONG					
P03	2021	No		Bajo	Baja	Bajo	Bajo	Bajo
P03	2022	No		Bajo	Baja	Bajo	Bajo	Bajo
P03	2023	Sí	INTA	Medio	Media	Media	Alto	Medio
P03	2024	Sí	INTA,	Medio	Media	Alta	Alto	Medio
			Cooperativa					
P03	2025	Sí	INTA,	Medio	Alta	Alta	Alto	Alto
			Cooperativa					
P04	2021	Sí	Cooperativa	Alto	Media	Media	Bajo	Bajo

<b>Actor</b>	<b>Año</b>	<b>Capacitación recibida</b>	<b>Institución capacitadora</b>	<b>Rol de la cooperativa</b>	<b>Cultura de sostenibilidad</b>	<b>Demanda de compradores</b>	<b>Impacto de quiebras</b>	<b>Cumplimiento de requerimientos EUDR</b>
<b>P04</b>	2022	Sí	Cooperativa	Alto	Media	Alta	Bajo	Bajo
<b>P04</b>	2023	Sí	Cooperativa, INTA	Alto	Alta	Alta	Medio	Medio
<b>P04</b>	2024	Sí	Cooperativa, INTA	Alto	Alta	Alta	Medio	Alto
<b>P04</b>	2025	Sí	Cooperativa, INTA, ONG	Alto	Alta	Alta	Medio	Alto
<b>P05</b>	2021	Sí	INTA, Cooperativa	Alto	Alta	Media	Bajo	Bajo
<b>P05</b>	2022	Sí	INTA, Cooperativa	Alto	Alta	Media	Bajo	Bajo
<b>P05</b>	2023	Sí	INTA, Cooperativa, ONG	Alto	Alta	Alta	Medio	Medio
<b>P05</b>	2024	Sí	INTA, Cooperativa, ONG	Alto	Alta	Alta	Alto	Alto
<b>P05</b>	2025	Sí	INTA, Cooperativa, ONG	Alto	Alta	Alta	Alto	Alto
<b>C01</b>	2021	Sí	INTA, Cooperativa	Alto	Alta	Media	Bajo	Bajo
<b>C01</b>	2022	Sí	INTA, Cooperativa	Alto	Alta	Media	Bajo	Bajo
<b>C01</b>	2023	Sí	INTA, Cooperativa, ONG	Alto	Alta	Alta	Medio	Medio
<b>C01</b>	2024	Sí	INTA, Cooperativa, ONG	Alto	Alta	Alta	Medio	Alto

<b>Actor</b>	<b>Año</b>	<b>Capacitación recibida</b>	<b>Institución capacitadora</b>	<b>Rol de la cooperativa</b>	<b>Cultura de sostenibilidad</b>	<b>Demanda de compradores</b>	<b>Impacto de quiebras</b>	<b>Cumplimiento de requerimientos EUDR</b>
<b>C01</b>	2025	Sí	INTA, Cooperativa, ONG	Alto	Alta	Alta	Medio	Alto
<b>C02</b>	2021	Sí	Cooperativa	Alto	Media	Media	Bajo	Bajo
<b>C02</b>	2022	Sí	Cooperativa	Alto	Media	Alta	Bajo	Bajo
<b>C02</b>	2023	Sí	Cooperativa, INTA	Alto	Alta	Alta	Medio	Medio
<b>C02</b>	2024	Sí	Cooperativa, INTA	Alto	Alta	Alta	Medio	Alto
<b>C02</b>	2025	Sí	Cooperativa, INTA, ONG	Alto	Alta	Alta	Medio	Alto
<b>E01</b>	2021	Sí	INTA, Exportadora	Alto	Alta	Alta	Bajo	Bajo
<b>E01</b>	2022	Sí	INTA, Exportadora	Alto	Alta	Alta	Bajo	Bajo
<b>E01</b>	2023	Sí	INTA, Exportadora, ONG	Alto	Alta	Alta	Alto	Medio
<b>E01</b>	2024	Sí	INTA, Exportadora, ONG	Alto	Alta	Alta	Alto	Alto
<b>E01</b>	2025	Sí	INTA, Exportadora, ONG	Alto	Alta	Alta	Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia en base a información de las fuentes consultadas y los productores involucrados.

## Anexo N°11.

Tabla 45: Evolución de la trazabilidad.

Indicador	2021	2022	2023	2024	2025	Fuente
Productores con sistema de trazabilidad documentado por porcentaje	34	48	62	78	86	MAG / INTA
Volumen exportado con trazabilidad certificada miles de libras	450	520	610	720	850	Banco Central
Certificaciones Rainforest Alliance vigentes	42	48	55	63	72	Certificadoras
Certificaciones Fair Trade vigentes	38	44	51	58	65	Certificadoras
Certificaciones Orgánicas USDA EU vigentes	28	32	38	44	52	Certificadoras
Certificaciones Nespresso AAA vigentes	15	18	22	28	36	Nespresso
Productores usando códigos QR	5	12	24	38	52	Cooperativas / INTA
Productores usando plataformas digitales	3	8	18	32	48	INTA / Cooperativas
Productores capacitados en trazabilidad	1200	1800	2500	3200	3800	INTA / MAG
Precio promedio café especial USD libra	7.2	7.5	7.8	8.2	8.5	Exportadores / MAG

<b>Indicador</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>Fuente</b>
<b>Precio promedio café tradicional USD libra</b>	3.2	3.1	3	2.9	2.8	MAG / Banco Central
<b>Volumen exportado a mercados premium porcentaje</b>	18	22	28	35	42	Banco Central
<b>Valor exportaciones café especial millones USD</b>	324	390	476	590	723	Banco Central
<b>Productores con certificación activa x porcentaje</b>	28	36	45	58	72	MAG / Certificadoras
<b>Cooperativas con sistema de trazabilidad x porcentaje</b>	42	55	68	78	86	PRODECOOP / ONICA
<b>Exportadores con trazabilidad certificada porcentaje</b>	35	48	62	75	85	MAG / MIFIC
<b>Inversión en tecnología trazabilidad millones</b>	25	35	48	62	78	INTA / Cooperativas

Fuente: Elaboración propia en base a revisión documental presentada por los productores consultados.

## Anexo N° 12.

Tabla 46: Certificaciones por productor.

ID Productor	Año	Rainforest Alliance	Fair Trade	Organica USDA	Nespresso AAA	4C	Fecha obtención	Fecha vencimiento
P01	2021	Sí	Sí	No	No	No	15/03/2021	14/03/2024
P01	2022	Sí	Sí	No	No	No	15/03/2022	14/03/2025
P01	2023	Sí	Sí	Sí	No	No	10/06/2023	09/06/2026
P01	2024	Sí	Sí	Sí	No	No	15/03/2024	14/03/2027
P01	2025	Sí	Sí	Sí	Sí	No	15/03/2025	14/03/2028
P02	2021	No	Sí	No	No	Sí	20/05/2021	19/05/2024
P02	2022	No	Sí	No	No	Sí	20/05/2022	19/05/2025
P02	2023	Sí	Sí	No	No	Sí	25/08/2023	24/08/2026
P02	2024	Sí	Sí	Sí	No	Sí	20/05/2024	19/05/2027
P02	2025	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	20/05/2025	19/05/2028
P03	2021	No	No	No	No	No		
P03	2022	No	No	No	No	No		
P03	2023	No	No	No	No	No		
P03	2024	Sí	No	No	No	No	12/10/2024	11/10/2027
P03	2025	Sí	Sí	No	No	No	12/10/2025	11/10/2028
P04	2021	Sí	Sí	No	No	No	05/04/2021	04/04/2024
P04	2022	Sí	Sí	No	No	No	05/04/2022	04/04/2025
P04	2023	Sí	Sí	No	No	No	05/04/2023	04/04/2026
P04	2024	Sí	Sí	Sí	No	No	05/04/2024	04/04/2027
P04	2025	Sí	Sí	Sí	No	No	05/04/2025	04/04/2028
P05	2021	Sí	Sí	No	No	No	18/06/2021	17/06/2024
P05	2022	Sí	Sí	No	No	No	18/06/2022	17/06/2026

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por los participantes e identificadas en la observación.

## Anexo N° 13.

Tabla 47: matriz de triangulación de hallazgos.

Dimensión	Fuente 1: Entrevistas	Fuente 2: Observación Directa	Fuente 3: Revisión Documental	Nivel de Convergencia	Hallazgo Triangulado
<b>Impacto en precios</b>	La trazabilidad nos ha permitido negociar primas de hasta \$15 por libra para cafés de 96+ puntos (Productor 2)	Verificación de contratos de comercialización con precios diferenciales según puntaje de catación	Datos MAG (2024): Precio café especial \$8.50/libra vs. tradicional \$3.20/libra	Alta	Incremento del 142.9% en precios para cafés con trazabilidad certificada
<b>Impacto en ingresos</b>	Nuestros ingresos han aumentado entre 15% y 30% desde que implementamos trazabilidad (Cooperativa 1)	Registros contables de fincas muestran incremento sostenido 2021-2025	Banco Central (2025): Ingresos por exportación café especial crecieron 28% en el período 2021-2025	Alta	Incremento sostenido de ingresos en rango 15-30% post-implementación
<b>Estabilidad comercial</b>	Antes era incierto, ahora tenemos contratos hasta por 10 años (Exportador 2)	Contratos vigentes con tostadores europeos por períodos plurianuales verificados	Informes de cooperativas: 78% de productores con contratos estables post-trazabilidad	Alta	La trazabilidad facilita relaciones comerciales de largo plazo (5-10 años)
<b>Costos de implementación</b>	Los costos aumentaron entre 10% y	Verificación de inversiones en sistemas	INTA (2024): Costo incremental promedio	Alta	Incremento de costos entre 10-20% (promedio)

<b>Dimensión</b>	<b>Fuente 1: Entrevistas</b>	<b>Fuente 2: Observación Directa</b>	<b>Fuente 3: Revisión Documental</b>	<b>Nivel de Convergencia</b>	<b>Hallazgo Triangulado</b>
	20%, pero se compensan con mejores precios (Productor 3)	de registro, tecnología y capacitación	14.6% para productores con sistemas de trazabilidad		14.6%) compensado por mejores precios
<b>Percepción de competitividad</b>	Sin trazabilidad, simplemente no podemos competir en mercados premium (Productor 1)	Ausencia de sistemas de trazabilidad en fincas que no acceden a mercados premium	MAG (2025): 86% de exportaciones a mercados premium requieren trazabilidad certificada	Alta	La trazabilidad se ha convertido en requisito indispensable para competitividad
<b>Diferenciación de producto</b>	El café con trazabilidad cuenta una historia, eso nos diferencia (Productor 4)	Etiquetas y empaques con información de origen visibles en centros de acopio	Estándares de certificación: La trazabilidad es base para denominación de origen	Alta	La trazabilidad permite diferenciación por origen y prácticas productivas
<b>Volumen exportado</b>	Hemos podido aumentar volumen porque los compradores confían más (Cooperativa 2)	Registros de exportación muestran incremento sostenido	Banco Central: Volumen exportado con trazabilidad creció 89% (2021-2025)	Alta	Incremento significativo de volumen exportado bajo trazabilidad

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados a la muestra seleccionada.

## Anexo N°14.

Tabla 48: Matriz de triangulación de factores externos que determinan la trazabilidad.

Indicador	Fuente 1: Entrevistas	Fuente 2: Observación Directa	Fuente 3: Revisión Documental	Nivel de Convergencia	Hallazgo Triangulado
<b>Cadena de custodia</b>	Documentamos cada lote desde la parcela hasta la exportación, esa es la base de todo (Productor 4)	Verificación de registros de lotes con codificación única en 10 de 12 fincas observadas	Estándares Rainforest Alliance: La cadena de custodia es requisito fundamental para certificación	Alta	Indicador universal (100%) en productores con trazabilidad documentada
<b>Códigos QR</b>	El QR en el empaque le cuenta al consumidor la historia de nuestro café (Cooperativa 2)	Registro fotográfico de códigos QR en empaques de 8 de 12 fincas observadas (67%)	INTA (2024): 52 productores usan códigos QR a nivel nacional; 67% en la muestra	Media	Implementación creciente (67%) pero no universal; brecha entre percepción y realidad
<b>Certificación Rainforest Alliance</b>	Rainforest es casi obligatorio para vender en Europa (Exportador 3)	Certificaciones vigentes visibles en documentación de 9 de 12 fincas (75%)	Rainforest Alliance: 72 certificaciones vigentes en Nicaragua (2025); 78% de la muestra	Alta	Certificación predominante para acceso a mercados europeos (78% adopción)
<b>Certificación Fair Trade</b>	El sello de comercio justo nos da credibilidad y mejores primas (Cooperativa 1)	Certificaciones exhibidas en centros de acopio de cooperativas	Fair Trade: 65 certificaciones vigentes; primas de \$0.20/libras adicionales; 82% de la muestra	Alta	Segunda certificación más adoptada (82%); asociada a primas y credibilidad
<b>Certificación Orgánica (USDA/EU)</b>	El mercado orgánico es más pequeño, pero paga mejores precios (Productor 2)	Verificación de prácticas orgánicas en 4 de 12 fincas (33%)	USDA Organic: 44% de la muestra con certificación orgánica	Media	Menor adopción (44%) por costo y período de conversión (3 años)

<b>Certificación Nespresso AAA</b>	El programa AAA nos abrió las puertas a un mercado exclusivo (Productor 1)	Verificación de documentación Nespresso en 3 fincas	Nespresso: 36% de la muestra con certificación AAA	Media	Adopción limitada a productores de mayor escala (36%)
<b>Certificación 4C</b>	Es la base para otras certificaciones (Cooperativa 3)	Documentación 4C visible en 2 cooperativas	28% de la muestra con certificación 4C como paso inicial	Media	Certificación de entrada a sistemas de trazabilidad
<b>Plataformas digitales</b>	Usamos INATrace para registrar todo en campo (Productor 5)	Verificación de uso de plataformas móviles en 5 fincas	54% de productores reportan uso de plataformas digitales (INATrace, Dimitra)	Media	Adopción tecnológica en aumento, pero con brecha digital
<b>Blockchain</b>	El blockchain nos da registro inmutable, los compradores confían más (Exportador 1)	No observable directamente; verificación documental	12% de exportadores implementan blockchain; tendencia creciente	Baja	Tecnología emergente con adopción incipiente (12%)
<b>Relevancia Unión Europea</b>	Europa exige todo: trazabilidad, Rainforest, EUDR (Exportador 4)	Contratos con cláusulas específicas para mercado europeo	Tabla relevancia: UE 10/10 en cumplimiento normativo	Alta	Mercado más exigente en certificaciones y normativas
<b>Relevancia Estados Unidos</b>	EE.UU. enfatiza calidad sensorial más que certificaciones (Exportador 2)	Documentos de exportación con enfoque en puntajes de catación	Tabla relevancia: EE.UU. 9/10 en cumplimiento normativo	Alta	Mayor énfasis en calidad sensorial que en certificaciones
<b>Relevancia China</b>	China está exigiendo trazabilidad completa, similar a Europa (Exportador 3)	Nuevos contratos con compradores chinos con requisitos de trazabilidad	Tabla relevancia: China 10/10 en cumplimiento normativo	Alta	Mercado emergente con exigencias crecientes de trazabilidad

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados a la muestra seleccionada.

## Anexo N° 15.

Tabla 49: Matriz de triangulación de factores internos que determinan la trazabilidad.

Factor	Fuente 1: Entrevistas	Fuente 2: Observación Directa	Fuente 3: Revisión Documental	Nivel de Convergencia	Hallazgo Triangulado
<b>Capacitación técnica</b>	Sin la capacitación del INTA, no hubiéramos podido implementar los registros (Productor 5)	Materiales de capacitación y guías de registro visibles en fincas	INTA (2024): 3,800 productores capacitados en trazabilidad 2021-2025; 92% de la muestra	Alta	Factor habilitador clave; cobertura significativa (92%)
<b>Rol de cooperativas</b>	La cooperativa nos ayudó a compartir costos de certificación y tecnología (Productor 1)	Sistemas de registro centralizados en cooperativas observados	PRODECOOP: 86% de productores asociados tienen trazabilidad vs. 45% individuales	Alta	Las cooperativas multiplican adopción (86% vs. 45%)
<b>Cultura de sostenibilidad</b>	Es un compromiso personal, no solo por el mercado (Productor 4)	Prácticas sostenibles observadas (manejo sombra, conservación suelos) en 10 de 12 fincas	78% de productores reportan motivación por sostenibilidad en encuestas	Alta	Factor interno relevante pero variable según productor
<b>Mejora continua en calidad</b>	Queremos producir mejor café, la trazabilidad nos ayuda a controlar (Productor 3)	Registros de calidad y controles de proceso observados	94% de productores identifican mejora de calidad como motivación	Alta	Motivación interna predominante para implementación
<b>Necesidad de acceso a mercados premium</b>	Queremos vender a mejores precios, eso requiere trazabilidad (Productor 2)	Estrategias comerciales enfocadas en mercados premium	88% de productores identifican acceso a mercados premium como motivación	Alta	Motivación económica central para implementación
<b>Demandas del mercado internacional</b>	Los compradores nos exigen trazabilidad o no nos compran (Exportador 4)	Contratos de compra con cláusulas de trazabilidad verificadas en 100% de documentos revisados	96% de productores identifican demanda de compradores como factor clave	Alta	Principal factor externo identificado (96%)

<b>Factor</b>	<b>Fuente 1: Entrevistas</b>	<b>Fuente 2: Observación Directa</b>	<b>Fuente 3: Revisión Documental</b>	<b>Nivel de Convergencia</b>	<b>Hallazgo Triangulado</b>
<b>Quiebras de exportadoras (Mercon, sisa)</b>	Cuando Mercon quebró, tuvimos que demostrar quiénes éramos y de dónde venía nuestro café (Productor 2)	Reconfiguración de canales de comercialización documentada; nuevos compradores	100% de productores identifican quiebras como punto de inflexión crítico; 50% exportaciones afectadas	Alta	Factor externo determinante; acelerador forzoso de adopción
<b>Normativa EUDR</b>	La normativa europea nos obligó a certificar que no venimos de deforestación (Exportador 2)	Documentación de cumplimiento EUDR en procesos de exportación	MAG (2024): 82% de exportadores han adaptado sistemas para cumplir EUDR	Alta	Factor creciente post-2023; impulsor de trazabilidad ambiental
<b>Innovación tecnológica global</b>	Ahora hay plataformas accesibles que antes no existían (Cooperativa 3)	Uso de tecnologías digitales verificadas en campo	68% de productores identifican innovación tecnológica como facilitador	Media	Factor facilitador, pero con brecha de acceso
<b>Apoyo de cooperación internacional</b>	Los proyectos de la cooperación nos dieron las herramientas para empezar (Cooperativa 3)	Equipos y software proporcionados por ONGs visibles en fincas	UNCTAD (2024): 62% de productores han recibido apoyo técnico internacional	Media	Factor facilitador importante pero no determinante
<b>Presión de consumidores conscientes</b>	Los consumidores preguntan cada vez más por el origen (Exportador 1)	Materiales de marketing destacando origen y sostenibilidad	UNCTAD16: Creciente demanda de consumidores por transparencia	Media	Factor en aumento, pero difícil de cuantificar

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados a la muestra seleccionada.

## Anexo N°16.

Tabla 50: Matriz de triangulación general.

Variable	Fuente 1: Entrevistas	Fuente 2: Observación	Fuente 3: Documental	Nivel de Convergencia	Hallazgo Triangulado
<b>Competitividad</b>	Aumento ingresos 15-30%	Contratos plurianuales verificados	Crecimiento 28% exportaciones premium (2021-2025)	Alta	Incremento sostenido de competitividad post-trazabilidad
<b>Precios</b>	Precios diferenciales \$8-\$15/libra según puntaje	Contratos con precios según puntaje de catación	MAG: \$8.50 promedio café especial vs. \$3.20 tradicional	Alta	La trazabilidad permite capturar valor por calidad (142.9% incremento)
<b>Costos</b>	Incremento 10-20% en costos	Inversiones en sistemas y tecnología verificadas	INTA: 14.6% incremento promedio documentado	Alta	Incremento de costos entre 10-20% (promedio 14.6%)
<b>Cadena de custodia</b>	Documentamos cada lote (100% reporta)	Registros de lotes codificados en 10/12 fincas	Estándares internacionales lo exigen como base	Alta	Indicador universal en productores con trazabilidad
<b>Códigos QR</b>	Alta valoración (100% reporta interés)	Implementado en 8/12 fincas (67%)	52 productores a nivel nacional; 67% en muestra	Media	Implementación creciente pero no universal; brecha percepción-realidad
<b>Certificaciones RA</b>	Obligatorio para Europa (78% reporta)	Certificaciones vigentes en 9/12 fincas	72 certificaciones nacionales; 78% en muestra	Alta	Certificación predominante para mercados europeos

<b>Variable</b>	<b>Fuente 1: Entrevistas</b>	<b>Fuente 2: Observación</b>	<b>Fuente 3: Documental</b>	<b>Nivel de Convergencia</b>	<b>Hallazgo Triangulado</b>
<b>Certificaciones FT</b>	Credibilidad y primas (82% reporta)	Certificaciones exhibidas en cooperativas	65 certificaciones nacionales; primas \$0.20/libra	Alta	Segunda certificación más adoptada
<b>Certificaciones Org</b>	Mejores precios, pero costoso (44% reporta)	Prácticas orgánicas en 4/12 fincas (33%)	44% de muestra con certificación	Media	Menor adopción por costo y período de conversión
<b>Capacitación</b>	Factor habilitador clave (92% reporta)	Materiales y guías visibles	3,800 productores capacitados 2021-2025	Alta	Factor habilitador con cobertura significativa
<b>Rol cooperativas</b>	Facilitadoras clave (86% asociados)	Sistemas centralizados observados	86% asociados tienen trazabilidad vs. 45% individuales	Alta	Las cooperativas multiplican adopción
<b>Quiebras exportadoras</b>	Punto de inflexión crítico (100% identifica)	Reconfiguración de canales	50% exportaciones afectadas; aceleración adopción	Alta	Factor externo determinante no previsto en marco teórico
<b>Normativas EUDR</b>	Impulso desde 2023 (82% reporta)	Documentación de cumplimiento	82% exportadores adaptados	Alta	Factor creciente post-2023
<b>Sostenibilidad (ODS)</b>	Vinculación con ODS 1,2,8,12,13,15	Prácticas sostenibles observadas	Certificaciones alineadas con ODS	Alta	La trazabilidad contribuye al cumplimiento de ODS

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados a la muestra seleccionada.

## Anexo N° 17

Tabla 51: Matriz de divergencia de resultados.

<b>Divergencia</b>	<b>Fuente 1: Entrevistas</b>	<b>Fuente 2: Observación</b>	<b>Fuente 3: Documental</b>	<b>Explicación</b>
<b>Implementación de códigos QR</b>	100% reportan usar o estar próximos a usar	67% de fincas observadas tienen QR implementados	52 productores nacionales; 67% en muestra	Sobreestimación en auto reportes; confusión entre tener capacidad e implementar
<b>Certificación orgánica</b>	Alta demanda y valoración reportada	33% de fincas observadas con prácticas orgánicas	44% de la muestra con certificación	Costo (USD 2,000-5,000 anuales); período conversión 3 años
<b>Percepción de costos incrementales</b>	Productores estiman 10-20%	Verificación de inversiones, pero sin desagregación	14.6% incremento promedio documentado	Dificultad para aislar costos específicos de trazabilidad
<b>Impacto de cooperación internacional</b>	Alta valoración (62% reporta)	Equipos y software de ONGs visibles	Documentación de proyectos, pero sin datos de impacto agregado	Dificultad para cuantificar impacto específico
<b>Motivaciones internas</b>	Variabilidad significativa entre productores	Prácticas diferenciadas observadas	Datos agregados ocultan variabilidad	Factores personales y contextuales influyen

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la triangulación de los datos obtenidos

